

# Kali und Steinsalz



## **Knudsen**

Der Zündschlüssel zum Gericht – Klagebefugnis von Umweltverbänden und das TRIANEL-Urteil des EuGH

## **Behnsen, Krüger**

Kongressbericht zur 28. Bergtechnischen Tagung 2011 in Hannover

## **Katzenbach, Leppla, Seip, Schleinig, Schnürer**

Verformungsprognosen für Infrastruktureinrichtungen im Nahbereich von Rückstandssalzhalde unter Verwendung eines visko-plastischen Stoffgesetzes

## **Fischer**

Die Entwicklung der reflektorlosen Laser-Vermessungstechnik im Werk Werra

## **Bohnenberger, Rüter**

Die neue Verbindungsstrecke Heilbronn–Kochendorf

### Steinhage: Increasing resource- and energy-efficiency

Following the United Nations Environment Program (UNEP) setting sails for “decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth” the European Union has set out the “Europe 2020” strategy. Among other “flagship initiatives” a resource-efficient Europe is a main goal as well as reducing energy-consumption. Therefore the member states are urged to take measures in a wide range of fields.

### Knudsen: An ignition key to court

In the TRIANEL Case the European Court of Justice extends the possibilities of NGOs in the field of environmental law to seek juridical support. The German “Umweltrechtsbehelfsgesetz” so far only allows those organizations to claim “subjective” rights: laws that intend the protection of each individual and not nature in general. Due to the highly important – and longtime dawning – decision of the court German law violates the so called Aarhus convention in which the rights of third parties to appeal to court in these cases are settled. The convention is basis for the European regulation 2003/35/EC that should be transferred into national law by the member states. Not only will the TRIANEL case most probably lead to a change in national legislation it will also widely effect administrative proceedings especially dealing with larger industrial facilities.

### Behnsen, Krüger: The 28th Mining Symposium

The 28th Mining symposium took place under leadership of the association of the potash and salt industry (VKS). Approximately 270 participants attested the lively interest and the high acceptance on the conference among experts of mining companies, members of authorities, administrations, institutes, universities and the supplying industry around the mining industries. Lectures and presentations on high technical level and the opportunity to exchange of experience lead to a well visited meeting in Hanover.

### Katzenbach, Leppla, Seip, Schleinig, Schnürer: Deformation prognoses of infrastructural facilities near tailings heaps with numerical visco-plastic calculations

The production of fertilizers by the German potash industry is mainly based on conventional mining activities at four sites of the K+S group. The solid residues of this process are mainly stockpiled on massive tailings heaps, which can reach base areas in the range of a square kilometer and heights of 120 m. Their physical stability has to be evaluated in order to avoid negative effects on the environment due to mechanical instabilities and to estimate their long term mechanical behaviour. A procedure to verify the physical stability has to be performed in order to design the future geometry. This includes two steps. Firstly, a numerical model is de-veloped to estimate

the stability of the heap itself as well as to estimate the heap and ground movements regarding their possible interaction with infrastructural facilities. Secondly, the assumptions and results of the numerical model have to be checked by in situ measurements at the heap and adjacent areas. The numerical modelling is based on

- geomechanical parameters, which are derived from sample testing of the stockpiled material and from comparable experiences,
- a visco-plastic constitutive law, which was especially developed to describe the stockpile material behavior at the Institute of Geotechnics, Technical University Darmstadt.

As an important part of planning, application and approval of a heap enlargement the proposed results are compared with results of in situ measurement accompanying the heap development. The paper describes this procedure using the example of a heap enlargement regarding an adjacent railway line.

### Fischer: The progress of laser measurement at the Werra potash mine

Since 1993 the mine survey of the Werra potash mine has been using instruments with laser-pulsed distance measurement working on all surfaces. The first instruments had been handheld distancemeters from LEICA and totalstations from ZEISS. In the following years, all older totalstations were replaced by totalstations from LEICA or

TRIMBLE. In 2000 the AMBERG Profiler was acquired to optimize the measurement of the potash domes. The automatically working non-contact measuring Amberg Profiler represented a pre-stage to the new class of instruments called laser scanner. Since 2007 the laser scanner RIEGL LMS – Z420i is at work. In recent years this measuring instrument has been used for several special projects that are specified in this paper. At the end the key benefits of measuring all drift systems by laser scanner are described. One prerequisite for an optimized workflow is software which automatically detects the lines of the side walls.

### Bohnenberger, Rütger: New connecting drift Heilbronn–Kochendorf

The backfilling of the Kochendorf mine which began in 1992 will have progressed to a level by 2012, which means the dumping of bulk material in high performance is no longer possible. From this time onward, only the backfilling with packed waste (big bags) in combination with rock salt processing residues in the predominantly partially filled remaining areas will be continued.

In 1998, in the long-term safety assessment for the underground waste disposal site (UTD) in the Heilbronn mine, the assessor recommended that not just the UTD itself but also the surrounding worked-out areas should be back-filled in a qualified manner for long-term safety reasons. It therefore stood to reason to use the bulk

material becoming available from the Kochendorf mine and to begin prematurely with the backfilling of the surrounding areas of the underground repository (UTD) in the Heilbronn mine.

Following the review of several variants, a new subsurface connecting drift as transport route was deemed the best solution. One disadvantage was the reduced and to some extent entirely non-existent salt thickness however with a thick and competent upper sulfate region as water protection layer forecasted by geologists on a part of the route. A road header in combination with a resin roof bolting system and a reduced cross-section was used in this section to establish long-term roof stability through the entire lifetime of the drift

The road heading operations were conducted entirely from the Heilbronn side. Excavation in the sections with sufficient salt thickness was driven by a Continuous Miner (CM). Depending on its quality, the salt could be transferred to the main haulage.

After the first cut-through to the Kochendorf mine in October 2010, use of the CM was continued for the still missing haulage connection to the Kochendorf shaft. The second cut-through to the Kochendorf mine in March 2011 completed the excavation of the new bulk material transport route. The new connecting drift is now used for salt transportation from a mining field in the vicinity until the bulk material transport will start in the year 2012.

Titelbild: Neue Verbindungsstrecke zwischen den Salzbergwerken Kochendorf und Heilbronn – Erfolgreicher zweiter Durchschnitt zur Grube Kochendorf am 8. 3. 2011

<b>Abstracts</b>	<b>Seite 2</b>
<b>Editorial</b>	<b>Seite 5</b>
<b>Steinhage</b> Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz	<b>Seite 6</b>
<b>Knudsen</b> Der Zündschlüssel zum Gericht – Klagebefugnis von Umweltverbänden und das TRIANEL-Urteil des EuGH	<b>Seite 8</b>
<b>Behnsen, Krüger</b> Kongressbericht zur 28. Bergtechnischen Tagung 2011 in Hannover	<b>Seite 14</b>
<b>Katzenbach, Leppla, Seip, Schleinig, Schnürer</b> Verformungsprognosen für Infrastruktureinrichtungen im Nahbereich von Rückstandssalzhalde unter Verwendung eines visko-plastischen Stoffgesetzes	<b>Seite 20</b>
<b>Fischer</b> Die Entwicklung der reflektorlosen Laser-Vermessungstechnik im Werk Werra	<b>Seite 30</b>
<b>Bohnenberger, Rüter</b> Die neue Verbindungsstrecke Heilbronn–Kochendorf	<b>Seite 40</b>
<b>Nachrichten aus den Unternehmen</b>	<b>Seite 48</b>
<b>Impressum</b>	<b>Seite 13</b>



**Liebe Leserinnen und Leser,**

die Frage der Akzeptanz von Investitionsprojekten in Deutschland wird mehr und mehr zu einer Schlüsselfrage für das Industrieland Deutschland. Dies gilt gleichermaßen bei Verkehrsinfrastruktur-, Energie- oder Rohstoffprojekten, vereinzelt auch bei Forschungsprojekten – man denke nur an die Genforschung.

Besonders prägnant und medienwirksam ist das Thema „Akzeptanz“ seit „Stuttgart 21“ in den Mittelpunkt der politischen Debatte gerückt und findet wegen der übergeordneten Dimension im regionalen, nationalen und auch im europäischen Raum erhebliche Beachtung. Man beachte: Das Projekt wurde im Jahr 2006 planfestgestellt und 2007 gerichtlich bestätigt. Aber das bürgerschaftliche Engagement verstärkt sich zunehmend und äußert sich leider nicht nur inhaltlich und sachlich, sondern partiell auch ideologisch und egoistisch. Ob gewollt oder nicht, diesem Dialog mit dem Bürger müssen sich Wirtschaft und Politik stellen, um einen gesellschaftlichen Konsens herzustellen.

Information und Kommunikation sind wesentliche Grundlagen des Dialogs. Im Rahmen unserer 28. Bergtechnischen Tagung haben wir erneut die Gelegenheit genutzt, über die Entwicklungen und Innovationen des deutschen Kali- und Salzbergbaus zu berichten und den Dialog mit Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Forschung sowie den Behörden und der Bergbauindustrie zu pflegen.

Die auf der Bergtechnischen Tagung präsentierten Vorträge werden in diesem Heft sowie in der nächsten Ausgabe von Kali und Steinsalz zu lesen sein.

Es ist grundsätzlich zu begrüßen, dass auch die Bedeutung der Rohstoffversorgung und -sicherung stärker in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt wird. Die Versorgung mit Seltenen Erden und Metallen wird zunehmend schwieriger und ist gleichzeitig zwingend erforderlich für angestrebte Zukunftsprojekte wie beispielsweise die Entwicklung der Elektromobilität oder den Ausbau der Windkraft- und Solartechnologie. Die Abhängigkeit von der Versorgung mit Energierohstoffen ist bereits seit Jahren immer weiter angestiegen.

Wir reden über Salze und Kalisalze und damit über Rohstoffe, die hier in Deutschland gewonnen und verarbeitet werden. Die Versorgung ist, ohne dass Importabhängigkeiten befürchtet werden müssen, für lange Zeit gesichert.

Damit dies so bleibt, bedarf es auch der politischen flankierenden Unterstützung hinsichtlich verlässlicher Rahmenbedingungen. Unseres Erachtens könnte ein Mittel der Akzeptanzförderung darin bestehen, im Rahmen der Raumplanung eine Ausweisung von Rohstoffsicherungsflächen, oder besser noch, die Ausweisung von Rohstoffschutzgebieten zu ermöglichen.

Mit freundlichen Grüßen und Glückauf

Ihr

Hartmut Behnsen

# Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz



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

Die Themen Energie- und Ressourceneffizienz stehen zurzeit ganz oben auf der politischen Agenda im internationalen, europäischen und nationalen Rahmen. Das „International Resource Panel“ des UN-Umweltprogramms (UNDP) hat Mitte Mai 2011 einen Bericht veröffentlicht, der sich mit der Entkopplung der Nutzung natürlicher Ressourcen und der damit verbundenen Umweltauswirkungen vom Wirtschaftswachstum befasst („Doing more with less“). Um den prognostizierten steigenden Rohstoffverbrauch bis 2050 verringern zu können, wird die Entkopplung der Ressourcennutzung vom Wirtschaftswachstum durch eine

erhöhte Ressourceneffizienz vorgeschlagen.

In Brüssel ist das Thema **Ressourceneffizienz** Gegenstand der Europa-2020-Strategie. Eine der sieben Leitinitiativen dieser Strategie beschäftigt sich mit dem „Ressourcenschonenden Europa“, mit der die Europäische Kommission den Übergang zu einer emissionsarmen, ressourceneffizienten und klimaresistenten Wirtschaft bis 2050 erzielen will. Dazu sollen langfristige Strategien in den Bereichen Energie-, Klima-, Forschungs- und Innovations-, Verkehrs-, Landwirtschafts-, Fischerei- und Umweltpolitik entwickelt werden, die zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen führen sollen. Auch Maßnahmen zur Bewältigung der Herausforderungen auf den Grund- und Rohstoffmärkten werden gefordert, „im Rahmen derer u. a. regelmäßig die kritisch wichtigen Rohstoffe ermittelt und eine Handelspolitik festgelegt werden, mit der eine nachhaltige Versorgung mit Rohstoffen auf dem Weltmarkt sichergestellt werden soll“.

Des Weiteren hat die Kommission angekündigt, im September 2011 eine „Roadmap für ein ressourceneffizientes Europa“ vorzulegen. Die zuständige Generaldirektion Umwelt hat bereits angekündigt, eine fundamentale Umgestaltung

der Industrie-, Energie-, Transport-, land- und forstwirtschaftlichen Systeme, eine Veränderung des Produzenten- und Verbraucherverhaltens sowie technologische Innovationen erzielen zu wollen. Würden unser Wirtschaften und die Nutzung der Ressourcen bis 2050 in dem Ausmaß fortgeführt werden wie bisher, wären dafür laut Kommission mehr als zwei Planeten des Systems „Erde“ notwendig. Daher müssen nach Ansicht der Kommission politische Rahmenbedingungen in Europa geschaffen werden, die die Umgestaltung der Wirtschaft und der Gesellschaft sowie Änderungen des Verbraucherverhaltens fördern. Die Vorteile einer derartigen Politik lägen auf der Hand: erhöhte Wettbewerbsfähigkeit, neues Wachstum und neue Beschäftigung durch erhöhte Effizienz, Vermarktung der Innovationen und besseres Ressourcenmanagement über den gesamten Lebenszyklus. Im Mittelpunkt der Roadmap sollen neben dem Schutz des Wassers, der Luft, des Bodens und der marinen Ressourcen auch die Förderung der Ökosystemdienstleistungen stehen. Die mineralischen Rohstoffe sollen umweltfreundlich gewonnen und genutzt werden.

Zur Realisierung der Ziele wird auch wieder der Ruf nach gesetzlichen Maßnahmen geäußert. Ent-

sprechende Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden. Der Binnenmarkt und die Steuerpolitik sollen nach Ansicht der Kommission eine bedeutende Rolle bei der Umorientierung der Märkte hin zu grüneren Produkten spielen. Die Kommission will u. a. die EU-Mitgliedstaaten auffordern, die richtigen Steuersignale zu setzen: weg von der Besteuerung der Arbeit, hin zur Besteuerung der Ressourcennutzung und der damit verbundenen Umweltauswirkungen. Unabhängig von dem Problem der richtigen Besteuerungsgrundlage muss grundsätzlich hinterfragt werden, ob dadurch die richtigen Preissignale gesetzt und die gewünschte ökonomische und ökologische Lenkungswirkung erzielt werden. Angesichts der gegenwärtigen Finanzsituation in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten liegt vielmehr die Vermutung nahe, dass die gewünschten Entlastungen bei den Arbeitskosten nicht realisiert werden. Die Folge wären Mehrkosten für die Verbraucher und europäische Unternehmen, denen dadurch Mittel für Investitionen u. a. für ressourcen- und umweltschonende Prozesse entzogen würden. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass durch kostenintensive Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie strenge Regulierung bereits heute in Europa eine Internalisierung externer Kosten erfolgt.

Die Verbesserung der **Energieeffizienz** ist Bestandteil des europäischen Klima- und Energiepakets, mit dem die Europäische Union die Klimaziele bis 2020, Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20% und Verringerung des Primärenergieverbrauchs um 20%, erreichen will. Am 8. März 2011 verabschiedete die Europäische Kommission einen

Energieeffizienzplan 2011, der konkrete Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bis 2020 beinhaltet. In dieser Mitteilung betonte die Kommission, dass das Ziel für 2020 um etwa die Hälfte verfehlt werde, wenn jetzt nicht gehandelt würde. Die Vorstellungen der Kommission werden in der am 22. Juni 2011 vorgelegten Energieeffizienz-Richtlinie konkretisiert. Im Richtlinienvorschlag, der einen gemeinsamen Rahmen zur Förderung der Energieeffizienz in der EU beinhaltet, werden im Einzelnen u. a. folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

## Festlegung nationaler Energieeffizienzziele für 2020

Die Mitgliedstaaten sind aufgefordert, nationale Energieeffizienzziele für 2020 festzulegen. Nach der Bewertung der erzielten Fortschritte durch die Europäische Kommission im Jahr 2014 soll erforderlichenfalls ein Vorschlag für einen weiteren Rechtsakt zur Festlegung verbindlicher nationaler Energieeffizienzziele vorlegt werden.

## Energieeffizienzvorgaben für den öffentlichen Sektor

- Obligatorische Renovierung von jährlich mindestens 3 % der gesamten Gebäudefläche öffentlicher Einrichtungen ab 2014.
- Rechtliche Verpflichtung zur Beschaffung energieeffizienter Produkte, Dienstleistungen und Gebäude für öffentliche Einrichtungen.

## Einführung von Energieeffizienzverpflichtungssystemen

Rechtliche Verpflichtung zur Aufstellung von Energiesparplänen in allen Mitgliedstaaten: Energieverteiler oder Energieeinzelnhandelsunternehmen müssen

jedes Jahr Energieeinsparungen in Höhe von 1,5 % ihres Energieabsatzvolumens erzielen. Diese Einsparungen müssen bei den Endkunden erreicht werden.

## Energieaudits und Energiemanagementsysteme für die Industrie

Große Unternehmen müssen ab 2014 alle drei Jahre ein Energieaudit von qualifizierten oder akkreditierten Experten vornehmen. Für kleine und mittlere Unternehmen werden Anreize geschaffen, Energieaudits durchzuführen und die besten Verfahren zu verbreiten.

## Effizienz bei der Energieerzeugung

- Erstellung nationaler Wärme- und Kältepläne für den Ausbau des Potenzials für die Anwendung der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der effizienten Fernwärme und Fernkälte.
- Festlegung von Genehmigungskriterien durch die Mitgliedstaaten, die sicherstellen sollen, dass neue Wärmekraftwerke und vorhandene Stromerzeugungsanlagen (größer 20 MW) im Rahmen erforderlicher Modernisierungsmaßnahmen mit hoch effizienten KWK-Anlagen ausgerüstet werden.

## Überprüfung und Überwachung der Energieeffizienzmaßnahmen auf den Emissionshandel

Bei der Verwirklichung des 20%-Energieeffizienzziels müssen die Auswirkungen auf die Emissionshandelsrichtlinie beobachtet werden.

Das Ziel der Europäischen Union, die Energieeffizienz in Europa zu steigern, wird von der deutschen Rohstoff gewinnenden Industrie

grundsätzlich unterstützt. Die Betriebe haben schon allein aus Kostengründen ein Eigeninteresse am effizienten Umgang mit Ressourcen, einschließlich Energie. Allerdings sind verbindliche Einsparziele aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit und aus Wachstumsgesichtspunkten abzulehnen. Pauschale absolute Energieverbrauchsvorgaben führen vor allem in den Sektoren, in denen Energieeffizienzpotenziale weitgehend ausgeschöpft sind, zu einem Rückgang der Produktion und damit des Wachstums. Vielmehr sollten eigenverantwortliche Energieeffizienz-

entscheidungen von Haushalten und Unternehmen durch Beratung, Information und Anreize gefördert werden.

Gleichzeitig muss auf eine richtige Balance der vorgeschlagenen Maßnahmen und auf berechenbare Rahmenbedingungen geachtet werden. So ist z.B. ein weiterer Eingriff in das Emissionshandelssystem, „indem eine entsprechende Zahl von Zertifikaten von den im Zeitraum 2013–2020 zu versteigernden Zertifikaten zurückgehalten wird“, abzulehnen. Darüber hinaus muss die Vereinbarkeit mit national bestehenden freiwilligen Vereinba-

rungen gewährleistet werden. Auf EU-Ebene geplante obligatorische Energieaudits in großen Unternehmen dürfen einer Genehmigung des Spitzensteuerausgleichs im Rahmen der Energiesteuerrichtlinie nicht entgegenstehen, sofern dieser eine freiwillige Vereinbarung eines Energiemanagementsystems zum Gegenstand hat.

Unabhängig davon, ob es um Maßnahmen der Energie- oder der Ressourceneffizienz geht: grundsätzlich müssen Wettbewerbsverzerrungen der europäischen und der deutschen Wirtschaft vermieden werden.

## Der Zündschlüssel zum Gericht

### Klagebefugnis von Umweltverbänden und das TRIANEL-Urteil des EuGH



Dr. Björn Knudsen,  
Leiter Recht, VKS Berlin

Namen sind auch Symbole. Der Mensch verknüpft sie mit Deutungen. Die Urteile des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) tragen Namen vor den Aktenzeichen. Sie heißen „Cassis de Dijon“, „Doc Morris“ oder „Reinheitsgebot“ und deuten damit auch teilweise an, um was es sich in rechtlicher Hinsicht drehen könnte. Am 12. Mai 2011 erging ein Urteil des EuGH, das man fortan „Trianel“ nennen wird. Trianel heißt daher künftig nicht nur ein Energieversorgungs-

unternehmen mit Sitz in Aachen, sondern auch ein kleines Kapitel Rechtsgeschichte.

Die Entscheidung in der Rechtsache C-115/09 (vom 12.05.2011, u.a. NVwZ 2011, 801 m. Anm.) erweitert die gerichtlichen Rechtsschutzmöglichkeiten von Umweltverbänden. Die bestehende gesetzliche Regelung in Deutschland hält das höchste europäische Gericht für nicht richtlinienkonform und daher unanwendbar. Dies bedeutet auch einen Schritt weg vom traditionellen



Foto: Trianel Goldstein

Verständnis der Beteiligung am Verwaltungs(gerichts)verfahren in Deutschland. Um einige altgediente Grundsätze des Verwaltungsverfahrens geht es zunächst (erster Teil), um daraufhin verschiedene Mitwirkungs- und Klagerechte von Interessenverbänden darzustellen (zweiter Teil). Der dritte Teil der Abhandlung stellt das Verfahren „Trianel“ und die zu entscheidenden Rechtsfragen vor, ehe im vierten Teil ein Ausblick auf die sich ergebenden Auswirkungen folgen soll.

#### 1. Teil: Traditionelle Grundsätze des Verwaltungsverfahrens

Im Verwaltungsverfahren gibt es nach den klassischen Grundsät-

zen des Verwaltungsverfahrensgesetzes einen eng definierten Kreis der Beteiligten, also der Personen, die aktiv am Verfahren teilhaben (können). In erster Linie sind dies Antragsteller oder -gegner beziehungsweise der Adressat eines Verwaltungsaktes. Es kann auch der Vertragspartner in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag sein. Die Hinzuziehung weiterer Beteiligter liegt danach zunächst im Ermessen der handelnden Behörde; mit anderen Worten, man kann sich nicht ohne weiteres selbst in ein Verwaltungsverfahren „einschalten“. Von praktischer Bedeutung ist dies etwa für ein Recht auf Akteneinsicht oder Anhörung im Verfahren, was

normalerweise nur den Beteiligten zusteht. So ist beispielsweise die Erteilung einer Anlageneignung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (§ 4 BImSchG) grundsätzlich eine Angelegenheit zwischen Antragsteller und Behörde. Letztere hat gegebenenfalls zu prüfen, ob Dritte so betroffen sind, dass sie beteiligt (bspw. angehört) werden müssen. Nur in besonderen Fällen, wenn dies beispielsweise durch Rechtsverordnung bestimmt wird oder bei Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung, ist die Beteiligung Dritter verpflichtend. Die Einwendung eines Nachbarn zu dem Genehmigungsverfahren darf

von der Behörde daher nicht ohne weiteres berücksichtigt werden.

Entsprechend ist im **gerichtlichen** Verfahren nach traditioneller Lesart nur derjenige zur Klage befugt, der geltend machen kann, „in seinen Rechten verletzt“ zu sein (§ 42 Abs. 2 VwGO am Ende). Diese Voraussetzung wird nach deutschem Rechtsverständnis nur dann erfüllt, wenn man sich auf eine Norm berufen kann, die eine subjektive Rechtsposition vermittelt, also dazu bestimmt ist, (juristische oder natürliche) Personen zu schützen. Was im Einzelfall ein solches „subjektives“ oder „drittschützendes“ Recht ist, kann teilweise schwer zu beantworten sein. Prototypisch ist das eine Rechtsposition, die unter anderem aus dem Eigentumsrecht nach Art. 14 Grundgesetz abgeleitet wird. Bekannte Beispiele finden sich daher massenhaft in Verfahren um Nachbarschutz beim Baurecht (z. B. Abstandsregeln, Verschattungen, Lärmvermeidung). Im oben genannten Beispiel der Genehmigung einer Anlage entfaltet der Vorsorgegrundsatz und Nachbarschutz des § 5 Abs. 1 BImSchG drittschützende Wirkung. In einem streitigen Verfahren könnte ein Nachbar also ihn betreffende schädliche Umwelteinwirkungen gegen die Genehmigung einwenden. Ein solches Vorbringen ist Voraussetzung, um überhaupt bei Gericht gehört zu werden.

Nach dieser Systematik besteht grundsätzlich kein Raum für Unbeteiligte – weder im Verwaltungs- noch im Gerichtsverfahren –, eine Prüfung der Entscheidung zu erwirken, selbst wenn sie sich

dazu berufen fühlen. Dieser Befund leuchtet auch ein, wenn man sich verdeutlicht, dass sonst beispielsweise ein Einwohner Hamburgs gegen die Genehmigung eines Stuttgarter Bauvorhabens Klage erheben könnte mit dem Argument, hier seien möglicherweise Fehler gemacht worden.

#### § 42

##### Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO)

(1) Durch Klage kann die Aufhebung eines Verwaltungsakts (Anfechtungsklage) sowie die Verurteilung zum Erlass eines abgelehnten oder unterlassenen Verwaltungsakts (Verpflichtungsklage) begehrt werden.

(2) Soweit gesetzlich nichts anderes bestimmt ist, ist die Klage nur zulässig, wenn der Kläger geltend macht, durch den Verwaltungsakt oder seine Ablehnung oder Unterlassung in seinen Rechten verletzt zu sein.

## 2. Teil: Jüngere Entwicklungen bei der Bürgerbeteiligung

Etwa gegen Ende der 1980er Jahre wurden einige bis dahin unerschütterliche Grundsätze des Verwaltungsrechts vermehrt hinterfragt. Das streng und ausnahmslos gehütete „Aktengeheimnis“ wurde zunächst in ausgewählten Bereichen für obsolet erachtet und zugunsten einer interessierten Öffentlichkeit

gelockert: Das Umweltinformationsgesetz etablierte beispielsweise den „freien Zugang zu Umweltinformationen“, und zwar nicht nur für Verfahrensbeteiligte sondern für jedermann. In anderen Lebensbereichen folgten später vergleichbare Regelungen, wie etwa das Informationsfreiheitsgesetz für die Vorgänge der Bundesbehörden oder das Verbraucherinformationsgesetz für Verfahren betreffend Lebensmittel und Bedarfsgegenstände, dem aktuell erweiterte Auskunftsrechte hinzugefügt werden. Obwohl die Zahl der Anträge auf Akteneinsicht bis heute weit hinter den damaligen Erwartungen zurückbleibt, vollzog sich doch mit den „gläsernen Aktendeckeln“ eine kleine Revolution bei den Verwaltungsverfahren: Jeder Interessierte war fortan ein Stück weit Verfahrensbeteiligter. Auf den Feldern des Umwelt- und Verbraucherschutzes folgte der deutsche Gesetzgeber in Fragen der Bürgerbeteiligung – teilweise nur sehr widerwillig und nach Auseinandersetzungen mit der EU-Kommission – den Vorgaben europäischer Richtlinien.

Der **Verbraucherschutz** war es, dem Anfang des neuen Jahrtausends ein (europäisches) Verbandsklagerecht beschert wurde. Mit dem neuen „Unterlassungsklagengesetz“ sollten in erster Linie Verbraucherschutzverbände befähigt werden, gegen unlautere Geschäftspraktiken oder rechtswidrige Allgemeine Geschäftsbedingungen vorzugehen, ohne selbst (als juristische Person) betroffen, oder eben „am Verfahren beteiligt“ zu sein. Um die Gruppe dieser Berechtigten

für diese Verfahren einzugrenzen, müssen die meist als Vereine organisierten Vereinigungen ihre Qualifikation gegenüber dem zuständigen Bundesministerium nachweisen. Auch dem Gegenstand nach blieb das Klagerecht bis heute eng begrenzt, befürchtete man doch kostentreibenden Missbrauch durch behauptete Rechtsverletzungen, nur um in einem Vergleich finanzielle Kompensation zu erhalten. Diese nationale Lösung wiederum hat auch damit zu tun, dass die europäischen Nachbarstaaten sehr unterschiedliche Systeme beim Zugang zu Gerichten aufweisen und dort eine Zugangsbeschränkung über andere als die hier beschriebenen Mechanismen erfolgt.

Erst in jüngerer Zeit hat sich die Rechtsfigur der Mitwirkung von „anerkannten Vereinigungen“ zusätzlich auf dem Gebiet des **Natur- und Umweltschutzes** durchgesetzt. Auf Bundesebene sind derzeit 23 Vereinigungen beim Ministerium akkreditiert: vom Alpenverein bis zur Zoologischen Gesellschaft. Nach §§ 63 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) können sie bei verschiedenen Verfahren auf Bundes- und Landesebene teilweise Akteneinsicht verlangen und Stellungnahmen abgeben. Das Bundesverwaltungsgericht bezeichnet sie in dieser Funktion sowohl als „Anwälte der Natur“ wie auch als „Verwaltungshelfer“, die Problembewusstsein schärfen und weitere Informationen zur Verfügung stellen sollen. Freilich wird auch häufig darauf hingewiesen, dass aus der Verlagerung von Aufgaben

im öffentlichen Interesse – weg von der Verwaltung und hin zu privaten Organisationen – zahlreiche rechtliche und praktische Probleme resultieren können. Je mehr Befugnisse den Umweltverbänden von Rechts wegen zugestanden werden, desto mehr werden sie sich mit Fragen nach dem eigenen Meinungsbildungsprozess und ihrer Machtausübung auseinandersetzen müssen. Kann eine Organisation „im Namen der Natur“ Rechte einfordern, ohne selbst unserem Staatsverständnis nach demokratisch legitimiert zu sein?

Zur Durchsetzung ihrer Rechtsposition stattet das BNatSchG Umweltverbände mit Rechtsbehelfen („Klagerechten“) aus. Im engeren Sinn von einer „Verbandsklage“ spricht man gemeinhin dann, wenn die gerichtliche Durchsetzung nicht-eigener Rechte gemeint ist; teilweise ist dann auch von „altruistischer Verbandsklage“ die Rede. Solcherlei Möglichkeit bietet das Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz, Kind der Europäischen Richtlinie zur Öffentlichkeitsbeteiligung und für den Zugang zu Gerichten in Umweltverfahren (2003/35/EG) und Enkel der Aarhus-Konvention, einer völkerrechtlichen Vereinbarung. Aarhus ist eine pittoreske Kleinstadt an der Ostseeküste von Midtjylland in Dänemark, die seither als Synonym für eine Öffentlichkeitsbeteiligung steht, die in Deutschland unter der sperrigen Bezeichnung Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz (UmwRG) zu finden sein soll. Auf einen lieb gewonnenen Grundsatz des Verwaltungsverfahrens wollte der Gesetzgeber bei der Umsetzung

der Richtlinie allerdings nicht verzichten: Voraussetzung für eine Klage ist, dass eine Vorschrift betroffen ist, die subjektive Rechte vermittelt, „Rechte Einzelner begründet“, wie es im Gesetz heißt, auch wenn dies eben nicht eigene Rechte der Umweltverbände sein müssen. Dieser kleine Passus hatte zur Folge, dass die Bedeutung des UmwRG bislang hauptsächlich dort zum Tragen kam, wo Umweltverbände die Verletzung von Verfahrensvorschriften ihre Beteiligung betreffend rügen konnten. Mit Verstößen gegen allgemeine mate-

#### § 2

##### Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz – Rechtsbehelfe von Vereinigungen

(1) Eine nach § 3 anerkannte inländische oder ausländische Vereinigung kann, ohne eine Verletzung in eigenen Rechten geltend machen zu müssen, Rechtsbehelfe nach Maßgabe der Verwaltungsgerichtsordnung gegen eine Entscheidung nach § 1 Abs. 1 Satz 1 oder deren Unterlassen einlegen, wenn die Vereinigung

1. geltend macht, dass eine Entscheidung nach § 1 Abs. 1 Satz 1 oder deren Unterlassen Rechtsvorschriften, die dem Umweltschutz dienen, Rechte Einzelner begründen und für die Entscheidung von Bedeutung sein können, widerspricht, [...]

rielle Umweltschutzvorschriften zu argumentieren, war ihnen im Gerichtsverfahren verwehrt – bisher.

### 3. Teil: Das Verfahren „Trianel“

Das Unternehmen Trianel plant den Betrieb eines Steinkohlekraftwerks in Lünen für 2012 mit einer elektrischen Leistung von 750 MW. In der Umgebung des Kraftwerks befinden sich insgesamt fünf Flora-Fauna-Habitat-Gebiete. Der Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND) klagte gegen die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (unter Beteiligung der Öffentlichkeit) beschiedene Teilgenehmigung der Bezirksregierung Arnsberg, die feststellte, dass gegen den Standort keine rechtlichen Bedenken bestünden. Der Umweltverband machte im Verfahren vor dem erstinstanzlich zuständigen Oberverwaltungsgericht (OVG) Münster hingegen Verstöße gegen die Habitatrichtlinie geltend.

Das OVG folgte im Grundsatz der Argumentation des BUND und nahm an, dass die Bescheide gegen Art. 6 Abs. 3 der Habitatrichtlinie verstoßen würden. Ohne die in Frage kommenden Rechtsvorschriften hier im Einzelnen vertiefend behandeln zu können: Sie begründen keine Rechte Einzelner („subjektive“) im Sinne des § 2 Abs 1 Nr. 1 UmwRG, sondern sind Ausdruck des Vorsorgegrundsatzes verschiedener umweltschützender Normen. Nach Ansicht des Münsteraner Gerichts wurden also dem Verband Rechtsschutzmöglichkeiten gegen wahrscheinlich rechtswidrige Behördenentscheidungen abgeschnitten, weil die nationalen Verfahrensvorschriften

formale Hürden für die Zulässigkeit einer Klage aufstellen. Die Frage, die von Münster nach Luxemburg gestellt wurde, lautete daher stark vereinfacht: Darf der deutsche Gesetzgeber diese Hürden aufstellen oder verstößt er damit gegen die Richtlinie 2003/35?

Die Antwort des Europäischen Gerichtshofs fiel ebenso kurz wie klar aus: Es ist im Sinne der genannten Richtlinie unzulässig, Nichtregierungsorganisationen auf dem Feld des Umweltschutzes den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten zu verwehren, wenn sie „lediglich“ die Verletzung von Vorschriften rügen, die dem Schutz der Allgemeinheit dienen und nicht den Schutz Einzelner bezwecken. Zumindest für diejenigen nationalen Umweltschutz-Vorschriften, die auf europäischen Vorgaben basieren, sei eine umfassende gerichtliche Überprüfung auf die Klage eines Umweltverbandes zu ermöglichen. Diese Entscheidung hatte sich bereits angedeutet, als die zuständige Generalanwältin die (gerichtlichen) Kontrollmöglichkeiten des deutschen Umweltrechts im europäischen Vergleich als einen „Ferrari“ bezeichnete, zu dem man jedoch den Umweltverbänden keinen Schlüssel aushändige. Seit „Trianel“ sitzen sie nun, um im Bild zu bleiben, im Fahrersitz.

### 4. Teil: Ausblick

In ersten Kommentierungen wird das Urteil des EuGH in der Fachpresse ganz überwiegend begrüßt. Die aktuelle Ausgestaltung des UmwRG war von weiten Teilen des Schrifttums ohnehin als europarechtswidrig eingeschätzt worden,

da es zusätzliche Voraussetzungen für den Zugang zu den Gerichten fordert, die der Richtlinie nicht zu entnehmen sind.

Der Gerichtshof weist in der Urteilsbegründung zudem auf die mögliche Direktwirkung der Verfahrensrechte aus der UVP-Richtlinie hin, was in etwa einem „Setzen, sechs Hausaufgaben nochmal machen!“ für den deutschen Gesetzgeber entspricht. Nach ständiger Rechtsprechung erklärt der EuGH EU-Recht für unmittelbar anwendbar, wenn die nationale Vorschrift keinen Spielraum für eine richtlinienkonforme Auslegung lässt. Unabhängig von einer vermutlich bald zu erwartenden Gesetzesänderung kann sich ein Umweltverband derzeit also direkt auf europäische Vorschriften berufen.

Inwieweit sich die Entscheidung auf große Investitionsvorhaben der Industrie oder des Bergbaus auswirken wird, ist nur schwer abzuschätzen. Die materiellen Vorschriften des Umwelt- und Planungsrechts bleiben von der Entscheidung vollkommen unberührt, die rechtlichen Voraussetzungen für ein Vorhaben ändern sich also nicht. Es wäre realitätsfern zu erwarten, dass die Umweltverbände als „Anwälte der Natur“ ihre radikal erweiterten Einflussmöglichkeiten über die gesteigerte gerichtliche Kontrolldichte nicht ausgiebig nutzen werden. Dass dies zweifellos zu noch sorgfältigerer Prüfung bei den Genehmigungsbehörden führen wird, muss nicht unbedingt ein Nachteil für den Vorhabenträger sein. Eine umsichtige und umfassende Prüfung im

Verwaltungsverfahren kann auch Zeitersparnis durch kurze, weil klar zu entscheidende Gerichtsverfahren bedeuten.

Was für viele Großprojekte schon heute Realität ist, wird künftig für alle Vorhaben, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegen, gelten: ein generalstabsmäßig geplantes Verfahrensmanagement, das sich nicht im behördlichen Dia-

log erschöpfen kann, sondern die Öffentlichkeit und Umweltverbände einbezieht. Das Spannungsfeld zwischen wirtschaftlicher Betätigung und Umweltschutz, das sich nie vollständig auflösen lassen wird, steht nun ein Stück näher an der Richterbank der Verwaltungsgerichte. Es ist eine philosophische Frage, ob Verbände ihre Rechte auch (gerichtlich) durchsetzen wollen

oder im Einzelfall aus taktischen, politischen oder „moralischen“ Erwägungen darauf verzichten. Werden große Projekte künftig, wie jetzt oft befürchtet, unerträglich verzögert oder unmöglich gemacht, hilft dem Rechtsstaat kein moralischer Appell, sondern nur eine Gesetzesänderung – eine europäische Gesetzesänderung.

## Impressum

### Kali und Steinsalz

herausgegeben vom VKS e.V.

### VKS e.V.:

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

### Erscheinungsweise:

dreimal jährlich in loser Folge

ISSN 1614-1210

### Redaktionsleitung:

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

### Redaktionsausschuss:

Dr. Wolfgang Beer, K+S Aktiengesellschaft  
Hartmut Behnsen, VKS e.V.  
Holger Bekemeier, esco GmbH & Co. KG  
Stefanie Hahn, Südsalz GmbH  
Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft  
Friedhelm Mester, K+S KALI GmbH  
Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft  
Dr. Volker Lukas, K+S Entsorgung GmbH  
Dr. Ludger Waldmann, K+S Aktiengesellschaft

### Herstellung und Layout:

diepiloten  
Dirk Linnerz  
Lausitzer Straße 31  
10999 Berlin  
Tel. (0 30) 81 79 74 80  
Fax (0 30) 81 79 74 81  
E-Mail: dirk.linnerz@diepiloten.de  
www.diepiloten.de

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



Abb. 1 + 2: Rund 270 Teilnehmer besuchten die Tagung | About 270 participants followed the invitation

## Kongressbericht zur 28. Bergtechnischen Tagung 2011 in Hannover



Hartmut Behnsen,  
Geschäftsführer  
VKS, Berlin



Dieter Krüger,  
Leiter Öffentlichkeitsarbeit  
VKS, Berlin

Die diesjährige Bergtechnische Tagung, die vom Verband der Kali- und Salzindustrie e.V. (VKS) in der Niedersachsenhalle in Hannover veranstaltet wurde, konnte mit rund 270 Teilnehmern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sowie den Mitgliedsunternehmen wieder zeigen, dass Themen rund um den Bergbau eine große Bedeutung auch über die Fachwelt hinaus besitzen – verbunden mit dem Wunsch nach intensivem Erfahrungsaustausch im Rahmen des Kongresses. Die Vorträge, von ausgewiesenen Experten ihres Faches gehalten, lagen auf anerkannt hohem Niveau der Veranstaltung. Insgesamt wurden sieben Vorträge zu Themen gehalten, die von historischen Aspekten der Kaliproduktion über ökologische Maßnahmen bis hin zu geologischen und bergbaulichen Projekten reichten.

In seiner Eröffnungsrede begrüßte Frank Hunstock in seiner Funktion als Vorsitzender des Bergtechnischen Ausschusses des VKS die Teilnehmer und gab einen Überblick über die inhaltlichen Schwerpunkte der Vorträge. Gerd Grimmig, Vorstandsmitglied der K+S Aktiengesellschaft, eröffnete mit seinem ausführlichen Bericht über die Lage der VKS-Mitgliedsunternehmen die Vortragsreihe.

Die Mitgliedsunternehmen des VKS erwirtschafteten im Jahr 2010 einen Umsatz von rund 2,8 Mrd. Euro. Insgesamt waren 11.000 Menschen beschäftigt. 660 jungen Menschen wurde eine qualifizierte Ausbildung in verschiedenen Berufen ermöglicht, die Ausbildungsquote betrug 6 Prozent. Die Fördermengen der VKS-Werke lagen für Kali- und Magnesiumsalze bei 34,7 Mio. Tonnen und für Steinsalz bei 9,2 Mio. Tonnen. In den Untertage-Deponien und -Verwertungsanlagen der Mitgliedsunternehmen wurden zusammen rund 2 Mio.

Tonnen chemisch-toxische Abfälle langzeitsicher entsorgt. Die Unfallquote lag bei einem Mittelwert von 3,6 Unfällen je 1 Mio. geleisteter Arbeitsstunden.

Zur Sicherung der Rohstoffbasis prüft K+S fortlaufend, welche Lagerstätten sich für den Aufbau zusätzlicher Produktionskapazitäten eignen könnten. Für das Reservebergwerk Siegfried-Giesen in Niedersachsen erfolgte im Oktober 2010 seitens des Geschäftsbereichs Kali- und Magnesiumprodukte der Startschuss zu einer Studie mit Blick auf die technische, ökonomische und ökologische Machbarkeit der Wiedereröffnung. In diesem Zusammenhang wird auch die marktseitige und genehmigungsrechtliche Prüfung des Baus eines neuen Kaliwerkes durchgeführt. Eine Entscheidung soll bis voraussichtlich Ende 2011 getroffen werden.

Mit dem Vortrag „150 Jahre Kaliproduktion in Deutschland“ von Professor Dr. Rainer Slotta, Direktor

des Deutschen Bergbau-Museums in Bochum, wurde die historische Entwicklung des Kalibergbaus ausführlich gewürdigt. Der erste Kalibergbau der Welt begann 1861 mit der Förderung des wertvollen Carnallits durch die Schächte „von Manteuffel“ und „von der Heydt“ bei Staßfurt. Es entstand eine regelrechte „Goldgräberstimmung“, als die Kalilager in Staßfurt und Umgebung entdeckt wurden. Erste Kalifabriken wurden rund um das Abbaugbiet gegründet. Man erkannte die große Bedeutung der Staßfurter Rückstandssalze für Industrie und Landwirtschaft, und die industrielle Produktion wurde weiter ausgebaut. Der Vortrag von Professor Slotta führte kenntnisreich und detailliert durch 150 Jahre industrielle Entwicklung der Kaliproduktion. (Der ausführliche Beitrag wird voraussichtlich in der Dezember-Ausgabe veröffentlicht.)

Über die „Nachhaltige Optimierung der Instandhaltung in den Bergwerken der K+S“ hielt Dr. Burkhard





Abb. 3: Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft, Leiter des Bergtechnischen Ausschusses des VKS



Abb. 4: Gerd Grimmig, Mitglied des Vorstands der K+S Aktiengesellschaft (Mitte) im Gespräch mit Tagungsteilnehmern



Abb. 5: Prof. Dr. Rainer Slotta (links), Direktor des Deutschen Bergbau-Museums in Bochum, und Dr. Rainer Gerling, K+S KALI GmbH



Abb. 6: Wolfgang Rütter, Südwestdeutsche Salzwerke AG

Dartsch vom Werk Sigmundshall der Kali GmbH seinen Vortrag. Jährlich wird in den sieben deutschen Bergwerken der K+S-Gruppe ein 3-stelliger Millionenbetrag für die Instandhaltung aufgewendet. Die Strategien, die Vorgehensweisen, die Konzepte, selbst die Organisationsstrukturen sind auf den Standorten über und unter Tage sehr unterschiedlich ausgeprägt und offensichtlich auch unterschiedlich erfolgreich. Es ist naheliegend, dass hier ein beträchtliches Optimierungspotenzial gesehen wird, welches angesichts der wirtschaftlichen Herausforderungen, vor denen jedes Rohstoffunternehmen steht, genutzt werden muss.

Ende 2008 wurde das Projekt NOI (Nachhaltige Optimierung der Instandhaltung) federführend durch den Geschäftsbereich KALI begonnen. Nach einer ausführlichen internen und externen Standortbestimmung wurden im Zuge einer mehrmonatigen Konzeptphase zahlreiche Handlungsfelder identifiziert und Ziele konkretisiert. Darüber hinaus musste, angesichts des sich abzeichnenden standort- und fachübergreifenden Bearbei-

tungsumfanges, eine eigenständige Projektorganisation implementiert werden. Damit wurde ein umfassender und gewollt dauerhafter Prozess in Gang gesetzt, über dessen Zwischenstand anhand von Beispielen aus den bereits erkannten Handlungsfeldern berichtet wurde.

Im Jahr 2008 wurde von der K+S KALI GmbH ein umfangreiches Konzept für den Gewässerschutz von Werra/Weser und für den Grundwasserschutz vorgelegt. Bereits auf der Bergtechnischen Tagung 2009 berichtete Dr. Rainer Gerling, Werk Werra der Kali GmbH, über die Strategien zur Vermeidung und Entsorgung von festen und flüssigen Rückständen in den Kaliwerken an der Werra (Kali und Steinsalz 2/2009). Anlässlich der diesjährigen Tagung setzte er das Thema in seinem Vortrag „Zur Umsetzung des Maßnahmenpaketes Gewässerschutz im Werk Werra“ fort. Ein Projektteam aus Ingenieuren, Technikern, Wissenschaftlern und Betriebswirten wurde zusammengestellt, das mit externer Hilfe die Pläne für das insgesamt bis zu 360 Mio. Euro an Investitionsmitteln umfassende Maßnahmenpaket erarbeitete. Im

Rahmen der Detailplanung wurden einige Anpassungen erforderlich.

Inzwischen ist das Gesamtkonzept intensiv geprüft worden und erste Infrastrukturprojekte sind bereits fertig gestellt worden. Für den Bau einer sogenannten KVZ (Kalte-Vor-Zersetzung) am Standort Unterbreizbach und den Bau einer ESTA (Elektrostatische Aufbereitung) am Standort Hattorf liegen die behördlichen Genehmigungen vor. Die Beauftragung der ausführenden Firmen ist in Arbeit und weitere Anträge für die geplanten Anlagen werden vorbereitet.

Mit diesen Maßnahmen wird bis 2015 die Salzabwassermenge gegenüber 2006 halbiert und die Grenz- und Richtwerte in der Werra können um ca. 30 Prozent abgesenkt werden. Das wird zu weiteren Verbesserungen von Werra und Weser führen. Darüber hinausgehende langfristige Lösungen zum künftigen Salzabwassermanagement werden geplant. Zusätzlich hat das Unternehmen entschieden, auch die Planung für eine standortferne Salzabwasserentsorgung und entsprechende Genehmigungsverfahren durchzuführen.

Der Vortrag „**Neue Verbindungsstrecke in den Bergwerken Heilbronn – Kochendorf**“ wurde von Wolfgang Rütter von der Südwestdeutschen Salzwerke AG präsentiert. Das im Jahr 1992 begonnene Versetzen der Grube Kochendorf wird im Laufe des Jahres 2012 soweit fortgeschritten sein, dass das Einbringen von Schüttgütern mit hoher Leistung nicht mehr möglich sein wird. Ab dann wird nur noch sogenannter Behälterversatz (Big Bags) in Kombination mit Steinsalzaufbereitungsrückständen in die überwiegend teilversetzten Restbereiche eingebracht.

Im Langzeitsicherheitsnachweis für die Untertagedeponie (UTD) im Bergwerk Heilbronn wurde im Jahr 1998 vom Gutachter empfohlen, nicht nur die beantragten Ablagerungsbereiche, sondern alle Hohlräume diesseits der zum Salzabbau zu belassenden Sicherheitsfesten qualifiziert zu verfüllen. Es lag daher nahe, die mit dem zu Ende gehen der Versatztätigkeit im Bergwerk Kochendorf verfügbar werdenden Schüttgutmengen hierfür vorzusehen und somit vorzeitig mit dieser zur Stilllegung

der UTD gehörenden Maßnahme zu beginnen.

Eine neue untertägige Verbindungsstrecke als Transportweg wurde nach Betrachtung mehrerer Varianten als die beste Lösung erkannt. In einem Abschnitt mit reduziertem Streckenquerschnitt wurden eine Teilschnittmaschine eingesetzt sowie Klebeankertechnik mit großen Ankerlängen zur Schaffung einer langfristigen Firstsicherheit über die gesamte Lebensdauer der Strecke angewendet. Die Auffahrung der Strecke erfolgte komplett von Heilbronner Seite aus. In den Abschnitten mit ausreichender Salzmächtigkeit wurde die Strecke mit der schneidenden Abbaumaschine Continuous Miner (CM) vorgetrieben, das Salz konnte bei entsprechender Qualität dem Hauptförderweg zugeführt werden.

Nach dem ersten Durchschlag zum Bergwerk Kochendorf im Oktober 2010 wurde für den noch fehlenden Förderanschluss des Schüttgutweges an den Schacht in Kochendorf weiterhin der CM eingesetzt. Mit dem zweiten Durchschlag zum Bergwerk Kochendorf

im März 2011 endete die Auffahrung für den neu zu schaffenden Schüttgutweg. Bis zur Aufnahme der Schüttgutförderung wird der neue Bandweg zur Salzförderung aus einem Abbaufeld in der Nähe genutzt. (Der ausführliche Beitrag ist in dieser Ausgabe veröffentlicht.)

Stickoxide stellen bereits jetzt die wesentliche Schadstoffbelastung der Grubenwetter dar. Der Hauptmittelpunkt dafür sind Dieselmotoren. Zurzeit sind die für Stickoxide geltenden Arbeitsplatzgrenzwerte ausgesetzt worden. Jedoch werden von der deutschen MAK-Kommission neue Werte diskutiert, die deutlich unter den alten MAK-Werten liegen. Mit seinem Vortrag „**Dieselmotoreinsatz im Salzbergbau – Grenzwerte und Perspektiven**“ erläuterte Lars Rickfelder von der K+S Aktiengesellschaft die heutigen technischen Möglichkeiten der Abgasreduktion.

Die Emissionen moderner Dieselmotoren wurden mit der Einführung europäischer Abgasgrenzwerte bereits deutlich gesenkt und müssen bei Partikeln und Stickoxiden bis 2014 nochmals



Abb. 7: Lars Rickfelder, K+S Aktiengesellschaft

weiter reduziert werden. Das Minderungspotential der Motorentechnik wird nicht ausreichen, die aktuell vorgeschlagenen neuen MAK-Werte einzuhalten. Zur Erreichung der geforderten Emissionswerte wird die Motorentechnologie weiter an Komplexität zunehmen. Zweistufige Abgasnachbehandlungssysteme, bestehend aus Partikelfiltern und SCR-Katalysatoren sowie der erhöhte Kühlleistungsbedarf erfordern zusätzlichen Bauraum und wirken sich dadurch auf die gesamten Antriebskonzepte aus.

Der Einsatz neuester Motorentechnologie wird daher bei den meisten Maschinen nur im Rahmen eines vollständigen Maschinenersatzes möglich sein. Aus wirtschaftlichen Gründen wird auch die Nachrüstung von Abgasnachbehandlungssystemen an vorhandenen Maschinen erforderlich sein. Erste Testsysteme sind im Einsatz. Neben den technischen Maßnahmen gilt es auch das in der betrieblichen Organisation liegende Emissions-



Abb. 8: Dr. Silvio Zeibig, K+S Aktiengesellschaft

minderungspotential voll auszuschöpfen. Dazu zählen u.a. der vorrangige Einsatz von Elektroladern sowie eine ständige Optimierung der Wetterführung.

In den Kali- und Steinsalzlagerstätten der K+S Gruppe werden unter Tage als wichtigste Explorationsmethoden das Bohren mit Counterflush-Verfahren und das Georadarverfahren eingesetzt. Dr. Silvio Zeibig von der K+S Aktiengesellschaft hat in seinem Vortrag „**Explorationsmethoden im Salinar**“ beide Methoden vorgestellt. Sie werden zusammen, aber auch getrennt zur Erkundung des Lagerstättenaufbaus oder des Abbauhorizontes, zur Ermittlung der strukturellen und substantiellen Beschaffenheit des Rohstoffkörpers, dessen Veränderlichkeit in der Mächtigkeit und in den Wertstoffgehalten und auch zur Erkundung der Lagerstättenbegrenzung (Salzhang, Salzspiegel, Salzflanke bzw. -rand und Salzbasis) sowie zur Absicherung der



Abb. 9: Stefan Korol, Professor für Radio- und Fernsehjournalismus an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

bergmännischen Auffahrung gegen Gas- und Salzlösungsvorkommen vorgenommen.

Während die Bohrerkundung seit mehr als 100 Jahren in den deutschen Kali- und Steinsalzlagerstätten zum Einsatz gelangt, wird das Bohrlochradar sehr oft im Nachgang zur Bohrerkundung seit ca. 30 Jahren genutzt. Mittlerweile wurde bei einer Weltrekordbohrung mit einer Bohrlänge von 3.001 Metern im Werk Neuhof-Ellers eindrucksvoll nachgewiesen, dass technisch die Voraussetzungen gegeben sind, nicht nur solch lange Bohrungen unter Tage sicher zu erstellen, vielmehr diese auch markscheiderisch zu vermessen und durch Georadar zerstörungsfrei weitere Informationen im Raum zu gewinnen. Der Informationsinhalt dieser über fast ein Jahr betriebenen Explorationsbohrung ist mit jeweils 11 Lagerdurchgängen (erzielt durch Ablenker) in den Kaliflözen Hessen und Thüringen immens und rechtfertigt wirtschaftlich derlei weitreichende

Bohrungen. Im Anschluss an die bergbaulichen Fachthemen wurde der Spannungsbogen der Tagung um das Thema Kommunikation und Umgang mit Medien ergänzt. Als weiterer Gastredner konnte Stefan Korol, Professor für Radio- und Fernsehjournalismus an der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg und erster Vorsitzender des Bundesverbandes der Medientrainer e. V. (www.bmtd.de), für den Vortrag „**Vorsicht Glatt-eis – Risiken und Gefahren in der Kommunikation**“ gewonnen werden. Am Beispiel der Berichterstattung über Auftausalz im letzten Winter und der journalistischen Auseinandersetzung über Salzproduktion, Liefermöglichkeiten und Lagerkapazitäten zeigte Stefan Korol an anschaulichen und einprägsamen Situationen, wie Journalisten agieren und wie der Interviewpartner reagieren sollte, aber in der Praxis dem selten gerecht werden kann. Teils wegen mangelnder Übung, teils wegen falscher Erwartungshaltung den Medien gegenüber oder journalistischen Jagdinstinkts nach der „guten“, weil schlechten Nachricht verfehlt man das Ziel, „möglichst schnell möglichst gute Antworten und Zitate zu liefern: kurz, verständlich, spannend und überzeugend zugleich. Für den, der mit Medien zu tun hat, gilt mehr denn je der Satz „Informationen müssen leicht verständlich sein“.

Nach den engagiert und mit hohem Fachwissen vorgetragenen Redebeiträgen fand der gelungene Kongress seinen Ausklang mit einem geselligen Bergmannsabend, zu dem der Veranstalter eingeladen hatte. Hier bot sich vielfache Gelegenheit zu vertiefenden Gesprächen, aber auch die Möglichkeit, neue Kontakte aufzubauen und bestehende zu pflegen.



Abb. 10: Dr. Norbert Schächter (Mitte), Vereinigung Rohstoffe und Bergbau e.V., im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld, TU Clausthal



Abb. 11: Dr. Franz Xaver Spachtholz (links), K+S Potash Canada GP, zusammen mit Dr. Manfred Michl, K+S KALI GmbH



Abb. 12: Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft, Norbert Deisenroth, Bergwerksdirektor i.R., Hans-Joachim Kind, K+S KALI GmbH (v.l.n.r.)

# Verformungsprognosen für Infrastruktureinrichtungen im Nahbereich von Rückstandssalzhalde unter Verwendung eines visko-plastischen Stoffgesetzes



Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach,  
TU Darmstadt, Institut und  
Versuchsanstalt für Geotechnik



Dipl.-Ing. Steffen Leppla,  
TU Darmstadt, Institut und  
Versuchsanstalt für Geotechnik



Dipl.-Ing. Matthias Seip,  
Ingenieursozietät, Professor  
Dr.-Ing. Katzenbach GmbH,  
Darmstadt



Dr.-Ing. Jan-Peter Schleinig,  
K+S Aktiengesellschaft, Kassel

Dipl.-Ing. Frank Schnürer,  
K+S KALI GmbH, Kassel

Bei der Düngemittelproduktion aus Kalisalzen fallen große Mengen an Salzurückständen an, die zum großen Teil aufgehaldet werden. Die dabei entstehenden Halden können Grundflächengrößen von mehr als einem Quadratkilometer und Höhen von 120 m aufweisen. Für diese Bauwerke werden umfangreiche Berechnungen und Beobachtungen zur Gewährleistung ihrer Standsicherheit und zum Nachweis des Schutzes benachbarter Objekte durchgeführt. Basis dafür ist ein am Institut und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt entwickeltes numerisches Stoffmodell für Rückstandssalz, das mit Hilfe der Finite-Element-Methode (FEM) bereits an mehreren Halden erfolgreich zur Bewertung eingesetzt wurde. Auch im Zusammenhang mit dem Genehmigungsprozess von Haldenerweiterungen werden anhand umfangreicher numerischer Untersuchungen Spannungen und Verformungen prognostiziert, um die Standsicherheit der geplanten Erweiterungen und die durch die Aufhaldung zu erwartenden Verformungen im Bereich von Schutzgütern abzuschätzen und ggf. die Planungen der Haldenerweiterung anzupassen. Die Überprüfung der Berechnungsergebnisse erfolgt im Sinne der Beobachtungsmethode durch den Aufhaldungsprozess begleitende Messungen. Beispielhaft werden in diesem Beitrag die Erweiterung einer Rückstandshalde sowie die prognostizierten und in Verbindung mit der Haldenerweiterung gemessenen Verformungen im Bereich einer Bahnlinie gegenübergestellt.



Bild 1: Rückstandssalzhalde in Deutschland / Tailings heap in Germany

## 1. Einleitung

Die Verarbeitung von Kalisalzen zu Düngemitteln und Produkten für eine Vielzahl weiterer Anwendungen führt zu großen Mengen an Rückstandssalz, das großteils aufgehaldet wird. Die entstehenden Halden weisen teilweise Grundflächen von mehr als 1 km<sup>2</sup> und Höhen von 120 m auf. Einen Eindruck von den Dimensionen solcher Salzhalde gibt Bild 1.

Zur Prognose der Standsicherheit und der Auswirkungen solcher Halden auf ihre Umgebung werden mit Hilfe der Finite-Element-Methode (FEM) resultierende Spannungen im Untergrund und dazugehörige Verformungen berechnet. Hierzu werden für den Baugrund elasto-

plastische Stoffgesetze und für den Salzurückstand ein am Institut und der Versuchsanstalt für Geotechnik der TU Darmstadt entwickeltes visko-plastisches Stoffmodell eingesetzt.

Basis dafür sind Laboruntersuchungen an Haldenrückstandssalz verschiedener Standorte. Durch die Nachrechnung ausgewählter Untersuchungen sowie die Einbeziehung von in-situ-Messungen im Haldenbereich wurden die numerischen Berechnungen verifiziert. Der vorliegende Beitrag stellt neben dem entwickelten Stoffmodell ein Projekt vor, bei dem die Auswirkungen einer Haldenerweiterung auf eine derzeit noch minimal rd. 370 m vom Haldenfuß entfernte

Bahnlinie untersucht wurden.

Auch bei anderen Infrastruktureinrichtungen, wie z.B. Energieversorgungsleitungen, haben die Halden Einfluss auf Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit (1, 2).

## 2. Materialverhalten von Rückstandssalz

Das Materialverhalten von Rückstandssalzen weist eine ausgeprägte Zeit- und Lastabhängigkeit auf. Das frische Rückstandssalz der untersuchten Großhalde zeigt anfänglich eine granulare, kohäsionslose Struktur und hat direkt nach der Aufhaldung eine Schüttdichte von 1,4–1,5 t/m<sup>3</sup>. Unter dem Einfluss von der Restfeuchte, dem Wetter, den chemischen Prozessen und

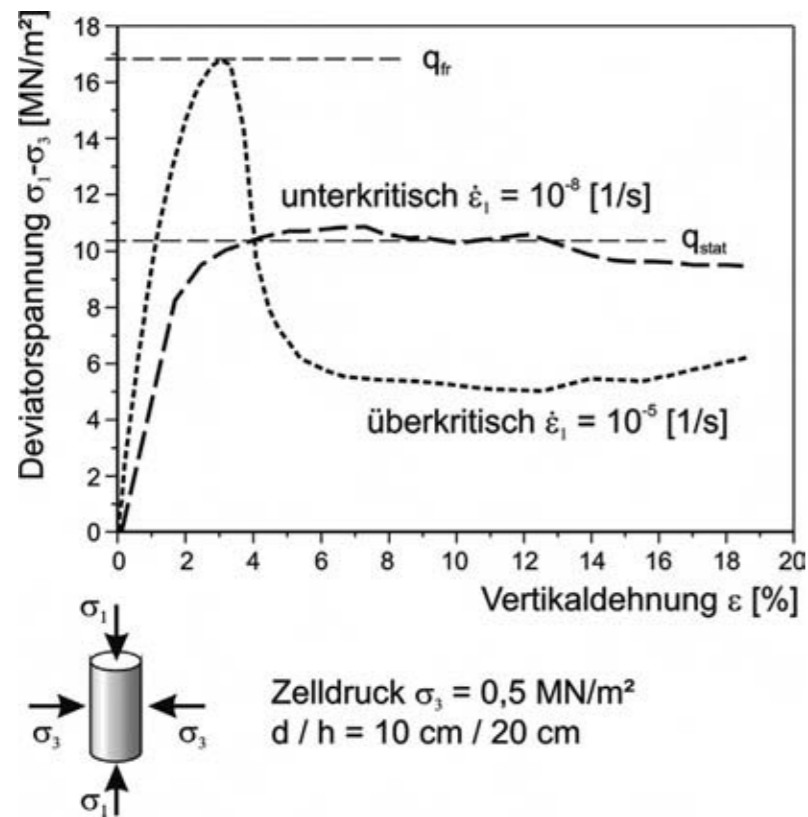


Bild 2: Typische Ergebnisse von weggesteuerten Triaxialversuchen an Salzproben / Typical results of deformation controlled triaxial tests with salt of tailings heaps

dem Druck durch zunehmende Überdeckung mit weiteren Lagen aus Rückstandssalz verwandelt sich das granulare Rückstandsmaterial

im Haldenkern in ein nahezu kompaktes Salz mit höherer Festigkeit (3). Dabei kann das Rückstandssalz Scherfestigkeiten mit Reibungs-



Bild 3: Probekörper nach Triaxialversuchen mit unterkritischer (links) und ueberkritischer (rechts) Verformungsrate / Specimen of triaxial tests with various creep rates

winkeln von  $\phi' = 50^\circ$  und Kohäsionen von  $c' = 850 \text{ kN/m}^2$  sowie Steifigkeiten von  $E_s = 2.500 \text{ MN/m}^2$  erreichen. Diese Größen hängen aber auch entscheidend von der Belastungsgeschwindigkeit ab. Während hohe, ueberkritische Belastungsgeschwindigkeiten zu großer Festigkeit und Steifigkeit des Rückstandssalzes und zum Sprödbbruch führen können, resultieren aus geringen, unterkritischen Belastungsgeschwindigkeiten geringere Festigkeiten und Steifigkeiten sowie bruchloses plastisches Kriechen. Unter konstanter deviatorischer Spannung weist das Rückstandssalz trotz der enormen Festigkeit ein konstantes Kriechverhalten auf. Das Materialverhalten von Rückstandssalz ist somit stark vom Spannungszustand und der Verformungsrate abhängig.

Dies wird an typischen Ergebnissen weggesteuerter Triaxialversuche an Materialproben aus Rückstandssalz deutlich, die durch Kernbohrungen vom Haldentop aus gewonnen wurden. Bild 2 zeigt solche Ergebnisse. Während für beide Versuche ein Zelldruck von  $\sigma_3 = 0,5 \text{ MN/m}^2$  vorgegeben wurde, variieren die beiden Verformungsraten  $\dot{\epsilon}_1$  um den Faktor 1.000.

Die Probe mit der ueberkritischen Verformungsrate von  $d\epsilon/dt = 10^{-5} \text{ 1/s}$  zeigt das typische Materialverhalten für eine hohe Verformungsrate. Nach Erreichen der größten Spannung  $q_{fr}$  folgt ein starker Abfall der deviatorischen Spannung (Sprödbbruch).

Die Probe mit der unterkritischen Verformungsrate von  $d\epsilon/dt = 10^{-8} \text{ 1/s}$  bricht nicht. Diese Probe kriecht unter einer konstanten Deviatorspannung  $q_{stat}$ . In Bild 3 sind Probekörper nach den Ver-

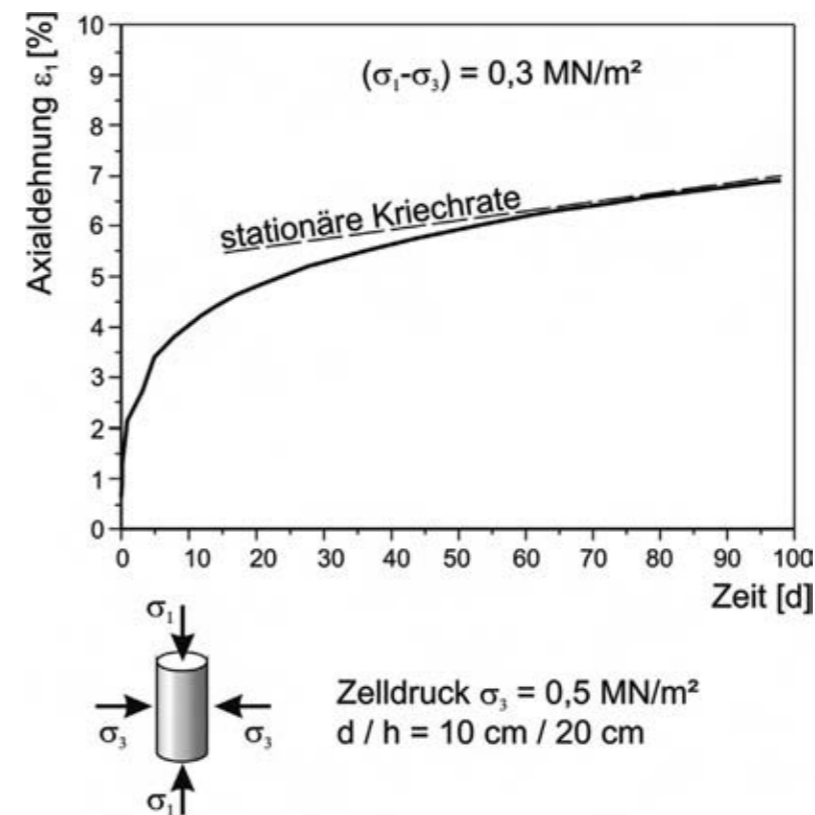


Bild 4: Typische Kriechkurve von Rückstandssalz / Typical results of creep tests with salt of tailings heaps

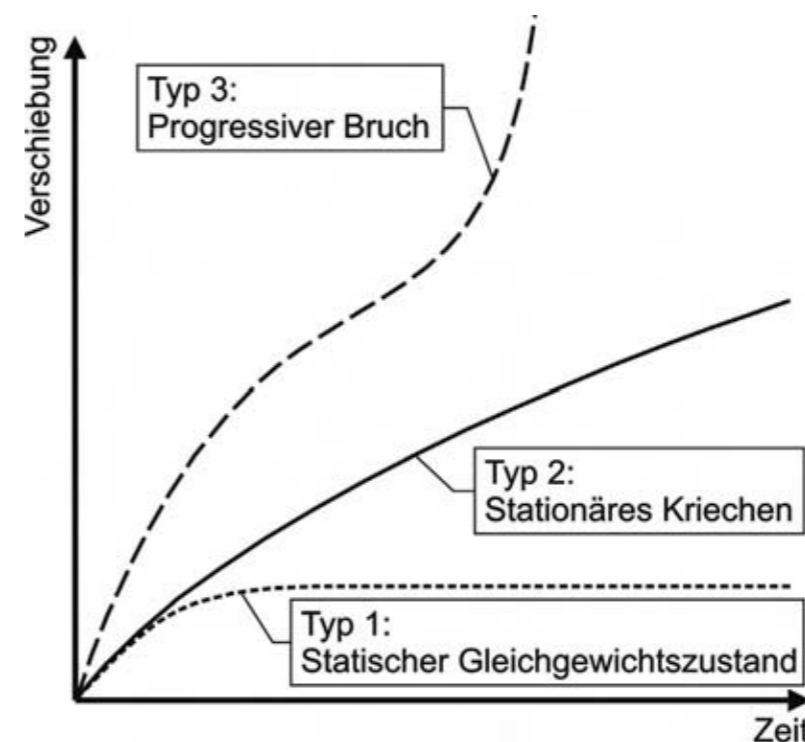


Bild 5: Geschwindigkeitsabhängiges Systemverhalten / Velocity dependent behaviour of tailings heaps

suchen mit unterkritischer (links) und ueberkritischer (rechts) Verformungsrate dargestellt.

Wird das Rückstandssalz einem deviatorischen Spannungszustand unterworfen, beginnt das Material mit einer anfänglich hohen Rate zu kriechen. Die Kriechrate fällt bei gleich bleibender Deviatorspannung mit der Zeit ab und nähert sich asymptotisch einer konstanten Kriechrate, der sogenannten stationären Kriechrate (Bild 4). Das Rückstandssalz entzieht sich durch Kriechen der Beanspruchung.

Bei dieser stationären Kriechrate finden mikromechanische Kriechvorgänge statt (Versetzungskriechen, Diffusionskriechen) (4), die dem Rückstandssalz die Aufnahme großer Spannungen ohne Erreichen makroskopischer Versagenszustände erlauben. Für eine weitere, detaillierte Diskussion des Materialverhaltens von Salz wird auf (5) bis (7) verwiesen.

Obwohl Salzhalden einer sehr langsam ablaufenden, ständigen Kriechverformung unterworfen sind und somit auch der Baugrund einer sich ständig, sehr langsam ändernden Belastung unterliegt, sind die Halden aufgrund der viskoplastischen Materialeigenschaften des Rückstandssalzes standsicher, wenn die Verformungsrate unterkritisch ist. Die Kenntnis der tatsächlichen Verformungsrate und der Größe der kritischen Verformungsrate, die experimentell eingegrenzt werden muss, ist daher ein wesentliches Element der Standsicherheitsbeurteilung.

Der Kollaps einer Haldenböschung kann nur durch einen progressiven Bruch (Typ 3, Bild 5), resultierend aus einer beschleunigten

nigten überkritischen Verformung, erfolgen. Das Systemverhalten von Rückstandshalden folgt meist dem Verhalten des Typs 2 in Bild 5. Anomalien durch vorgegebene Gleitflächen in der Aufstandsfläche oder darunter werden modelltechnisch entsprechend berücksichtigt.

Auf der Basis einer Vielzahl von Versuchsdaten, unter anderem von mehr als 150 Triaxialversuchen, wurde am Institut und an der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt von Boley ein neues Stoffmodell für Rückstandssalz entwickelt und in ein Finite-Element-Programmsystem implementiert (4). Dieses Stoffmodell berücksichtigt das Materialverhalten in Abhängigkeit der Kriech- und Verformungsraten. Das für zweidimensionale Unter-

suchungen verwendete Stoffmodell von Boley (4) wurde durch Wachter weiterentwickelt. Das neue Stoffmodell CapCreep für dreidimensionale Untersuchungen (8,9) berücksichtigt zusätzlich die Dichteabhängigkeit der Verformungseigenschaften von Rückstandssalz.

### 3. Prognose von Verformungen

#### 3.1 Projektbeschreibung

Zur Gewährleistung der weiteren Kaliproduktion soll eine existierende 120 m hohe Halde erweitert werden.

Südlich der Erweiterungsfläche der Halde verläuft eine Bahnlinie mit regem Schienenverkehr. In Bild 6 ist der Lageplan mit der Halde, der Bahnlinie sowie der

Erweiterungsfläche dargestellt. Das Projektgelände im Bereich der Erweiterungsfläche ist bis auf eine kleine Erhöhung von etwa 20 m in der Mitte der Erweiterungsfläche eben und fällt leicht nach Südwesten ab. Geplant ist, im Bereich der größten Annäherung den Haldenrand bis etwa 50 m an die bestehende Bahnlinie heranzuführen. Die zu erweiternde Halde wurde bisher im Wesentlichen im Blockschüttverfahren errichtet. Hierbei wurden einzelne Blöcke in ca. 16 m hohen Scheiben durch einen Absetzer aufgeschüttet (Bild 7). Bild 8 zeigt den schematischen Ablauf des Schüttvorgangs.

Dabei wird vom Absetzer das Material lagenweise aufgeschüttet. Diese so genannten Scheiben bestehen aus je zwei Blöcken, die einmal als Tief- und einmal als Hochkippe geschüttet werden. Die Böschungeneigung an den Flanken beträgt bis zu 40°.

Die Beschüttung der Erweiterungsfläche der Halde erfolgt dagegen im Flankenschüttverfahren. Dabei werden aktuell vom Haldentop aus mit dem Absetzer einzelne Lagen mit einer Dicke von rd. 20 m flankenparallel geschüttet. Bild 9 zeigt den schematischen Ablauf der Flankenschüttung.

#### 3.2 Baugrund- und Grundwasserhältnisse

Das Projektareal ist morphologisch durch die eiszeitlichen Gletscherbewegungen der Saale-Eiszeit entstanden und flachwellig ausgeformt. Die mittlere Geländeneigung der Aufstandsfläche beträgt rund 1 % nach Süden.

Der Baugrund besteht im gesamten Bereich aus einer gering-



Bild 7: Absetzer auf einer Salzhalde / Spreader on a heap

dicken, durchwurzelt, humosen Deckschicht an der Oberfläche und darunter liegenden quartären Ablagerungen der Saale-Eiszeit. Diese bestehen im Wesentlichen aus Fein-, Mittel- und Grobsanden, Kiesen mit unterschiedlich großen bindigen Anteilen sowie meist sandigen Schluffen. Zum Teil finden sich auch Gerölle und Steine.

Die quartären Schichten werden im Einzelnen als Beckenablagerungen, Schmelzwassersande und Geschiebemergel angesprochen. Ihre Mächtigkeit beträgt 30 m

bis 70 m. Unter den quartären Böden folgen tertiärer Rupelton und tertiäre schluffige Sande und darunter die Schichten des Buntsandsteins.

Der gesamte Baugrundaufbau kann zusammenfassend wie folgt beschrieben werden:

- oberflächennah anstehende, locker gelagerte Sande von wenigen Metern Stärke,
- eine 5–10 m mächtige Schicht aus sandigem, z. T. kiesigem Schluff, Geschiebemergel bzw. Beckenschluff,

- darunterliegende Sande mit einer Dicke von mehreren Dekametern,
- tertiärer Rupelton ab einer Tiefe von 50 m unter der Geländeoberfläche mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 60 m,
- Basissande aus schluffigem Feinsand bzw. sandige, tonige Schluffe mit einer Dicke von 80 m und
- Sand- und Schluffsteine im Liegenden ab einer Tiefe von rund 190 m (Buntsandstein).

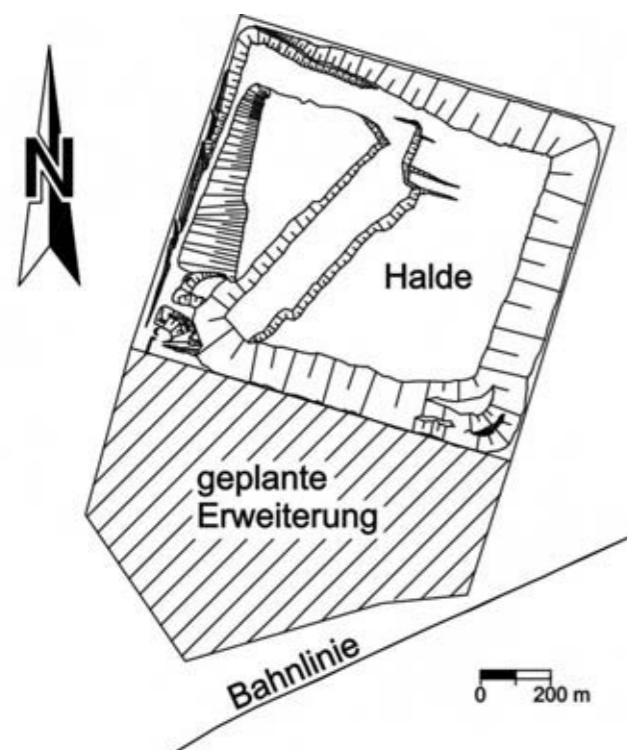


Bild 6: Lageplan der Halde mit Erweiterungsfläche und Bahnlinie / Site plan of an existing tailings heap with enlargement area and railway line

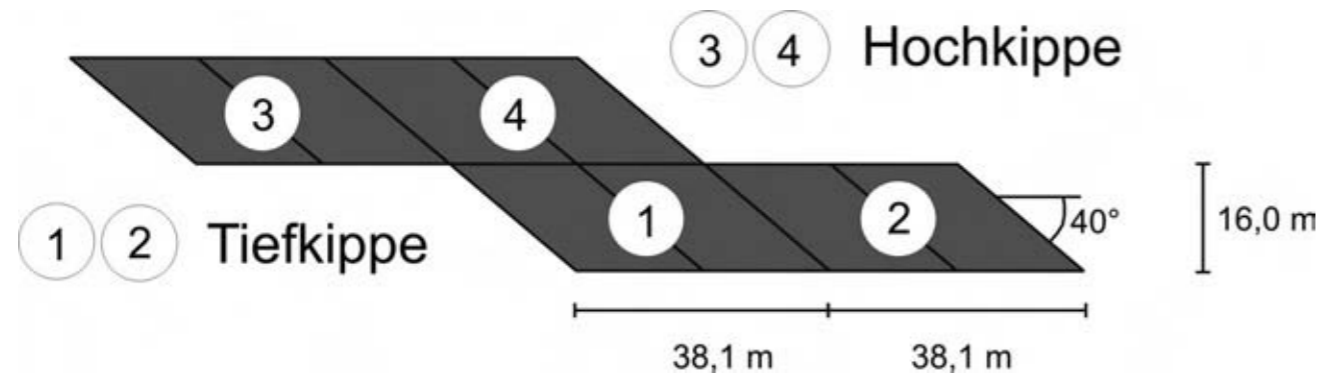


Bild 8: Schematische Darstellung des Blockschüttverfahrens / Schematic description of heap development in blocks

### 3.3 Numerische Modellierung

Die numerische Modellierung erfolgt mit der Finite-Element-Methode (FEM). Bild 10 zeigt einen Ausschnitt aus dem Berechnungsmodell, bestehend aus Baugrund und Halde vor und nach der geplanten Erweiterung.

Die Halde hat aktuell eine Höhe von 120 m. Der Grundwasserstand wurde im Sinne einer Grenzwertbetrachtung geländegleich angesetzt. Die Länge des Modells beträgt rund 1.800 m. Das Gefälle des Geländes wurde bei der Modellierung ebenso berücksichtigt wie die Erhebung im Bereich der Erweiterungsfläche und die Bahnlinie im Vorfeld der Erweiterungsfläche.

Die Schichten des Quartärs, des Rupeltons sowie der Basissande werden als elasto-plastisches Material, der Buntsandstein ab einer Tiefe von 190 m als elastisches Material modelliert. Die elastischen Verformungen werden nach dem Gesetz von Hooke ermittelt. Für die Ermittlung der plastischen Dehnungen wird ein modifiziertes Drucker-Prager-Modell verwendet.

Die Scherfestigkeiten und die Steifigkeiten der quartären Boden-

schichten basieren auf den Ergebnissen der Baugrunderkundung. Die Steifigkeit des Materials wurde unter Berücksichtigung der Spannungsabhängigkeit variabel über die Tiefe formuliert.

Die Kennwerte des ab einer Tiefe von 50 m anstehenden Rupeltons wurden unter Verwendung von in bodenmechanischen Versuchen gewonnenen und an Rückrechnungen validierten Erfahrungswerten mit überkonsolidierten Rupeltonen aus dem Raum Offenbach auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt.

Für die schluffigen Feinsande bzw. sandigen und tonigen Schluffe der Basissande wurden die Kennwerte der Scherfestigkeit auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt.

Aufgrund der großen Tiefenlage des Buntsandsteins und des damit verbundenen großen Spannungsniveaus kann davon ausgegangen werden, dass in dieser Schicht keine plastischen Scherverformungen auftreten.

Der Buntsandstein wurde daher elastisch modelliert. Die Steifigkeit des Materials wurde in Anlehnung an bekannte Kennwerte von

Gesteinen der Volpriehausen-Folge aus dem Werra-Fulda-Kaligebiet angesetzt.

Der schraffierte Bereich in den Bildern 10 und 11 zeigt die Situation nach erfolgter, vollständiger Erweiterung der Halde. Das Rückstandssalz reicht dabei im Minimum bis auf etwa 50 m an die bestehende Bahnlinie heran.

Die Interaktion zwischen Halde und Baugrund wird im FE-Modell durch Kontaktoberflächen modelliert. Die Scherfestigkeit in den Kontaktoberflächen ist durch das Reibungsgesetz nach Coulomb definiert. Danach sind die aufnehmbaren Schubspannungen proportional zu den Normalspannungen in der Kontaktoberfläche. Die Proportionalitätskonstante ist dann die Scherfestigkeit in der Aufstandsfläche.

Die zeitliche Varianz des Materialverhaltens wird durch eine Step-by-Step-Analyse simuliert. Zur Erstellung der bereits existierenden Halde werden Blöcke von Rückstandsmaterial in einzelnen Schritten aufgebracht. Dazwischen wird die Zeit simuliert, die die Aufbringung in Realität benötigt. Über diese Zeitdauer hinweg kriecht das

Material ohne weitere Lastaufbringung. Analog erfolgt die Simulation der Haldenerweiterung. Nach jeder geschütteten Lage an der Haldenflanke folgt ein Berechnungsschritt zur Ermittlung der Kriechverformung. Der horizontale Abstand  $s_i$  der Bahnlinie zum Böschungsfuß der Halde an der geplanten Erweiterungsfläche variiert entlang der Bahnlinie (Bild 11).

Von Schnitt 1 kommend erreicht der horizontale Abstand in Schnitt 2 ein Minimum ( $s_2$ ) und nimmt bis zum Schnitt 3 wieder zu. Die Absolutbeträge der Verschiebungen der Bahnlinie nehmen mit kleiner werdendem Abstand des Böschungsfußes der Halde zur Bahnlinie zu. Die größten Relativverschiebungen zwischen zwei auf der Bahnlinie liegenden Punkten treten daher dort auf, wo der Abstand zwischen Böschungsfuß und Bahnlinie, bezogen auf den Abstand zwischen den beiden betrachteten Punkten entlang der Bahnlinie, klein wird. Zwischen den Schnitten 1 und 2 sowie zwischen den Schnitten 2 und 3 sind die Relativverschiebungen daher am größten und werden zur Auswertung herangezogen. Die

relativen Verschiebungen entlang der Bahnlinie ergeben sich aus dem Quotienten der Differenz der horizontalen Verschiebungen und der Länge der Bahnlinie zwischen den betrachteten Schnitten. Man erhält die relativen Verschiebungen in Abhängigkeit des Schüttfortschritts und der Zeit.

Die Berechnungen zeigen bei dem System unter Ansatz einer vollständigen Schüttung einen kontinuierlichen Anstieg der Relativverschiebungen über den gesamten Zeitraum. Die Relativverschiebungen zwischen den Schnitten 1 und 2 sind erwartungsgemäß deutlich größer als zwischen den Schnitten 2 und 3. Die Relativverschiebung beträgt zum Ende der Schüttung bis zu 8 mm/m.

Zusätzlich zu den Relativverschiebungen wurde die jährliche Verschiebungsrate ermittelt. Wie zu erwarten tritt im Zuge der auf die Bahnlinie zulaufenden Schüttung des Rückstandsmaterials eine Beschleunigung der horizontalen Verschiebungsrate ein. Am Ende der Aufschüttung sinkt die Verformungsgeschwindigkeit wieder ab.

### 3.4 Messprogramm und Vergleich der Prognosewerte mit den Messwerten

Die Baumaßnahme ist wegen der besonderen Komplexität der Baugrund-Tragwerk-Interaktion nach Absatz 4.3 der bauaufsichtlich eingeführten DIN 1054:2005 und nach dem Eurocode EC 7, DIN EN 1997-1 der Geotechnischen Kategorie mit dem höchsten Schwierigkeitsgrad, dies ist die Geotechnische Kategorie 3, zuzuordnen.

Neben regelmäßigen Befliegungen und der umfassenden Vermessung der Halden- und Umgebungsgeometrie durch Laser-scanning wurden im Bereich des Böschungsfußes an allen Seiten geodätische Messpunkte sowie im Erweiterungsareal bis zur Bahnlinie 4 weitere Messlinien installiert. Ergänzt werden die geodätischen Messpunkte durch Inklinometerbohrungen mit Tiefen bis zu 65 m (Bild 12). Dieses Messpunktsystem wurde angelegt, um die Auswirkungen der Haldenschüttung auf das Vorland und die Bahnlinie zu untersuchen und zu dokumentieren. Die gemessene absolute horizontale Verschiebung orthogonal

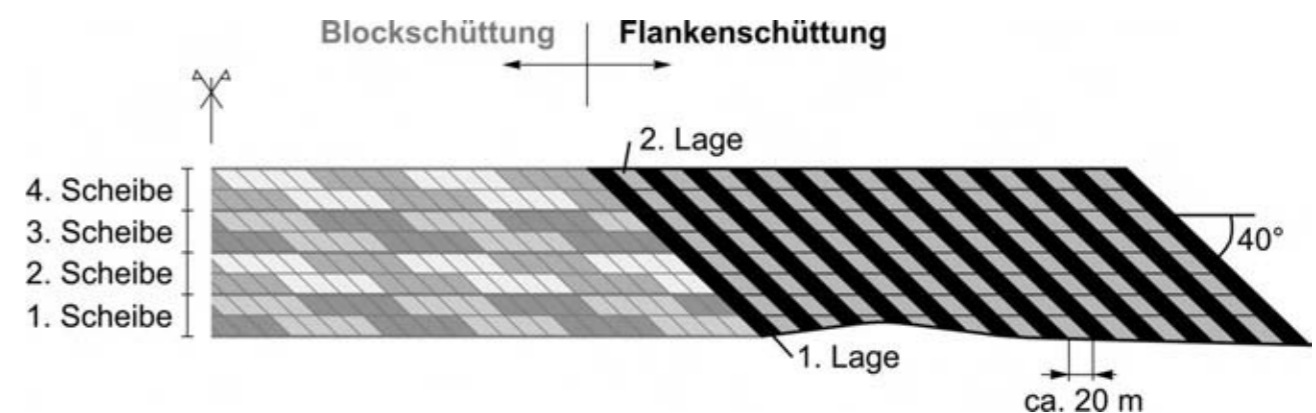


Bild 9: Schematische Darstellung des Flankenschüttverfahrens / Schematic description of heap development along slopes

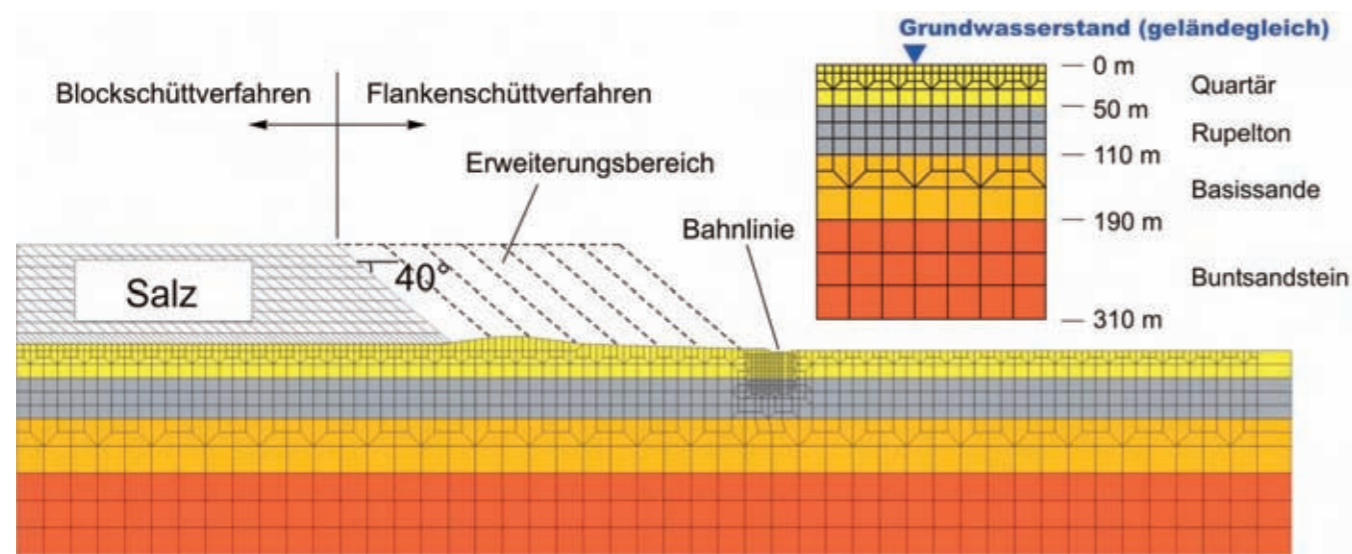


Bild 10: FE-Modell für Baugrund und Rückstandshalde vor und nach der Erweiterung / FE-Model of tailings heap and underground with enlargement area and railway line

zum Böschungsfuß wird nachfolgend beispielhaft für eine Stelle auf der Erweiterungsfläche ausgewertet. Betrachtet wird ein Messpunkt, der sich anfänglich ca. 150 m vom Fuß der Haldenböschung (MR 51) entfernt befand und der bei der letzten Messung eine horizontale Verschiebung von 0,45 m (4 Jahre Beobachtungszeit) erreichte.

Zur Kalibrierung der numerischen Untersuchungen werden die prognostizierten Verschiebungen mit den in-situ-Messungen verglichen. Die berechneten Verformungsgeschwindigkeiten im Bereich der zukünftig geplanten Haldenfußnähe liegen mit wenigen Zentimetern pro Jahr in der Größenordnung der Ergebnisse vergleichbarer in-situ-Messungen.

#### 4. Schlussbemerkung und Ausblick

Die Rückstandshalden der Produktion von Kaliumprodukten aus untertägig gewonnenen Kalirohsalzen tragen große Lasten in den Baugrund ein, die neben den in gewohntem Maß auftretenden

vertikalen Setzungen auch zu weitreichenden, horizontalen Verschiebungen führen können. Für die Beurteilung der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Halde selbst und der im Einflussbereich der Halde liegenden Infrastruktureinrichtungen ist es erforderlich, mit realitätsnahen Berechnungsmodellen zutreffende Prognosen machen zu können.

Unter Verwendung des am Institut und an der Versuchsanstalt für Geotechnik der TU Darmstadt entwickelten Stoffmodells für granulares Rückstandssalz wurden komplexe numerische Untersuchungen zur Erweiterung einer Rückstandshalde und dem daraus resultierenden Einfluss auf eine angrenzende Bahnlinie durchgeführt. Basis dafür waren umfangreiche geomechanische Untersuchungen des Rückstandssalzes im Labor.

Die messtechnische Überwachung gemäß der Beobachtungsmethode zeigt, dass die Berechnungsergebnisse gut mit den

Messungen übereinstimmen. Zur Überprüfung der Modellbildung und zur Zuschärfung der Prognosesicherheit sind kontinuierliche Messungen im Feld und Untersuchungen im Labor erforderlich.

#### Quellennachweis

1. Katzenbach, R.; Giere, J.; Seip, M.: Stability and serviceability of a railway track and a gas pipeline at the base of steep creeping slopes. 1th European Regional International Association for Engineering Geology Conference, Liège, Belgien, 04.-07. Mai 2004.

2. Katzenbach, R.; Giere, J.; Seip, M.: Aspects of safety and serviceability of heaps with viscoplastic materials due to man-made liners or natural slip-surfaces. Geo Environmental Engineering Conference, Kyoto, Japan, 3.-4. April 2006, 237-244.

3. Ankes, A.: Untersuchung bodenphysikalischer Eigenschaften von Rückstand. Dissertation an der Fakultät für Technische Wissenschaften der Bergakademie Freiberg, 1972.

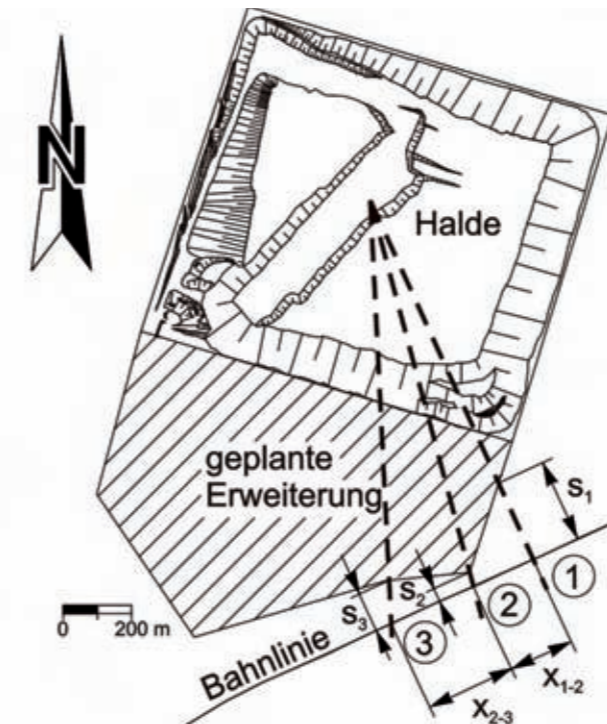


Bild 11: Berechnungsschnitte zur Verformungsprognose der Bahnlinie / Cross sections for numerical calculations to propose the deformation of railway line

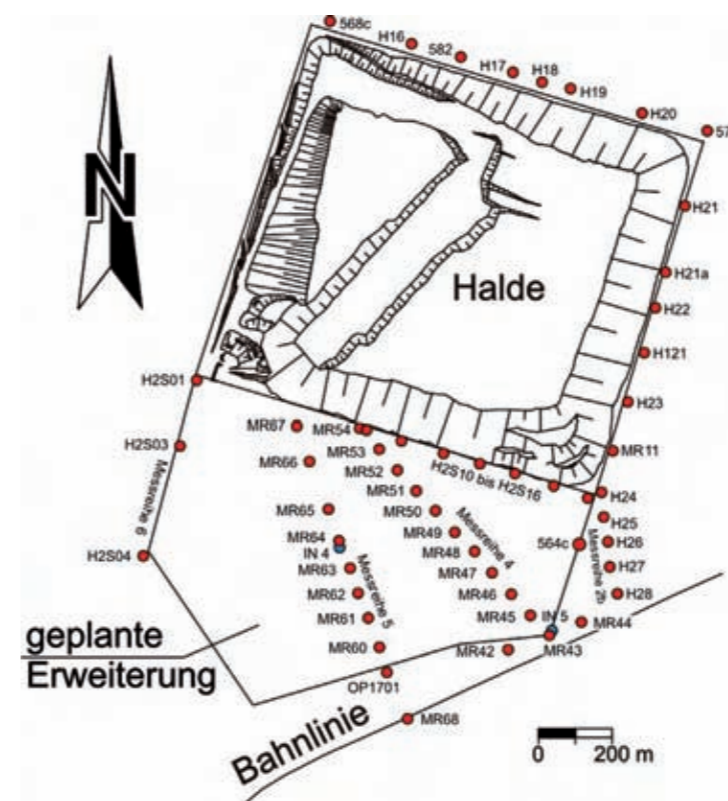


Bild 12: Lageplan des installierten Messprogramms / Site plan of tailings heap with observation points

4. Boley, C.: Untersuchungen zur Viskoplastizität und Festigkeit von Steinsalz. Mitteilungen des Institutes und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt, Heft 48, 1999.

5. Chumbe, D.; Lloret, A.; Alonso, E.: Creep and permeability tests on compacted granular salt. 4th Conference on the Mechanical Behaviour of Salt, Montreal, Kanada, ed. M. Aubertin & H. R. Hardy, Jr., Trans Tech Publications, Clausthal-Zellerfeld, 331-339, 1996.

6. Fordham, C.J.: Behaviour of granular halite for use as a backfill in potash mines. Dissertation an der University of Waterloo, Kanada, 1988.

7. Munson, D. E.; Wawersik, W. R.: Constitutive modelling of salt behaviour – state of the technology. 7th International Conference on Rock Salt Mechanics, A. A. Balkema, Rotterdam, 1797-1810, 1991.

8. Wachter, S.: Dreidimensionale, zeitvariante stoffliche Modellierung von granulearem Steinsalz. Mitteilungen des Institutes und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt, Heft 82, 2009.

9. Wachter, S.; Katzenbach, R.: Cap-Creep – Ein benutzerdefiniertes Stoffmodell zur Untersuchung von Rückstandshalden. Bauingenieur, Band 84, Heft 9, 368-373, 2009.

# Die Entwicklung der reflektorlosen Laser-Vermessungstechnik im Werk Werra



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

Die Markscheiderei des Verbund-Werkes Werra setzt seit 1993 reflektorlos messende Laserentfernungsmesser in Form von Handgeräten der Firma Leica und Tachymetern der Firma Zeiss ein. Im Laufe der folgenden Jahre wurden alle älteren Tachymeter durch reflektorlos messende Totalstationen der Firmen Trimble und Leica ersetzt. In 2000 kam mit dem Profiler der Firma Amberg das erste Messinstrument mit automatischer Scanfunktion und hoher reflektorloser Reichweite zum Einsatz, um Kuppenhöhlräume optimiert aufzumessen. Seit 2007 steht mit dem RIEGL LMS-Z420i der Markscheiderei ein vollwertiger Vermessungsscanner zur Verfügung. Mit diesem Messinstrument wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Sonderprojekte bearbeitet, die in dem Artikel näher beschrieben werden. Zum Schluss werden die Vorteile beschrieben, die Vermessungsscanner für das Aufmaß aller Grubenhöhlräume bringen können, wenn eine entsprechend entwickelte Software zur Verfügung steht.

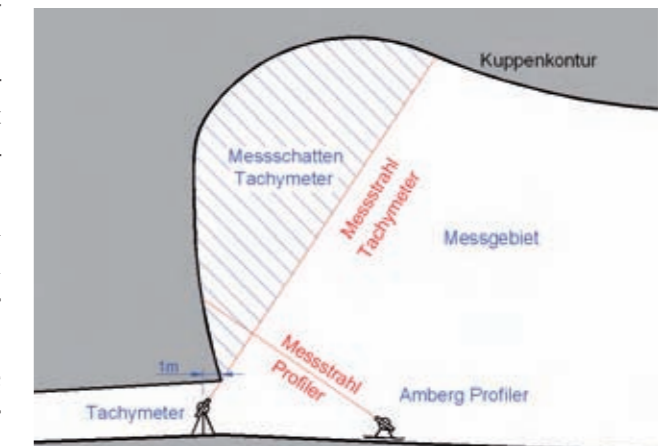
## 1. Einleitung: Erste reflektorlose Messinstrumente

Für die Versorgung der drei Fabrikstandorte des Verbund-Werkes Werra mit etwa 25 Mio. t Rohsalz werden in den Grubenbetrieben jährlich bis zu 180 km Strecken aufgeföhren. Für die vermessungstechnische Aufnahme sind täglich etwa 10 Messtrupps im Einsatz, um zum einen die untertägigen Hohlräume und die übertägigen baulichen Veränderungen zu dokumentieren und zum anderen Grundlagendaten für technische Planungen zu liefern. Zur Optimierung der Vermessungsprozesse werden die technischen Weiterentwicklungen auf dem Markt der Messgerätehersteller seit jeher aufmerksam beobachtet.

Die in der flachen Lagerung des Werra-Fulda-Kalireviers besondere Lagerstättensituation am Standort Unterbreizbach zeichnet sich durch partielle Anstauungen mit hohen Wertstoffgehalten aus. Diese so genannten Kuppenstrukturen werden mit einem besonderen Verfahren abgebaut. Es entstehen dabei Hohlräume von mehreren 100 m Länge und einer genehmigten Breite von 55 m bei einer Höhe von bis zu 100 m. Da der zur Messung der Kuppen eingesetzte Basis-Reduktions-Tachymeter (Zeiss BRT 006) in seiner Hersteller-Konfiguration maximal Strecken bis 60 m messen konnte, waren aufwendige Anpassungen am Instrument notwendig, um zumindest einige wenige Punkte mit reduzierter Genauigkeit an der Firste zu messen. Die Lösung zum schnelleren und genaueren Aufmaß kam 1993 in Form des Zeiss RL-S, eines der ersten mit einem Impulslaser reflektorlos messenden Tachymeter. Durch eine herstellerseitige Leistungssteigerung konnten jetzt Punkte in bis zu 130 m Entfernung bei deutlich gesteigerter Genauigkeit erfasst werden. Ein weiterer Zeiss RL-S diente seit dieser Zeit über Tage unter anderem für die Aufnahme der Schuppenbestände im Rahmen von Inventur-Messungen. Neben einer deutlichen Steigerung der Produktivität erhöhte das neue Verfahren auch die Sicherheit, da es nicht mehr erforderlich war, die bis zu 18 m hohen Haufwerke mit einem Zielzeichen zu besteigen. Zeitgleich wurden auf allen Standorten die DISTO-Handentfernungsmesser der Firma Leica eingeföhrt. Mit diesen kleinen und handlichen Instrumenten konnten auf Basis der gleichen Laser-Messtechnik ein-

fach und berührungslos Abbauhöhen oder Abstände einer Messlinie zum Stoß mit einer Genauigkeit von einem Zentimeter gemessen werden.

Seit Ende der 1990er Jahre wurden aufgrund der gesammelten Erfahrungen und der günstigen Preisentwicklungen sukzessive alle ausgemusterten Tachymeter unter und über Tage durch reflektorlos messende Tachymeter der Firmen Trimble und Leica ersetzt. Unter Tage bedeutete das eine Umstellung der Messverfahren in der Form, dass inzwischen alle Stoßaufnahmen reflektorlos durchgeföhrt werden.



Prinzipiskizze Kuppenmessung mit Tachymeter oder Profiler / Schematic diagram, the dome surveyed by tachymeter or profiler

## 2. Amberg-Profiler

Aufgrund der geltenden Sicherheitsregel, dass die Kuppenhöhlräume nicht betreten werden dürfen, liegt der neu abgesprengte Teil der Kuppe auch mit einem reflektorlos messenden Tachymeter in einem Messschatten. Um diesen Bereich zu erfassen, wurde seit 2000 der Amberg-Profiler eingesetzt. Dieses automatisch messende Instrument besteht aus einem von der Firma Amberg entwickelten Winkelmessteil mit einem aufgesetzten Leica-Entfernungsmesser.

Der Profiler wurde vor der Messung auf einen Schlitten montiert und mit Stangen in die Kuppe hineingeschoben. Dadurch war es erstmals möglich, auch die Kuppenstruktur im Bereich des frischen Abschlags, der sonst im Messschatten lag, zu erfassen. Mit diesen neuen Datenmodellen kann die für den nächsten Abschlag





Amberg-Profiler bei der Messung / Amberg-Profiler at work

benötigte Anzahl von Bohrungen optimiert werden. Durch diese an die gemessenen Konturen angepassten Bohrungen werden seismische Magnituden in Stärke und Anzahl minimiert und Sprengmittel effizienter eingesetzt. Da der Profiler die Kanten der Kuppenkonturen nicht intelligent detektieren kann, wird ein enges Raster vorgewählt, um die für das 3D-Modell entscheidenden Kantenkonturen zu erfassen. Wegen des engen Rasters und der Messgeschwindigkeit von etwa einem Punkt je Sekunde dauert die Messung eines neuen Abschlags in der Kuppe etwa 2 Stunden und damit länger als die selektive Messung der Kuppenkonturen mit einem reflektorlos messenden Tachymeter. Trotz der im Vergleich zu den heutigen Instrumenten geringen Messgeschwindigkeit kann man den Profiler wegen seines automatischen Messungsablaufs als eine direkte Vorstufe zu den heute bekannten Laserscannern bezeichnen.

### 3. Riegls-Laserscanner

Auch wenn sich der Amberg-Profiler für das Aufmaß der Kuppenhöhlräume bewährt hat, so wurden an die Markscheidereien neue Aufgaben gestellt, die mit der bestehenden Instrumententechnik entweder nur mit unwirtschaftlichem Aufwand oder gar nicht zu realisieren waren. Für diese immer wieder anfallenden Sonderaufgaben über und unter Tage, sowie als mittelfristiger Ersatz für den Amberg-Profiler, wurden verschiedene Instrumente der neuen Gattung Laser-Scanner vor Ort auf ihre Einsatzfähigkeiten untersucht.

In den „Grundsätzen zum Einsatz von luftgestützten und terrestrischen Laserscannerverfahren im Bergbau“

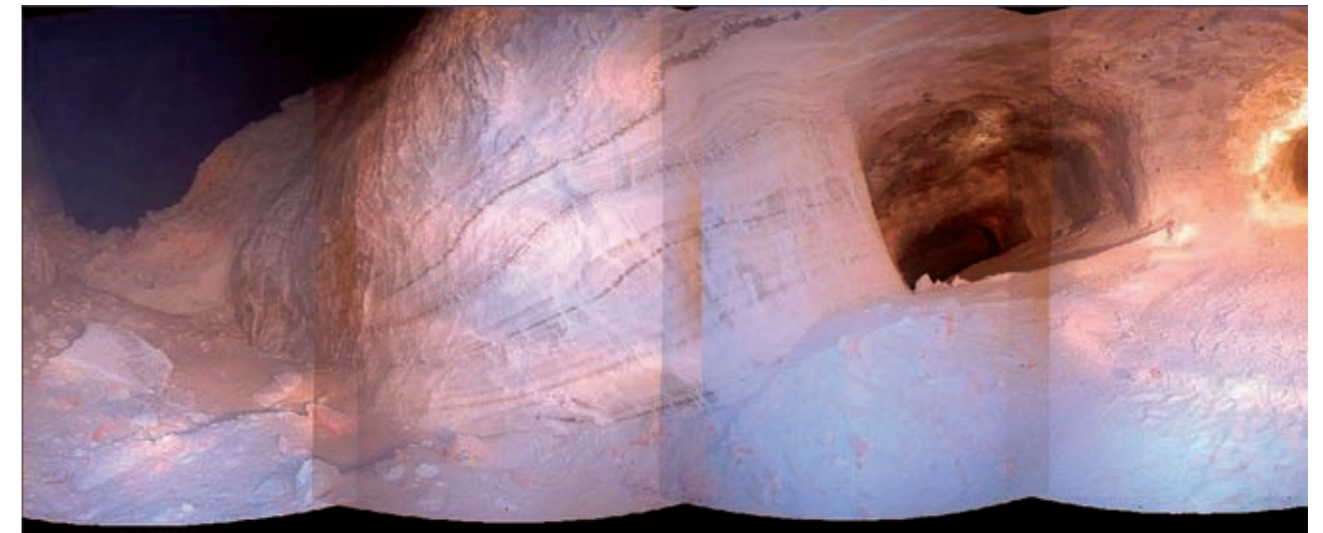
des Deutschen Markscheider-Vereins (DMV) wird das Messverfahren wie folgt beschrieben:

„Ein Laserscanner misst Strecken und Winkel durch kontrollierte Ablenkung eines Laserstrahls mit hoher Geschwindigkeit in einem vorgegebenen Bereichsfenster zu beliebigen Oberflächen in einem vorgegebenen Raster. Das Messen einzeln ausgewählter Punkte ist nicht möglich. Das Laserscanning ist ein Polar-Messverfahren. Für jeden Messpunkt werden aus den Messungen (2 Winkel und 1 Strecke) lokale kartesische Koordinaten (x,y,z) abgeleitet. Zusätzlich steht für jeden Messpunkt ein „Reemissionswert“ (i) zur Verfügung, der die Reflektivität des Objektes beschreibt. Falls der Scanner über eine kalibrierte Digitalkamera verfügt, können zu jedem Messpunkt RGB-Farbwerte gespeichert werden. Ein erstes Ergebnis ist eine einfärbare dreidimensionale Punktwolke, deren Dichte durch die eingestellte Auflösung des Scanners bestimmt wird. Die Einfärbung kann aufgrund der gemessenen Intensität, der RGB-Farbwerte oder der Höhe erfolgen. Anhand dieser visualisierten Punktwolke ist bereits vor Ort eine erste Kontrolle der Messergebnisse möglich.“

Unter Berücksichtigung von Messgeschwindigkeit, Reichweite, Handlichkeit, Auswerte-Software und



Vermessungsingenieur im Einsatz mit dem Riegls-Scanner / Mine Surveyor at work with Riegls-scanner



2D-Abwicklung einer Scanneraufnahme / 2D picture of scan data

Preis konnte das Gesamtpaket von der Firma Riegls am meisten überzeugen. Nach Anpassung der bisherigen Auswertesoftware auf Basis von Mechanical Desktop (AutoDesk) an die Riegls-Software Riscanpro kam es in 2006 zur Kaufentscheidung für den Riegls-Scanner. Die Ausrüstung besteht aus folgenden Komponenten

- Scanner Riegls LMS-Z420i
- Kamera-Halterung mit Nikon D 200 Spiegelreflexkamera
- Akku oder Autobatterie
- Laptop mit Kabel oder WLAN Verbindung an den Scanner zur Steuerung und zur Datenspeicherung
- Reflektorzyylinder als Zielmarken
- Bedien- und Auswertesoftware RiSCAN PRO

Für die eigentliche Messung wird der Scanner auf ein Vermessungsstativ geschraubt. Nach Anschluss des Akkus und der Verbindung zum Notebook kann die Messung gestartet werden.

In der Software werden Punktdichte und Messfenster gewählt. Anschließend startet die Messung mit bis zu 11.000 Punkten pro Sekunde. Ein Vollscan des gesamten möglichen Fensters 360° horizontal und 80° vertikal dauert je nach Auflösung etwa 10 Minuten. Nach dieser Zeit stehen dann rund 6 Millionen Punkte mit örtlichen Koordinaten zur Verfügung. Zur Orientierung in das Ziel-Koordinatensystem genügen drei bekannte Koordinaten in der Punktwolke.

Als Signalisierung der bekannten Punkte werden kleine Reflektorzyylinder eingesetzt. Diese Zielzeichen dienen auch als Passpunkte zur einfachen Verschmel-

zung zweier Punktwolken. Neben der Intensität des reflektierten Messstrahls lassen sich mit Hilfe der aufgesetzten Nikon-Kamera auch die Farbwerte des Messpunktes bestimmen. Das Aufsetzen der Kamera ist nicht grundsätzlich erforderlich. Mit der Software RiSCAN PRO kann man unmittelbar nach der Messung die Punktwolke betrachten und darin sehr flüssig navigieren. Als erste Ableitung wird eine 2D-Abwicklung ausgegeben. Als weitere Auswertungen werden digitale Gelände-Modelle (DGM) und 3D-Volumenkörper erstellt und mit Farbinformationen texturiert. Die DGMs sind die Grundlage zur automatischen Erstellung beliebiger Schnitte horizontal (Höhenlinien) und vertikal (Profile). Diese Schnittlinien werden im DXF-Format an das AutoDesk CAD-System übergeben.

### 4. Einsatzgebiete des Laserscanners

Der Riegls-Scanner wurde in den letzten Jahren für folgende Aufgaben eingesetzt:

- Detaillierte Aufnahmen von Hohlräumen
- Bestandsaufnahme von Landschaftsbauwerken
- Kollisionsprüfung technischer Planungen
- Basisdaten für virtuelle Welten, SimLab
- Flächenhafte Deformationsanalysen

Nachfolgend werden verschiedene Projekte zu den oben genannten Aufgabengebieten vorgestellt.

#### 4.1 Detaillierte Aufnahmen von Hohlräumen

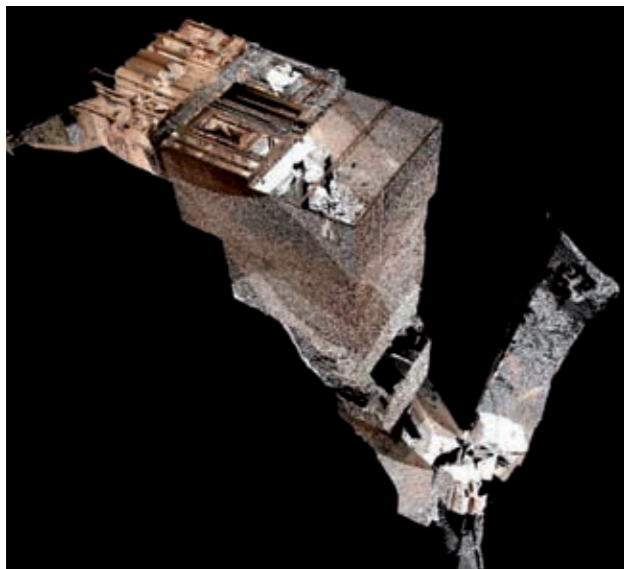
Zu diesem Aufgabengebiet zählt die Aufnahme der Kuppenhöhlräume am Standort Unterbreizbach.



Lader mit Scanner vor einer Kuppe / LHD with scanner in front of a dome

Inzwischen hat der Riegl-Scanner den Amberg-Profilier für diese Aufgabe abgelöst. Aufgrund der 10.000 mal höheren Messgeschwindigkeit wird mit Auf- und Abbau in der Hälfte der Zeit die Kuppe mit deutlich dichter Punktwolke aufgemessen. Wegen des hohen Gewichtes der Scannerausrüstung lässt sich das Instrument aber nicht mehr auf dem Amberg-Schlitten hineinschieben oder herausziehen. Zur Zeit wird dafür ein ferngesteuerter Lader aus der Produktion abgezogen, als Ersatz wurde schon ein deutlich kleinerer Geräteträger in Form eines kettengetriebenen Böschungsrasenmähers mit Fernsteuerung und Dieselmotor getestet.

Neben der Kuppenvermessung in Unterbreizbach besteht öfter die Aufgabe, auch andere unzugäng-



Punktwolke des Füllortes Schacht Herfa / Pointcloud of the bottom of shaft „Herfa“

liche oder geometrisch anspruchsvolle Hohlräume zu erfassen. Für die qualifizierte Verfüllung des Füllortes unterhalb der ersten Sohle im Schacht Herfa war es notwendig, den Hohlraum mit hoher Präzision zu erfassen, um das notwendige Versatzmaterial von über Tage in der richtigen Menge zu ordern. Zu diesem Zweck wurde der Scanner, ähnlich wie ein Hängetheodolit, über Kopf in ein Loch über dem Füllort eingehangen. Die anderen Standpunkte wurden standardmäßig mittels Stativ aufgebaut. Zur Auswertung wurden Höhenlinienmodelle angefertigt und daraus der Hohlraum berechnet.

#### 4.2 Bestandsaufnahmen von Landschaftsbauwerken

Aufgrund der Reichweite von über 500 m eignet sich der Riegl-Scanner sehr gut zur Aufnahme komplexer Haldenstrukturen. Eines der ersten Projekte war die Massenermittlung an der Halde Unterbreizbach. Diese Halde wurde aufgrund ihres in der Fabrik Hattorf benötigten Wertstoffgehaltes von einem Auftragnehmer abgetragen und per LKW dorthin transportiert. Da die Abrechnung über das Transportvolumen erfolgte, wurde die Halde regelmäßig aufgemessen und die Massenreduktion gegenüber dem letzten Quartal ermittelt. Das Aufmaß mittels Tachymeter oder GPS wurde vom Auftragnehmer nicht zuletzt wegen der beschränkten Punktdichte angezweifelt und führte oft zu Diskussionen, da die ermittelten Massenbewegungen nicht zu seinen Aufzeichnungen der Fahrspiele passten. Die Punktwolken der Scannervermessung lieferten eine Punktdichte, die letztlich zu einer Versachlichung der Diskussion beitrug. Das Aufmaß der Halde erforderte mehr Standpunkte als beim Tachymetrieren, da nur vom Scanner sichtbare Objekte erfasst werden können. Die Möglichkeit einer indirekten Messung mittels Reflektorstab (offset vom Messobjekt) wie bei der Tachymetrie ist beim Scannen nicht möglich. Aufgrund der hohen Scangeschwindigkeit bedeutete die neue Messtechnik aber keinen größeren Zeitaufwand vor Ort als beim Tachymetrieren oder mittels GPS. Die Punktwolken der verschiedenen Standpunkte werden mittels RiSCAN PRO miteinander vereinigt. Aus der vereinigten Punktwolke wird ein digitales Geländemodell (DGM) erstellt. Die Massenermittlung erfolgt über Verschneidung zweier DGM.

#### 4.3 Kollisionsprüfung technischer Planungen

Im Rahmen technischer Planungen auf engem Raum innerhalb bestehender Fabrikanlagen stehen die Planer vor der Frage, wie genau und wie vollständig die technischen Zeichnungen der Anlagen sind. Um teure Anpassungen und Verzögerungen der Fertigstellung zu vermeiden, wurde der Scanner bereits mehrfach zur Erstellung einer Punktwolke herangezogen, die dann den Planern zur Verfügung gestellt wurde. Dort werden die Punktwolken in das Konstruktionsprogramm Pro e eingelesen. Anhand einer Kollisionsanalyse wird die Planung überprüft und gegebenenfalls angepasst. Zwei Beispiele zu dieser Anwendung sind der Neubau einer Mühlenanlage in Wintershall und die Planung einer neuen Fertigungsanlage in einem bestehenden Fabrikgebäude in Bad Salzdetfurth.



Punktwolke Fabrik Wintershall für Bauplanung / Pointcloud for construction planning, Wintershall plant

#### 4.4 Basisdaten für virtuelle Welten, SimLab

Für das Projekt virtueller Bohrwagenbedienstände waren realitätsnahe, virtuelle Bohrorte notwendig, um die Simulation realistisch erscheinen zu lassen. Dieses Projekt wird von der Firma Datenflug in Berlin begleitet und maßgeblich entwickelt. Erste Versuche, einfache geometrische 3D-Modelle mit Hilfe von Digitalfotos zu texturieren, waren wenig befriedigend. Mit dem Laserscanner ist die dreidimensionale Erfassung der Vor-Ort-Situation kein Problem und mit der aufgesetzten Nikon-Kamera werden Fotos für die exakte Texturierung aufgenommen. Problematisch gestaltete sich die gleichmäßige und farbechte Ausleuchtung der Ortsbrust. Zunächst wurden sechs 400-Watt-Strahler

eingesetzt, um die Bereiche um die Ortsbrust anzuleuchten.

Leider ist die Helligkeitsverteilung mit dem Auge vor Ort nicht erkennbar. Auch die Veränderung der Farbwerte ist abhängig vom Alter und von der Leuchtdauer des Leuchtmittels und eröffnete bei der Auswertung so nicht erwartete Probleme. Es erforderte eine aufwendige Nachbereitung jedes einzelnen Fotos, um einen stimmigen Farbeindruck zu erhalten. Da die externe, hochauflösende Kamera viele Möglichkeiten bietet, experimentierte man bei späteren Ortsbrustaufnahmen mit Langzeitbelichtung von 15 Sekunden. Beim Riegl-Scanner erkennt man im Gegensatz zu Scannern mit integrierten Kameras, wann welches Foto geschossen wird. Während der Blendenöffnungszeiten wird der Stoß neben dem Scanner stehend mit Hilfe eines gewöhnlichen Halogen-Handstrahlers schwenkend beleuchtet. Das Ergebnis sind relativ gleichmäßig ausgeleuchtete Bilder ohne störenden Farbstich.

Alternativ sind Aufnahmen mit Blitzlicht möglich, die jedoch eine salzstaubfreie Luft voraussetzen. Ansonsten sind die Blitzlicht-Aufnahmen durch unerwünschte Reflexionen an den Schwebeteilchen in der Luft in der Regel nicht verwertbar.

Die so gescannten Bohrorte werden durch etwa 10 Millionen Messpunkte abgebildet. Um die eigentliche Bohrwagen-Simulation nicht durch Rechenoperationen für die virtuelle Welt unverhältnismäßig zu erschweren, werden die Ortsbrüste auf ein 3D-Modell aus maximal 15.000 Flächen reduziert. Durch die abschließende Texturierung mit den Fotos wird der

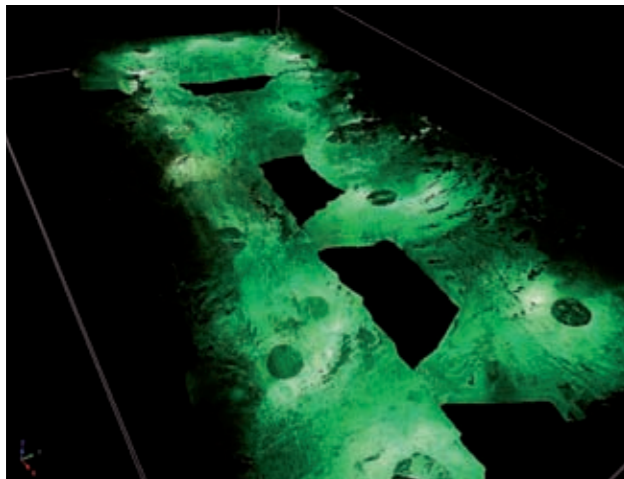


Bildschirmplot eines texturierten 3D-Volumenkörpers für SimLab / Screenshot of a textured 3D-solid for the SimLab project

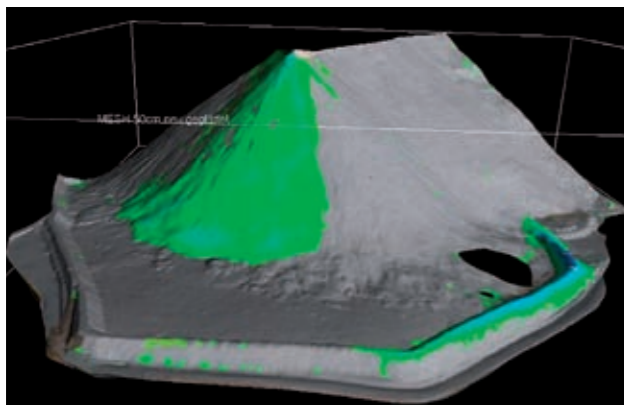
realitätsnahe Eindruck verstärkt. Insgesamt wurden in den letzten Jahren über 60 Bohrorte auf verschiedenen Standorten der K+S KALI GmbH und der esco mit dieser Methode erfasst und die zur Weiterverarbeitung an die Firma Datenflug in Berlin gegeben. Inzwischen werden nach der gleichen Methode ganze Fahrwege für Lader-Simulationen aufbereitet.

#### 4.5 Flächenhafte Deformationsanalyse

Neben dem klassischen Verfahren, Deformationen über eigens eingerichtete Messpunkte zu untersuchen, bietet die Scannermessung mit ihrer hohen Genauigkeit die Möglichkeit, komplette Flächen zu überwachen. Mit dem klassischen Verfahren der Deformationsmesspunkte kann man nur dort Deformationen messen, wo man sie auch erwartet hat und entsprechende Messpunkte vermarktet sind. Durch eine Urmessung



Bestandsaufnahme von 3 Pfeilern, Punktwolke aus 75 Mio. Punkten / Pointcloud with 75 Mio. points from three pillars



Analyse der Höhenänderung Rückstandshalde Neuhof / Analysis of altitude change, tailings heap Neuhof

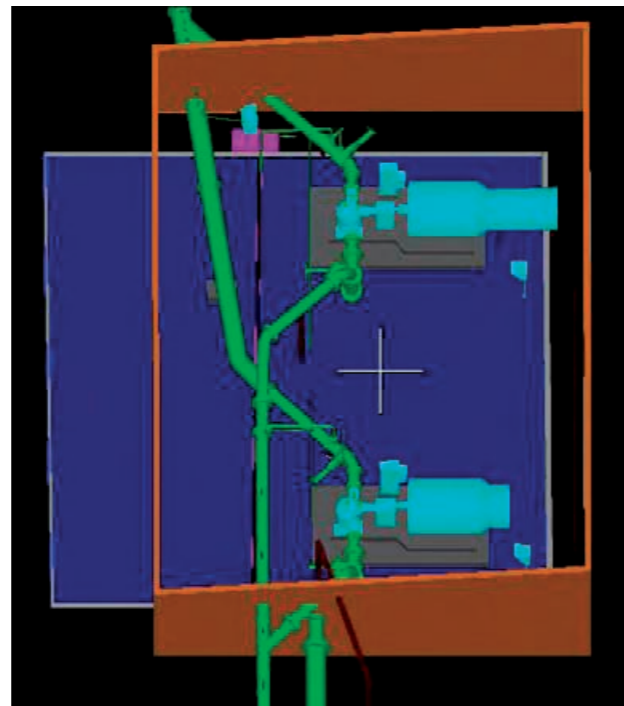
mittels Scanner kann man im Vergleich mit einer späteren Wiederholungsmessung an jeder beliebigen Stelle Deformationen erkennen oder auch ausschließen. Die Flächenhaftigkeit und die Ausbreitung einer Deformation werden sichtbar. Die Genauigkeit eines diskreten Deformationsmesspunktes kann dabei nicht erreicht werden.

Zur Anwendung kommt diese neue flächenhafte Deformationsanalyse unter wie auch über Tage. Unter Tage dient dieses Verfahren z.B. dazu, langzeitliche Veränderungen der Pfeilerkontur detailliert kontrollieren zu können.

Über Tage wurden an der Salzlückstandshalde in Neuhof mittels solcher Messreihen unterschiedliche Schütt-Verfahren untersucht.

#### 5. Erkenntnisse durch den bisherigen Einsatz des Riegl-Scanners

Die bisherigen Einsätze des Riegl-Scanners umfassten Spezialaufgaben, die beim Einsatz von Tachymetern ein Vielfaches an Zeit benötigt hätten und zum Teil nicht mit der gleichen Qualität durchführbar gewesen wären. Verbesserungsbedürftig beim Einsatz des Scanners sind zum Teil die unhandlichen und mit mehreren Kabeln zu verbindenden Komponenten, wobei zu



Auswertung mit PHIDIAS zur Erzeugung von Rohrleitungen / Pipelines processed with PHIDIAS

erwähnt ist, dass sich die Ausrüstung wie erwartet als sehr robust erwiesen hat und auch bei Temperaturen von über 50° eingesetzt werden konnte.

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Fakt ist, dass die eigentliche Messung nicht die meiste Arbeitszeit bindet, sondern die Auswertung. Auf einen Messtag kommen je nach Aufgabenstellung etwa 2–4 Auswertetage. Um die Auswertungszeiten zu reduzieren bemühen sich inzwischen verschiedene Programmierer um die Entwicklung intelligenter Software.

Eine Aufgabe ist dabei die Erkennung und Verfolgung von Objekten, wie zum Beispiel Rohrleitungen mit ihren Nenndurchmessern, Muffen, Ventilen und Abgängen. Auch wir hatten uns zum Ziel gesetzt, mit dem Scanner die Rohrleitungen in den drei Fabriken zu dokumentieren. Aber selbst mit der leistungsstarken Spezial-Software PHIDIAS von PHOCAD ist das Erfassen der Rohrleitungen eine zeitaufwendige Aufgabe und wurde bisher selten eingesetzt.

#### 6. Tachymeter mit Scanfunktion

Seit Ende 2008 kommt für den übertägigen Bereich mit der TOPCON IS eine Totalstation mit Scanfunktion und integrierter Kamera zum Einsatz. Haupteinsatzgebiet ist die reflektorlose Messung großer Distanzen, wie zum Beispiel bei der Haldenvermessung. Für diese Aufgaben zeichnet sich der TOPCON IS mit hoher Reichweite beim reflektorlosen Messen von deutlich über 1 km und der Möglichkeit, ein Foto zum Dokumentieren



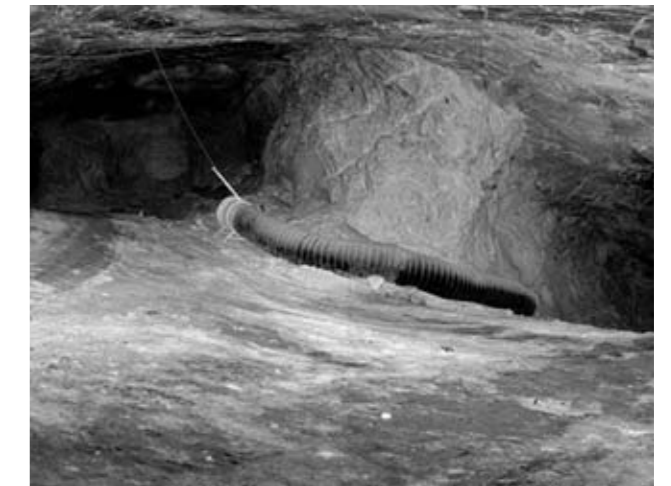
TOPCON IS in einer Kristallgrotte / TOPCON IS in a cave of salt crystals

des Messpunktes abzuspeichern, aus. Die zusätzliche Scanfunktion wurde zwar getestet, sie ist aufgrund der geringen Geschwindigkeit aber keine echte Alternative zu einem „richtigen“ Vermessungs-Scanner. Die zusätzliche Möglichkeit, gescannte Oberflächen mit den Fotos zu texturieren, funktioniert nur bei guten Lichtverhältnissen.

Die TOPCON IS ist eine sehr gute Totalstation mit konkurrenzloser, reflektorloser Reichweite und bietet, bei ausreichender Beleuchtung, sehr gute Fotodokumentationen vom Messgebiet, sie kann aber einen Vermessungs-Scanner nicht ersetzen.

#### 7. Ausblick

Die Weiterentwicklung der Scanner-Technik in den letzten Jahren liefert immer kleinere und handlichere Instrumente bei enorm gesteigerter Messgeschwin-



2D-Abwicklung der Punktwolke einer FARO-Testmessung / 2D picture of scan data by FARO testscan

digkeit. Gleichzeitig sinken die Preise. In 2010 kam von FARO ein neuer äußerst handlicher Scanner mit integriertem Bedien-Display auf den Markt, der wegen seiner hohen Messgeschwindigkeit (bis zu 900.000 Punkte/sec.) sehr detaillierte Punktwolken vom Aufnahmegebiet liefert. Testmessungen im Oktober und Januar zeigten, dass wegen der hohen Punktdichte sogar Kabel und Ankerplatten an der Firste klar erkennbar waren. Dieser Scanner kostet nur noch etwa soviel wie ein guter Tachymeter und ist damit gerade halb so teuer wie die meisten anderen Scanner auf dem Markt. Nachteilig ist die relativ geringe Reichweite. Bei den Testmessungen wurden

in den Grubenbauen maximal 50 m erreicht. Für die Nachtragsmessung in den normalen Strecken ist das ausreichend, aber für viele Sonderaufgaben, wie zum Beispiel die Messung in Kuppenhohlräumen, ist das zu wenig.

Gleichzeitig steigen die Ansprüche an die Vermessung. Im Folgenden werden neue Anforderungen aufgezählt, die eine generelle Erfassung aller Grubenhohlräume mit Scannern von Vorteil erscheinen lassen:

- Grundlage für die 3D-Zulage des Objekt-orientierten Stoßkantenmodells im GTIS GeoBASE II
- Automatische Erfassung und Klassifizierung von Steigungsverhältnissen
- Datengrundlage für Bewertung langfristiger Hohlraum-Konvergenzen



Testmessungen, links RIEGL, rechts FARO / Test scanning, left RIEGL, right FARO

Das Aufmaß der Grubenbaue war in den letzten Jahrzehnten hauptsächlich das Ziel der Nachtragung des amtlichen Risswerks. Dieses besteht aus Grundrissen im Maßstab 1:2.000 mit Angaben zur gebauten Mächtigkeit und zur NN-Höhe der Sohle. Auch bei der Umstellung auf die Zeichnungserstellung mittels CAD Anfang der 1990er änderte sich daran wenig. Zu diesem Zweck ist das Verfahren der Stoßaufnahme mit einem reflektorlos messenden Tachymeter weitgehend optimal. Will man aber die dreidimensionale Objektdatenbank von GeoBASE II mit Messpunkten und Stoßkanten aufbauen und pflegen, so erhöht sich der Messaufwand für den einzelnen Messpunkt. Neben der in einer beliebigen Höhe am Stoß gemessenen maximalen Streckenausdehnung gehört auch die NN-

Höhe der Sohle in der Streckenmitte genauso wie auch die aufgefahrene Mächtigkeit aus der Streckenmitte zu einem Messpunkt-Objekt in der 3D-Datenwelt von GeoBASE II.

Hier könnten perspektivisch günstige Scanner zum Einsatz kommen. Aufgemessen würden die Strecken dann etwa alle 20 m, was bei den hohen Messgeschwindigkeiten eine Standzeit von etwa 5 Minuten bedeutet. Voraussetzung für effizientes Arbeiten ist dabei eine automatische Verschmelzung der Punktwolken aller Aufnahmestandpunkte.

Das ist bisher bei der Software von FARO noch nicht möglich, hier müssen in beiden Punktwolken eine ausreichende Anzahl von Zielmarken aufgestellt werden, die auch bei der Auswertung wieder zugewiesen werden müssen.

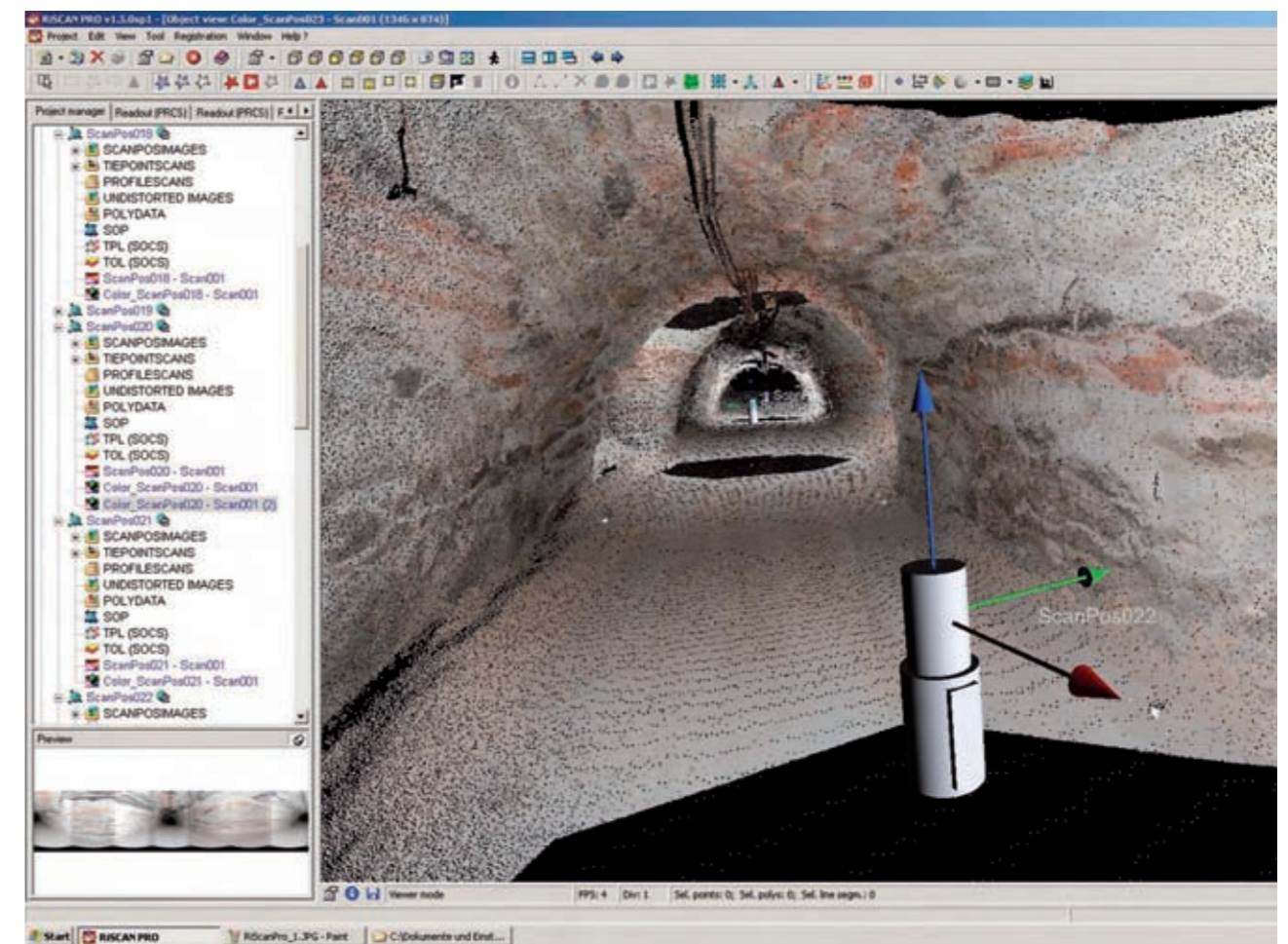
Riegl hat ihre Software inzwischen so weit entwickelt, dass gleiche Strukturen in den Punktwolken automatisch identifiziert werden und die Punktwolken anschließend miteinander verschmelzen.

Leider kostet der aktuelle Riegl-Scanner das Doppelte, aber er bietet auch ein Vielfaches an Reichweite, hat eine geschütztere Optik und ist nicht entscheidend größer und schwerer als der FARO.

Trotz aller Vorteile der Scannermessung bleibt aber ein wichtiger Punkt zu berücksichtigen. Alle Scanner und jede Software brauchen auch in Zukunft ein dichtes Netz von Lage- und Höhenfestpunkten, um die örtlich gemessenen Punktwolken georeferenzieren zu können. Das heißt Scanner können Tachymeter und Nivellier nicht ersetzen.

Schwachpunkt der Scanner-Vermessung ist noch immer die Auswertung. Aus den Punktwolken von Milliarden von Messpunkten müssen genau die Messpunkte und Stoßkanten generiert werden, die an die GeoBASE II-Datenbank übergeben werden sollen. Diese Aufgabenstellung wurde mit zwei auf Scannerdaten spezialisierte Software-Anbietern diskutiert und beide wollen in absehbarer Zeit eine Lösung vorstellen.

Aus dem so erstellten Stoßkantenmodell könnten, wie inzwischen gefordert, automatisch die Steigungsverhältnisse der Strecken ermittelt und klassifiziert werden. Über die neue Web-basierte GeoBASE II-Auskunft stünden solche Infos unmittelbar nach Auslesen der Daten als entsprechende thematische Ansichten für einen ausgewählten Nutzerkreis zur Verfügung. Die Punktwolke würde, wegen der immen-



RiSCAN PRO mit der Punktwolke einer Streckenaufnahme / RiSCAN PRO with the pointcloud of a tunnel scan

sen Datenmenge, in der ersten Stufe nicht in die GeoBASE II-Datenbank fließen. Diese Rohdaten würden projektweise außerhalb der GeoBASE II-Datenbank gespeichert. In der digitalen Zulage-Niederschrift ist jedoch der Speicherort hinterlegt, sodass man auch nach Jahren die detaillierten Messdaten als Nullmessung wieder zur Verfügung hätte, um zum Beispiel Veränderungen an Grubenräumen oder technischen Anlagen nachweisen zu können.

Denkbar ist weiterhin die Erstellung mit Graustufen texturierter vereinfachter 3D-Volumenkörper, ähnlich der virtuellen Grubenbaue im Rahmen von SimLab, die dann als neues Objekt in die GeoBASE II-Datenwelt eingebucht werden. In einem begrenzten Umfang könnten diese zusammengeladen und zur Anzeige gebracht werden, um sie zum Beispiel für geologische Interpretationen zu nutzen. Aber auch hier ist die entsprechende automatische Aufbereitung noch in der Entwicklung. Die in den letzten Jahren gesammelten

Erfahrungen mit vorhandener Scannertechnik an der Werra und die Entwicklung von neuen Instrumenten und leistungsfähiger Auswerte-Software ermutigen dazu, Laserscanner zukünftig nicht nur als Instrumente für Spezialaufgaben zu nutzen, sondern auch in den täglichen Vermessungsprozess zu integrieren. Damit können die anspruchsvolleren Aufgaben in der Zukunft effizient gelöst werden. Es bleibt spannend, diese Entwicklungen zu begleiten und voranzutreiben.

Die bisher erreichten Optimierungen bei Umsetzung der reflektorlosen Tachymetrie sind der Verdienst der Vermessungs-Ingenieure vor Ort. Stellvertretend möchte ich mich hiermit bei den drei Leitern der Standort-Markscheidereien, Herrn Heinemann, Herrn Mecke und Herrn Stöber, bedanken. Herrn Richter gilt mein Dank für die Entwicklung geeigneter Mess- und Auswertekonzepte im Rahmen der vorgestellten Sonderprojekte mit dem RIEGL-Laserscanner.

# Die neue Verbindungsstrecke Heilbronn–Kochendorf



Dr.-Ing. Gerd Bohnenberger,  
Südwestdeutsche Salzwerke AG,  
Heilbronn



Wolfgang Rütter,  
Südwestdeutsche Salzwerke AG,  
Heilbronn

## 1. Ausgangslage

### 1.1 Bergwerk Kochendorf

Im Steinsalzbergwerk Kochendorf werden seit dem Jahr 1992 die durch den Steinsalzabbau geschaffenen Hohlräume auf Grund bergbehördlicher Anordnung mit bergbau-eigenen und bergbaufremden Abfällen planmäßig versetzt. Hierzu wurden am Standort Bad Friedrichshall-Kochendorf umfangreiche technische Anlagen errichtet, in denen die bergbaufremden Abfälle in eine für das Versetzen geeignete Form aufbereitet und konditioniert werden (Abb. 1). Die Schachtförderanlage des Bergwerks Kochendorf wurde zur leistungsstarken Abwärtsförderung umgebaut, mit der jährlich etwa 800.000 t Schüttgüter nach unter Tage transportiert und dort mit Bandförderanlagen zu den zu versetzenden Hohlräumen gefördert werden können. Die für eine Dauer von ca. 25 Jahren veranschlagte Versatzleistung ist in den letzten Jahren so weit fortgeschritten, dass bereits im Jahr 2012 die wesentlichen Bereiche der Grube Kochendorf versetzt sein werden. Die dann noch vorhandenen Resthohlräume lassen eine hohe Versatzleistung mit Schüttgütern nicht mehr zu und werden mit Behälterversatz (sog. Big Bags) und Steinsalzaufbereitungsrückständen verfüllt. Dies wird noch einen Zeitraum von weiteren fünf bis sechs Jahren in Anspruch nehmen.



Abb. 1: Schacht Kochendorf, Entladung von bergbaufremden Abfällen / Kochendorf shaft, unloading of non-mining bulk material

### 1.2 Bergwerk Heilbronn

Durch Planfeststellungsbeschluss wurden im Jahr 1998 die Errichtung und der Betrieb einer Untertagedeponie im Steinsalzbergwerk Heilbronn für eine Laufzeit von 30 Jahren genehmigt. Grundlage für die Erteilung der Genehmigung war unter anderem ein Standsicherheitsnachweis unter Berücksichtigung der Langzeitsicherheit. Da im Bergwerk Heilbronn während der Laufzeit des Deponiebetriebs und darüber hinaus weiterhin Steinsalzabbau vorgesehen ist, wurde die Auflage erteilt, den Ablagerungsbereich im Bergwerk Heilbronn von den Mineralgewinnungsbereichen durch ausreichende Sicherheitsfesten zu trennen. Für die notwendigen Durchörterungen war der Nachweis der langzeitsicheren Verschlussbarkeit zu führen. Des

Weiteren wurde im Standsicherheitsnachweis ausgeführt, dass für die Betriebsphase der Untertagedeponie die vorhandenen natürlichen Barrieren die durch die Erstellung der bergbaulichen Hohlräume bedingten Ausgleichsbewegungen problemlos aufnehmen können. Im Hinblick auf die Nachbetriebsphase wurde vom Gutachter empfohlen, durch Mindestanforderungen an die geotechnische Qualität der zur Ablagerung vorgesehenen Abfälle und durch ein geeignetes Einbauverfahren Senkungen zu reduzieren und damit ein hohes Sicherheitspotenzial für den langfristigen Schutz der Biosphäre zu erhalten. Diese Empfehlung wurde nicht nur für den eigentlichen Ablagerungsbereich erteilt, sondern für alle Hohlräume, die sich ablageungsseitig der oben beschriebenen

Sicherheitsfesten befinden und vom Gutachter als Kontrollbereich bezeichnet werden.

Es lag daher nahe, die mit dem zu Ende gehen der Versatzleistung im Bergwerk Kochendorf verfügbaren Schüttgutmenge für die Verfüllung des Kontrollbereichs einzusetzen und somit vorzeitig mit den Stilllegungsmaßnahmen für die Untertagedeponie Heilbronn zu beginnen.

## 2. Transportweg für die Schüttgüter

Für den Transport der Schüttgüter vom Werk Kochendorf zu den zu verfüllenden Hohlräumen im Bergwerk Heilbronn wurden folgende Varianten in Betracht gezogen (Abb. 2):

1. Nutzung der bereits bestehenden untertägigen Verbindungsstrecke von Kochendorf nach Heilbronn

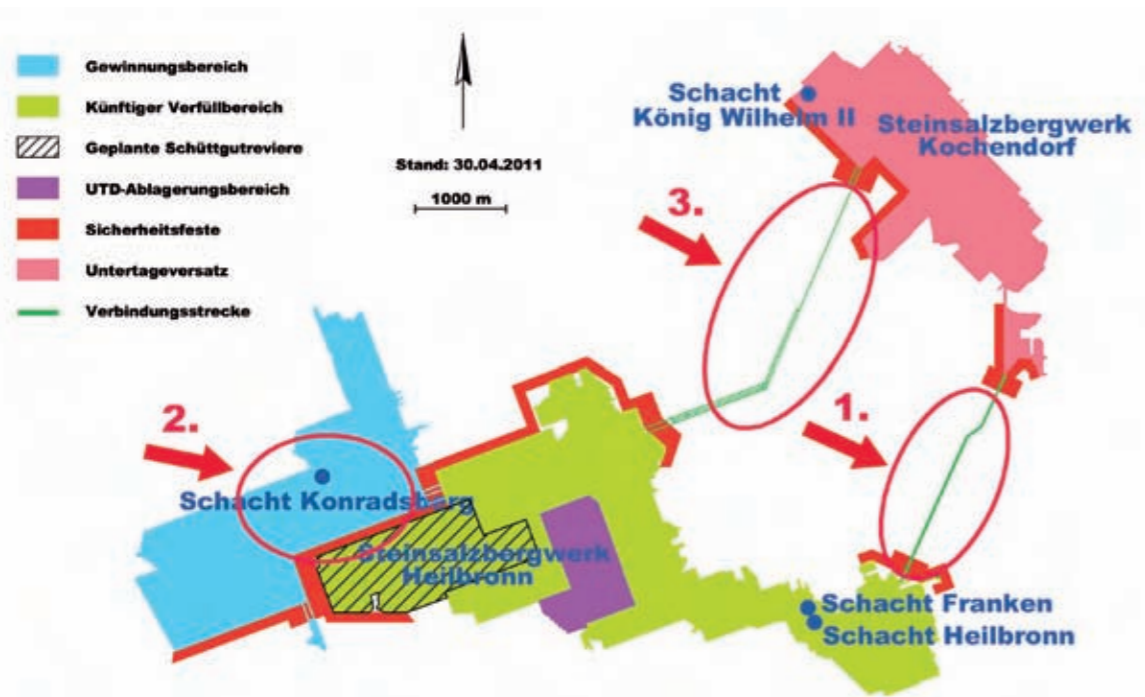


Abb. 2: Varianten 1-3 für den Transportweg / Options 1-3 for the transportation route the deformation of railway line

als untertägiger Transportweg.

2. Übertägiger Transport der Schüttgüter zum Werksgelände am Schacht Konradstern und Förderung über eine im Schacht Konradstern zu installierende Abwärtsförderanlage.

3. Schaffung eines neuen untertägigen Transportwegs durch Auf-fahrung einer direkten Verbindungsstrecke zwischen den beiden Bergwerken.

Zu 1.: In der seit 1984 bestehenden untertägigen Verbindungsstrecke wurde bereits 1994 eine Bandanlage für den Transport von Steinsalzaufbereitungsrückständen von Heilbronn nach Kochendorf verlegt, die wie oben erläutert noch mehrere Jahre betrieblich benötigt wird. Zur Verlegung einer zweiten Bandanlage wäre es notwendig, die Strecke zu erweitern oder Parallelstreckenauffahrungen vorzunehmen. Da sich darüber hinaus der Anschlusspunkt der Verbindungsstrecke im Südosten des Bergwerks Heilbronn befindet, der überwiegende Teil der zu verfüllenden Hohlräume aber im Nordwesten der Grube liegt,

wären zusätzliche umfangreiche Bandanlagen innerhalb des Gruben-geländes Heilbronn zu verlegen. Zu 2.: Bei dieser Variante müssten hohe Investitionssummen für den Ausbau des Schachts Konradstern zum Förderschacht sowie die zugehörigen übertägigen und unter-tägigen Infrastrukturmaßnahmen aufgewendet werden. Auch wäre mit langwierigen Genehmigungsverfahren aufgrund der Nähe zu

Wohnbebauungen im Hinblick auf das künftige Verkehrsaufkommen zu rechnen.

Zu 3.: Die Herstellung einer direkten untertägigen Verbindung der Schachtförderanlage Kochendorf mit dem Nordosten der Grube Heilbronn stellte sich angesichts der o. a. Aspekte der beiden anderen Varianten als interessanteste Lösung heraus. Zur Entscheidungsfindung war jedoch zunächst zu

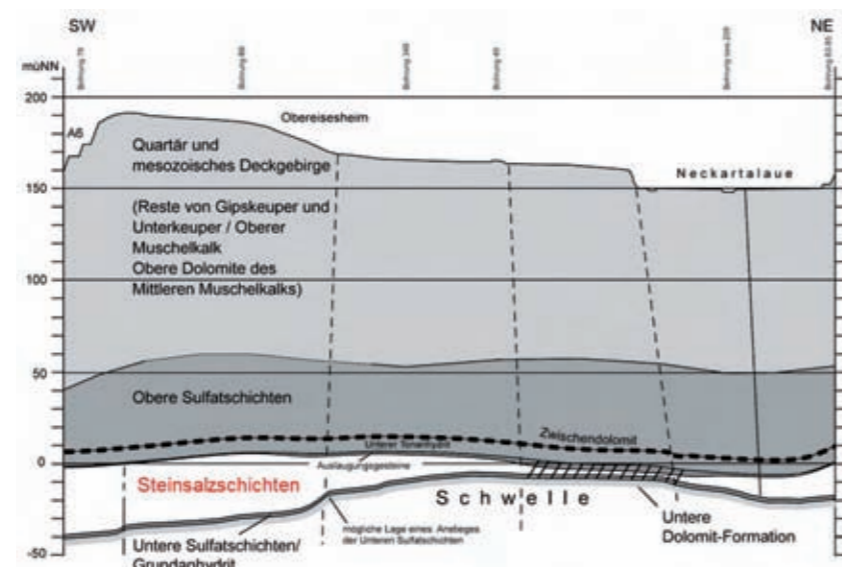


Abb. 3: Geologischer Schnitt im Bereich der neuen Verbindungsstrecke / Geological profile at the new connecting drift

klären, ob und mit ggf. welchen ausbautechnischen Aufwendungen eine sichere Auffahrung bei den als anspruchsvoll prognostizierten geologischen Verhältnissen möglich war.

### 3. Geologische Verhältnisse

Gemäß den bekannten geologischen Aufschlüssen und Interpretationen war davon auszugehen, dass in dem Bereich zwischen dem Norden der Grube Kochendorf und dem Nordosten der Grube Heilbronn nur geringe Steinsalzmächtigkeiten vorhanden sind, bis hin zu völligem Ausbleiben des Steinsalzes. Es wurde daher zunächst eine geologische Expertise eingeholt, in der ein engerer Bereich vorgeschlagen wurde, in dem aus geologischer Sicht eine Streckenführung am geeignetsten erschien. Allerdings wurde von den Geologen prognostiziert, dass auch in diesem Bereich damit gerechnet werden muss, dass zumindest im mittleren Streckenteil die Steinsalzmächtigkeit abnimmt und evtl. Auslaugungsgebiete angefahren wird. Entscheidend für eine grubensicherheitslich unbedenkliche Auffahrung war die Aussage, dass die über dem Steinsalzlager befindliche Obere Sulfatregion als Wasserschutzschicht auf der gesamten Länge als mächtig und kompetent angenommen werden kann (Abb.3). Gemeinsam mit dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau als Fach- und Genehmigungsbehörde wurde vereinbart, zur Überprüfung dieser Annahmen zwei Erkundungsbohrungen von der Tagesoberfläche aus durchzuführen. Beide Bohrungen ergaben tatsächlich eine geringe Steinsalzmächtigkeit, bestätigten aber die angenommene Kompetenz der Oberen Sulfatregion. Auf dieser

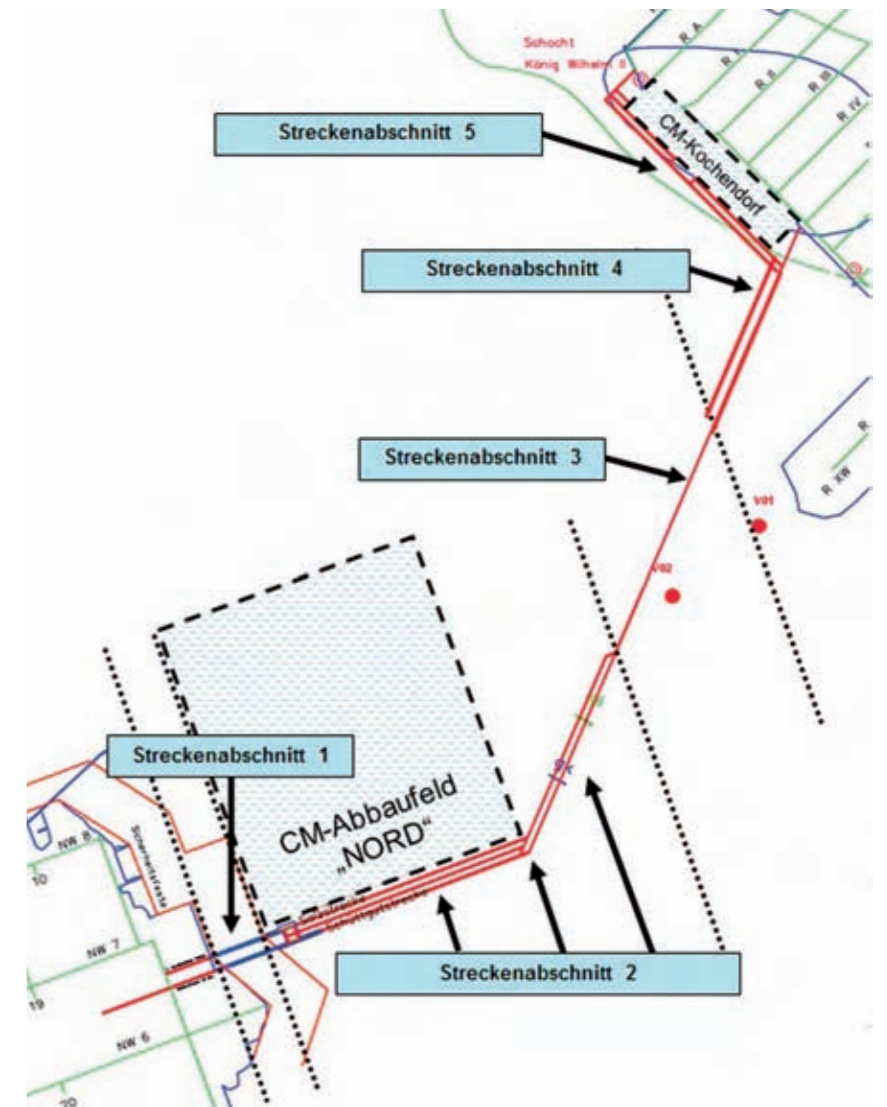


Abb. 4: Verlauf der neuen Verbindungsstrecke / Course of the new connecting drift

Grundlage konnten die weiteren Planungen für die Streckenauffahrung erfolgen.

### 4. Lage der Verbindungsstrecke und weitere Planungen

Es wurde entschieden, die Verbindungsstrecke vom Bergwerk Heilbronn aus aufzufahren, um das im Zuge der Streckenauffahrung anfallende Steinsalz bei ausreichender Qualität in die Förderung mittels der mit dem Streckenfortschritt vorzubauenden Bandförderanlage aufgeben zu können. Am Streckenansatz war das Belassen einer Sicherheitsfeste gemäß den Auflagen des Planfeststellungsbeschlusses für

die Untertagedeponie Heilbronn zu berücksichtigen. Lage und Querschnitt der beiden vorgesehenen Durchörterungen waren zu definieren und im Hinblick auf einen langzeitsicheren Verschluss gutachterlich zu bewerten. Aufgrund der im Heilbronner Bereich zu erwartenden guten Steinsalzmächtigkeiten sollte die Strecke anschließend im Drei-Strecken-System mit der Abbaumaschine „Continuous Miner“ aufgefahren werden. Der Zuschnitt sollte einen späteren optimalen Abbau in diesem Bereich ermöglichen. Mit Abnahme der Steinsalzmächtigkeit sollte dann auf Direktverbindung Richtung Grube Kochendorf

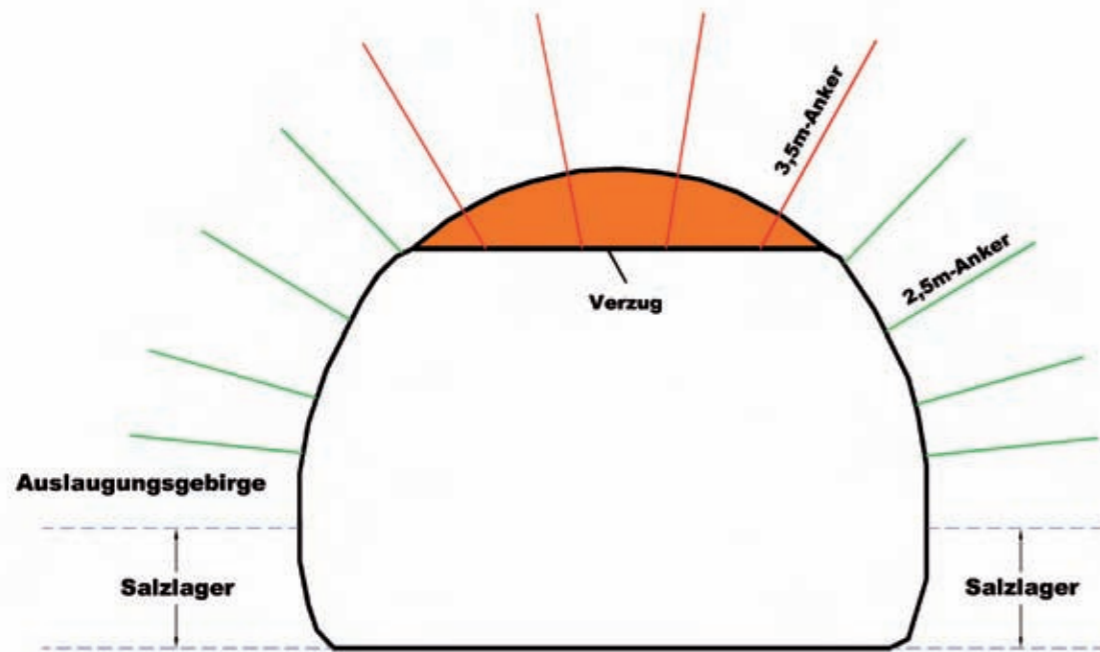


Abb. 5 a: Streckenprofil mit Ausbauplanung und Umsetzung / Section profile with development planning and implementation

umgestellt werden, soweit möglich als Doppelstrecke, für die Bewetterung, Infrastruktur, Förder- und Fahrwege. Es wurde angestrebt, so weit wie möglich den Streckenvortrieb mittels Continuous Miner fortzuführen und erst bei weiterer Abnahme der Steinsalzmächtigkeit auf Einzelstrecke mit Teilschnittmaschinenvortrieb umzustellen. Für diesen Bereich war ein geeigneter Sicherheitsausbau zu planen. Mit größer werdender Steinsalzmächtigkeit wurde eine Wiederumstellung auf Doppelstrecke im Continuous-Miner-Betrieb vorgesehen. Nach dem Durchschnitt zur Grube Kochendorf, bei der wiederum eine Sicherheitsfeste zu durchörteren war, sollte zunächst durch zwei Parallelstrecken eine Verbindung zum Schacht in Kochendorf geschaffen werden. Bei ausreichender Salzmächtigkeit wurde auch ein Steinsalzabbau im Bereich zwischen diesen Strecken und dem bestehenden Grubengebäude Kochendorf ins Auge gefasst.

Mit dieser Detailplanung wurden die entsprechenden abfall- und

bergrechtlichen Genehmigungsverfahren eingeleitet und nach Vorliegen der Zulassungen konnte Ende November 2007 mit der Streckenauffahrung am nordöstlichen Rand der Grube Heilbronn begonnen werden.

#### 5. Streckenabschnitt 1 – Durchörterung der Sicherheitsfeste (Abb. 4)

Zunächst wurden die zwei Strecken in der Sicherheitsfeste für Förderung, Fahrweg und Wetterführung

mit jeweils einem reduzierten Querschnitt von 10 Meter Breite und 5 Meter Höhe sowie 200 Meter Länge aufgefahren, um die Möglichkeit für ein späteres Einbringen eines Verschlussbauwerks zu gewährleisten.

Der Förderanschluss erfolgte über eine 200 Meter lange Bandanlage bis zum Hauptförderweg, wo das gewonnene Salz dem Förderstrom der Grube zugegeben wurde. Die südliche Sicherheitsfeste dient



Abb. 5 b: Streckenprofil mit Ausbauplanung und Umsetzung / Section profile with development planning and implementation

zunächst nur als Abwetterweg und wird nach Beendigung der Salzgewinnung im Bergwerk Kochendorf als Förderweg für Schüttgut genutzt.

#### 6. Streckenabschnitt 2 – CM-Dreifach-/Doppelstrecke

Dieser geologisch und bergtechnisch unproblematische Bereich wurde bis Dezember 2008 aufgefahren, gleichzeitig wurden erste Grubenräume für den später geplanten Abbau im Nordfeld erstellt. Zum Ende des Abschnitts zeigten Firstbohrungen zur Kontrolle der Salzmächtigkeit wie erwartet abnehmende Werte.

Die Förderbänder wurden in diesem Abschnitt in der südlichen bzw. östlichen Strecke, der sog. „Schüttgutstrecke“ aufgebaut.

#### 7. Streckenabschnitt 3 – TSM-Vortrieb

Anfang Januar 2009 begann der anspruchsvollste Abschnitt des Vorhabens. Zum Einsatz kam eine Teilschnittmaschine (TSM) des Typs AM 85, die seit mehreren Jahren im Bergwerk Kochendorf zur Erweiterung der Infrastrukturstrecken für den Versatzbetrieb notwendig war. Zur Förderung wurde ein GHH-Lader der 12-t-Klasse aus dem Grubenbetrieb gewählt.

Durch den gebirgsmechanischen Gutachter war ein Ausbauschema abgestuft nach der verbliebenen Salzmächtigkeit mit drei Klassen vorgegeben worden, das ab Unterschreitung einer Salzmächtigkeit von 2 Metern in der Firste angewendet wurde. Vier Stahllanker des Typs GS 25 mit 3,5 Meter Länge wurden im höchsten Firstbereich als Klebeanker eingebracht. Diese Länge war notwendig, um einen Ringraum von ca. zwei Metern um den Streckenumfang sowie



Abb. 6 a: Bohrwagen für Ankerarbeiten / Vehicle for drilling and bolting



Abb. 6 b: Bohrwagen für Ankerarbeiten / Vehicle for drilling and bolting

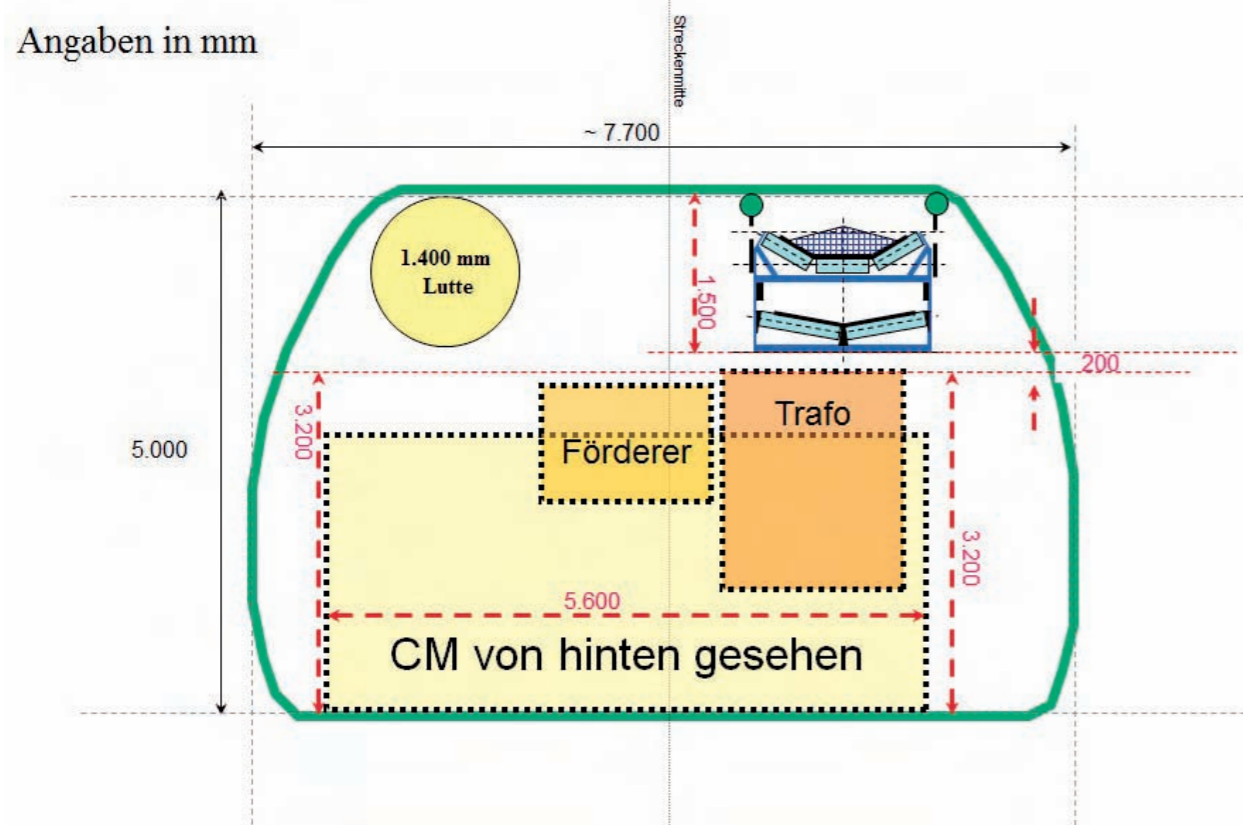


Abb. 7 a: Umsetzen des Continuous Miners durch die Einzelstrecke / Implementation of Continuous Miner through the drift

den von der Schneidgeometrie der TSM erstellten Zwickelraum zu sichern, in dem nach der Theorie des dickwandigen Rohrs keine tragende Funktion gesehen wurde. Bei weiter abnehmender Salzmächtigkeit kamen zusätzliche Anker mit einer Länge von 2,5 Metern im anschließenden Firstprofil zum Einsatz (Abb. 5). Die Anzahl der Klebpatronen wurde so gewählt, dass die Anker zur Gebirgsstabilisierung für den Korrosionsschutz vollständig eingeklebt wurden. Damit wurden Auflockerungen im Auslaugungsgebirge von Anfang an verhindert, und die Standsicherheit der langlebigen Strecke wird gewährleistet.

Für die Bohr- und Ankerarbeiten kam ein Bohrwagen der Fa. Mössinger und Wolter zum Einsatz (Abb. 6). Die Einrichtung wurde auf einem Trägerfahrzeug des Typs RL 852 der Firma Hermann Paus Maschinenfabrik aufgebaut.



Abb. 7 b: Umsetzen des Continuous Miners durch die Einzelstrecke / Implementation of Continuous Miner through the drift

Der vorgesehene Streckenquerschnitt betrug ca. 37 m<sup>2</sup>, um alle erforderlichen Komponenten zur Bewetterung, Gewinnung und Förderung aufzunehmen sowie den teildemontierten Continuous Miner nach erfolgreicher Auffahrung der Einzelstrecke durch den Abschnitt fahren zu können

(Abb. 7). Aufgrund des langen Streckenabschnitts als Einzelstrecke wurde ein Fluchtcontainer mit Grubenfunk und Telefon eingesetzt, der für max. 12 Personen für einen Zeitraum von mindestens 4 Stunden ausgelegt war und im Bereich der Vortriebsmaschine mitgeführt wurde.



Abb. 8 a: Durchschnitt ins Bergwerk Kochendorf / Cut-through in the Kochendorf mine

#### 8. Streckenabschnitt 4 – CM-Betrieb bis zum Durchschnitt

Mit wiederum ansteigender Salzmächtigkeit konnte im Zeitraum August/September 2010 der erneute Wechsel der Vortriebsmaschinen erfolgen, nachdem die AM 85 den ersten Teil der Doppelstrecke für die spätere Montage des für die Durchfahrt durch den dritten Streckenabschnitt teildemontierten CM geschnitten hatte. Diese Doppelstrecke erfüllt die Funktion einer Sicherheitsfeste zwischen der Verbindungsstrecke und dem Bergwerk Kochendorf; eine weitere Sicherheitsfeste als Einzelstrecke bis zum Durchschnittspunkt war als Schutz des Bergwerks gegenüber den zwei Parallelstrecken des fünften Streckenabschnitts vorgesehen. In den wieder ausreichend mächtigen Salzpartien kam der CM schnell voran, so dass der feierliche Durchschnitt bereits am 11. Oktober 2010 in Anwesenheit von Betriebsangehörigen und zahlreichen Gästen stattfinden konnte (Abb. 8 a).

#### 9. Streckenabschnitt 5 – Parallelstrecken

Zur Sicherheit wurden zunächst zwei Parallelstrecken zur Erkundung in Einbruchhöhe aufgeföhren. Beide Strecken sowie der zweite Anschluss an das Bergwerk werden Bestandteil des Förderwegs für die Schüttgüter. Mit dem zweiten Durchschnitt im März 2011 war der Projektabschluss, nämlich

die Auffahrung der erforderlichen Grubenbaue für den Schüttgutweg zwischen den Bergwerken, erreicht. Bis Frühjahr 2012 findet noch Salzgewinnung im Abbaufeld zwischen den Parallelstrecken und dem Bergwerk Kochendorf statt, bevor nach einer zweimonatigen Umbauphase die Schüttgutförderung ins Bergwerk Heilbronn aufgenommen wird.



Abb. 8 b: Durchschnitt ins Bergwerk Kochendorf / Cut-through in the Kochendorf mine



## K+S Gruppe

### Firmennachrichten

Die **K+S Gruppe** ist weiter auf Wachstumskurs: Eine starke Nachfrage nach Düngemitteln und ein überdurchschnittliches Auftausalzgeschäft waren ausschlaggebend für den positiven Geschäftsverlauf im ersten Quartal 2011. Der Umsatz stieg um rund 16% und das bereinigte Konzernergebnis nach Steuern sogar um fast 55% zum Vorjahreszeitraum an.

Der Umsatz der K+S Gruppe stieg im ersten Quartal im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um rund 16% auf knapp 1,8 Milliarden Euro an. In den ersten drei Monaten entfielen ca. 38% des Umsatzes auf den Geschäftsbereich Salz, gefolgt von Kali- und Magnesiumprodukten (rund 32%) und Stickstoffdüngemitteln (rund 27%). Regional verteilt sich der Gruppenumsatz nahezu ausgewogen mit rund 51% auf Europa und 49% auf Übersee.

Das operative Ergebnis EBITI wurde um rund 44% auf 384,3 Mio. € gesteigert. Das bereinigte Konzernergebnis nach Steuern betrug im ersten Quartal 272,0 Mio. € (Q1/10: 175,8 Mio. €) und das bereinigte Ergebnis je Aktie lag bei 1,42 € und damit rund 55% über dem Vorjahreswert.

K+S hat sich der **Initiative „Leitbild für verantwortliches Handeln in der Wirtschaft“** angeschlossen, die im November 2010 von Vorstandsvorsitzenden und Geschäftsführern großer und mittelständischer Unternehmen ins Leben gerufen wurde. Die Unterzeichner des Leitbildes bekennen sich zu einer sowohl erfolgs- als auch wertorientierten Führung im Sinne der Sozialen Marktwirtschaft. Dazu gehören

fairer Wettbewerb, Sozialpartnerschaft, Leistungsprinzip und Nachhaltigkeit. Darüber hinaus wollen die teilnehmenden Unternehmen auch konkret Stellung beziehen zu den Herausforderungen und Widersprüchen, die sich im marktwirtschaftlichen Wettbewerb immer wieder ergeben. Damit soll der gesellschaftliche Diskurs auf eine realistische, am Unternehmensalltag orientierte Ebene gebracht werden, die ethische Wertvorstellungen und Fakten gleichermaßen berücksichtigt. In allen beteiligten Unternehmen sollen die im Leitbild formulierten Werte und Standards Bestandteil der Führungsprozesse werden.

Unter dem Motto „10 Jahre Hessische Landesvertretung“ fand am 28. Juni das traditionelle **Sommerfest der Hessischen Landesregierung in Berlin** statt. Mehr als 2.000 Gäste waren der Einladung von Ministerpräsident Volker Bouffier gefolgt.

Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Kultur nutzten bei hochsommerlichen Temperaturen die Möglichkeit, sich in geselliger Atmosphäre abseits des politischen Tagesgeschehens zu treffen. K+S präsentierte sich unter dem Leitmotiv „Wachstum erleben“ bereits zum dritten Mal in Berlin. Bilder aus der Welt von K+S zogen viele Besucher an. Auch Bundeskanzlerin Angela Merkel besuchte das Hessenfest und wurde dabei vom K+S-Vorstandsvorsitzenden Norbert Steiner begrüßt. Ministerpräsident Bouffier schaute mit Michael Boddenberg, dem hessischen Minister für Bundesangelegenheiten, ebenfalls am K+S-Stand vorbei. Norbert Steiner sowie seine Kollegen Gerd Grimmig, Dr. Thomas Nöcker und Jan Peter Nonnenkamp

begrüßten die beiden Landespolitiker.

In den Gruben- und Fabrikbetrieben der Kali- und Steinsalzstandorte der K+S Gruppe in Deutschland wird die Materialbewirtschaftung im Rahmen des **Projektes „Neuordnung der Materialbewirtschaftung (NMB)“** noch effizienter und transparenter gestaltet. Dieses Projekt ist Bestandteil des geschäftsbereichübergreifenden Projektes „Nachhaltige Optimierung der Instandhaltung (NOI)“. Das zentrale Ziel von NMB ist die Reduzierung der Ausfallzeiten produktionsrelevanter Anlagen und Maschinen in den Werken. Das Projekt erstreckt sich neben der Instandhaltung auch auf die damit verbundenen Bereiche Einkauf, Materialwirtschaft, Lagerwirtschaft, Rechnungsprüfung und Lieferantenbeziehungen.

### Personalien

**Helmut Klucke**, früheres Vorstandsmitglied der Kali und Salz AG, ist am 30. Mai 2011 im Alter von 89 Jahren verstorben.

**Horst Hotze**, früherer Bergwerksdirektor auf dem Kaliwerk Salzdettfurth, ist am 2. April 2011 im Alter von 84 Jahren verstorben.

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

### Firmennachrichten

Der Wanderpreis des K+S-Sicherheitswettbewerbes – die „Heilige Barbara“ – macht für ein Jahr Station im **Salzwerk Braunschweig-Lüneburg**. Die Mitarbeiter des esco-Standortes sind als **Sieger aus dem Sicherheitswettbewerb 2010** hervorgegangen. Die Heilige Barbara wur-

de durch den Ausschuss für Arbeitssicherheit der Kali und Salz AG im Jahr 1980 als Wanderpreis für den Sicherheitswettbewerb gestiftet. Den Preis erhält jeweils für ein Jahr der Standort, der im Wettbewerbszeitraum keinen tödlichen Arbeitsunfall sowie die niedrigste Kennziffer „Arbeitsunfälle je eine Million geleisteter Arbeitsstunden“ zu verzeichnen hatte. Für den Fall, dass mehrere Standorte die Kennziffer „0“ Unfälle je eine Million Arbeitsstunden erreicht haben, bekommt die Heilige Barbara derjenige Standort mit der im Vergleich größten Verbesserung gegenüber dem Vorjahr.

K+S-Vorstandsmitglied Gerd Grimmig übergab am 29. April den Wanderpreis im Rahmen einer Belegschaftsversammlung.

esco investiert bis Jahresende 2011 weiter in den **Ausbau des Werkes Borth**. Schwerpunkt der Arbeiten ist die **Errichtung einer Siloanlage für Pharmsalz**. Außerdem werden die Westfassade und das Dach des Verpackungsgebäudes erneuert sowie eine Überdachung für die LKW-Beladung errichtet. esco erwartet in den nächsten Jahren eine steigende Nachfrage nach Pharmsalz. Dem trägt der größte europäische Salzproduzent Rechnung, indem er die Produktionskapazität am Standort Borth verbessert. So wird für drei Silos an der Nordwestecke des Verpackungsgebäudes ein neuer Gebäudeteil errichtet. Die Behälter haben ein Fassungsvermögen von insgesamt 180 Tonnen. Durch eine neue Fördertechnik wird es dann auch möglich, gleichzeitig Pharmsalze lose in LKW zu verladen sowie Big Bags und Säcke zu befüllen. Für eine zusätzliche Verbesserung der

Verfahrensabläufe bei der Siedesalztrocknung und Kühlung wird ein neuer Salzkühler eingebaut. Alle Komponenten müssen den strengen Hygieneanforderungen für medizinische Wirkstoffe der GMP-Richtlinien entsprechen.

Das **Salzwerk Braunschweig-Lüneburg** hat seinen 100. Geburtstag mit einem Festprogramm am 27. und 28. August in Grasleben gefeiert. Am 27.8. fand ein Tag der offenen Tür statt; parallel hierzu wurde im Schützenhaus eine **Ausstellung zu „100 Jahre Salzbergbau in Grasleben“** gezeigt. Am Abend gab es einen bunten Abend für Mitarbeiter und Gäste des Werkes; am Folgetag standen ein Gottesdienst sowie ein Festakt zum hundertjährigen Bestehen des Bergmannsvereins Grasleben auf dem Werkshof auf dem Programm.

## K+S Entsorgung GmbH

### Firmennachrichten

„Sichere Lösungen für quecksilberhaltige Abfälle“ – unter diesem Leitgedanken präsentierte sich die **K+S Entsorgung GmbH beim internationalen Kongress des Fachverbandes der europäischen Chlorindustrie „Euro Chlor“** in Budapest.

Das Thema Quecksilber ist für die Chlorindustrie von besonderem Interesse, da im so genannten Chlor-Amalgam-Verfahren Quecksilber eingesetzt wird. Viele ältere Anlagen wurden in diesem Verfahren betrieben und werden jetzt saniert oder zurückgebaut.

Da sich die Untertage-Deponien von K+S für die Entsorgung quecksilberhaltiger Abfälle eignen, nahm die Entsorgungs-Tochter als assoziiertes Mitglied von Euro Chlor an

der diesjährigen Konferenz teil. Mit einem Stand auf der Ausstellungsfläche und einem Vortrag von Dr. Volker Lukas, Technischer Leiter der K+S Entsorgung, stellte sich das Unternehmen den Fragen der Vertreter der Chlorindustrie. Schon seit einigen Jahren ist die internationale Staatengemeinschaft bemüht, Quecksilber schrittweise aus Produktionsprozessen und Produkten zu entfernen. Ein Meilenstein hierfür ist das seit März dieses Jahres geltende Verbot, das giftige Schwermetall aus der EU zu exportieren. Hiermit soll zum Beispiel verhindert werden, dass Quecksilber in anderen Erdteilen die Umwelt belastet. Gleichzeitig müssen aber für das aktuell in der EU vorhandene und in Zukunft überschüssige Material Wege gefunden werden, dauerhaft eine Gefährdung von Mensch und Umwelt auszuschließen. Für quecksilberhaltige Materialien ist die Entsorgung unter Tage im Salzgestein eine sichere Lösung.

## K+S KALI GmbH

### Firmennachrichten

Im **Grubenbetrieb Neuhoof-Ellers** konnte die Bohrmannschaft am 11. April 2011 einen neuen Rekord vermelden. Exakt 3.001 Meter betrug die Horizontalbohrung, mit der im Mai 2010 begonnen wurde. Dies ist die bisher längste Bohrung dieser Art auf den Produktionsstandorten (Salz und Kali) der K+S Gruppe. Im Grubenbetrieb Neuhoof-Ellers werden so pro Jahr Bohrungen mit einer Gesamtlänge von bis zu 25 Kilometern durchgeführt – in der gesamten K+S Gruppe kommen sogar maximal

250 Kilometer zusammen. Die bei den Erkundungen kontinuierlich anfallenden Bohrkerne liefern den Bergleuten und Geologen die nötigen Informationen, um darauf aufbauend den weiteren Abbau planen zu können.

Von der Abdeckung der Rückstandshalde des **Kaliwerkes Sigmondshall** geht keine Gefährdung der Umwelt aus. Mit dieser Feststellung folgten die Richter des 7. Senats des Niedersächsischen Oberverwaltungsgerichts in Lüneburg der Argumentation des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) sowie der K+S KALI GmbH. Ein anderslautendes Urteil des Verwaltungsgerichts Hannover hoben sie damit auf. Die Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts am 24. Juni 2011 beendet eine lange Phase der Unsicherheit für die Mitarbeiter des Werkes, die

im Jahr 2007 durch Klagen der Naturschutzvereine BUND und NABU gegen den Planfeststellungsbeschluss zur Haldenerweiterung ausgelöst worden war.

Am 16. Mai 2011 hat Dr. Pamela Anderson, Generaldirektorin des **Internationalen Kartoffelforschungszentrums CIP** in Lima (Peru), zusammen mit Vertretern der **K+S KALI GmbH** und der **Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH** im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) in der Kristallgrotte des Erlebnis Bergwerk Merkers einen so genannten Letter of Intent unterzeichnet, der die künftige enge Zusammenarbeit in der Agrarforschung besiegelt. Ziel der Vereinbarung sind gemeinsame Aktivitäten zur Ernährungssicherung und Ent-

wicklung der ländlichen Räume sowie zur Bekämpfung der Armut in den Partnerländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. Einen hohen Stellenwert hat auch die Verbesserung der Einkommenssituation durch wirksamere Produktionsmethoden. Und nicht zuletzt dient die neue Partnerschaft auch dazu, die genetischen Ressourcen und die Kartoffelvielfalt zu sichern. Denn die verschiedenen Kartoffelsorten mit ihren vielfältigen Inhaltsstoffen leisten weltweit einen Beitrag zu einer qualitativ sehr hochwertigen Ernährung. Informationsaustausch zu laufenden Forschungsprojekten sowie die Identifizierung und Durchführung gemeinsamer Forschungsinteressen gehören ebenso zu den künftigen gemeinsamen Vorhaben wie die Übertragung der Ergebnisse in die Praxis.

