

# Kali und Steinsalz



## Giern, Glienke

Der Sevilla-Prozess – Untertageverwertung  
ist beste verfügbare Technik

## Werthmann

Untertagedeponierung, Auslagerung und Recycling  
in Deutschland

## Schwidder, Wigbers

Einsatzmöglichkeiten einer Mini-Plant  
für die Aufbereitungsprozesse der Kaliindustrie

## Christ

Einsatzerfahrungen niedrig bauende Gewinnungstechnik

## Wahl

Die Förderströme fest im Griff



**Giern, Glienke:**  
**The Seville Process – Backfilling is Best Available Technique**

How the BREF-documents are be formulated? Who participates in this formulation or revision process? And what is the impact of changes caused by the Industrial Emissions Directive / BREF documents and the integration of the requirements in the German pollution control law?

According to the Directive on industrial emissions (integrated pollution prevention and control / IED), the Commission shall carry out an exchange of information between Member States and the industries concerned on best available techniques, associated monitoring, and developments in this field. This is called “Seville Process”, as the body responsible for coordination office is based in Seville.

The so-called BREFs are the result of this information exchange. The competent authorities of the Member States must take the approvals in account of the IE-Directive and the determined emission limits from the BREF conclusions. By providing relevant information concerning best available techniques, these documents should act as valuable tools for improving environmental performance.

One of the IED activities is the treatment of waste and in particular the disposal or recovery of hazardous waste with a capacity exceeding 10 tons per day. Specific activities included herein, are for example, the chemical-physical treatment as well as the recovery/ recycling of inorganic materials other than metals and metal compounds. For the production of backfilling materials the waste is chemically and physically treated

in conditioning facilities. Conditioning means the production of the required physical properties of the backfilling material by mixing appropriate components. These chemical-physical treatment techniques for the final backfilling are covered by the IE-Directive.

Even though the method of backfilling has already been mentioned in the Waste Incineration BREF and the Waste Treatment BREF, this this topic has not yet been themed insufficiently and honored as the best available technology. Therefore, the BDE working group “Underground shipments of waste” has been actively engaged with the issue since 2005 and is now taking an active part in the revision of the Waste Treatment BREF.

**Werthmann: Landfill Mining and Recycling of Wastes from Underground Disposal Sites in Germany**

Because of the special structure and mode of operation of underground waste deposits, landfill mining is more easily possible there than above ground, and has proved economically feasible in a number of cases. Examples of removal from underground storage and subsequent successful recycling are given concerning nickel and vanadium from heavy fuel oil ash, copper and other metals from PCB-containing transformers, selenium from mercury-selenium sludge and tellurium from tellurium concentrates from the non-ferrous metal industry.

**Schwidder, Wigbers: Application possibilities of a mini-plant for potash processing in industrial scale**

For the design of a new process or if a change in procedure will be

conducted, calculations are often not sufficient to design a technical plant or to estimate the effect of varied process conditions. However, direct experiments on industrial facilities are often too complex, too expensive or not feasible for new procedures. In addition, the process parameters can often be changed only to a very limited extent, so that laboratory or pilot plant experiments are required. In order to view leaching and crystallization processes as well as solid-liquid separations as continuous processes, unit operations are available at the K+S Research Institute to represent industrial scale processes in pilot plant scale.

**Christ: Operational experience with low design mining technology.**

For mining potash in low deposits the K+S Group developed a new type of a machine in close cooperation with GHH Fahrzeuge GmbH. This type of machine, called SLP12H / SLP14H (SLP = “Super Low Profile”) is powered by a hydrostatic drive system and is equipped with several technical innovations. The purpose of this development cooperation was the creation of a machine that meets all mining requirements despite of an extremely low machine height.

**Wahl: The Transport Of Crude Salt Under Control**

The Material-Flow-Management system at the potash mine in Zielitz influences the transport of crude salt since the middle of 2012. In this process a superior system controls the output of the connected tipping areas depending on the load of the conveyor belts. The System always provides the maximum conveyor output at any time.

Titelbild: Verladung von Transformatoren für den Transport zum Recyclingbetrieb, Foto: K+S

<b>Abstracts</b>	Seite 3
<b>Editorial</b>	Seite 5
<b>Giern, Glienke</b> Der Sevilla-Prozess – Untertageverwertung ist beste verfügbare Technik	Seite 6
<b>Werthmann</b> Untertagedeponierung, Auslagerung und Recycling in Deutschland	Seite 12
<b>Schwidder, Wigbers</b> Einsatzmöglichkeiten einer Mini-Plant für die Aufbereitungsprozesse der Kaliindustrie	Seite 22
<b>Christ</b> Einsatzerfahrungen niedrig bauende Gewinnungstechnik	Seite 30
<b>Wahl</b> Die Förderströme fest im Griff	Seite 36
<b>Nachrichten aus den Unternehmen</b>	Seite 42
<b>Impressum</b>	Seite 21

## Liebe Leserinnen und Leser,

viele von Ihnen werden bereits vom so genannten Sevilla-Prozess gehört haben, aber was steckt dahinter? Die Richtlinie über Industrieemissionen, Art. 13, verpflichtet die Europäische Kommission, einen Informationsaustausch über die Erstellung, Überprüfung, und erforderlichenfalls Aktualisierung zu organisieren. Der Informationsaustausch findet zwischen den EU-Mitgliedsstaaten, den betreffenden Industriezweigen, den Nichtregierungsorganisationen, die sich für den Umweltschutz einsetzen, und der Kommission statt. Man nennt den Austausch auch Sevilla-Prozess, weil das Europäische IVU-Büro, das den Austausch organisiert, seinen Sitz in Sevilla hat.

Den Ablauf des Sevilla-Prozesses in Verknüpfung mit der Erörterung, dass die Untertageverwertung im Salinar „beste verfügbare Technik“ ist, beschreiben anschaulich die Verfasser Sandra Giern vom BDE-Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft und Jörg Glienke.

Im Fokus der politischen und öffentlichen Wahrnehmung stehen seit nunmehr einigen Jahren die Rohstoffe, die man für innovative Prozesse und Produkte, zur Steigerung der Energieeffizienz und für Hightech-Entwicklungen wie z. B. die Elektromobilität benötigt. Rohstoffe, wie Metalle und Seltene Erden, Rohstoffe, über die man in Deutschland nicht selbst verfügt und deren Beschaffung Probleme bereitet.

Der Bezug von Rohstoffen ist in erster Linie Aufgabe der Unternehmen selbst. Generell gibt es drei Handlungsfelder, um die Versorgung mit Rohstoffen zu verbessern: Die Gewinnung aus heimischen Lagerstätten, die Gewinnung von Sekundärrohstoffen durch Recycling aus Abfällen und Schrotten sowie der Import nach Europa.

Deutsche Untertagedeponien (UTD) für die Endablagerung von chemisch-toxischen Abfällen werden seit Aufnahme ihrer Tätigkeit so betrieben, dass auf Grundlage ihres Aufbaus, ihrer Betriebsweise und ihrer Dokumentation bereits eingelagerte Abfälle wieder ausgelagert und einem stofflichen Recycling zugeführt werden können. Dr. Rainer Werthmann beschreibt die bereits mehrfach praktizierte Wiederauslagerung von Abfällen, geht auf erforderliche Rahmenbedingungen ein und stellt somit eine Möglichkeit „gelebter Kreislaufwirtschaft“ dar.

Forschung, Entwicklung und Innovation sind die Grundlagen der ständigen angestrebten Weiterentwicklung, Verbesserung, Optimierung und Effizienzsteigerung von Prozessen aller Art. Was auf dem Papier relativ einfach, sicher und logisch aussieht, entpuppt sich manchmal bei der Umsetzung und Realisierung umfangreicher als erwartet, „der Teufel steckt im Detail“. Gut, wenn für die Abbildung komplexer Prozesse Anlagen wie die von Dr. Sabine Schwidder und Dr. Simone Wigbers eindrucksvoll beschriebene „Mini-Plant“, eine Anlage im Technikumsmaßstab, eingesetzt werden kann, um bereits die Erprobung neuer Verfahrensideen zu validieren.

Die ständige Weiterentwicklung von mobilen Bergwerksmaschinen begleitet uns seit Jahrzehnten. Für den Abbau geringmächtiger Lagerstättenbereiche wurde in enger Zusammenarbeit zwischen der K+S Gruppe und dem Maschinenhersteller GHH Fahrzeuge GmbH eine neue Lademaschine entwickelt. Sebastian Christ stellt uns die zahlreichen technischen Neuerungen dieses Maschinentyps vor und berichtet über die ersten Einsatzerfahrungen. Mit dem der Ladearbeit nachgelagerten Austrag des Rohsalzes aus der Kippstelle sowie dem Bandtransport von Rohsalz beschäftigt sich Walter Wahl in seinem Beitrag über das untertägige Förderstrommanagement des Kalibergwerks Zielitz nördlich von Magdeburg. Das IT-basierte Förderstrommanagement sorgt dafür, dass die Bandkapazitäten optimal ausgenutzt werden und Überschüttungen an Bandübergabestellen vermieden werden. eine großartige Entwicklung, die sicher auch in anderen Bergwerken zum Einsatz kommen wird.

Mit freundlichen Grüßen und Glückauf

Ihr



Hartmut Behnen

### The Seville Process – Backfilling is Best Available Technique

*How the BREF-documents are be formulated? Who participates in this formulation or revision process? And what is the impact of changes caused by the Industrial Emissions Directive / BREF documents and the integration of the requirements in the German pollution control law?*

*According to the Directive on industrial emissions (integrated pollution prevention and control/IED), the Commission shall carry out an exchange of information between Member States and the industries concerned on best available techniques, associated monitoring, and developments in this field. This is called „Seville Process“, as the body responsible for coordination office is based in Seville.*

*The so-called BREFs are the result of this information exchange. The competent authorities of the Member States must take the approvals in account of the IE-Directive and the determined emission limits from the BREF conclusions. By providing relevant information concerning best available techniques, these documents should act as valuable tools for improving environmental performance.*

## Der Sevilla-Prozess – Untertageverwertung ist beste verfügbare Technik



Sandra Giern, Dipl.-Ing.  
Umweltverfahrenstechnik,  
BDE e. V., Berlin



Jörg Glienke,  
Dipl.-Bergingenieur,  
K+S Entsorgung GmbH,  
Kassel

Gemäß der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (IE-RL) wurde im Jahr 2013 die Überarbeitung des Referenzdokuments zu den besten verfügbaren Techniken (BVT-Dokument) für die Abfallbehandlung begonnen. Ziel des Prozesses ist es, unter Einbeziehung von Industrie und Nichtregierungsorganisationen, EU-weit verpflichtende Emissionsgrenzwerte – z. B. für Emissionen in Luft und Wasser – für Abfallbehandlungsanlagen und entsprechende Behandlungsprozesse festzulegen. Diese Grenzwerte werden nach einem vierjährigen Übergangszeitraum ab ihrer Verkündung von den zuständigen nationalen Behörden als Maßstab zur Genehmigung des Anlagenbetriebs zwingend verwendet.



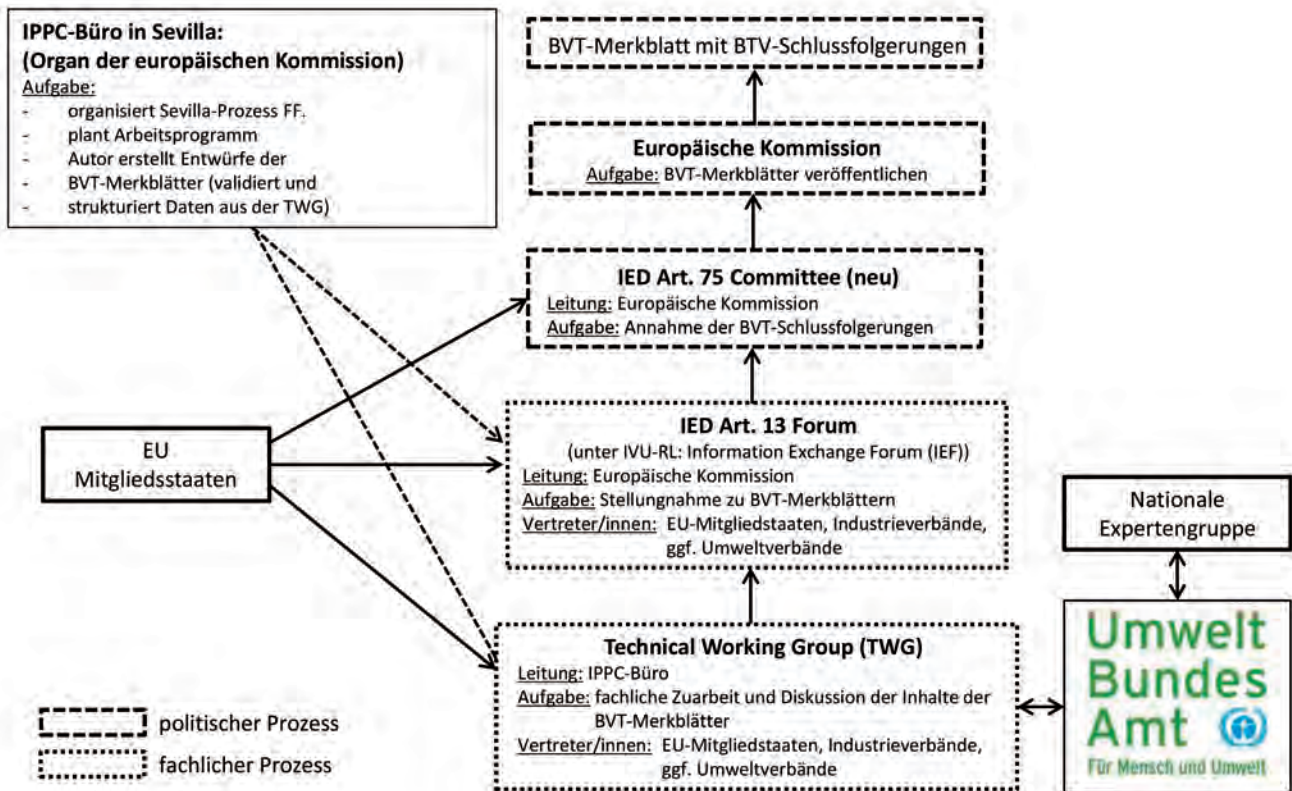


Abb. 1: Ablauf des Sevilla-Prozesses – Quelle: UBA

### Hintergrund

Im Januar 2011 trat die neue Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen in Kraft. Mit dieser Richtlinie wurde die Richtlinie 2008/1/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) fortgeschrieben. Zudem wurden in der neuen IE-RL sechs weitere sektorspezifische Richtlinien, darunter die Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen, zusammengeführt.

Die Richtlinie über Industrieemissionen ist seither das zentrale europäische Regelwerk für die Genehmigung, den Betrieb und die Stilllegung von Industrieanlagen. Die Umsetzung der Regelungen der IE-RL wurde in Deutschland im Mai 2013 realisiert. Durch das Gesetz zur Umsetzung der Richt-

linie über Industrieemissionen erfolgten Anpassungen im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) sowie in den Bundesimmissionsschutzverordnungen.

Ein zentrales Ziel der IE-RL ist es, durch die Festschreibung und Anwendung von sog. besten verfügbaren Techniken (BVT) bei industriellen Tätigkeiten in der Europäischen Union ein einheitliches und hohes Umweltschutzniveau zu erreichen und vergleichbare Wettbewerbsbedingungen zu gewährleisten. Die je nach industrieller Tätigkeit spezifischen besten verfügbaren Techniken werden dabei in BVT-Merkblättern (oder auch BREF – Best Available Techniques REference Document) beschrieben und regelmäßig aktualisiert. Die BVT-Merkblätter enthalten BVT-Schlussfolgerungen, in denen

konkrete Anforderungen an die Emissionsmengen von Industrieanlagen festgeschrieben sind. Dieser Ansatz war bereits in der IVU-Richtlinie angelegt. Die nach Maßgabe der IVU-Richtlinie entwickelten BVT waren allerdings für die Genehmigung zum Betrieb einer Industrieanlage nicht verbindlich. Dies ändert sich nun auf Grundlage von Art. 15 Abs. 3 IE-RL. Die Emissionsgrenzwerte werden danach so festgelegt, dass unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen (ohne Störfälle bzw. außerhalb des An- oder Abfahrens einer Anlage) die Emissionswerte der BVT-Schlussfolgerungen nicht überschritten werden. Die neuen BVT-Schlussfolgerungen werden vier Jahre nach ihrer Veröffentlichung in der gesamten EU rechtsverbindlich.

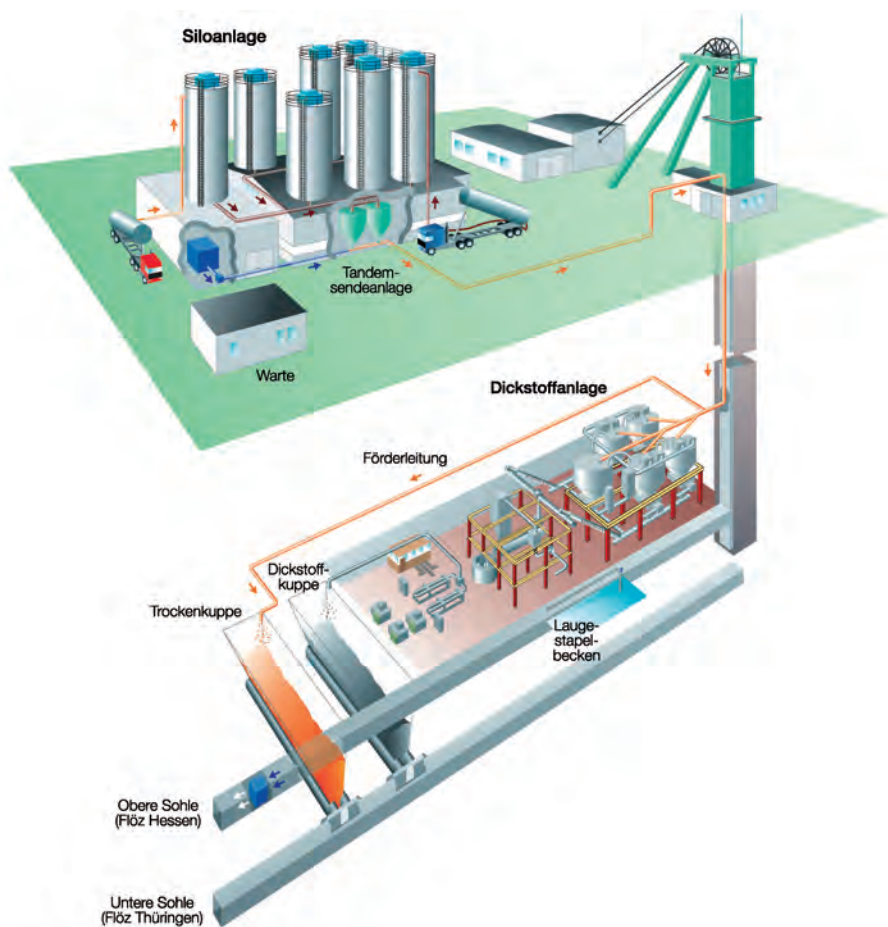


Abb. 2: Schema der Untertageverwertungsanlage Unterbreizbach der K+S Gruppe (untertägige chemisch-physikalische Behandlung der Abfälle) – Quelle: K+S

### Das Verfahren zur Überarbeitung von BVT-Dokumenten

Am Beginn einer Überarbeitung von BVT-Dokumenten steht ein Informationsaustausch zwischen Vertretern der Mitgliedstaaten, der betroffenen Industrie, von Nicht-regierungsorganisationen aus dem Bereich des Umweltschutzes und der EU-Kommission. Der Austausch wird vom europäischen IPPC-Büro in Sevilla (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau – Büro für die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzungen) koordiniert. Dieser Prozess wird aufgrund der in Sevilla stattfindenden fachlichen Arbeit auch „Sevilla-Prozess“ genannt. Zur Koordination dieses Informationsaustauschs und für die inhaltliche Arbeit während des gesamten Über-

arbeitungsprozesses wird eine sog. Technische Arbeitsgruppe (Technical Working Group/TWG) mit Vertretern der beteiligten Kreise gebildet. Die Mitglieder der Technischen Arbeitsgruppe bzw. die in ihr organisierten nationalen Delegationen haben zum Zweck einer ersten inhaltlichen Annäherung die Möglichkeit, eine sog. Wish List mit Überarbeitungswünschen zum aktuellen BVT-Merkblatt in den Überarbeitungsprozess einzubringen. Auf dieser Grundlage werden dann bei einer ersten Tagung der Technischen Arbeitsgruppe (sog. Kick-off-Meeting) in Sevilla der Anwendungsbereich, die Struktur, die wichtigsten Umweltthemen und die Art der Datenerfassung für den Überarbeitungsprozess des BVT-Dokuments festgelegt. Darauf folgt eine Phase mit umfangreicher

Datenerhebung und Informationssammlung sowie fachlicher Arbeit der Mitglieder der Technischen Arbeitsgruppe. Auf der Grundlage der so gewonnenen Erkenntnisse erstellt das europäische IPPC-Büro einen ersten Entwurf des gesamten „neuen“ BVT-Dokuments. Dies enthält auch die Emissionsgrenzwerte für bestimmte Anlagen und Prozesse in den BVT-Schlussfolgerungen. Der erste Entwurf kann in der Folge ausführlich kommentiert und ggf. durch das europäische IPPC-Büro angepasst werden. In einer zweiten Konferenz in Sevilla wird die Endfassung des BVT-Merkblatts durch die Technische Arbeitsgruppe beschlossen.

Abschließend wird das BVT-Merkblatt nach Art. 75 der IE-RL von Vertretern der Mitgliedstaaten im Wege des sog. Kommitologieverfahrens abgestimmt und bei positivem Votum im EU-Amtsblatt veröffentlicht.

### Der Arbeitskreis „Untertageverbringung von Abfällen“ innerhalb des Bundesverbandes der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE) und der Sevilla-Prozess

Fünf Mitgliedsfirmen des VKS e.V. beseitigen und verwerten bergbauferne Abfälle unter Tage in abgebauten Feldesteilen von Kali- und Steinsalzbergwerken. Des Weiteren sind diese Firmen im Bundesverband der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE) organisiert. Der BDE vertritt als Wirtschafts- und Arbeitgeberverband die private Entsorgungswirtschaft. Innerhalb des Verbandes existieren verschiedene Arbeitskreise, die sich mit speziellen Themen befassen.



Der Arbeitskreis „Untertageverbringung von Abfällen“ verfolgt die gesetzlichen Entwicklungen in Bezug auf die Deponierung und Verwertung von bergbaufremden Abfällen im Kali- und Steinsalzbergbau innerhalb Deutschlands. Mitglieder des Arbeitskreises sind die UEV – Umwelt, Entsorgung und Verwertung GmbH in Heilbronn-Kochendorf, die Glückauf Sondershausen Entwicklung- und Sicherungsgesellschaft mbH, die Max Aicher Umwelt GmbH, die Remex Mineralstoff GmbH, die Abfallentsorgungsgesellschaft Ruhrgebiet sowie die K+S Entsorgung GmbH.

Alle genannten Unternehmen beschäftigen sich mit der Untertageverwertung (UTV) von bergbaufremden Abfällen und mit der Abfallbehandlung.

Der Untertageversatz von bergbaufremden Abfällen, kurz auch Bergversatz genannt, zählt gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz zur sons-

tigen Verwertung. Den rechtlichen Rahmen für den Bergversatz bilden die Versatzverordnung, die Gesundheitsschutz-Bergverordnung, das Betriebsplanwesen nach Bergrecht für untertägige und übertägige Anlagen sowie die Genehmigung nach Bundesemissionsschutzgesetz für die übertägigen Anlagen.

Für die jeweiligen Verwertungsstandorte ist ein Langzeitsicherheitsnachweis mit Szenarienanalysen nach Versatzverordnung erforderlich. Das abfallrechtliche Genehmigungsverfahren für den einzelnen Abfall erfolgt bei inländischen Abfällen gemäß Nachweisverordnung (Entsorgungsnachweisverfahren), ausländische Abfälle durchlaufen ein Notifizierungsverfahren.

Unter Bergversatz ist allgemein die Verfüllung von ausgewählten Hohlräumen unter Tage, die durch den Abbau von Bodenschätzen entstanden sind, zu verstehen. Als Versatzmaterial werden

Materialien bezeichnet, die unter Verwendung von Abfällen unter Nutzung ihrer bauphysikalischen Eigenschaften zu bergtechnischen oder bergsicherheitlichen Zwecken unter Tage eingesetzt werden. Der Bergversatz ist von großer ökologischer Bedeutung, da Rohstoffe substituiert werden, natürliche Ressourcen geschont und keine übertägigen Ablagerungsflächen in Anspruch genommen werden. Der vollständige Einschluss der Abfälle im Salinar ist gewährleistet. Somit werden die in Versatzstoffen enthaltenen Schadstoffe dauerhaft von der Biosphäre entzogen. Nach Abschluss dieser Abfallverwertung ist der Untertageversatz von Abfällen emissionsfrei, die Langzeitsicherheit ist garantiert.

Aus bergsicherheitlichen Gründen sind spezielle Abfallarten von der Verbringung nach unter Tage ausgeschlossen. Hierzu zählen explosionsgefährliche, brandfördernde, hoch-, leicht- oder entzündliche Abfälle sowie Abfälle, die infektiös oder erheblich geruchsbelästigend sind. Weiterhin dürfen nicht identifizierte oder Abfälle aus der Forschung und Entwicklung sowie Abfälle, die zu Volumenvergrößerung, zur Bildung selbstentzündlicher, toxischer oder explosiver Stoffe oder zu anderen gefährlichen Reaktionen führen, nicht für den Versatz genutzt werden. Wie bereits erwähnt ist der Bergversatz von Abfällen gesetzlich geregelt. Auch die Tatsache, dass der Bergversatz keine Beseitigung von Abfällen, sondern eine Verwertung ist, wurde durch den Europäischen Gerichtshof bestätigt.

Nun stellt sich die Frage, was die Thematik des Bergversatzes mit dem Sevilla-Prozess zu tun hat.

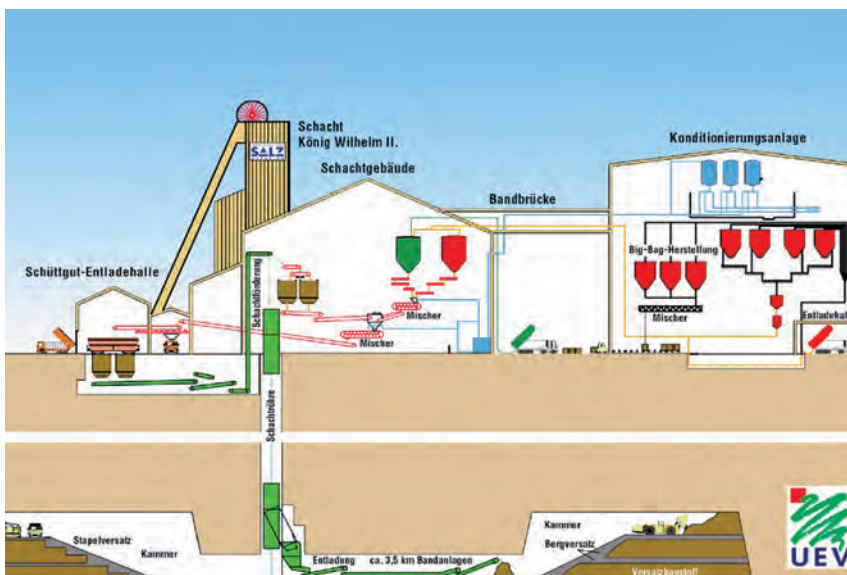


Abb. 3: Schema der Untertageverwertungsanlage Kochendorf der UEV – Umwelt, Entsorgung und Verwertung GmbH (übertägige chemisch-physikalische Behandlung der Abfälle) – Quelle: UEV – Umwelt, Entsorgung und Verwertung GmbH in Heilbronn-Kochendorf



Abb. 4: Untertägige chemisch-physikalische Behandlung der Abfälle in der Untertageverwertungsanlage Unterbreizbach – Quelle: K+S



Abb. 5: Übertägige chemisch-physikalische Behandlung der Abfälle in der Untertageverwertungsanlage Hattorf-Wintershall, Standort Hattorf – Quelle: K+S

In der IE-Richtlinie sind industrielle Tätigkeiten definiert. Eine dieser Tätigkeiten ist die Abfallbehandlung und hier insbesondere die Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von über 10 Tonnen pro Tag. Spezielle Tätigkeiten, die hierunter fallen, sind zum Bei-

spiel die chemisch-physikalische Behandlung sowie die Verwertung/Rückgewinnung von anderen anorganischen Stoffen als Metalle und Metallverbindungen. Zur Herstellung des als Baustoff dienenden Versatzmaterials werden Abfälle chemisch-physikalisch in Konditionierungsanlagen vorbehandelt.

Konditionierung bedeutet die Herstellung der notwendigen bauphysikalischen Eigenschaften des Versatzmaterials durch Homogenisierung geeigneter Komponenten. Die chemisch-physikalischen Behandlungstechniken des Bergversatzes fallen unter die IE-Richtlinie.

Zwar ist das Verfahren des Bergversatzes bereits in dem BREF Abfallverbrennung und Abfallbehandlung genannt, allerdings wird dort die Thematik nicht ausreichend erfasst bzw. als beste verfügbare Technik gewürdigt. Bereits im Jahr 2005 wurde im Arbeitskreis Untertageverbringung von Abfällen überlegt, ob für die chemisch-physikalischen Behandlungstechniken des Bergversatzes ein eigenes BREF erstellt oder diese bei der Überarbeitung eines der zuvor genannten BREF mit aufgenommen werden sollen.

Nach Prüfung der Varianten wurde entschieden, dass die Behandlungstechniken bei der Überarbeitung des BREF Abfallbehandlung mit einfließen sollen. Da dies aber aus damaliger Sicht noch einige Jahre dauern sollte, entschied man sich für einen Zwischenschritt im Jahr 2006. Durch die Kanzlei Professor Versteyl Rechtsanwälte und das Institut für Bergbaukunde der TU Clausthal, vertreten durch Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld, wurde im Auftrag des BDE ein Gutachten in Auftrag gegeben, mit dem Ziel, die bewährten Maßnahmen im Bergversatz als beste verfügbare Technik im Sinne der damals noch gültigen IVU-Richtlinie anzuerkennen. Hierbei ging es nicht um einen Vergleich des Bergversatzes mit anderen übertägigen Verwertungsverfahren. Zudem wurden ausschließlich Maßnahmen



betrachtet, die der Verfüllung von Hohlräumen im Salinar dienen.

Im Ergebnis des Gutachtens wurde festgestellt, dass die durchgeführten Maßnahmen beim Bergversatz beste verfügbare Technik sind. Im Folgenden wurde das Gutachten dem Umweltbundesamt (UBA) vorgestellt. Seitens des UBA wurde dem BDE-Arbeitskreis Unterstützung zugesagt, dass die Thematik bei der Überarbeitung des BREF Abfallbehandlung berücksichtigt wird. Die chemisch-physikalischen Behandlungstechniken der Abfälle vor dem finalen Einbau der Abfälle unter Tage sollten unter der Rubrik chemisch-physikalische Behandlung aufgenommen werden.

Im Jahr 2012 wurde ein zweiter Zwischenschritt vorgenommen. Im Auftrag des Verbandes der Kali- und Salzindustrie e. V. sowie des Verbandes Bergbau, Geologie und Umwelt e. V. wurden die Perspektiven der Untertageentsorgung in Deutschland durch die Firma Prognos betrachtet. Dabei wurde in Bezug auf den Bergversatz festgestellt, dass es sich hierbei um einen besonderen, langzeitsicheren und mit dem höchsten Emissionsverhinderungspotential versehenen Entsorgungsweg für diese Abfälle handelt.

### Stand der Überarbeitung des BVT-Dokuments zur Abfallbehandlung

Der eigentliche Prozess zur Überarbeitung des BVT-Dokuments zur Abfallbehandlung wurde Mitte 2013 begonnen. In Deutschland wird die Positionierung der nationalen Delegation in der Technischen Arbeitsgruppe durch das UBA koordiniert. Der BDE hat daher frühzeitig die Abstimmung mit dem UBA und weiteren betroffenen Verbänden

gesucht und seine Positionen in die beim UBA erstellte Wish List für den Überarbeitungsprozess einbringen können. Im November 2013 erfolgte das erste Treffen der Technischen Arbeitsgruppe in Sevilla, bei welchem das UBA mit einer Delegation von vier Personen vertreten war. Zudem konnte der BDE den Autor dieses Artikels über seinen europäischen Dachverband FEAD (European Federation of Waste Management and Environmental Services) in die Technische Arbeitsgruppe nach Sevilla entsenden. Beim ersten Treffen der Gruppe in Sevilla wurde unter anderem beschlossen, die chemisch-physikalischen Behandlungstechniken, die vor der untertägigen Verwertung der Abfälle vorgenommen werden, in den Geltungsbereich des BREF Abfallbehandlung mit aufzunehmen.

Die weitere Arbeit wird in vier Unterarbeitsgruppen organisiert. Diese befassen sich mit den Themen Erarbeitung der Fragebögen zur Datenerhebung (1), mechanische Behandlung inkl. Shredder (2) sowie biologische (3) und chemisch-physikalische Behandlung (4). In diesen Untergruppen wird die Arbeit nun fortgeführt.

### Weiteres Vorgehen im Sevilla-Prozess zum BREF WT

Unklar ist noch die Struktur des zukünftigen BVT-Dokuments zur Abfallbehandlung. Der BDE, das Umweltbundesamt sowie die FEAD favorisieren die Unterteilung des Gesamtdokuments in sog. Mini-BVT-Dokumente (Mini-BREF), die jeweils die Emissionsgrenzwerte für bestimmte Anlagenkategorien, z. B. zur chemisch-physikalischen Abfallbehandlung, festlegen. Das

IPPC-Büro (Integrated Pollution Prevention and Control-Büro) hingegen bevorzugte bisher einen prozessbezogenen Regelungsansatz für Emissionsgrenzwerte, was zur Folge hätte, dass unterschiedliche Anlagen mit identischen Grenzwerten reguliert würden. Diese unterschiedlichen Ansätze wurden sehr intensiv bei dem ersten Treffen in Sevilla diskutiert. Die Mitglieder der technischen Arbeitsgruppe äußern Bedenken gegen den Vorschlag des EIPPCB, eine prozessbezogene Struktur zu schaffen. Die Struktur inkl. der gesetzl. Anhänge II und III des Hintergrundpapiers wird vom EIPPCB überarbeitet und soll neu zur Diskussion vorgelegt werden.

Der Arbeitskreis „Untertageverbringung von Abfällen“ innerhalb des BDE wird auch weiterhin alle erforderlichen Anstrengungen unternehmen, damit die bewährten chemisch-physikalischen Behandlungstechniken des Bergversatzes im BREF Abfallbehandlung entsprechend gewürdigt werden.

Wenn dann eines Tages nach Überarbeitung des BVT-Dokuments zur Abfallbehandlung die Grenzwerte nach einem vierjährigen Übergangszeitraum ab ihrer Verkündung von den zuständigen nationalen Behörden als Maßstab zur Genehmigung des Anlagenbetriebs der Bergversatzbetreiber zwingend verwendet werden, hat sich der Arbeitskreis „Untertageverbringung von Abfällen“ über einen Zeitraum von ca. 15 Jahren mit diesem Thema befasst. Kein anderes Thema des Arbeitskreises hatte so lange Bestand wie die Würdigung der Untertageverwertung als beste verfügbare Technik im Rahmen des Sevilla-Prozesses.

### Landfill Mining and Recycling of Wastes from Underground Disposal Sites in Germany

*Because of the special structure and mode of operation of underground waste deposits, landfill mining is more easily possible there than above ground, and has proved economically feasible in a number of cases. Examples of removal from underground storage and subsequent successful recycling are given concerning nickel and vanadium from heavy fuel oil ash, copper and other metals from PCB-containing transformers, selenium from mercury-selenium sludge and tellurium from tellurium concentrates from the non-ferrous metal industry.*

## Untertagedeponierung, Auslagerung und Recycling in Deutschland



Dr. Rainer Werthmann,  
Kassel

Aufgrund ihres speziellen Aufbaus und ihrer Betriebsweise ist bei Untertagedeponien die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abfällen („landfill mining“) in der Regel leichter möglich als bei übertägigen Deponien und hat sich in einer Anzahl von Fällen als wirtschaftlich erwiesen. Beispiele für die Auslagerung und anschließendes erfolgreiches Recycling werden gegeben für Nickel und Vanadium aus Schwerölasche, Kupfer und andere Metalle aus PCB-haltigen Transformatoren, Selen aus Quecksilber-Selen-Schlamm und Tellur aus Tellurkonzentraten aus der Nichteisenmetallindustrie.

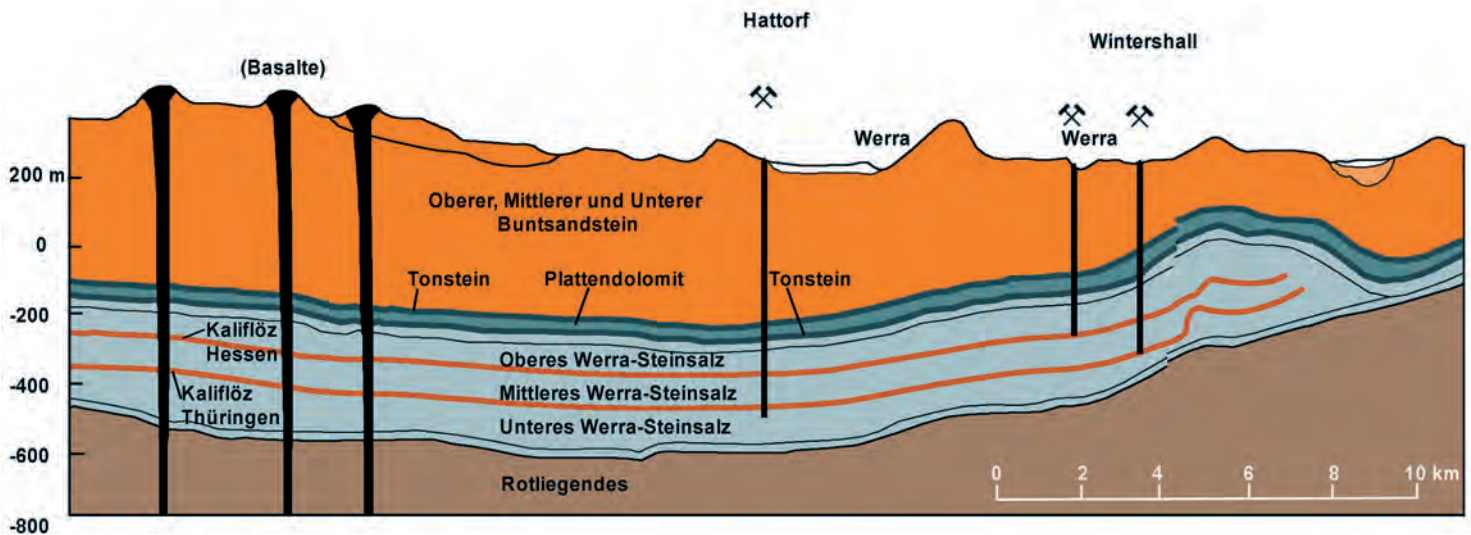


Abb. 1: Geologische Situation der Werra-Kalilagerstätte; die Untertagedeponie im Bereich der Kaliflöze liegt in einem etwa 300 m mächtigen Steinsalzpaket und ist überlagert von ca. 100 m Tonschichten und ca. 400 m Buntsandstein. Quelle: K+S

## 1. EINLEITUNG

Deponien enthalten Rohstoffe. In neueren Forschungsprojekten wurden Rohstoffbilanzen von Städten erstellt, und dabei wurden eindrucksvolle Tonnagen an Eisen, Kupfer, Zink und anderen Wertstoffen in Siedlungsabfalldeponien dokumentiert. Dementsprechend wird über Deponierückbau nachgedacht. Dabei fallen die Begriffe „urban mining“ und „landfill mining“ im Sinne der Gewinnung von Rohstoffen aus abgelagerten Abfällen. Meist versteht man darunter den Rückbau von überträgigen Deponien der Klassen I und II. Wie im Themenband „Rückbau von deponierten Abfällen“ von DWA und VKU [1] zu lesen ist, steht hier bisher jedoch die Gefahrenabwehr an erster Stelle. Projekte zur Gewinnung von Wertstoffen befänden sich derzeit „erst noch in der Projektierungs-, Vorerkundungs- oder Demonstrationsphase“.

Solche Erkundungen zeigten, dass Metalle meist in geringen Konzentrationen von etwa 2 bis 3 % über den ganzen Deponiekörper verteilt und schwer abzutrennen sind [2]. Aufbereitungsversuche führten u. a. zu dem Vorschlag, zunächst eine heizwertreiche Fraktion abzutrennen, zu trocknen und zu ver-

brennen und dann aus der Asche die Metalle zurückzugewinnen [3].

Aus einer Deponie der Deponiekategorie IV kann hingegen aufgrund der speziellen Randbedingungen die Gewinnung von Wertstoffen auf ganz andere und heute bereits wirtschaftliche Weise durchgeführt werden. In dem erwähnten Themen-



Abb. 2: Ausschnitt aus dem Grundriss einer Untertagedeponie; die Stoffgruppen sind durch verschiedene Farben gekennzeichnet. Quelle: K+S





Abb. 3: Annahmekontrolle in einer Untertagedeponie, Quelle: K+S

band heißt es dazu: „In Deponien der Deponieklasse IV (Untertagedeponien) wurden in Deutschland bereits in nicht zu vernachlässigendem Umfang Auslagerungen von solchen Abfällen vorgenommen, die inzwischen zu wertvollen Rohstoffen geworden sind. Da aufgrund der guten Rückverfolgbarkeit der Abfalleinlagerung eine Materialentnahme hier sehr viel gezielter und selektiver sein kann und mit anderen Techniken und anderen

Ergebnissen durchgeführt wird, soll ‚untertägliches Urban Mining‘ an anderer Stelle behandelt werden.“ Das soll hier überblicksweise und anhand von Beispielen geschehen.

## 2. BESONDERHEITEN EINER UNTERTAGEDEPONIE

Bau, Genehmigung und Betrieb einer Untertagedeponie, d.h. einer Deponie der Deponieklasse IV, sind auf europäischer Ebene in der EU-Ratsentscheidung 2003/33/EG [4]

festgelegt, für Deutschland umgesetzt in der Deponieverordnung. Im Rahmen der Tätigkeiten des Geschäftsbereichs Entsorgung der K+S Aktiengesellschaft betreibt die K+S KALI GmbH in Deutschland zwei Untertagedeponien, eine in Herfa bei Bad Hersfeld (Abb. 1) und eine in Zielitz bei Magdeburg. Die Vertretung am Markt sowie die gesamte Stoffstromsteuerung obliegen der Schwestergesellschaft K+S Entsorgung GmbH mit Sitz in Kassel. Die Deponien sind in standfesten Hohlräumen von Kalibergwerken angelegt. Die deutsche Deponieverordnung fordert ebenso wie die entsprechenden EU-Regelungen einen aufwendigen Langzeitsicherheitsnachweis, der belegt, dass ein Kontakt der Abfälle mit der Biosphäre über Jahrtausende ausgeschlossen ist. Eine Untertagedeponie hat keine Eluatgrenzwerte, denn es gibt kein Deponiesickerwasser. Der Charakterisierung der Abfälle im Feststoff kommt daher besondere Bedeutung zu. Die Deklarationsanalysen sind üblicherweise 100%-Analysen, und das nicht nur bezüglich der chemischen Elemente, sondern auch in Form einer Dokumentation der wesentlichen darin enthaltenen chemischen Verbindungen. Die Abfälle werden nur in verpackter Form ins Bergwerk verbracht und dort nach Stoffgruppen getrennt gelagert (Abb. 2). Lose angelieferte Abfälle werden am Standort verpackt. Durch eine lückenlose Dokumentation kann jede angenommene Sendung auch nach Jahren wieder lokalisiert werden. Von jeder Anlieferung wird bei der Annahmekontrolle (Abb. 3) eine Mischprobe

entnommen und nach ordnungsgemäßer Annahme des Abfalls in einem Probenraum in der Nähe des Deponiefeldes für unbegrenzte Zeit aufbewahrt (Abb. 4). Dies alles sind optimale Voraussetzungen, um Abfälle einerseits auf ihre Recyclingfähigkeit hin beurteilen und sie andererseits bei Bedarf sehr selektiv wieder auslagern zu können.

### 3. KRITERIEN FÜR EINE AUSLAGERUNG

Stoffe befinden sich als Abfälle in einer Deponie, weil der bisherige Eigentümer sich ihrer entledigen wollte oder musste. Der Eigentumsübergang auf den Deponiebetreiber geschieht bei den K+S-Untertagedeponien mit der ordnungsgemäßen Annahme der Abfälle. Gefährliche Abfälle können durchaus Wertstoffe enthalten, etwa in Form von Schwermetallen. Dass sie bis zur Einlagerung nicht wiedergewonnen wurden, hat im Wesentlichen zwei Gründe: Entweder existiert noch kein Recyclingverfahren, oder aufgrund der derzeitigen Rohstoffpreise ist eine Aufarbeitung nicht wirtschaftlich. Beides kann sich im Laufe der Zeit ändern. Da ist es gut, dass die Rückholbarkeit aus einer Untertagedeponie grundsätzlich immer gewährleistet ist. Allerdings darf man sich nicht vorstellen, dass zu allen Abfällen, wann auch immer sie eingelagert wurden, dauernd freie innerbetriebliche Verkehrswege bestehen. Diese anzulegen und instand zu halten würde einen großen Aufwand bedeuten, der angesichts einer derzeitigen Auslagerungsrate von unter 10 % der eingelagerten Abfälle nicht gerechtfertigt erscheint. Um an

Stoffe, die vor Jahren angenommen wurden, heranzukommen, ist es in der Regel erforderlich, eine gewisse Tonnage an Abfällen umzulagern sowie am Ablagerungsort die Infrastruktur zu erneuern und Sicherheitsinvestitionen zu tätigen. Die Kosten für eine Auslagerung sind daher von Fall zu Fall verschieden und liegen in günstigen Fällen in der Größenordnung der Einlagerungskosten.

### 4. ERFOLGREICHE AUSLAGERUNGEN AUS UNTERTAGEDEPONIE

Aus den Untertagedeponien der K+S-Gruppe wurden in den letzten zwanzig Jahren mehrere zehntausend Tonnen Abfälle wieder ausgelagert. Gründe waren in allen

Fällen die Entwicklung neuer Recyclingverfahren und/oder ein Anstieg der Rohstoffpreise. Die Betriebe, die aus den ehemaligen Abfällen die Wertstoffe zurückgewannen, waren in etwa der Hälfte der Fälle die ehemaligen Abfallerzeuger selbst.

#### 4.1 Kupfer aus PCB-haltigen Transformatoren

Seit Inkrafttreten der PCB-Verbotsverordnung [5] im Jahre 1989 müssen Transformatoren, die mit PCB-haltigem Öl verunreinigt sind, entsorgt oder gereinigt werden. Da das Reinigen in situ vor einem Weiterbetrieb mit PCB-freiem Öl sich als außerordentlich aufwendig erwies, kam jahrelang praktisch nur die untertägige Deponierung



Abb. 4: Untertägiger Probenaufbewahrungsraum in einer Untertagedeponie, Quelle: K+S



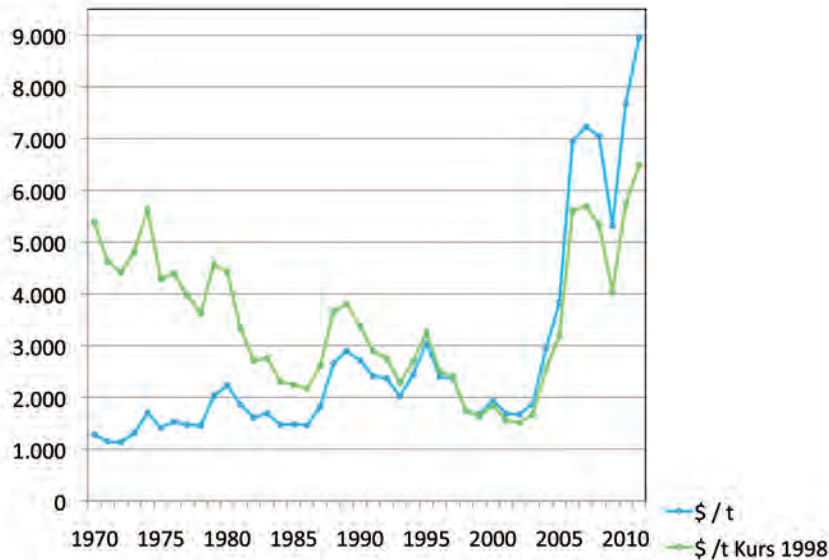


Abb. 5: Entwicklung des Jahresdurchschnittspreises für Kupfer, Quelle: USGS, Graphik: K+S

der entleerten, mit mineralischem Aufsaugmittel gefüllten und dann wieder verschlossenen Transformatoren in Frage. Später gab es in

Europa auch einige wenige, vom Standpunkt des Gesundheitsschutzes manchmal nicht unumstrittene Recyclingbetriebe, in denen die

Trafos gespült und manuell zerlegt wurden. Die Erlöse aus dem Verkauf der Wertstoffe Kupfer und Aluminium aus den Spulen, Stahlschrott aus den Gehäusen sowie Weicheisen aus den Kernen deckten dabei lange Zeit die Kosten nicht, eine deutliche Zuzahlung war erforderlich. Ab 2002 stiegen die Kupferpreise rasant, 2010 betrug der Jahresdurchschnittspreis das 4,6-fache des Preises von 2002 (Abb. 5). Gleichzeitig machte sich bemerkbar, dass die Recyclinganlagen inzwischen freie Kapazitäten hatten, weil kaum noch PCB-verunreinigte Transformatoren zu entsorgen waren. Erst unter diesen Umständen war es auch wirtschaftlich praktikabel, die bereits in den Untertagedeponien aus früheren Jahren noch vorhandenen Trans-



Abb. 6: Ausgelagerte Transformatoren über Tage auf dem UTD-Gelände, Foto: K+S



Abb. 7: Verladung von Transformatoren für den Transport zum Recyclingbetrieb, Foto: K+S

formatoren auszulagern und die Metalle zurückzugewinnen. Abb. 6 zeigt ausgelagerte Transformatoren über Tage auf dem UTD-Gelände, Abb. 7 die Verladung für den Transport zum Recyclingbetrieb, Abb. 8 die nach der Reinigung und Zerlegung erhaltenen Wertstoffe Kupfer, Aluminium und Weicheisen.

#### 4.2 Vanadium und Nickel aus Schwerölasche

Die Asche von schweren Heizölen, die in Kraftwerken zur Energiegewinnung eingesetzt werden, kann erhebliche Konzentrationen an wasserlöslichen Schwermetallverbindungen enthalten und wurde daher üblicherweise in Untertagedeponien entsorgt. Sie besteht zu einem großen Teil aus Nickel- und Vanadiumsulfaten und ent-

Kristalline Phase	Massenanteil [%]
$(VO)SO_4 \cdot 3 H_2O$	28
$(VO)_2(SO_4)_3 \cdot 4 H_2O$	31
$NiSO_4 \cdot 1 H_2O$	14
$Fe_2O_3$	4,1
$Na_2SO_4$	2,9
$Li_2SO_4$	1,1
$CaSO_4$	0,7
$ZnSO_4 \cdot 1 H_2O$	0,3
$Al_2O_3$	0,3
C als TOC	17,6

Tab. 1: Typische Phasenzusammensetzung von nickel- und vanadiumreichen Schwerölaschen, Quelle: K+S

hält darüber hinaus auch Kohlenstoff, elementar oder in Form des Schwefelsäure-Adduktes von Graphit. Tabelle 1 zeigt die Phasenzusammensetzung einer charakteristischen Probe. Die Schwermetallgehalte können bei etwa 3 % Nickel und mehr als 10 % Vanadium

liegen. Nickel und Vanadium sind begehrte Legierungselemente für Edelstahl und werden auch in der chemischen Industrie für Katalysatoren benötigt. 2005 stieg der Preis für Vanadium vorübergehend auf das Zwölffache des Preises von 2002 und lag 2011 noch etwa beim Fünffachen (Abb. 9). Der Nickelpreis stieg von 2001 bis 2007 auf mehr als das Sechsfache (Abb. 10). Damit wurde eine Aufarbeitung des schwierigen Rohstoffs Schwerölasche wirtschaftlich. Es wurde ein Verfahren entwickelt, das sowohl pyrometallurgische als auch hydrometallurgische Prozessstufen beinhaltet. Die Kraftwerke lieferten daraufhin ihre Rückstände direkt an den Recycler. Mehrere tausend Tonnen Asche wurden in der Folge aus einer Untertagedeponie wieder





Abb. 8: Die nach der Reinigung und Zerlegung von Transformatoren erhaltenen Wertstoffe Kupfer, Aluminium und Weicheisen, Fotos: K+S





ausgelagert und dem Recycling zugeführt.

#### 4.3 Selen aus Quecksilber-Selen-Schlamm

Selen und Quecksilber sind Spurenelemente in Zink-, Blei- und Kupfererzen. Im Laufe des Verhüttungs- und Raffinationsprozesses werden diese Elemente als Quecksilbersulfid und Quecksilberselenid abgeschieden und üblicherweise in einer Untertagedeponie entsorgt. Die Welt-Selenproduktion betrug 2009 ca. 1800 t. Wesentliche Anwendungen von Selen oder Selenverbindungen liegen in der Elektroindustrie (z.B. Gleichrichter, Fotoleiter für Fotokopierer, Kupfer-Indium-Galliumdiselenid-Fotovoltaikzellen), der Glas- und Pigmentherstellung sowie der Stahlindustrie (Hilfsstoff bei der Elektrolyse von Mangan als Stahllegierungselement). Unter anderem durch den sprunghaften Ausbau der chinesischen Stahlindustrie stieg der Selenpreis von 2002 bis 2005 auf das Zwölfwache und fiel auch bis 2009 nicht unter das Fünffache des Wertes von 2002 (Abb. 11). Die Folge war, dass Quecksilber-Selen-Schlamm nicht mehr eingelagert, sondern aufgearbeitet wurde. Danach wurden auf Wunsch des Erzeugers auch die vorher entsorgten Mengen wieder eingelagert und der stofflichen Verwertung zugeführt.

#### 4.4 Tellur aus Tellursalzen

Wie Selen ist auch Tellur ein Spurenelement in Nichteisenmetallerzen, vor allem in Kupfererzen. Die Welt-Tellurproduktion betrug 2010 ca. 450 t. Schon lange etablierte Anwendungen sind der Ein-

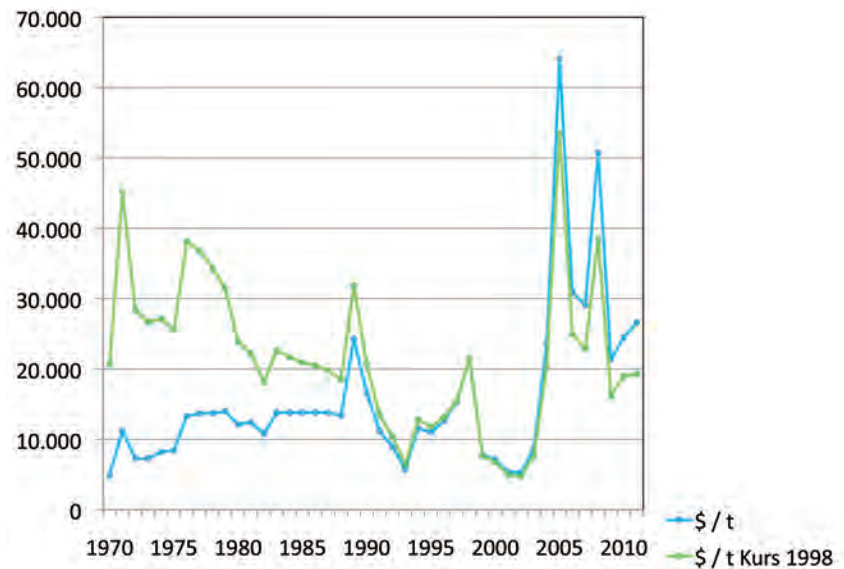


Abb. 9: Entwicklung des Jahresdurchschnittspreises für Vanadium, Quelle: USGS, Graphik: K+S

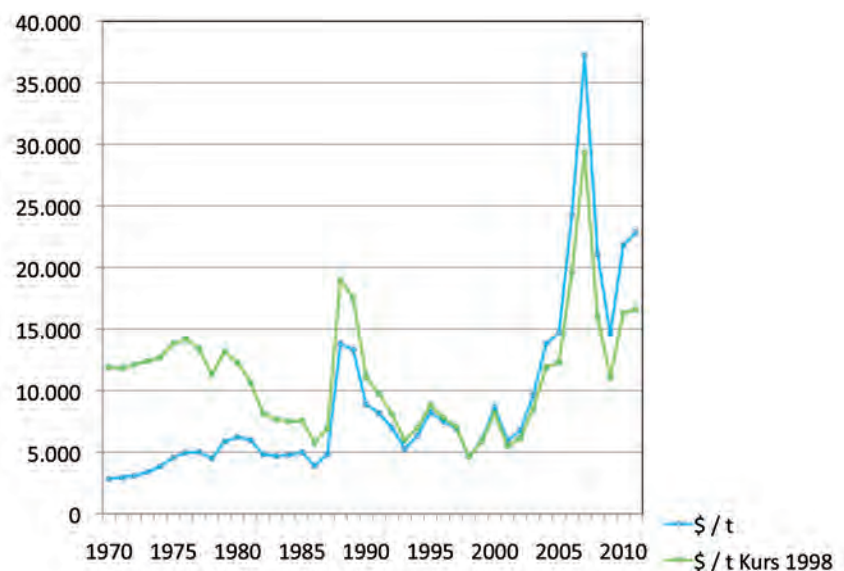


Abb. 10 Entwicklung des Jahresdurchschnittspreises für Nickel, Quelle: USGS, Graphik: K+S

satz als Mikro-Legierungselement in Gußeisen, Stahl, Kupfer und Blei, bei der Vulkanisation von Gummi sowie als Katalysator in der Erdölindustrie. Lange Zeit war der Zwangsanfall aus der Kupferproduktion höher als der Bedarf, und Tellurkonzentrate wurden als

Abfall in Untertagedeponien eingelagert. Ab 2003 stieg der Tellurpreis dramatisch und lag 2011 bei mehr als dem Zehnfachen von 2003 (Abb. 12). Ursache ist vor allem der stark angestiegene Bedarf an Cadmiumtellurid für die Herstellung von Solarzellen in China. Auch

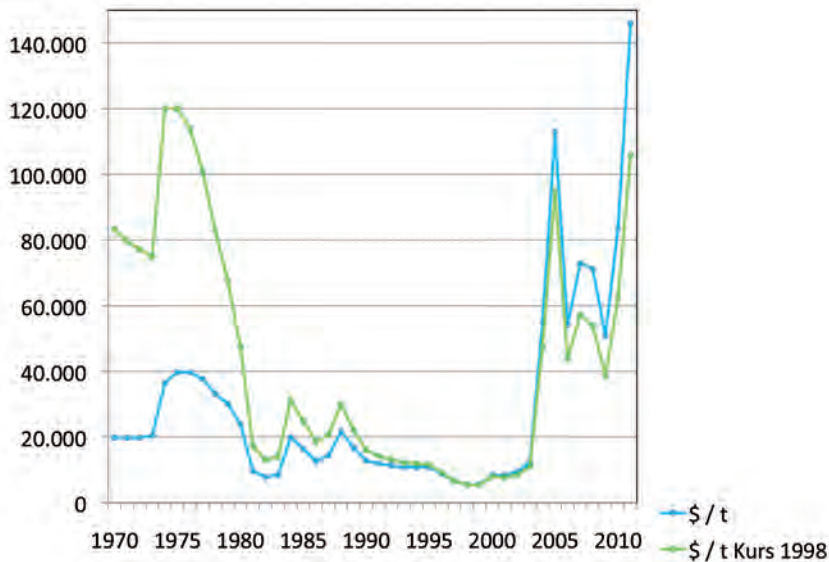


Abb. 11: Entwicklung des Jahresdurchschnittspreises für Selen, Quelle: USGS, Graphik: K+S

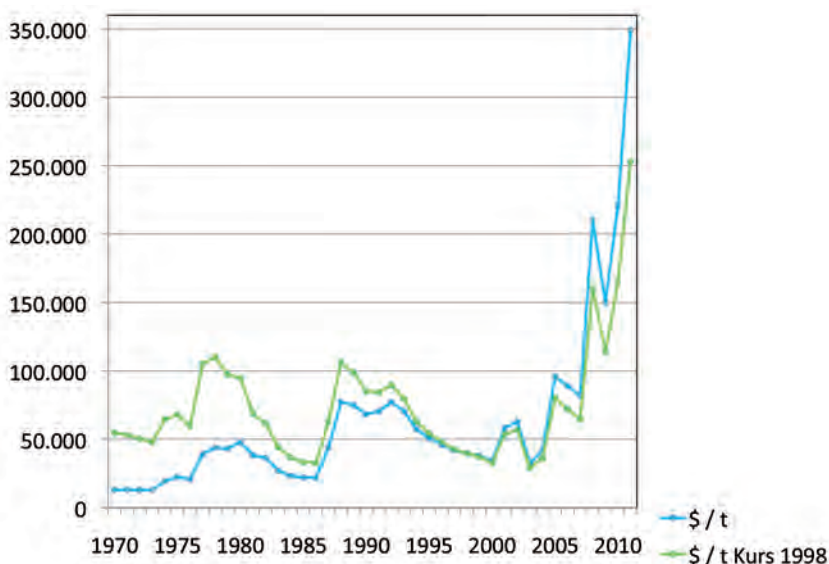


Abb. 12: Entwicklung des Jahresdurchschnittspreises für Tellur, Quelle: USGS, Graphik: K+S

in diesem Fall hörten zunächst die Abfallanlieferungen an Tellursalzen auf, und später wurden die bereits entsorgten Mengen wieder ausgelagert und aufgearbeitet.

## 5. AUSBLICK

Aufgrund ihrer Struktur und

Betriebsweise sind Untertagedeponien besonders dafür geeignet, Abfälle bei Bedarf wieder auszulagern und einem stofflichen Recycling zuzuführen. Sie stellen einen wertvollen Pufferraum dar, in dem gefährliche Abfälle warten können, bis es technisch und wirt-

schaftlich sinnvoll ist, die darin enthaltenen Wertstoffe zurückzugewinnen. Ein effizientes „landfill mining“ ist hiermit bereits Wirklichkeit geworden.

## 6. LITERATUR

[1] DWA/VKU-Themenband T6/2012, Rückbau von deponierten Abfällen, Hennef 2012, S. 11, S. 3

[2] Münnich, K., Fricke, K., Wanka, S., Zeiner, A.: BMBF-Vorhaben „Deponierückbau“: Ziele, erste Ergebnisse und geplantes Vorgehen. In: Deponietechnik 2014. Hamburger Berichte Band 40. Hrsg. von Stegmann, R., Rettenberger, G., Kuchta, K., Siechau, R., Fricke, K., Heyer, K.-U., Hamburg 2014, S. 289–299

[3] Breitenstein, B., Goldmann, D.: Rückgewinnung von Wertmetallen aus beim Deponierückbau entstehenden Feinkornfraktionen. In: Deponietechnik 2014. Hamburger Berichte Band 40. Hrsg. von Stegmann, R., Rettenberger, G., Kuchta, K., Siechau, R., Fricke, K., Heyer, K.-U., Hamburg 2014, S. 301–317

[4] Entscheidung des Rates vom 19. Dezember 2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien gemäß Artikel 16 und Anhang II der Richtlinie 1999/31/EG (2003/33/EG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 11/27 vom 16. 1. 2003

[5] Verordnung zum Verbot von polychlorierten Biphenylen, polychlorierten Terphenylen und zur Beschränkung von Vinylchlorid (PCB-, PCT-, VC-Verbotsverordnung) vom 18. Juli 1989, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1989 Teil I, S. 1482–1484

# Impressum

## **Kali und Steinsalz**

herausgegeben vom VKS e.V.

## **VKS e. V.:**

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

## **Erscheinungsweise:**

dreimal jährlich in loser Folge  
**ISSN 1614-1210**

## **Redaktionsleitung:**

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

## **Redaktionsausschuss:**

Hartmut Behnsen, VKS e.V.  
Holger Bekemeier, esco GmbH & Co. KG  
Uwe Handke, K+S KALI GmbH  
Frank Hunstock, K+S Aktiengesellschaft  
Dr. Volker Lukas, K+S Aktiengesellschaft  
Dr. Franz X. Spachtholz, K+S Entsorgung GmbH  
Dr. Ludger Waldmann, K+S Aktiengesellschaft

## **Herstellung und Layout:**

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

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

### Application possibilities of a mini-plant for potash processing in industrial scale

*For the design of a new process or if a change in procedure will be conducted, calculations are often not sufficient to design a technical plant or to estimate the effect of varied process conditions. However, direct experiments on industrial facilities are often too complex, too expensive or not feasible for new procedures. In addition, the process parameters can often be changed only to a very limited extent, so that laboratory or pilot plant experiments are required. In order to view leaching and crystallization processes as well as solid-liquid separations as continuous processes, unit operations are available at the K+S Research Institute to represent industrial scale processes in pilot plant scale.*

## Einsatzmöglichkeiten einer Mini-Plant für die Aufbereitungsprozesse der Kaliindustrie



Dr.-Ing. Sabine Schwidder,  
K+S Aktiengesellschaft,  
K+S-Forschungsinstitut



Dr. Simone Wigbers,  
K+S KALI GmbH,  
Werk Werra,  
Standort Unterbreizbach

Um in der Kaliindustrie auftretende Löse- und Kristallisationsprozesse sowie Fest-Flüssig-Trennungen als kontinuierliche Prozesse betriebsnah darstellen zu können, stehen im K+S-Forschungsinstitut Einzelaggregate zur Verfügung, aus denen bedarfsorientiert sogenannte Mini-Plants aufgebaut werden können. Damit bestehen ideale Voraussetzungen, um einzelne oder auch mehrere verknüpfte Prozessschritte zu untersuchen und so Informationen über das Verhalten dieser Prozesse zu gewinnen. Wesentliche Vorteile der Technikums-Anlage sind dabei die einfache Installation und Handhabung sowie die unterschiedliche Kombierbarkeit der einzelnen Anlagenmodule, so dass eine größtmögliche Flexibilität besteht. Mögliche Einsatzzwecke sind die Abbildung und Optimierung neuer und bestehender Fabrikprozesse sowie die Untersuchung der Auswirkungen veränderter Eingangsbedingungen.



### Einleitung

Sollen ein neues Verfahren eingeführt oder eine Verfahrensänderung durchgeführt werden, sind rein rechnerische Ansätze oft nicht ausreichend, um eine funktionssichere technische Anlage zu dimensionieren oder Aussagen zum Einfluss veränderter Prozessbedingungen zu machen. Direkte Versuche an industriellen Großanlagen sind jedoch oft zu aufwendig, zu teuer oder bei neuen Verfahren nicht möglich. Außerdem lassen sich die Parameter des Prozesses häufig nur in sehr beschränktem Umfang verändern, so dass Labor- oder Technikumsversuche für die Gewinnung experimenteller Daten erforderlich sind. Neben Versuchen in Batch-Fahrweise ist es, um möglichst detaillierte und realitätsnahe Informationen zu erhalten, dabei vielfach unabdingbar, Untersuchungen an kontinuierlichen Prozessen durchzuführen, wobei neben allen Prozesseinheiten vor allem auch Kreislaufströme erfasst werden müssen.

### Beispiel Heißlöseverfahren

Löse- und Kristallisationsprozesse spielen in den Produktionsprozessen der K+S Gruppe eine wesentliche Rolle. Ein Beispiel dafür ist das als ältestes Verfahren zur Gewinnung von Kaliumchlorid aus Kalisalzgestein geltende Heißlöseverfahren [2]. Dabei wird im Allgemeinen das aufgemahlene Rohsalz kontinuierlich in einer Löseapparatur verlost. Der grobkörnige ungelöste Rückstand wird ausgetragen und einer Fest-Flüssig-Trennung unterzogen. Die Fein- und Feinstbestandteile des Löserückstands verbleiben in

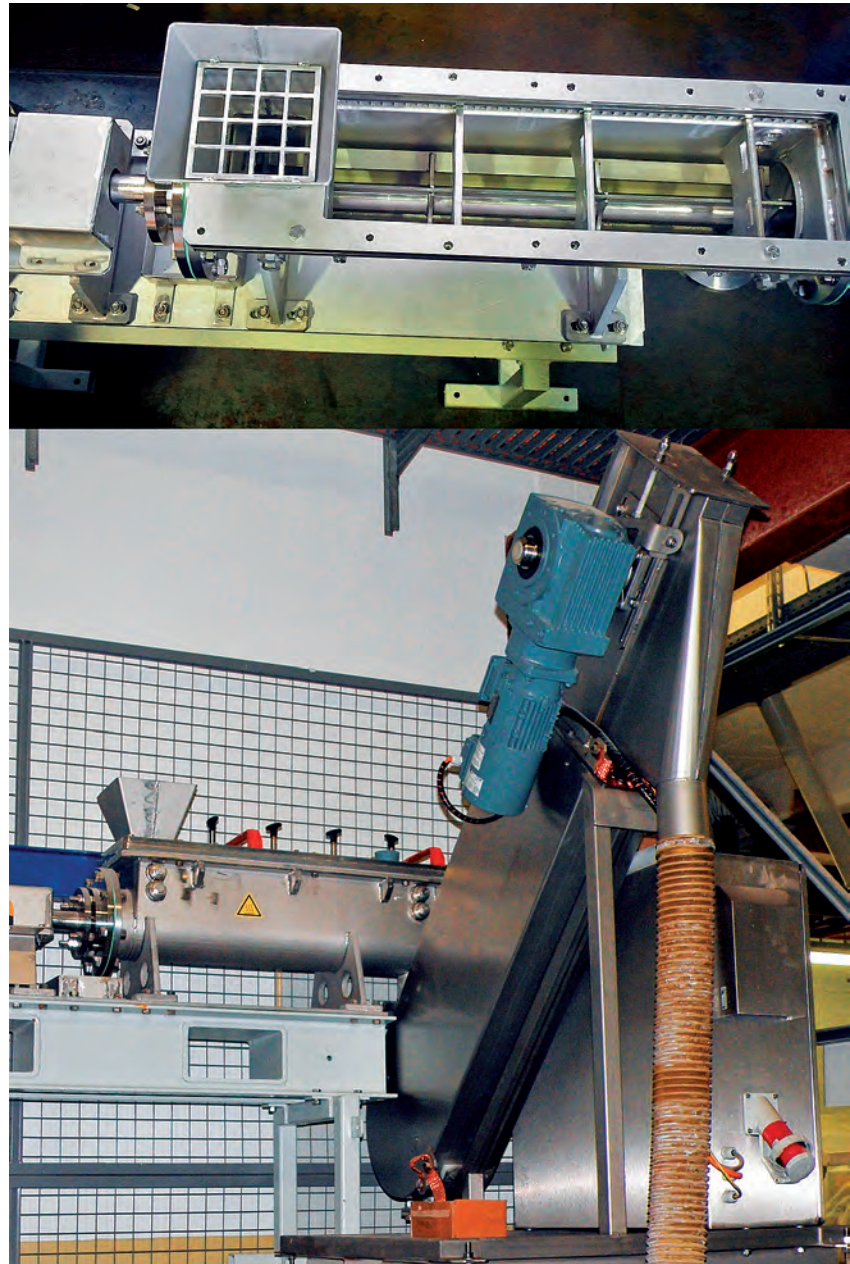


Abb. 1: Löseapparat – Draufsicht und verschaltet mit dem Becherwerk

der aus dem Löseapparat austretenden heißen, an Sylvin gesättigten Lösung. Zu ihrer Abtrennung wird die Suspension im nachgeschalteten Heißklärer geklärt. Je nach Eigenart der Schlammpartikel kann zudem die Zugabe von Klär- und Flockungshilfsmitteln erforderlich sein. An den Klärprozess schließt

sich die Abkühlung der heißen Lösung an. Aufgrund der ausgeprägten Temperaturabhängigkeit der Sylvin-Löslichkeit in wässrigen Lösungen kristallisiert das im Löseprozess aufgenommene Kaliumchlorid dabei wieder. Eine Möglichkeit ist es z.B., die klare, heiße Rohlösung durch Entspannungsver-



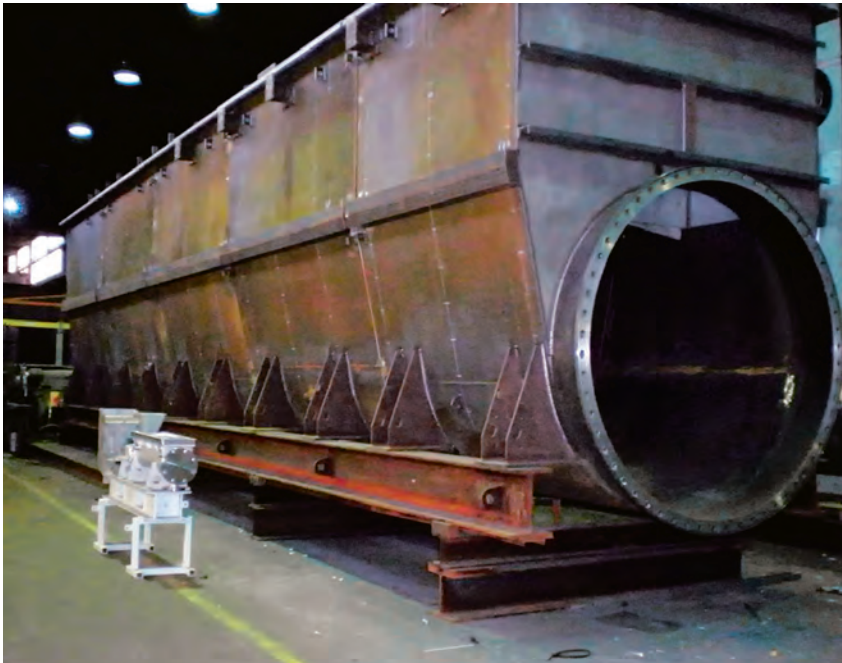


Abb. 2: Löseapparat (großtechnischer und Technikums-Maßstab)

dampfung in einer Vakuumkühlanlage zur Kristallisation zu bringen. Die nachfolgende Fest-Flüssig-Trennung kann beispielsweise mittels Band- oder Trommelzellenfilter erfolgen, wobei eine gezielte Verdrängung der Haftlösung durch Bedüsen des Filterkuchens und eine getrennte Abfuhr der entstehenden Waschlösung möglich sind.

#### Mini-Plant für Löse- und Kristallisationsprozesse sowie Fest-Flüssig-Trennungen

Um das Heißlöseverfahren sowie andere Löse- und Kristallisationsprozesse und Fest-Flüssig-Trennungen als kontinuierliche Prozesse betriebsnah darstellen zu können, stehen im K+S-Forschungsinstitut Einzelaggregate zur Verfügung, aus denen bedarfsorientiert sogenannte Mini-Plants aufgebaut werden können, um z. B. großtechnische Anlagen mit ihren ver-

fahrenstechnischen Schritten voll funktionsfähig im kleinen Maßstab abzubilden. Wichtige Anforderungen an eine solche Anlage sind [1]:

- die Möglichkeit eines schnellen Aufbaus,
- eine hohe Flexibilität bei Umbauten, die durch Änderungen der Versuchsbedingungen häufig auftreten, und
- ein problemloser Betrieb über längere Zeiträume, der beispielsweise zur Klärung von Fragestellungen betreffs der Anreicherung von Nebenprodukten erforderlich ist.

Mögliche Einsatzzwecke sind die Abbildung und Optimierung neuer und bestehender Fabrikprozesse, die Untersuchung der Auswirkungen veränderter Eingangsbedingungen, so z. B. bei Veränderungen in der Rohstoffbasis, oder auch das Studieren von An- und Abfahrvor-

gängen, wobei jedoch die Bedingungen und Einschränkungen für die Übertragbarkeit von Technikums-Versuchen auf den Produktionsmaßstab zu beachten sind. Idealerweise stellen die Technikums-Aggregate maßstäblich verkleinerte Versionen der Originalapparate dar. Damit besteht die Möglichkeit, Musterproben aus Originalrohstoffen mit gleichen Anlagensystemen und analoger Prozessführung wie in der Großanlage herzustellen. Die einzelnen im Lösebetrieb der Kaliindustrie auftretenden Grundoperationen können mit den Aggregaten der Mini-Plant sowohl separat als auch in ihrer Kombination miteinander betrachtet werden. Wobei durch die einfache Installation und Handhabung sowie die unterschiedliche Kombinierbarkeit der einzelnen Anlagenmodule eine größtmögliche Flexibilität hinsichtlich der Erprobung und Optimierung neuer Verfahrensideen besteht.

#### Aggregate der Mini-Plant

Für den Aufbau einer Mini-Plant stehen im Technikum des K+S-Forschungsinstituts u. a. folgende Aggregate zur Verfügung:

- Dosierband,
- Löseapparat mit Becherelevator,
- Sprühverdampfer,
- temperierbarer Rührreaktor,
- temperierbarer Rundklärer,
- temperierbarer Lamellenklärer,
- Dekantierzentrifuge,
- Vakuum-Trommelzellenfilter,
- Bandfilter und
- Suspensions-Pumpen.

Da es in der Forschung und Entwicklung notwendig ist, flexibel und

kurzfristig auf geänderte Anforderungen reagieren zu können, sind die einzelnen Aggregate kompakt gebaut und leicht transportierbar. Aufgrund der Eigenschaften der typischerweise bei den Produktionsprozessen der K+S Gruppe auftretenden Medien, bei denen es sich um wässrige Salzsuspensionen mit Feststoffen wie Halit, Sylvin, Kieserit und Carnallit in variierenden Zusammensetzungen handelt, sind die Apparate zudem so gefertigt, dass sie beständig gegen Korrosion und abrasiven Verschleiß sind. Die im Technikum vorhandenen Aggregate sind auf Lösungs- bzw. Feststoffmengen von rund 100 l/h bzw. rund 30 kg/h ausgelegt. Um die notwendige Abstimmung der Einzelaggregate hinsichtlich der Mengenströme zu realisieren, war es teilweise notwendig, Eigenbauten anzufertigen.

Aufgrund der geringen eingesetzten Stoffmengen ist der Aufwand für den Umweltschutz und die Sicherheit im Vergleich zum großtechnischen Prozess geringer. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Aggregate anfälliger für äußere Einflüsse sind. Im Folgenden werden einige Aggregate der Mini-Plant kurz vorgestellt.

### Löseprozesse

Zur Abbildung des Löseschrittes stehen Löser inklusive Becherwerken (Abb. 1) zur Verfügung.

Bei den Lösern handelt es sich um verkleinerte Versionen der original auf den Produktionsstandorten eingesetzten Löseapparate (Abb. 2). Diese können sowohl im Gegen- als auch im Gleichstrom betrieben werden und es kann zwischen

je zwei auf unterschiedlichem Niveau angeordneten Lösungsein- bzw. -ausgängen gewählt werden. Bei den Rührwerkswellen handelt es sich um Paddel- bzw. Schneckenrührwerkswellen, deren Drehgeschwindigkeit regelbar ist. Um die Abkühlung der Lösung beim Löseprozess möglichst gering zu halten, sind die Löser wärmeisoliert. Der Austrag des Löserückstandes erfolgt kontinuierlich mittels Austragsbecherwerk (Elevator) mit geschlitzten Bechern.

### Kristallisationsprozesse

Die zumeist mehrstufig durchgeführte Kristallisation kann mittels Sprühverdampfer abgebildet werden (Abb. 3). Dazu wird die

heiße, klare Rohlösung im Sprühbehälter fein versprüht. Aufgrund des anliegenden Vakuums entsteht dabei ein Sprühkegel. Das Lösungsmittel verdampft und es kommt zur Übersättigung der Lösung. Das entstehende feine Kristallisat hat Partikelgrößen um 100 µm. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die Apparate der Mini-Plant mit einer Labor-Kristallisationsanlage (Leitrohrkristallisator) zu koppeln und so ein grobkörnigeres Kristallisat zu erhalten. Um die für Labor- und Technikums-Anlagen zumeist gewünschte Beobachtbarkeit der Vorgänge zu ermöglichen und z. B. Fouling und Feststoffablagerungen frühzeitig zu erkennen, sind sowohl die Kristallisationsanlage

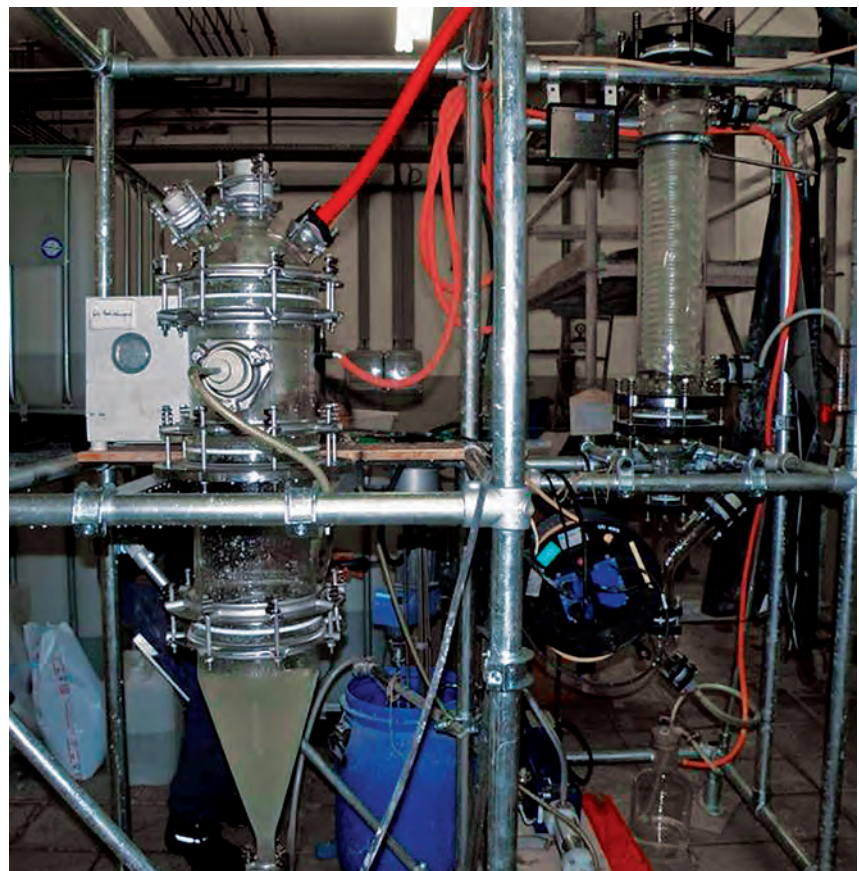


Abb. 3: Sprühverdampfer



als auch die Sprühverdampfer und ihre zugehörigen Wärmetauscher vollständig aus Glas ausgeführt.

### Klären und Eindicken

Die aus den Löseapparaten oder Verdampfern austretende Suspension kann mittels Rund- oder Lamellenklärer geklärt bzw. voreingedickt werden. Um ein ungewolltes Abkühlen der ggf. heißen Lösung im Klärer zu verhindern, sind die Klärer beheizbar. Der sich im Klärer aufgrund der Schwerkraft absetzende Schlamm wird mittels Krählwerk zum Unterlaufabzug befördert und kann anschließend z.B. auf dem Bandfilter entwässert werden. Der nahezu klare Überlauf wird z.B. zum Sprühverdampfer oder zurück in den Löser geleitet. Der im Gegenstromprinzip arbeitende Lamellenklärer (Abb. 4) kann mit verschiedenen Einbauten (z.B. Platten oder Waben) bestückt wer-

den. Durch Variation der Art und Anzahl der Einbauten können die Klärfläche sowie die Sedimentationsstrecke verändert und damit den unterschiedlichen Prozessbedingungen angepasst werden.

Für Suspensionen mit hohen Feststoffgehalten kann zum Eindicken, Klären und Entwässern eine Dekantierzentrifuge verwendet werden. In der Zentrifuge setzt sich der Feststoff unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft an der Trommelwand ab. Die Teichtiefe der geklärten Flüssigkeit kann dabei durch austauschbare Wehrscheiden eingestellt werden. Außerdem können durch Veränderung der Differenzdrehzahl die Verweilzeit des Feststoffes und damit der Entfeuchtungsgrad angepasst werden.

### Filtration

Entscheidend für die Auswahl des eingesetzten Aggregates zur Fest-

Flüssig-Trennung sind die Partikelgrößenverteilung des Aufgabegutes, die gewünschte Restfeuchte sowie die Notwendigkeit einer Produktwäsche. Neben der bereits erwähnten Dekantierzentrifuge stehen dafür kontinuierliche Vakuum-Filtrierapparate (Trommelzellenfilter und Bandfilter) mit jeweils rund 0,1 m<sup>2</sup> Filterfläche zur Verfügung. Wesentliches Element ist das Filtertuch. Dieses muss für eine vielfältig einsetzbare Anlage einfach austauschbar sein, so dass für die jeweiligen Prozessbedingungen der Einsatz verschiedener Filtertücher möglich ist. Beim Bandfilter kommt ein umlaufendes Filtertuch zum Einsatz, während beim Trommelzellenfilter das Filtertuch für jede Zelle einzeln getauscht werden kann. Bei beiden Filteraggregaten besteht die Möglichkeit, eine mehrstufige Wäsche (zwei- bzw. dreistufig) des Filterkuchens durchzuführen und so flexibel auf unterschiedliche Anforderungen reagieren zu können. Die Kuchenabnahme erfolgt mittels Schaber. Beim Trommelzellenfilter kann zusätzlich Druckluft eingesetzt werden.

Ein Vorteil des Trommelzellenfilters (Abb. 5) gegenüber dem Bandfilter ist, dass er aufgrund der kompakten Bauweise eine wesentlich kleinere Stellfläche beansprucht. Allerdings ist er eher für homogene Suspensionen geeignet.

### Suspensions-Pumpen

Zu den Anforderungen der im Technikum eingesetzten Pumpen gehört, dass sie nicht nur robust, sondern zugleich auch äußerst flexibel einsetzbar sein müssen.

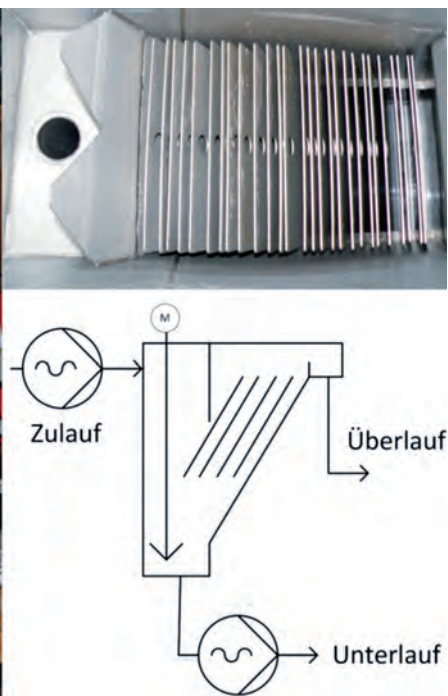


Abb. 4: Lamellenklärer

Sie müssen eine gute Beständigkeit gegen abrasive Salzlösungen aufweisen und zum Teil hohe Feststoffanteile bei ggf. gleichzeitig hohen Temperaturen und unterschiedlichen Durchsätzen bewältigen. Bei mittleren Korngrößen von 50–600 µm muss zudem eine Kornzerkleinerung vermieden werden. Für den Einsatz im Rahmen der hier vorgestellten Mini-Plant haben sich daher Exzentrerschneckenpumpen mit verschiedenen Spezifikationen bewährt.

#### Einsatzmöglichkeiten

Durch die kompakte und leicht zu transportierende Bauweise der Aggregate können diese nicht nur verschaltet im Technikum des K+S-Forschungsinstitutes, sondern auch einzeln direkt auf den Produktionsstandorten im Rahmen von Betriebsversuchen eingesetzt werden.

#### Einsatz einzelner Aggregate

Beispielsweise wurden an einem Standort des Werkes Werra der K+S KALI GmbH diverse Versuche durchgeführt, um bei der Flotation anfallende Suspensionen der Wertstoff- bzw. Rückstandsfraktion mit unterschiedlichen Partikelgrößenverteilungen zu klären und zu entwässern. Variiert wurden dabei das eingesetzte Aggregat (Rund- bzw. Lamellenklärer, Dekantierzentrifuge), die Volumenströme, Klärflächen und Sedimentationshöhen. Mit allen drei Apparatetypen wurde auch im Fall einer Suspension mit sehr feinkörnigem Feststoff ( $d_{50} \leq 40 \mu\text{m}$ ) im Überlauf eine weitgehend feststofffreie Lösung erhalten. Wobei im Fall einer erhöh-



Abb. 5: Trommelzellenfilter

ten Schaumbildung ein Ansteigen des Feststoffgehaltes im Überlauf beobachtet werden konnte. Die sich einstellenden Trockensubstanzgehalte im Klärerunterlauf betragen zwischen 35 und 45 %. Bei den Untersuchungen mit der Dekantierzentrifuge (Abb. 6) fiel im Feststoffaustrag z. T. eine pastöse Suspension mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 60 % an. Bei den durchgeführten Versuchen konnte auch festgestellt werden, dass bei Einsatz eines Lamellenklärers gegebenenfalls mit einem Zusetzen der Lamellenpakete zu rechnen ist. Wesentlicher Vorteil des Technikums-Apparates ist in diesem Fall die Möglichkeit, schnell und einfach die Art und Anzahl der Einbauten an die gegebenen Prozessbedingungen anzupassen. Dadurch kann innerhalb kürzes-

ter Zeit auf auftretende Probleme reagiert werden und es können wichtige Erfahrungen für den Betrieb der Großanlage gesammelt werden.

Entscheidend für die Gewinnung von praxisrelevanten Filtrationsergebnissen ist es, mit technischen Filtermedien zu arbeiten, wie sie auch im großtechnischen Prozess eingesetzt werden. Diese Möglichkeit ist mit den beiden Filteraggregaten, Band- und Trommelzellenfilter, gegeben. Zur Auslegung einer Fest-Flüssig-Trennung mittels Filtration wurden beispielsweise entsprechende Voruntersuchungen mit dem Trommelzellenfilter durchgeführt. Dabei konnten innerhalb kürzester Zeit verschiedenen Trommeldrehzahlen, unterschiedliche Filtermedien sowie die Kuchenabnahme mittels Druckluft

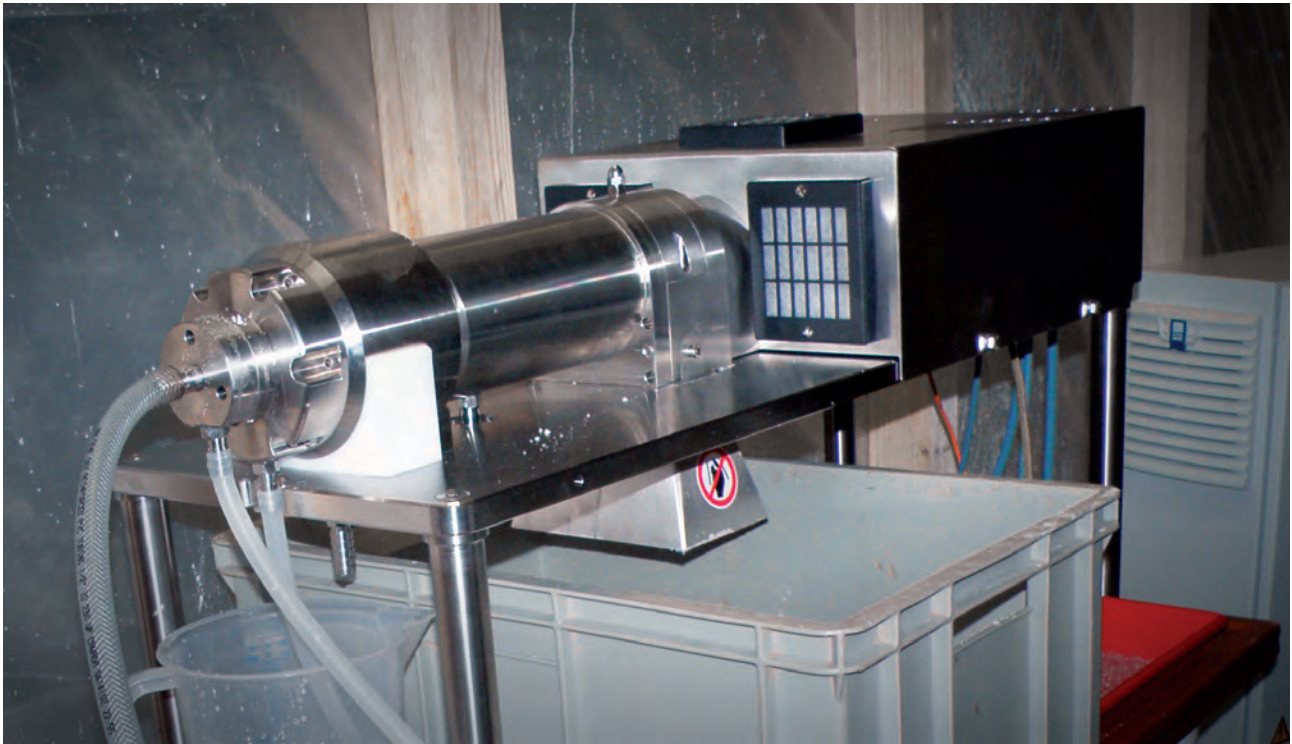


Abb. 6: Dekantierzentrifuge

bzw. Schaber getestet und Erkenntnisse über den Einfluss von Schaum auf die Homogenität der Kuchenbildung gewonnen werden. Dies sind für die Auslegung wichtige Untersuchungen, da oft allein auf Basis von Versuchen in Pilotanlagen, unter Einbeziehung aller Parameter, gesicherte Aussagen hinsichtlich der Filterauswahl zu treffen sind [3]. Mit dem Bandfilter wurden beispielsweise mit einer carnallitischen Suspension Filtrationsversuche und Untersuchungen zur Haftlösungsverdrängung durchgeführt. Ziel dabei war es, Aussagen über notwendige Verweilzeiten und Waschzyklen, mögliche Bandfilterbelegungen sowie erreichbare Restfeuchten zu erhalten.

#### Einsatz einer Technikums-Anlage

Im Technikum des K+S-Forschungs-

institutes konnte darüber hinaus bereits erfolgreich, durch Kopplung mehrerer Aggregate miteinander, ein Fabrikprozess zur Verlösung von carnallitischem Rohsalz mit anschließender Entwässerung des Löserückstandes abgebildet werden (Abb. 7). Die Zufuhr des Rohsalzes zum im Gleichstromverfahren betriebenen Löser erfolgte dabei mittels Dosierband. Der Austrag des Löserückstandes und Abwurf auf das Bandfilter wurde kontinuierlich mit einem Austragsbecherwerk mit geschlitzten Bechern realisiert. Um unabhängig von der Austragsgeschwindigkeit eine gleichmäßige Filterbelegung zu erreichen, kam ein oberhalb des Filters angebrachter Abstreifer zum Einsatz. Die aus dem Löseapparat austretende Lösung wurde zunächst in den Rundklärer geleitet, um diese von

eventuell aus dem Löser mitgerissenen feinkörnigen Partikeln zu klären. Der weitgehend feststofffreie Klärerüberlauf wurde zurück in den Löseapparat geführt, während der eingedickte Schlamm ebenfalls auf den Bandfilter geleitet und filtriert wurde.

Mit der beschriebenen einfachen Anlage aus Löser, Filter und Klärer besteht bereits die Möglichkeit, nicht nur den Einfluss diverser Prozessparameter auf den betrachteten Prozess der Zersetzung von carnallitischem Rohsalz zu untersuchen, sondern es ist auch die Untersuchung anderer Löseversuche mit Fest-Flüssig-Trennung denkbar. Durch Integration weiterer Aggregate können zudem auch komplexere Untersuchungen durchgeführt werden. Vor Inbetriebnahme einer solchen Technikums-Anlage sollte



jedoch, in Analogie zur Großanlage, für die Gesamtanlage und die Einzelapparate eine vorläufige Mengenbilanz anhand geschätzter Betriebsdaten vorliegen. Diese Daten dienen als Startwerte für das Anfahren der Mini-Plant. Problematisch sind dabei unter Umständen Rück- und Kreislaufführungen, durch die beispielsweise längere Zeiträume notwendig sind, um einen stationären Betriebszustand zu erreichen. Gegebenenfalls kann es auch notwendig sein, zunächst einen getrennten Betrieb einzelner Apparate mit Zwischenspeicherung vorzusehen.

### Zusammenfassung

Durch die Möglichkeit des Einsatzes der Mini-Plant und ihrer einzel-

nen Aggregate zur Abbildung von kontinuierlichen Löse-, Deck- und Kristallisationsprozessen mit Fest-Flüssig-Trennung bestehen ideale Voraussetzungen, um einzelne oder auch mehrere verknüpfte Prozessschritte betriebsnah abzubilden und so Informationen über das Verhalten dieser Prozesse zu gewinnen. Damit können unter Berücksichtigung der Einschränkungen bei der Maßstabsübertragung für die K+S Gruppe wichtige Verfahrensschritte im Technikumsmaßstab untersucht, optimiert und ausgelegt werden. Wesentliche Vorteile der Technikums-Anlage sind dabei die einfache Installation und Handhabung sowie die unterschiedliche Kombinierbarkeit der einzelnen Anlagenmodule, so dass

eine größtmögliche Flexibilität hinsichtlich der Erprobung und Optimierung neuer Verfahrensideen besteht.

### Literatur

[1] L. Deibele, R. Dohrn (Hrsg.) (2006): Miniplant-Technik in der Prozessindustrie, Wiley-VCH, 1. Auflage.

[2] R. Dittmeyer u.a. (Hrsg.) (2005): Sonderdruck aus: Winnacker-Küchler: Chemische Technik. Prozesse und Produkte, Band 8 Ernährung, Gesundheit und Konsumgüter, 1 Produkte der Kaliindustrie, Wiley-VCH.

[3] S. Weiß u.a. (Hrsg.) (1985): Verfahrenstechnische Berechnungsmethoden, Teil 3: Mechanisches Trennen in fluider Phase, VCH Verlagsgesellschaft.

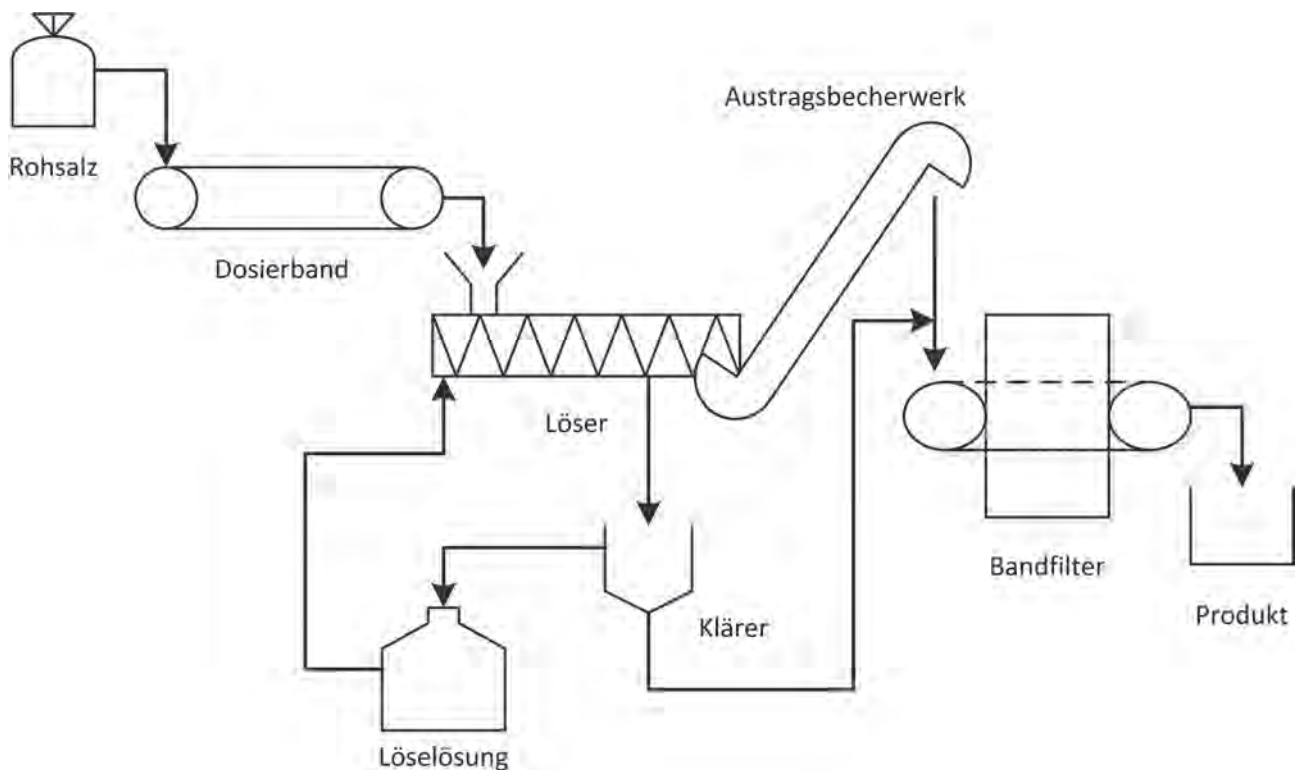


Abb. 7: Schematischer Versuchsaufbau der Mini-Plant zur Verlösung von carnallitischem Rohsalz mit anschließender Entwässerung des Löserückstandes

**Operational experience with low design mining technology.**

*For mining potash in low deposits the K+S Group developed a new type of a machine in close cooperation with GHH Fahrzeuge GmbH. This type of machine, called SLP12H / SLP14H (SLP = „Super Low Profile“) is powered by a hydrostatic drive system and is equipped with several technical innovations. The purpose of this development cooperation was the creation of a machine that meets all mining requirements despite of an extremely low machine height.*

# Einsatzenerfahrungen niedrig bauende Gewinnungstechnik



Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Christ,  
K+S KALI GmbH, Werk Werra

Für den Abbau flacher Lagerstättenbereiche entwickelte die K+S Gruppe einen neuen Maschinentyp in enger Zusammenarbeit mit der GHH Fahrzeuge GmbH. Dieser Maschinentyp mit der Bezeichnung SLP12H/SLP14H (SLP = „Super Low Profile“) ist mit einem hydrostatischen Antriebskonzept sowie einer Vielzahl technischer Neuerungen ausgestattet. Ziel dieser Entwicklungszusammenarbeit war, einen Maschinentyp zu konzipieren, der alle Einsatzanforderungen trotz extrem niedriger Bauhöhe erfüllt.



Abb. 1: SLP12H im Grubenbetrieb Neuhof-Ellers

Durch zunehmend geringere Lagermächtigkeiten an einzelnen Standorten der K+S Gruppe ist es notwendig, die dafür entsprechenden Lademaschinen für den Gewinnungsprozess zu beschaffen. Gemeinsam mit dem Maschinenhersteller werden hierbei wichtige Randbedingungen definiert, um die Lademaschine sowohl im Design als auch im Antriebskonzept optimal auszulegen. Einer der wichtigsten Aspekte ist hierbei die zulässige Bauhöhe der Maschine, die durch die Mindeststreckenhöhe sowie deren Hüllkurvenbetrachtung gegeben ist. Ziel ist es, Lagerstätten mit geringerer Steinsalzmitnahme abzubauen und dabei mit einem neuen Antriebskonzept die Maschinen- und Instandhaltungskosten zu senken.

Im Jahre 2007 wurde am Standort Hattorf-Wintershall der Prototyp SLP12 „Super Low Profile“ von der Firma GHH Fahrzeuge GmbH erfolgreich eingeführt. Die Maschine, die nach einem Baukastensystem aufgebaut ist, wurde durch unterschiedliche Einsatzerfahrungen

bis heute ständig weiterentwickelt und ist für niedrige Lagerstättenbereiche in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Es wird hierbei zwischen einem SLP12H (Abb. 1) mit einer Maschinenhöhe über Fahrerstand 1,65 m und einer Nutzmasse von 12 t sowie einem SLP14H mit einer Höhe über Fahrerstand 1,80 m und einer Nutzmasse von 14 t unterschieden. Die Unterschiede beider Varianten sind in Tabelle 1 gegenübergestellt.

Hinsichtlich der verbauten Komponenten sind beide Varianten gleich und bringen deshalb einen enormen technischen Vorteil und eine höhere Instandhaltungsfreundlichkeit. Um eine kompakte Bauform zu erzielen und die hohen Reparaturkosten von hydrodynamischen Antriebskomponenten zu verringern, wurde ein hydrostatisches Antriebskonzept gewählt.

Aufgrund der niedrigen Bauform des Laders kann die dadurch

	Einheit	SLP 12	SLP 14
Maschinenhöhe über Fahrerstand	m	1,65 (Mindeststreckenhöhe)	1,80 (Mindeststreckenhöhe)
Bodenfreiheit	mm	325	407
Überhangwinkel Lastteil	°	11	15,9
Reifengröße		26,5-R25 (Ø 1700 mm)	26,5-R29 (Ø 1851 mm)
Schaufelinhalt	m <sup>2</sup>	8,5	9,65
Nutzmasse	t	12	14
Serien	–	4	4

Tabelle 1: Variantenvergleich SLP12/14H



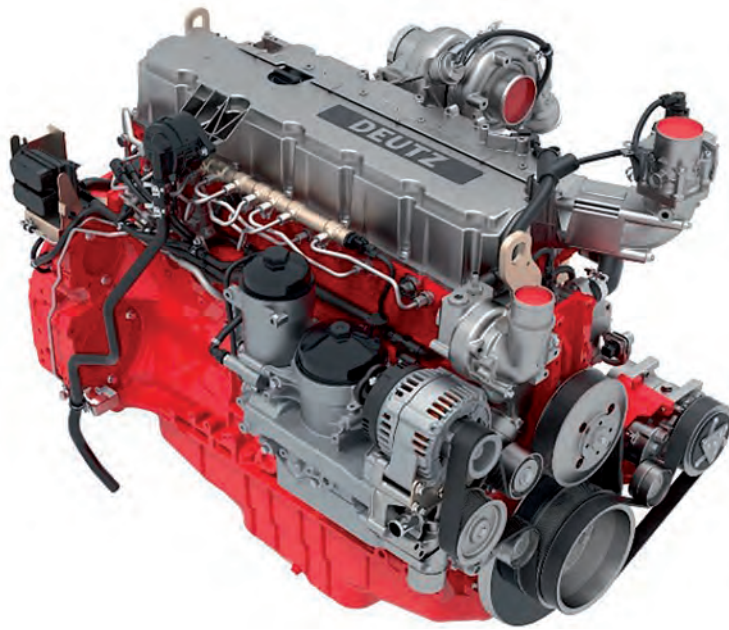


Abb. 2: Antriebsmotor TCD7.8L06 (Quelle: DEUTZ AG)

mögliche aufgelöste Bauform der Antriebskomponenten nur von Vorteil sein. Diese ist in beiden Maschinentypen durch eine gut gewählte und klar gegliederte Anordnung der Komponenten erfolgt. Somit ergeben sich auch viele Vorteile in der Instandhaltung.

Für die Maschinentypen SLP12H/14H lassen sich klar die Vorteile des hydrostatischen Antriebes nutzen. Hierzu zählen insbesondere:

- Verschleißfreie Abbremsung mit gleichzeitiger Energierückgewinnung, was eine Entlastung der Bremsanlage und des gesamten Antriebsstranges mit sich bringt.
- Einfache Bedienung der Maschine durch eine Zwei-Pedal-Steuerung mit automatischer Geschwindigkeitsanpassung. Somit kann der Maschinenbediener analog wie im Staplerbetrieb seine Fahrtrichtung über die Pedale vorwählen. Durch die Einbindung einer elektrohydraulischen Bremsenansteuerung sind keine Überdrehzahlen in Gefällefahrten sowie Drehmomentstöße durch Abbremsvorgänge möglich.

- Minimierung der Verlustleistung durch geringere Hydrauliköltemperaturen im System und geringere Wärmeabstrahlung an die Fahrerkabine und Umgebung.
- Einführung modernster Dieselmotoren der Stufe III B mit neuester Abgasnachbehandlung. Somit sind eine Reduzierung der Abgase sowie eine Minderung der Lärmemission gegeben. Ein geringerer Wettermengenbedarf von  $1,0 \text{ m}^3/(\text{min kW})$  wird mit dieser Motorgeneration erzielt.
- Komplexere Maschinensteuerung und Überwachung. Die Maschine selbst ist hierbei mit diversen Sensoren für Ölreinheit,

Wegmesssystemen in Zylindern, Warneinrichtungen und einer Neigungssensorik ausgerüstet.

- Verlängerte Wartungsintervalle im Vergleich zu hydrodynamischen Ladern.
- Einsatz von standardisierten Baugruppen.

Bis heute wurden diverse technische Optimierungen durchgeführt. Hierzu zählen vor allem Änderungen im Stahlbau des Lastteils, Antriebsmotor, Bremskreislauf, Fahrerstand sowie an der Steuerung. Diese Änderungen sind durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Einsatzerfahrungen auf den verschiedenen Standorten möglich gewesen.

Zu den Optimierungen an den Maschinentypen zählen im Wesentlichen folgende Punkte:

#### 1. DEUTZ Dieselmotor TCD7.8L06 mit 245 kW/EU-Abgasstufe III B

Die Einführung des neuen Antriebsmotors TCD7.8L06 mit 245 kW Leistung (Abb. 2) der Firma DEUTZ ist im Jahr 2012 erfolgt. Hierbei handelt es sich um einen Motor, der die aktuellen, ständig weiter verschärften Emissionsvorschriften nach der neuesten EU-Abgasstufe III B (US Tier 4 interim) erfüllt.

Im direkten Vergleich zum vorher eingesetzten Motor TCD2015-V06 mit 240 kW der Abgasstufe III A



Abb. 3: Hydraulischer Bremsybrid HBH im SLP12/14H



bringt der TCD7.8L06 viele Neuerungen mit sich. Bei diesem Motortyp handelt es sich um einen wassergekühlten 6-Zylinder Reihomotor mit Common-Rail-Einspritzsystem sowie Turboaufladung und Ladeluftkühlung. Der Motor mit einem Partikelfilter-Abgasnachbehandlungssystem weist durch Downsizing einen optimalen Wirkungsgrad auf und sorgt somit für eine Senkung der Kraftstoffkosten. Der größte Vorteil dieser Motoren-generation ist vor allem in der Reduzierung der Abgase sowie der Lärmemission zu sehen. Dieses wirkt sich positiv auf die benötigte Wettermenge im Grubenbetrieb aus. Hierdurch ist es möglich, einen Wettermengenbedarf von  $1,0 \text{ m}^3/(\text{min kW})$  zu erreichen. Nachteil hingegen ist der höhere Qualitätsanspruch, der an die Betriebsstoffe beim Einsatz solcher Motoren gestellt werden muss.

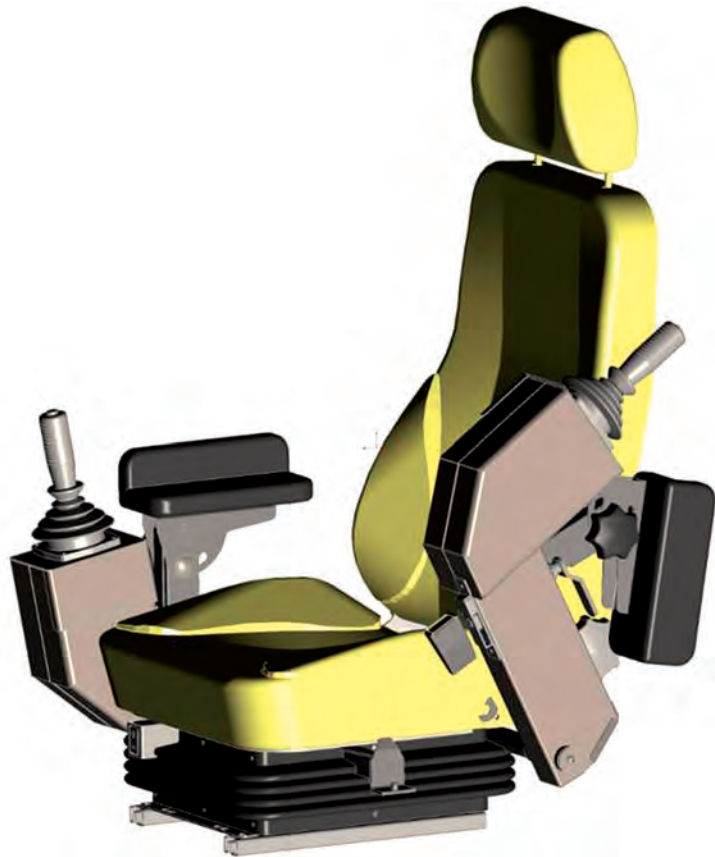


Abb. 4: Fahrersitz der Firma Möve (Quelle: GHH Fahrzeuge)

## 2. Hydraulischer Bremsybrid HBH

Ein weiterer Optimierungspunkt ist der sogenannte hydraulische Bremsybrid HBH (Abb. 3). Dieser speichert die bei der Fahrverzögerung anfallende Bremsenergie in Hydraulikkolbenspeichern. Diese Energie wird dann beim nächsten Beschleunigungsvorgang über einen Hydraulikmotor antriebsunterstützend verwendet. Somit wird ein erheblicher Teil der Bremsenergie nicht vernichtet, sondern als Antriebsenergie genutzt. Weiterhin wird der HBH als zusätzliches Stützelement im Bremsbetrieb bei Gefällefahrten eingesetzt.

## 3. Entwicklung eines neuen Fahrersitzes

In enger Zusammenarbeit mit der GHH Fahrzeuge GmbH und dem Sitzhersteller Möve wurde ein neuer Fahrersitz (Abb.4) entwickelt. Bei

dieser Neukonstruktion stehen die Standzeit der Komponenten sowie der Faktor Komfort und Ergonomie für den Maschinenbediener im Vordergrund. Das neu konstruierte und optimierte Sitzgestell ist für Längs- und Querbewertung bergbaugerecht ausgeführt. Dieser Fahrersitz zeichnet sich vor allem durch die hohe Standzeit und gute Schwingungsdämpfungseigenschaften aus.

## 4. Optimierte ergonomische Arbeitsplatzbedingungen

Um bei dem Maschinenbediener die Halswirbelsäulenbelastung zu reduzieren, wurde im Fahrerstand eine schwenkbare Fahrersitzkonsole (Abb. 5) integriert. Im Vergleich zu bisher eingesetzten Maschinen, in denen der Maschinenbediener nur quer zur Fahrtrichtung sitzt, kann in der neuen Ausführung die

gesamte Bedieneinheit um bis zu  $30^\circ$  je Fahrtrichtung geschwenkt werden. Der Maschinenbediener kann dies durch eine entsprechende Betätigung am Joystick aktivieren.

Auch optimierte Arbeitsplatzbedingungen in Lademaschinen spielen eine immer größere Rolle. Durch Belüftung und Isolierungen versucht man, die vorherrschenden Umgebungsbedingungen für den Maschinenbediener so angenehm wie möglich zu gestalten. Durch eine geteilte Kabinenscheibe und Wärmeisolierung im Bereich des Achsverteilergetriebes ist dieses möglich.

## 5. Elektrohydraulische Bremse und Zwei-Pedal-Bedienung

Mit der Einführung der elektrohydraulischen Bremse und der Zwei-Pedal-Bedienung im Jahr 2013

ergeben sich für die Bedienung der SLP12/14H-Maschinen völlig neue Möglichkeiten. Durch die elektrohydraulische Bremse können Schäden im Antriebsstrang vermieden werden. Somit kann die Geschwindigkeit der Maschine im Gefälle maximiert werden. Bei Verzögerungsvorgängen bei Gefällefahrten wird zur Vermeidung hoher Motordrehzahlen durch eine von der Fahrzeugsteuerung hervorgerufene, kurzzeitige elektrische Bremsbetätigung die Reibungsbremse aktiviert. Es kommt zur Reduzierung der kinetischen Energie bis zu einem vordefinierten



Abb. 5: Fahrerstand mit schwenkbarer Fahrersitzkonsole



Abb. 6: Zwei-Pedal-Bedienung

Punkt, an dem dann die Hydrostatik wieder übernimmt. Somit wird eine Schädigung von Pumpenelementen und des Antriebsmotors verhindert.

Der Abbremsvorgang durch die Fahrzeugsteuerung wird so eingeleitet, dass es zu keinerlei Beeinträchtigung des Maschinenbedieners durch eventuelles Blockieren der Räder kommt.

Ein weiterer Punkt ist die Einführung der Zwei-Pedal-Bedienung mit einem Vorwärts- und einem Rückwärts pedal. Diese Optimierung ermöglicht dem Maschinenbediener einen schnellen Reversiervorgang analog der üblichen Praxis bei hydrostatischen Gabelstaplern. Somit kann der Maschinenbediener seine Fahrtrichtung durch einfache Betätigung des jeweiligen Fahrpedals vorwählen. Grundsätzlich wird dadurch die Bedienung der Maschine noch einfacher und effektiver.

## 6. Maschinenüberwachung, Datenrecorder und Verkabelungstechnik

Die Maschinenüberwachung spielt bei modernen Maschinen eine immer größere Rolle.

Die Maschinentypen SLP12/14H verfügen über neueste Datenrecorder. Somit ist es im Störfall möglich, eine schnelle und effektive Fehlerdiagnose durchzuführen. Die aufgezeichneten Datensätze helfen aber auch bei der Schwachstellenanalyse. Hierdurch können gezielt Maschinenoptimierungen im Vorfeld geplant und durchgeführt werden.

Der Maschinenbediener selbst bekommt im Störfall über das Maschinendisplay eine Klartextmeldung, die ihm das weitere Vorgehen beschreibt. Somit kann im Störfall eine zeitnahe und genaue Übermittlung des jeweiligen Scha-

densbildes an den Instandhalter erfolgen.

Auch im Bereich der Verkabelungstechnik gibt es Neuerungen. Um das hohe Maß an Verkabelungsaufwand im Bereich der Armaturenkästen zu reduzieren, wurde die Verkabelung Smart Wire DT der Firma Eaton eingebaut. Für andere Komponenten gibt es nun genügend Platz und die Fehlersuche im Bereich der Verkabelung wird erheblich vereinfacht. Als Vorteile sind hier die Punkte Einsatz von Standardkomponenten sowie einfache Diagnosemöglichkeiten des Systems zu sehen.

## 7. Assistenzsysteme für Maschinenbediener

Ab 2013 gibt es neue Tools, die dem Maschinenbediener den Umgang mit der Maschine erleichtern sollen. Hierzu zählen im Wesentlichen die Tools TiMo (Abb. 7) und SAEM (Abb. 8). TiMo steht hierbei für Tipp-Modus. Dieser Modus unterstützt den Ladevorgang. Bei dieser Funktion wird ein automatisches Anziehen der Schaufel, abhängig von Vortriebskraft und Reifenschlupf, im Ladevorgang durchgeführt. Der Fahrer hat jedoch die Möglichkeit, durch die Bedienung der Joystickfunktion diese automatische Funktion zu übersteuern. Die Priorität der Ansteuerung der Arbeitshydraulik liegt somit weiterhin beim Bediener.

Das zweite Tool ist die Funktion SAEM „Schaufel Entlade Modus“. Bei dieser Funktion wird eine automatisierte, intermittierende Ansteuerung der Funktionen „Senken“ und „Heben“ vorgenommen und damit die Ladeschaufel in Schwingung versetzt. Durch dieses Abschütteln nach dem Ladevorgang werden beispielsweise Haufwerksverluste auf dem Weg zur

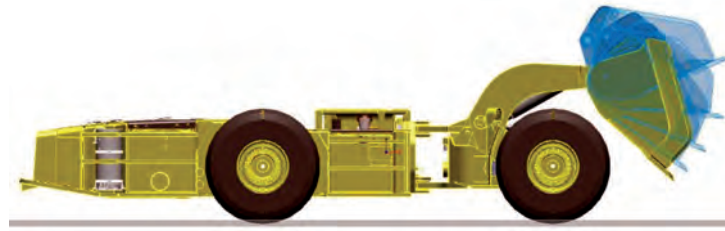
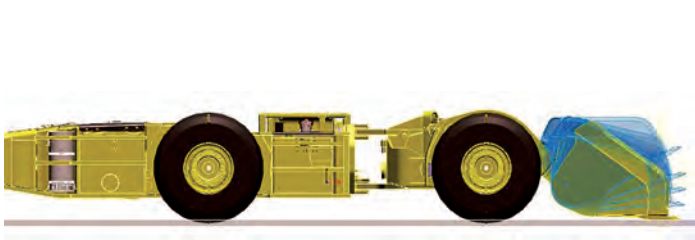


Abb. 7: Assistenzsystem TiMo (Quelle: GHH Fahrzeuge), Abb. 8: Assistenzsystem SAEM (Quelle: GHH Fahrzeuge)

Kippstelle vermieden. Auch zum Schaufelentleerungsprozess bei reduzierter Kippstellung in niedrigen Bereichen kann diese Funktion von Vorteil sein. Der Schaufelinhalt kann dadurch besser aus der Ladeschaufel rutschen.

### 8. Schaufelmodifikation SLP14H

Durch die Einführung der ersten SLP14H in Revieren mit Steigungen von bis zu 28 % kam es in den ersten Erprobungen unter Tage zu Einschränkungen in der Förderleistung, da der vorhandene Schaufelfüllungsgrad nicht den gewünschten Vorgaben entsprach. Zusammen mit dem Maschinenhersteller GHH Fahrzeuge GmbH und dem Schaufellieferant LOC-matic GmbH wurden am Standort Hattorf/Wintershall verschiedene Versuchsmodifikationen erprobt und kritisch bewertet.

Um eine Schaufel optimal zu füllen, spielen viele verschiedene Einflussfaktoren eine wichtige Rolle. Anhand der Auswertungen der einzelnen Ladeversuche wurde die endgültige Schaufelmodifikation (Abb. 9) entschieden. Diese zeichnet sich, im Vergleich zu anderen erprobten Variantenmodifikationen, durch eine Vielzahl technischer Neuerungen aus. Die Schaufelschneide wurde um 200 mm verlängert, die Seitenschneiden abgeschrägt und der Anstellwinkel der Schneide verändert. Auf Grund dieser technischen Änderungen musste die Reißkraft der Maschine

angepasst werden. Hierfür musste eine Druckanhebung der Fahr- sowie der Arbeitshydraulik an der Maschine erfolgen. Alle diese technischen Änderungen spiegeln sich nun in einem optimierten Schaufelfüllungsgrad wider.

An dieser Stelle wurden nur einige wesentliche Optimierungspunkte genannt. Durch die verschiedenen Einsatzerfahrungen mit den Ladertypen SLP12/14H ist festzustellen, dass der wichtigste und schwierigste Punkt bei hydrostatischen Fahrtrieben die optimale Abstimmung zwischen Motor- und Antriebskomponenten ist.

Durch diverse Gespräche mit den Maschinenbedienern unter Tage und durch gezielte Optimierungsmaßnahmen durch den Maschinenhersteller GHH Fahrzeuge GmbH können zum heutigen Zeitpunkt folgende positive Aspekte festgestellt werden:

- hohe Akzeptanz, gutes Ladeverhalten
- größere Nutzlast bei gleicher Maschinenhöhe
- hohe Antriebsleistung mit geringer Verlustleistung
- hohe Vorschubkraft beim Ladevorgang
- optimierte Maschinensteuerung/-überwachung
- Assistenzsysteme für die Maschinenbediener
- Ergonomie und Fahrkomfort durch einen neuen Maschinensitz
- geringe Hydrauliköltemperatur

- geringe Abgasemission durch einen Dieselmotor der Abgasstufe III B
- verbesserte Schaufelfüllung durch die Schaufelmodifikation für SLP14H
- niedrige Reparaturkosten

Natürlich gibt es bei technisch hoch entwickelten Maschinen im Laufe der Jahre immer wieder eine Reihe von weiteren Optimierungspunkten. Diese werden zusammen mit dem Maschinenhersteller unter größter Sorgfalt analysiert, um beste technische Lösungen zeitnah zu finden.



Abb. 9: Schaufelmodifikation SLP14H der Firma LOC-matic

In enger Zusammenarbeit mit der GHH Fahrzeuge GmbH und deren Zulieferern wurde somit ein Maschinentyp entwickelt, der die Anforderung an niedrige Lagerstätten in vollem Funktionsumfang erfüllt.



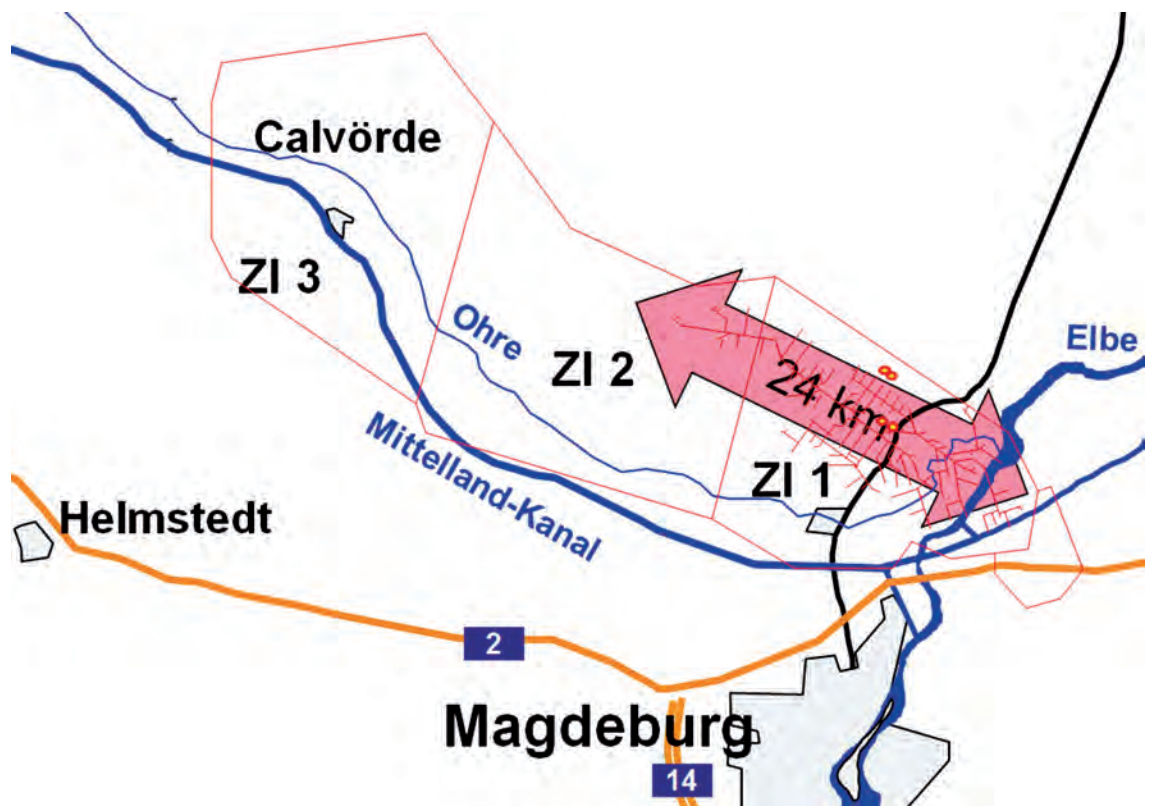


Abb.1: Grubenfelder in Zielitz

### The Transport Of Crude Salt Under Control

*The Material-Flow-Management system at the potash mine in Zielitz influences the transport of crude salt since the middle of 2012. In this process a superior system controls the output of the connected tipping areas depending on the load of the conveyor belts. The System always provides the maximum conveyor output at any time.*

## Die Förderströme fest im Griff



Walter Wahl,  
Leiter Elektrotechnik unter Tage,  
K+S KALI GmbH, Werk Zielitz

Der Bandtransport von Rohsalz im westlichen Teil der Grube im Kaliwerk Zielitz steht seit Mitte 2012 unter der Regie eines übergeordneten Steuerungssystems. Die Verhinderung von Überschüttungen an den Bandübergabestellen bei gleichzeitig geringen Eingriffen in den Produktionsablauf galt es als Rahmenparameter zu beachten.



### Die Ausgangssituation in Zielitz

Das Kaliwerk Zielitz liegt rund 25 km nördlich von Magdeburg. Die Lagerstätte wird an der östlichen Seite von der Elbe begrenzt und erstreckt sich in nordwestliche Richtung mit drei Bergwerksfeldern über eine Länge von rund 50 km.

Die bergbaulichen Aktivitäten lagen seit der Aufnahme der Produktion im Jahr 1973 im Bergwerksfeld ZI. Von den Schächten 1 und 2 wurde in östlicher, südlicher und westlicher Richtung der Abbau von Kalisalz vorangetrieben.

Ab Mitte der ersten Dekade der 2000er Jahre entwickelte sich die Grube Zielitz ausschließlich in westliche Richtung. Die Transportwege wurden immer länger. Die Bandkapazitäten auf der sogenannten Westachse wurden bis 2010 auf 3000 t/h erweitert, um die bevorstehende Verlagerung der Produktionsbereiche vorzubereiten. Mit zwei Gewinnungsrevieren im Westfeld war die Koordination der Förderströme auf den Bandanlagen vergleichsweise einfach. Eine Bunkeranlage, die die diskontinuierlich anfallenden Salzmengen der Kippstellen in einen kontinuierlichen Strom in Richtung Förderschacht verwandeln sollte, konnte aus geologischen Gründen nicht gebaut werden.

Die Mittelfristplanung der Produktion für die Jahre 2011–2014 sah eine stetige Zunahme der Anzahl der Kippstellen und der Produktionsmengen im Westfeld vor.

In diesem Zeitraum sollten 2011 ein drittes und 2013 ein viertes Revier in diesem Teil der Grube den Betrieb aufnehmen. Mit diesen Produktionsverlagerungen wurden Überschüttungen an den Bandübergabestellen immer wahrscheinlicher. Hierdurch hervorge-

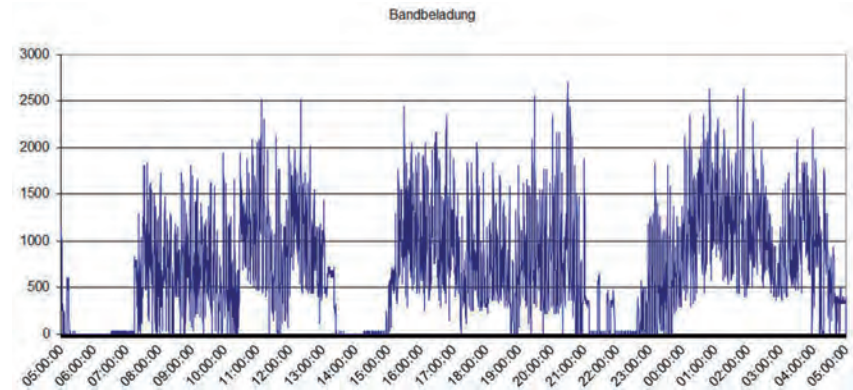


Abb. 2: Beladung Band 3.4 a vom 23.09.2010

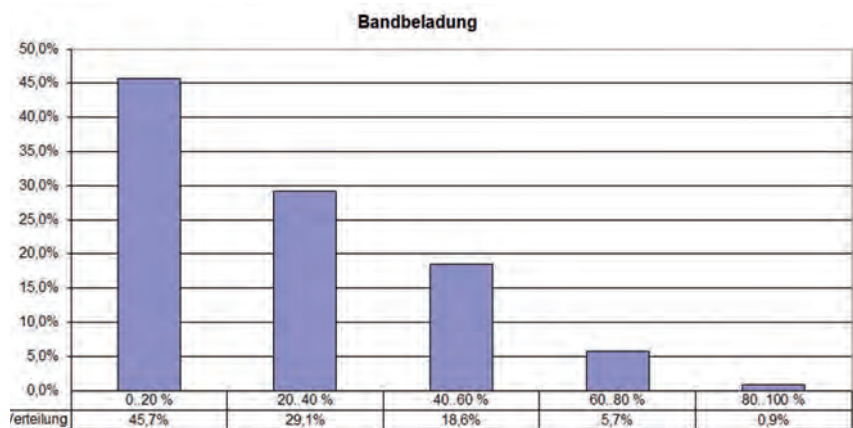


Abb. 3: Verteilung der Messwerte vom 23.09.2010

	von	bis	Zeitraum
80..100 % 0,89%	00:48:40	00:50:10	00:01:30
	20:28:00	20:29:10	00:01:10
	12:19:00	12:20:00	00:01:00
	11:06:50	11:07:30	00:00:40
	16:46:30	16:47:00	00:00:30
	01:40:40	01:41:10	00:00:30
	01:51:10	01:51:40	00:00:30
	11:12:00	11:12:20	00:00:20
	15:29:20	15:29:40	00:00:20
	19:28:30	19:28:50	00:00:20

Abb. 4: Zeiträume der Werte über 80 %

rufene Abschaltungen der Bänder hätten größere Einbußen in den Tagestonnagen zur Folge gehabt. Starre Reglementierungen, für die einzelnen Reviere nur zwei Kippstellen zeitgleich mit Salz zu beaufschlagen, führten zu keinen Überschreitungen der Bandkapa-

zitäten, jedoch war das Produktionsziel auf diesem Wege nicht erreichbar. Die Herausforderung stand unausgesprochen im Raum: Zielitz benötigt ein System, welches auf das zufällige Ereignis, dass ein Lader Salz an eine Kippstelle bringt, was in Richtung Förderschacht auf

Bandanlagen transportiert werden soll, zuverlässig reagiert und dabei die Bandkapazitäten nicht verletzt. Der Name „Förderstrommanagement“ für dieses System war schnell gefunden, das fortan mit Leben gefüllt werden musste.

## Die Voruntersuchungen und der konzeptionelle Ansatz

Die Entwicklung von Förderstrommanagement für die Grube Zielitz beruht auf der Analyse der Förderströme aus dem Westfeld. Alle Fördermengen aus diesem Teil der Grube werden von einer Bandwaage am Band 3.4 a erfasst.

In der Abbildung 2 ist der Zeitraum von 24 Stunden vom 23.09.2010 abgebildet. Die Schichtwechselzeiten sind deutlich zu erkennen. Die Förderspitzen liegen bei ca. 2700 t/h, die Kapazitätsgrenze von 3000 t/h wurde deutlich unterschritten. Aus der Analyse einer Reihe von ähnlichen Messreihen entwickelten wir die Fragestellung:

## In welchen Zeiträumen erfassen wir Spitzenwerte auf der Bandwaage?

Um diese Frage zu beantworten, wurde die Messwerte aus der Abbildung 3 in fünf Kategorien unterteilt. Hierbei erfolgte die Abstufung in 20%-Schritten in Relation zum Tagesmaximum (siehe Abbildung 3). Die gesuchten Spitzenwerte liegen in der Gruppe der Messwerte 80 %-100 %.

In einem weiteren Schritt wurde untersucht, für welchen aufeinander folgenden Zeitraum die erfassten Messwerte der Spitzenkategorie angehören. Die so ermittelten Zeiten wurden anschließend absteigend sortiert (siehe Abbildung 4).

Für die maximale Dauer von 90 Sekunden lagen die Messwerte in der oberen Kategorie. Auf gleiche

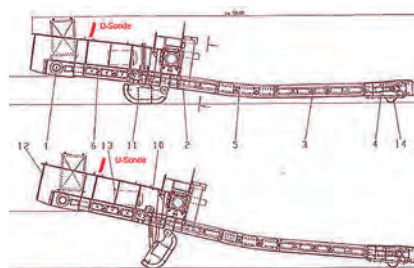


Abb. 5: Darstellung Kippstelle mit Ultraschallsonde



Abb. 6: Ultraschallsonde im eingebauten Zustand

Weise wurden weitere Produktionstage verglichen, mit dem Resultat, dass die Messwerte für eine Dauer von maximal 120 Sek. den Bereich von 80 % überschreiten. Somit musste dem zu entwickelnden Förderstrommanagement erlaubt werden, für einen kurzen Zeitraum Einfluss auf die Förderung zu nehmen.

## Wie können wir einen kurzzeitigen Einfluss auf die Bandförderung vornehmen?

Die Möglichkeit von Lichtsignalen im Sinne einer roten Ampel an den

Kippstellen sowie Veränderungen an den Bandgeschwindigkeiten wurden kurzzeitig in Betracht gezogen, aber recht schnell verworfen.

Da der Schaufelinhalt eines Laders in der Regel nach 2-3 Minuten auf das folgende Förderband ausgetragen wird und ein Ladefahrzeug für den Weg zwischen der Kippstelle und dem Haufwerk eine längere Zeit benötigt, lag der Ansatz nahe, den Austrag aus der Kippstelle, genauer den Kettenförderer, zu beeinflussen. Die Idee war es, das Entladen der Laderschaufel in jedem Fall zu erlauben und im Zeitraum, bis der Lader erneut zur Kippstelle zurückkehrt, das Salz der Bandförderung zu übergeben. Zu welchem Zeitpunkt der Austrag erfolgt, sollte zukünftig das Förderstrommanagement entscheiden. Hierzu war es notwendig, Kippstellen für einen Informationsaustausch mit einem übergeordneten System auszurüsten.

Signale von der Kippstelle zum Förderstrommanagement:

- Lader hat Salz an der Kippstelle abgeladen „Salz an Kippstelle“
- Austragsmenge, die den Bereich der Kippstelle verlässt.

Signale vom Förderstrommanagement an die Kippstelle:

- Kettenantrieb „Aus“
- Kettenantrieb „Ein“ (bei Kettenantrieben mit zwei Geschwindigkeiten „Ein 1“ und „Ein 2“)

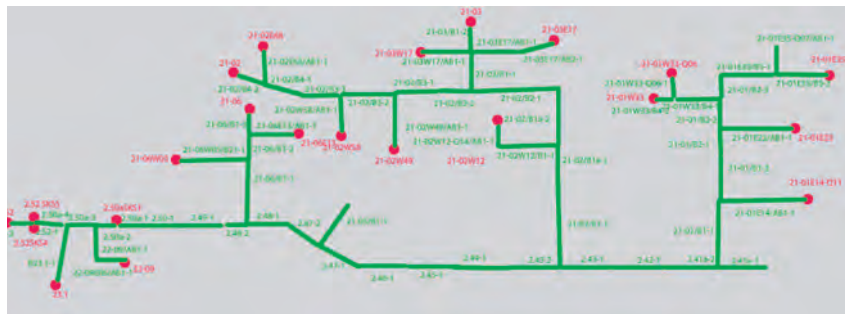


Abb. 7: Netzplan Zielitz Westfeld Stand 24.02.2014

## Änderungen an den Kippstellen und Bandanlagen

Bei der Beladung einer Kippstelle durch ein Ladefahrzeug mit Salz steigt der Antriebsstrom der Förderkette durch die Belastungserhöhung sprunghaft an. Über diesen Stromanstieg, der mit einem Stromwandler erfasst wurde, konnte ein Signal für das Förderstrommanagement generiert werden – das „Reservierungssignal“ oder „Reservierungsbit“.

Die Austragsmenge der Kippstelle wird durch eine Ultraschallsonde erfasst, die über dem letzten Segment des Kettenförderers, kurz vor dem Übergang auf die Bandanlage angebracht ist. So können die Höhe des Fördergutes erfasst und über das Volumen die Austragsmenge berechnet werden.

Als Rückmeldung an jede Kippstelle liefert das Förderstrommanagement die Signale für die Geschwindigkeit des Kettenförderers – „Ein“ (hohe oder niedrige Geschwindigkeit) oder „Aus“.

Für jede Kippstelle ist das Förderstrommanagement ein übergeordnetes System, dessen Signale die Kippstelle beeinflussen kann. Bei einer Störung im System, wie z. B. die Unterbrechung der Datenübertragung, werden alle Kippstellen weiter betrieben. Die Förderung in der Grube Zielitz ist nicht unmittelbar an die Verfügbarkeit des Förderstrommanagements gekoppelt.

Das Fördergut wird ausgehend von den Kippstellen über eine Vielzahl von Bandanlagen in Richtung Schacht transportiert. Von jedem dieser Bänder benötigt das System eine separate Laufmeldung.

## Der Netzplan im Förderstrommanagement

Am Anfang eines Projektes steht ein weißes Blatt Papier. Beim

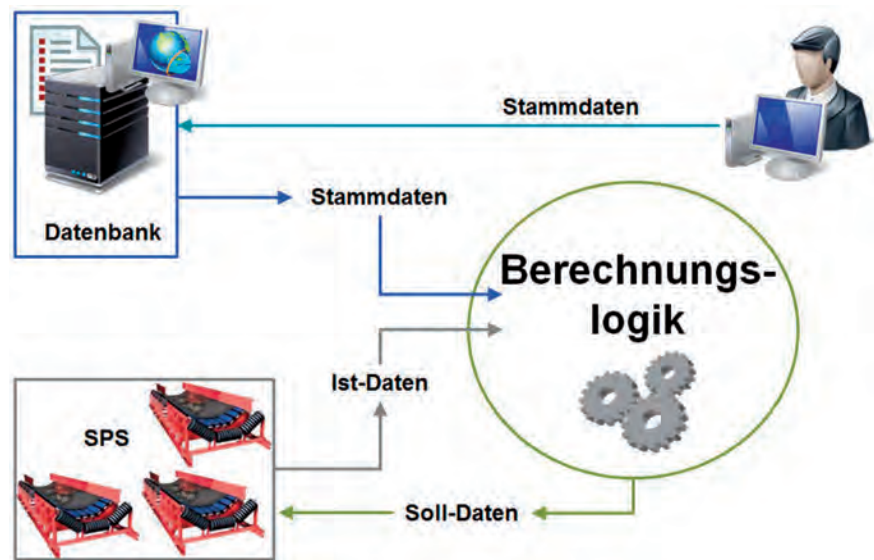


Abb. 8: Systemübersicht Informationen aus dem laufenden Prozess

Förderstrommanagement ist der Untergrund grau. Im vorherigen Unterpunkt wurde der dynamische Austausch von Signalen, die das Förderstrommanagement für den Betrieb benötigte, beschrieben.

Auf einer webbasierten Editor-Oberfläche werden die statischen Parameter für das System zeichnerisch angelegt. Bandanlagen werden als grüne Linien und Kippstellen als rote Punkte dargestellt. Die Lage der Linien und Punkte unterliegt keiner Vorgabe und kann individuell auf den Zuschnitt einer Grube angepasst werden.

Für jeden roten Punkt (Kippstelle) werden über ein Dialogfenster die Parameter

- Name der Kippstelle,
- Anzahl der Austragsstufen,
- Austragsleistung in t/h,
- Laderschaufelinhalt,
- Name des Förderbandes, auf das die Kippstelle austrägt, und

für jede grüne Linie (Förderband)

- Name der Bandanlage,
- Länge der Bandanlage in m,
- Geschwindigkeit der Bandanlage in m/s,
- Belastungslimit der Bandanlage

in t/h sowie

- der Name der Bandanlage, auf die das Band fördert,

in das System eingetragen. Aus den Eingaben errechnet das Förderstrommanagement für jede Kippstelle eine logische Kette von Bändern, die das Fördergut durchläuft.

Nach der zeichnerischen Erstellung und der Eingabe der Parameter kennt das System jeden Bandknoten und ist damit in der Lage, den Algorithmus zu erstellen, der für die Berechnungen im System notwendig ist. Mit jeder Änderung an einer Kippstelle oder an einem Förderband muss dieser Netzplan angepasst werden, weil das System nur korrekt arbeiten kann, wenn die Angaben im Netzplan der Situation in der Grube entsprechen.

## Logik im Förderstrommanagement

Über den Parametersatz jeder Kippstelle und die Information über die Reihenfolge der Bänder ist das Förderstrommanagement in der Lage, den Weg, den das Fördergut nehmen wird, theoretisch nachzempfinden. Über die Angabe der



Belastungslimits der Bandanlage sind dem System die Grenzen bekannt, die einzuhalten sind.

**Wie arbeitet das Förderstrommanagement mit den Informationen aus dem Netzwerk, den eingegebenen Parametern und den dynamischen Werten aus der Grube?**

Um dies zu verdeutlichen, kann ein kleines Beispiel hinzugezogen werden:

### Voraussetzung:

Alle Bänder, die für den Abtransport des Fördergutes von einer Kippstelle benötigt werden, sind in Betrieb und melden dem Förderstrommanagement ihre „Laufmeldung“. Die Kippstelle ist eingeschaltet.

### Betrieb:

Ein Ladefahrzeug entleert an der Kippstelle seine Schaufel. Über den Anstieg des elektrischen Antriebsstromes des Kettenförderers wird das „Reservierungsbit“ für diese Kippstelle im Förderstrommanagement gesetzt. Aus dem Parameter „Laderschaufelinhalt“ und der Austragsleistung dieser Kippstelle wird ein Prognoseaustrag gebildet. Dieser Prognoseaustrag durchläuft im Anschluss theoretisch alle angeschlossenen Bänder. Kommt es bei diesem Durchlauf zu keinen Verletzungen der Belastungsgrenzen der Bandanlagen, so wird der Kettenförderer der Kippstelle weiter betrieben. Der Schaufelinhalt durchläuft die Kippstelle. Über die Ultraschallsonde am letzten Segment der Kippstelle wird das Volumen und damit die Tonnage erfasst, die die Kippstelle verlässt. Über die Angaben der Bandlängen und der Bandgeschwindigkeiten ist das System in der Lage, den Weg, den das Fördergut in der Grube nimmt, virtuell abzubilden.

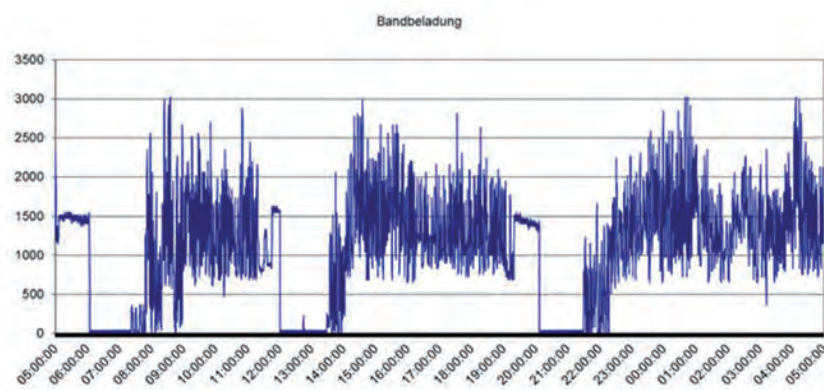


Abb. 9: Beladung Band 3.4 a vom 11.11.2013

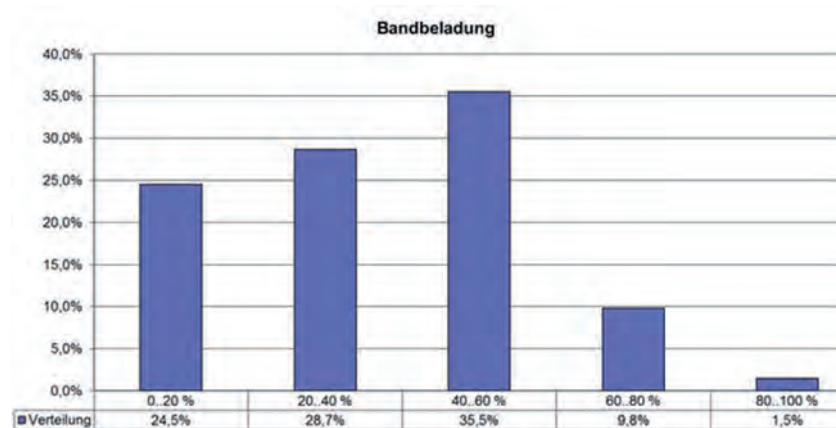


Abb. 10: Verteilung der Messwerte vom 11.11.2013

Oder anders formuliert, das Förderstrommanagement weiß ab dem Moment, an dem das Fördergut die Kippstelle verlässt, zu jedem Zeitpunkt, auf welchem Band wie viel Menge unterwegs ist. Was, wie in dem Beispiel beschrieben, für eine Kippstelle gilt, ist für alle im System angeschlossenen Kippstellen in gleicher Weise gültig.

Die Logik innerhalb des Förderstrommanagements hat immer die Blickrichtung von der Kippstelle bis zum letzten Band im System – so wie das Fördergut in der Grube die Bandanlagen durchläuft.

Jede weitere Kippstelle, die mit einem Fördergut beaufschlagt wird, setzt ihr Reservierungsbit und durchläuft mit ihrer Prognosemenge theoretisch die Bandanlagen, auf denen Förder-

mengen von anderen Kippstellen unterwegs sein können. Diese Mengen werden addiert und gegen die Belastungsgrenzen der Bänder geprüft, die sie nach ihrem Zusammentreffen gemeinsam durchlaufen. In dem Fall, dass die Limits der Bänder nicht überschritten werden, reagiert das Förderstrommanagement nicht; das Fördergut der Kippstelle wird ausgetragen. Bei einer Überschreitung der Bandbelastungsgrenze wird im Fall einer Kippstelle mit zwei Austragsgeschwindigkeiten die Berechnung mit der geringeren Geschwindigkeit wiederholt. Ermittelt das System bei diesem erneuten Durchlauf wiederum eine Verletzung des Bandlimits, oder hat die Kippstelle nur eine Geschwindigkeit der Austragskette, dann gibt das

System den Ausschaltbefehl für den Kettenförderer. Mit dem Ausschaltbefehl generiert das Förderstrommanagement für die ausgeschaltete Kippstelle im Sekundentakt ein Reservierungsbit und stößt damit die erneute Berechnung mit der letzten Prognosemenge an. Das System versucht selbstständig, das Fördergut der Kippstelle auf den Bandanlagen zu platzieren.

#### **Zusammengefasst:**

**Das Förderstrommanagement addiert die Fördermengen, die in einem zeitlichen Zusammenhang stehen, und vergleicht sie mit den Belastungsgrenzen der zu durchlaufenden Bandanlagen.**

#### **Der Datenaustausch zwischen den Kippstellen und dem Förderstrommanagement**

Das Projekt „Förderstrommanagement“ wurde in Zielitz von Beginn an so angelegt, dass die Grube Zielitz nicht eine Unikat-Lösung entwickelt, sondern dass das System auch in anderen Gruben Anwendung finden kann. Die Anbindung der Kippstellen und Bandanlagen an das System erfolgt über das Prozessleitsystem (PLS). Hier werden die Daten gespiegelt und über einen OPC-Server an unsere IT gesandt. Der OPC-Server ist die Schnittstelle zwischen dem Elektrobetrieb der Grube Zielitz, der für den Teilbereich Förderstrommanagement vor Ort zuständig ist.

Die Betreuung des Förderstrommanagements mit den Teilen Bedienoberflächen und Berechnungen liegt bei der K+S IT in Kassel, die gemäß den Vorgaben aus Zielitz das System gemeinsam mit dem Elektrobetrieb entwickelt hat.

Das Förderstrommanagement reagiert auf die Ereignisse an allen angeschlossenen Kippstellen. Es greift nur ein, wenn es auf Grund

der Berechnungen eine Bandüberlastung erkennt, und reduziert nach Möglichkeit die Geschwindigkeit des Kettenförderers oder schaltet den Austrag kurzzeitig ab.

Jede Schalthandlung, die das System vornimmt, wird dokumentiert. Das System meldet das Reduzieren der Kettengeschwindigkeit, das Abschalten und auch die Freigabe des Austrages.

Das Förderstrommanagement liefert bei einer Schalthandlung folgende Informationen:

- Datum und Uhrzeit, Name der Kippstelle und die Schalthandlung
- Die Bezeichnung des Bandes, auf dem eine mögliche Überschüttung berechnet wurde
- Die Uhrzeit, zu der es zu der Überschüttung kommen würde
- Die Fördermengen, die an der Überschüttung beteiligt sind, und deren Herkunft.

Diese Informationen sind aktuell abrufbar und stehen zudem in Form eines Reports für die Nachbetrachtung am Folgetag in Tabellenform zur Verfügung.

#### **Erfahrungen mit dem Förderstrommanagement in Zielitz**

Am Anfang der Entwicklung des Systems stand die Analyse der Förderströme über einen Zeitraum von 24 Stunden. Die Tagestonnage aus dem Westfeld der Grube Zielitz hat in dem Zeitraum seit 2010 entsprechend der Planung zugenommen. Von 15.927 t zu Beginn des Projekts konnte die Tagestonnage am 11.11.2013 auf 25.255 t gesteigert werden – ein Wert, der ohne Förderstrommanagement nicht hätte erreicht werden können. Aus dem Verlauf der Grafik ist leicht erkennbar, dass das Limit von 3000 t/h häufiger angefahren, aber nicht über-

schrritten wurde. Die Verteilung der Messwerte hat sich in Richtung der höheren Kategorien verschoben, wobei der Anteil der Messwerte in der höchsten Kategorie nur unbedeutend angewachsen ist.

Das System läuft in Zielitz seit Mitte 2012 im Westfeld der Grube. Die Produktionsmannschaft hat das System gut angenommen. Es führt zu keinen Irritationen, wenn eine Förderkette kurzzeitig angehalten wird. Das Vertrauen in das System und seine Entscheidungen ist auf Grund der hohen Zuverlässigkeit vorhanden.

Der Ansatz, die Kettenförderer bei Bedarf kurzzeitig anzuhalten, hat bis heute zu keinen erhöhten Ausfällen an den Antriebsmotoren geführt. Die notwendige zusätzliche technische Ausrüstung an den Kippstellen, wie die Ultraschallsonden und die Stromwandler, arbeitet störungsfrei. Das System wurde ursprünglich entwickelt, um die Förderströme auf der sogenannten Westachse zu optimieren. Bedingt durch die konsequente Beachtung der Belastungsgrenzen einer jeden Bandanlage nimmt das Förderstrommanagement Optimierungsarbeiten ebenso innerhalb kleinerer Gruppen von Bandanlagen wahr. Das System ist in der Lage, voreingestellte Belastungsgrenzen einzuhalten. Es orientiert sich immer am Maximum und greift nur ein, wenn dies überschritten würde. Eine Funktionalität in Richtung Förderstrom-Vergleichsmäßigung kann das System nicht leisten. Abschließen möchte ich diesen Artikel mit einem Zitat unserer Grubenwärter in Zielitz, die in jeder Schicht mit dem Förderstrommanagement arbeiten und ihre Zufriedenheit mit dem System ganz kurz auf den Punkt bringen: „Schaltet das bloß nie wieder ab!“

## K+S Gruppe

### Firmennachrichten

„Das Jahr 2013 war für K+S mit großen Herausforderungen verbunden“, sagte der K+S-Vorstandsvorsitzende Norbert Steiner anlässlich der Bilanzpressekonferenz des Unternehmens am 13. März 2014 in Frankfurt am Main. „K+S hat aber einmal mehr unter Beweis gestellt, dass das Unternehmen in der Lage ist, sich operativ und strategisch auf Veränderungen einzustellen, um den langfristigen Erfolg zu sichern“, so Steiner weiter. Der Vorstandsvorsitzende verwies in diesem Zusammenhang auf den erfolgreichen Start des Kostensenkungs- und Effizienzsteigerungsprogramms „Fit für die Zukunft“ sowie auf weitere Fortschritte beim Bau des neuen Kaliwerks in Kanada.

**Umsatz 2013:** Das Geschäft mit Kali- und Magnesiumprodukten war im zweiten Halbjahr 2013 durch die Entwicklung nach der Ankündigung der russischen Uralkali geprägt, die eigenen Kapazitäten ohne Rücksicht auf das Preisniveau auszubauen. Dadurch gerieten insbesondere die internationalen Preise für Kaliumchlorid unter Druck. Insgesamt betrug der Umsatz der K+S Gruppe im vergangenen Geschäftsjahr 3.950,4 Mio. € und lag damit auf dem Niveau des Jahres 2012 (3.935,3 Mio. €).

Im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte führte vor allem die Preisentwicklung zu einem Umsatzrückgang um 11 %. Das Absatzvolumen blieb mit 6,94 Mio. Tonnen stabil. Im Geschäftsbereich Salz stieg der Umsatz um 18 %. Ausschlaggebend hierfür war vor allem die positive Mengenentwicklung im Auftausalzgeschäft.

**Operatives Ergebnis (EBIT I):** Das operative Ergebnis EBIT I der K+S Gruppe sank im Jahr 2013 um 18,4 % auf 655,9 Mio. €. Die EBIT-Marge erreichte 16,6 % (2012: 20,4 %). Im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte verringerte sich das operative Ergebnis EBIT I insbesondere wegen gesunkener Durchschnittserlöse für Kalidüngemittel um rund 28 % auf 552,5 Mio. €. Das operative Ergebnis EBIT I des Geschäftsbereichs Salz lag im Jahr 2013 mit 117,8 Mio. € rund 91 % über dem Vorjahreswert. Diese Ergebnissteigerung ist vor allem auf einen mengenbedingt deutlich höheren Umsatz aufgrund des überdurchschnittlichen Auftausalzgeschäfts in Europa zurückzuführen.

**„Fit für die Zukunft“:** Zur nachhaltigen Verbesserung der Kosten- und Organisationsstruktur hat K+S im vergangenen Jahr das Programm „Fit für die Zukunft“ gestartet. Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit strebt das Unternehmen an, bis 2016 Kosten in einer Größenordnung von insgesamt 500 Mio. € einzusparen. Im Jahr 2014 erwartet K+S eine Kostenreduktion von gut 150 Mio. €.

**Investitionen 2013:** Im Jahr 2013 investierte K+S 742,5 Mio. €; dies ist ein Anstieg um 277,0 Mio. € bzw. 60 %. Hiervon entfielen 362,0 Mio. € auf das **Legacy Projekt** in Kanada. Der Anstieg ist außerdem unter anderem auf die Umsetzung des Maßnahmenpakets zum **Gewässerschutz** im hessisch-thüringischen Kalirevier zurückzuführen.

**Ausblick 2014:** Nach neuen Vertragsabschlüssen der großen Kaliproduzenten mit China zeichnete sich zu Beginn des Jahres 2014 eine Bodenbildung bei den Preisen

ab. Bei einem geplanten gleichbleibendem Absatzvolumen im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte (2013: 6,94 Mio. Tonnen) dürften die Jahresdurchschnittspreise spürbar niedriger ausfallen als im vergangenen Jahr. Im Salzgeschäft geht K+S von einem Festsalzabsatz für 2014 aus, der mit 22,8 Mio. Tonnen in etwa auf dem Niveau des Jahres 2013 liegen sollte, bei teilweise ebenfalls niedrigeren Preisen.

Der Umsatz der K+S Gruppe dürfte im Geschäftsjahr 2014 daher moderat unter dem Wert des Vorjahres liegen. Insbesondere der Umsatz im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte sollte aufgrund der zu erwartenden niedrigeren Jahresdurchschnittspreise spürbar rückläufig sein.

Unter Berücksichtigung des im Bergbau üblichen hohen Fixkostenanteils ist davon auszugehen, dass das operative Ergebnis EBIT I deutlich unter dem Vorjahreswert liegen wird.

Nach der Planung für 2014 werden die Investitionen auf rund 1,2 Mrd. € spürbar ausgeweitet. Davon dürften rund 800 Mio. € auf Ausgaben für das Legacy Projekt entfallen. Der Bau des neuen Kaliwerks in Kanada verläuft plangemäß, mit der Inbetriebnahme rechnet K+S im Sommer 2016. Weiterhin ist ein Teil der Investitionen für die weitere Umsetzung des Maßnahmenpakets zum Gewässerschutz im hessisch-thüringischen Kalirevier vorgesehen.

Der Bau des neuen **K+S-Kaliwerks in Kanada** macht weitere Fortschritte: Auf der Legacy-Baustelle in der Provinz Saskatchewan ist eine erste Kaverne zur Förderung von kalihaltiger Sole in etwa 1.500



Meter Tiefe fertiggestellt worden. Dabei handelt sich um eine Testkaverne, auf deren Basis nun die weiteren Kavernen für den Betrieb erstellt werden. „Dieser Schritt ist ein wichtiger Meilenstein für unser Legacy Projekt“, sagt Dr. Ulrich Lamp, President und CEO von K+S Potash Canada. „Beim Bau unseres neuen Kaliwerks sind wir auf dem richtigen Weg, sowohl beim Zeitplan als auch beim Budget“, so Dr. Lamp weiter. Zur Entwicklung von Kavernen wird vor Ort Süßwasser durch zwei Bohrlöcher in die Tiefe gepumpt. Rund 1.500 Meter unter der Erdoberfläche löst die Flüssigkeit das kaliumhaltige Salzgestein, es entstehen zunächst zwei kreisförmige Einzelkavernen im Abstand von rund 80 Metern. Durch horizontale Erweiterung der Einzelkavernen werden diese zu einer Kaverne mit ovaler Grundfläche verbunden. Diese soltechnisch erstellte Verbindung ist die notwendige Basis für die nachfolgende Entwicklung der Produktionskavernen, die insgesamt etwa 250 Meter breit und bis zu 60 Meter hoch werden können. Die kaliumhaltige Sole wird über eines der beiden Bohrlöcher dann wieder nach oben gepumpt und weiter verarbeitet. Zur geplanten Inbetriebnahme von Legacy im Sommer 2016 werden insgesamt 36 Produktionskavernen betriebsbereit sein, aus denen kaliumhaltige Sole für die Weiterverarbeitung zu Kaliprodukten in einer übertägigen Fabrik gewonnen wird.

#### Personalien

**Klaus Rumphorst**, Leiter der Einheit Inaktive Werke der K+S Aktiengesellschaft, feierte am 29. März 2014 seinen 60. Geburtstag.

**Michael Ulm**, Leiter Internal Audit der K+S Aktiengesellschaft, hat zum 1. April 2014 die Tätigkeit als Leiter Business Center der K+S AG übernommen.

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

#### Firmennachrichten

Neue **esco Website**. Die neue Internetseite der esco wurde im so genannten Responsive Design erstellt, das heißt, für die Darstellung auf verschiedenen Endgeräten wie Smartphone, i-Pad und so weiter optimiert. Sie ist Anfang Dezember 2013 online gegangen.

Zum vierzehnten Mal veranstaltete der Welt-Straßenverband AIPCR/PIARC vom 4. bis 7. Februar 2014 seinen „**International Winter Road Congress**“ im Kongresszentrum von Andorra la Vella. Erneut präsentieren sich esco – european salt company, K+S Chile, Morton Salt und Windsor Salt mit einem gemeinsamen Stand. Der internationale Kongress bietet technische Vorträge und Vorführungen von Fahrzeugen und Equipment und bringt Aussteller, Entscheider und Nutzer sowie Vertreter öffentlicher und privatwirtschaftlicher Organisationen zu einem direkten Informationsaustausch zusammen. 2014 lag der thematische Fokus auf der Vereinbarkeit von Straßensicherheit und nachhaltiger Entwicklung in Zusammenhang mit Klimawandel und wirtschaftlichen Notwendigkeiten.

Das naturbelassene Urmeersalz **SALDORO** des Salzspezialisten esco erhielt für sein herausragendes Verpackungsdesign den renommierten Red Dot Design Award im

Bereich „Communication Design“.

Der Red Dot Design Award zählt zu den weltweit größten und bekanntesten Designwettbewerben mit einem hohen Erfahrungswert: Bereits seit 1954 vergibt das heutige Design-Zentrum Nordrhein-Westfalen mittels einer internationalen Jury sein Designlabel an die besten Kreationen der Welt. 6.800 unterschiedliche Einreichungen aus 43 Ländern konkurrierten miteinander, um den begehrten Preis zu ergattern. SALDORO überzeugte mit seiner edlen und zugleich prägnanten Gestaltung der Verpackungslinie. SALDORO Urmeersalz ist die Natursalzmarke mit komplettem Sortiment. Das reine, unraffinierte Steinsalz aus den natürlichen Salzvorkommen des urzeitlichen Zechsteinmeeres gibt es in verschiedenen Körnungen sowie mit Jod, Fluorid und Folsäure.

#### Personalien

**Erich Krug** hat zum 1. April 2014 die alleinige Leitung als Geschäftsführer der esco – european salt company übernommen. **Matthias Mohr**, bisher Co-Geschäftsführer der Gesellschaft, war zum 1. März 2014 nach Chile entsandt worden, um dort die Funktion Chief Executive Officer der K+S Chile S.A. zu übernehmen.

## K+S KALI GmbH

#### Firmennachrichten

Der hessische Ministerpräsident Volker Bouffier und der Thüringer Minister für Bundes- und Europaangelegenheiten Jürgen Gnauck haben die Anstrengungen von K+S für den Gewässerschutz an der Werra gelobt. „Das Erreichte

ist ein wichtiger Schritt für die Umwelt und die Arbeitsplätze in der Region“, sagte Bouffier beim **offiziellen Betriebsstart von drei Großprojekten** am 25. März 2014 in Philippsthal. „Ökonomie und Ökologie sind keine Gegensätze, sondern stehen für Fortschritt, wenn sie miteinander in Einklang gebracht werden. Ich begrüße die Bereitschaft von K+S, weiter an einer Verbesserung der Situation an der Werra zu arbeiten“, so der hessische Regierungschef. 200 Millionen Euro hat K+S seit 2011 in die Neubauten investiert, die Teil eines bis 2015 projektierten Maßnahmenpakets zum Gewässerschutz an der Werra sind.

„Das **Maßnahmenpaket zum Gewässerschutz** ist ein zentrales Element unserer langfristigen Strategie für das Werra-Revier. Wir schaffen damit eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Zukunft des heimischen Kalibergbaus“, sagte K+S-Vorstandsvorsitzender Norbert Steiner. „Wie jede Rohstoffgewinnung ist auch Kaliproduktion mit Eingriffen in die Natur verbunden. Wir wissen, dass wir unser Geschäft nur betreiben können, wenn wir die Belange der Umwelt im Blick behalten.“ K+S verfolgt mit dem Maßnahmenpaket das Ziel, die Menge der bei der Kaliproduktion unvermeidbar anfallenden Salzabwässer bis zum Jahr 2015 auf sieben Millionen Kubikmeter zu halbieren. 2006 waren noch 14 Millionen Kubikmeter angefallen. Mit den heute in Betrieb genommenen Großprojekten erreicht K+S dieses Ziel bereits zu 90 Prozent. Steiner: „Wir arbeiten kontinuierlich daran, die Umweltauswirkungen weiter zu verringern, und verfolgen hier erfolgversprechende Ansätze. Aus

heutiger Sicht lässt sich in der Region noch bis in die 60er Jahre dieses Jahrhunderts zu wirtschaftlichen Bedingungen Kali fördern. Dies erfordert berechenbare Rahmenbedingungen“, erklärte Steiner. Der Kalibergbau trägt seit mehr als 100 Jahren maßgeblich zur wirtschaftlichen Wertschöpfung im Werrarevier bei. Rund 4.500 Menschen sind dort direkt im Werk beschäftigt, weitere 3.000 Arbeitsplätze sichert die Kaliproduktion indirekt bei Partnern und Zulieferern im Umfeld. Auch zahlreiche Aufträge im Zusammenhang mit den Neubaumaßnahmen gingen an Unternehmen aus der Region.

Wichtigster Arbeitgeber, bedeutender Auftraggeber für den Mittelstand und unverzichtbarer Steuerzahler für die Gemeinden – das **K+S-Verbundwerk Werra** ist „ein zentraler Baustein für die wirtschaftliche und demographische Entwicklung der Region“. Zu diesem Ergebnis kommt eine 114 Seiten umfassende, von **K+S in Auftrag gegebene wissenschaftliche Studie**, die das Institut GMA – Gesellschaft für Markt- und Absatzforschung mbH, München – zusammen mit BHP Bruggler und Partner, Zürich, erstellt hat. Die Autoren der Studie bezeichnen das Werk Werra als „eine wesentliche Säule zur Stabilisierung der Bevölkerung in der Region“. Das Werk habe eindeutig positive und prägende Wirkungen für die Region Osthessen/Westthüringen. Davon profitiere nicht nur der Arbeits- und Ausbildungsmarkt, die Impulse wirken auch in die Kommunen sowie in die ansässige mittelständische Wirtschaft. Das Unternehmen K+S sei demzufolge „der zentrale Knoten in einem intensiv vernetzten, regionalen

Wertschöpfungssystem“. „Vielfach nehmen Teile der Öffentlichkeit nur die notwendigerweise mit dem Kalibergbau verbundenen Eingriffe in die Natur zur Kenntnis. Die jetzt vorliegende Studie belegt aber eindringlich die zahlreichen positiven Effekte des Kalibergbaus für die Region und unterstreicht die große Bedeutung unseres Werkes auch für die mittelständische Wirtschaft sowie die Kommunen vor Ort“, sagt Steffen Kirchhof, Geschäftsführer der K+S KALI GmbH. K+S hatte die Studie beauftragt, um die sozio-ökonomischen Wirkungen des Werkes Werra für anstehende Verwaltungsverfahren zu untersuchen.

Die Wissenschaftler analysierten Auswirkungen des Werkes auf das lokale und regionale Umfeld und ermittelten die direkten und indirekten Effekte auf Infrastruktur, Bevölkerung und Wirtschaft. Neben der Auswertung statistischer Daten und Fachveröffentlichungen waren auch 26 Experteninterviews wesentliche Instrumente der Untersuchung. Befragt wurden u.a. Fachleute aus lokaler/regionaler Wirtschaft, Gesundheit und Naturschutz, Behörden, Politik und Tourismus.

Zusammenfassend stellen die Verfasser der Studie fest, dass „das Werk Werra insgesamt eine positive Wirkung auf die sozio-ökonomischen Strukturen und Entwicklungen im regionalen Umfeld hat“. Die Autoren der Studie sehen vor dem Hintergrund der strukturellen Rahmenbedingungen in der Region keine andere Institution außer dem Verbundwerk Werra, die diese Effekte durch ökonomische Aktivitäten erzielen könnte.

Die K+S KALI GmbH hat im **Kaliwerk Zielitz** in Sachsen-Anhalt rund

20 Millionen Euro in den Aufbau einer neuen **Produktionsanlage für hochreines, kompaktiertes Kaliumchlorid** investiert. Die Anlage wurde am 5. März 2014 im Beisein von Dr. Reiner Haseloff, Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, den beiden Ministern Holger Stahlknecht (Ministerium für Inneres und Sport) und Thomas Webel (Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr) sowie K+S-Vorstandsmitglied Gerd Grimmig und Werkleiter Martin Westphal in Betrieb genommen.

In der neuen Produktionsanlage werden die Produkteigenschaften des vorhandenen feinkörnigen Produktes weiter veredelt. Damit erhalten die Kunden aus dem Bereich Industrie ab sofort unter der Bezeichnung „Kaliumchlorid 99 % compacted“ die Produktspezialität in einer neuen Qualitätsstufe. So führt die Kompaktierung des Vorproduktes zu wesentlich verbesserten Lager- und Umschlageigenschaften. Zur jetzt in Betrieb genommenen Produktionsanlage, die zwischen November 2012 (Grundsteinlegung) und Jahresende 2013 errichtet wurde, gehören ein Anlagenkomplex zur Kompaktierung sowie zusätzliche Einrichtungen zur Lagerung und Verladung des neuen Produktes.

Die Investition in die neue Anlage stärkt das Geschäft der K+S KALI GmbH im Bereich der Industrieprodukte und Spezialprodukte für Kunden, beispielsweise aus der chemischen Industrie. Gleichzeitig ist dieses Investment ein klares Bekenntnis zum Standort Deutschland, ein deutliches Signal an die Region, die hier lebenden Menschen sowie an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Werkes

und ihre Familien. Dies bekräftigte auch Ministerpräsident Dr. Reiner Haseloff in seinem Grußwort anlässlich der Inbetriebnahme: „Der Produktionsstart unterstreicht die Leistungsfähigkeit der K+S KALI GmbH, die auch einer der wichtigsten Arbeitgeber im Land ist. Zugleich zeugt er von der Attraktivität des Wirtschaftsstandorts Sachsen-Anhalt.“

Mit der offiziellen **Übergabe des mobilen Schulungszentrums** an das Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Fischerei und an die Sasakawa Africa Association-Global 2000 Uganda gaben die K+S KALI GmbH und die Nichtregierungsorganisation Sasakawa Africa Association (SAA) das Startsignal für die praktische Arbeit in ihrem gemeinsamen Projekt **„Growth for Uganda“**. Am 4. Februar 2014 übergab Johann Peter Bauza, der bisherige Leiter des Projekts „Growth for Uganda“ bei der K+S KALI GmbH, das mobile Schulungszentrum mit integriertem Bodenlabor an das Ministerium für Landwirtschaft, Viehzucht und Fischerei (MAAIF) und an die Sasakawa Africa Association-Global 2000 Uganda.

„Die Übergabe des mobilen Schulungszentrums ist ein großer Moment für Sasakawa, für die Landwirte und für das Land Uganda. Wir haben uns sehr auf diesen Moment gefreut“, sagte Dr. Roselline Nymutale, die Landesdirektorin von Sasakawa Global 2000 Uganda. Sasakawa verfolgt einen doppelten Ansatz, der zum einen auf die Ernährungssicherung und zum anderen auf eine Verbesserung der Einkommenssituation der Landwirte abzielt. Dank der Partnerschaft mit K+S KALI GmbH konnte Sasakawa im letzten Jahr mit 25.000

Landwirten arbeiten. Das „mobile Klassenzimmer“ wird noch mehr Landwirten dabei helfen, neue Technologien zu übernehmen. Außerdem wird es dadurch leichter, Landwirte in den ländlichen Regionen zu erreichen. Das Projekt wird damit auch zu dem Ziel der Regierung beitragen, die Haushaltseinkommen auf mindestens 20 Millionen ugandische Schilling pro Jahr (rund 5.850 Euro) zu erhöhen. Der mobile Schulungstruck bietet Platz für zwei landwirtschaftliche Fachkräfte und einen Fahrer. „Der Truck soll 365 Tage im Jahr im Einsatz sein“, betonte Peter Bauza.

SAA setzt das Projekt „Growth for Uganda“ in den Bezirken Dokolo und Apac im nördlichen Uganda in Zusammenarbeit mit der K+S KALI GmbH um. Das Ziel des Projekts ist es, die landwirtschaftliche Produktivität mithilfe von verbesserten Produktionstechniken wie dem Einsatz von Pflanzennährstoffen und hochwertigem Saatgut zu steigern. In diesem Zusammenhang sind flächenspezifische Düngeempfehlungen auf der Basis von Bodenuntersuchungen ein wichtiges Instrument, um eine nachhaltige Landwirtschaft zu fördern. In dem mobilen Labor können die Gehalte der wichtigsten Nährstoffe in den Bodenproben genau bestimmt werden. Etwa eine Stunde nach Abgabe der luftgetrockneten Proben liegen die Ergebnisse vor.

Mit einer neuen Windenanlage im **Schacht Fürstenhall** hat die K+S KALI GmbH einen weiteren wichtigen Schritt in Richtung mögliche Wiederinbetriebnahme des **Reservebergwerks Siegfried-Giesen** gemacht. Nach Abschluss der bergmännischen und technischen Vor-



arbeiten wurde am 16. Januar 2014 eine neue Personenwinde samt ihrem 30 Tonnen schweren Motor und Getriebemotor per Autokran über das freigelegte Dach in das Windengebäude am Schacht Fürstenhall gehoben. Durch exaktes Zusammenspiel gelang es Kranführer und Monteuren, die Anlage millimetergenau in das Windengebäude einzupassen, wo sie mit der bestehenden Steuertechnik verbunden wurde. Grund für die Installation der neuen und leistungsfähigeren Windenanlage ist insbesondere die Notwendigkeit, die Lagerstätte innerhalb der Genehmigungsphase unter Ausnutzung einer möglichst hohen Arbeitszeit unter Tage weiter zu erkunden. Die dafür erforderliche Bohrtechnik wird im Laufe des Jahres angeliefert. Sie lässt sich mit Hilfe der neuen Windenanlage, die eine maximale Hakenlast von 13 t aufweist, effizienter nach unter Tage befördern. Joachim Lodzig, Projektleiter Bergbau in der Projektgruppe Siegfried-Giesen, und Gesamt-Projektleiter Johannes Zapp freuen sich, dass mit der neuen Anlage die Voraussetzung geschaffen ist, den weiteren Verlauf der Lagerstätte und die Qualität des Rohsalzes noch besser als bisher erkunden zu können. Die 4,3-Mio.-€-Investition weist darüber hinaus weitere Vorzüge auf: Durch eine Verachtfachung der Fördergeschwindigkeit von 0,5 Meter pro Sekunde auf nunmehr vier Meter pro Sekunde wird die Einfahrzeit auf die 750-m-Sohle von einer knappen halben Stunde auf lediglich vier Minuten verkürzt. In dem aus zwei Bühnen bestehenden Förderkorb finden zudem nicht wie bisher nur acht, sondern bis zu 30 Personen Platz.

### Personalien

Der Aufsichtsrat der K+S KALI GmbH, Kassel, hat **Alexa Hergenröther** mit Wirkung zum 1. Juni 2014 zum Mitglied der Geschäftsführung der Gesellschaft bestellt. Sie wird die Verantwortung für die Bereiche Marketing und Vertrieb übernehmen. Ihr Mandat läuft bis zum 31. Mai 2019.

Alexa Hergenröther (43) folgt auf **Dr. Ernst Andres**, der sein Mandat zum 31. März 2014 einvernehmlich niedergelegt hat. Hergenröther hatte zuletzt die Funktion Chief Executive Officer der K+S Chile S.A. inne. Sie gehört der K+S Gruppe seit 2002 an und war maßgeblich an den Akquisitionen von Morton Salt und Potash One beteiligt. Bis zu ihrem Mandatsbeginn wird **Dr. Ralf Diekmann** die Bereiche Marketing und Vertrieb kommissarisch leiten. Arbeitsdirektor **Steffen Kirchhof** wird sein Mandat zum 30. Juni 2014 aus persönlichen Gründen niederlegen. Über seine Nachfolge wird das Unternehmen zu gegebener Zeit informieren. Der Aufsichtsrat dankt Dr. Ernst Andres und Steffen Kirchhof sehr herzlich für ihren langjährigen Einsatz. Bis zum 31. Dezember 2015 verlängert wurde das Mandat von Dr. Ralf Diekmann, der für Produktion und Technik zuständig bleibt.

Der Aufsichtsrat der K+S KALI GmbH, Kassel, hat **Dr. Ralph Jäger** zum Mitglied der Geschäftsführung der Gesellschaft bestellt. Ab 1. Juli 2014 wird Dr. Jäger kaufmännischer Geschäftsführer und Arbeitsdirektor. Sein Mandat läuft bis zum 30. Juni 2017. Dr. Jäger (49) folgt auf Arbeitsdirektor Steffen Kirchhof, der sein Mandat zum 30. Juni 2014 aus persönlichen Gründen niedergelegt hatte. Jäger

hat zuletzt zwölf Jahre in internationalen Führungsfunktionen für RWE gearbeitet und ist derzeit CEO der RWE Turkey Holding.

**Dr. Burkhard Dartsch** hat am 1. März 2014 die Tätigkeit als Leiter Produktion und Technik unter Tage (Grube Hattorf-Wintershall des Werkes Werra) übernommen. Er hat damit die Nachfolge von **Martin Wagner** angetreten, der im Oktober vergangenen Jahres verstorben ist.

**Martin Ebeling** hat zum 1. März 2014 die Tätigkeit als Leiter Produktion und Technik unter Tage im Werk Sigmundshall übernommen. Er hat damit die Nachfolge von Dr. Burkhard Dartsch übernommen.

**Klaus Krüger**, Betriebsratsvorsitzender des Kaliwerkes Zielitz und Vorsitzender des Gesamtbetriebsrates der K+S Gruppe, feierte am 25. Februar 2014 sein 40-jähriges Dienstjubiläum.



