

KALI & STEINSALZ

03
2020

Wertvolle Rohstoffe aus Deutschland

Hinterthür, Handke

Nachnutzung oder Verwertung: Die Einheit Inaktive Werke der K+S hat eine hohe Expertise beim Umgang mit stillgelegten Bergwerksstandorten

Kießling

Die neue Handlungsempfehlung zu luftgetragenen Gefahrstoffen im untertägigen Versatz – Notwendigkeit und Anwendung

Hohmann, Dejseroth, Gierenz

Stabilität wurde verbessert: Der Schacht Neurode des Werkes Werra bekommt eine neue Vorbausäule

Zeibig, Zirkler

Projekt Wertstoffoptimierung und -steuerung in den Werken Werra und Neuhoof-Ellers

Triebel

Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide und partikeiförmige Dieselmotoremissionen: Neue Umsetzungsfristen für den untertägigen Bergbau



TRANSFORMATION DER DEUTSCHEN INDUSTRIE: UNSERE BRANCHE FORDERT POLITISCHE VERLÄSSLICHKEIT UND PASSGENAUE RAHMENBEDINGUNGEN

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wir werden nicht müde zu betonen, dass Deutschland über einzigartige Kali- und Salzlagerstätten verfügt. Diesen Standortvorteil gilt es im Rahmen einer Transformation der Industrie aus gutem Grunde zu erhalten.

Tagtäglich arbeiten tausende Beschäftigte unter und über Tage für eine sichere Versorgung mit unverzichtbaren Salz- und Kaliprodukten in Deutschland und Europa:

- Düngemittel für die ökologische und konventionelle Landwirtschaft,
- Auftausalz für Verkehrssicherheit im Winter,
- Speisesalz für die Produktion von Lebensmitteln,
- hochreine Infusionslösungen in der Medizin.

Auch die untertägige Beseitigung und Verwertung von Abfällen in den Bergwerken der Kali- und Salzindustrie stellt einen wichtigen Teil der Entsorgungswirtschaft und damit letztendlich auch der deutschen Wirtschaft dar.

Unser Wirtschaftszweig, der systemrelevant ist, denkt und handelt – wie für den Bergbau typisch – langfristig. Dieser Aspekt der Langfristigkeit ist für die energieintensive Kaliindustrie auch bei der Energie- und Klimapolitik zu beachten. Die Branche ist Teil des europäischen Emissions-

handelssystems und unterliegt zahlreichen nationalen und europäischen Energie- und Klimaregulierungen wie dem Brennstoffemissionshandelsgesetz, dem Erneuerbare-Energien-Gesetz, der Energiesteuerrichtlinie, der Strompreiskompensation und vielem mehr. Richtigerweise sahen diese Regulierungen dringend notwendige Entlastungen für energieintensive Betriebe vor, die aber zunehmend in Frage gestellt werden oder künftig gänzlich entfallen.

Die deutsche und die europäische Politik sind zu Recht Vorreiter im Bereich Klimaschutz, indem für die kommenden Jahrzehnte ehrgeizige Ziele zur CO₂-Reduktion gesetzt werden. Um das Ziel der Klimaneutralität 2050 zu erreichen, wird eine umfangreiche und über Jahrzehnte andauernde Transformation der Industrie und Energiewirtschaft notwendig sein.

Erfolge der Vergangenheit zählen offensichtlich nicht mehr. Durch erhebliche Investitionen in moderne und hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wurden die CO₂-Emissionen in der deutschen Kaliindustrie im Zeitraum 1990 bis 2016 bereits um rund 80 % gesenkt. Deutschland verfügt damit über die klimafreundlichste Produktion weltweit – verglichen mit den Hauptwettbewerbern aus Weißrussland, Russland und Kanada – allerdings zu deutlich höheren Kosten.

Dies scheint für viele auf der politischen Bühne nicht von Bedeutung zu sein. Auch, dass Wettbewerbsländer außerhalb Deutschlands und Europas hinter diesen ambitionierten Ansätzen weit zurückbleiben, verhallt nahezu ungehört.

Die wirtschaftliche Situation der Industrie ist bereits jetzt sehr angespannt. Es ist dringend erforderlich, dass die Politik die Frage der Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Produzenten, die in Deutschland und Europa den strengsten und ambitioniertesten Energie- und Klimaregulierungen unterliegen, stärker in den Blick nimmt. Es müssen gleiche Wettbewerbsbedingungen gegenüber internationalen Anbietern geschaffen werden.

Die Zusatzkosten für die erheblichen Energie- und Klimaschutzauflagen beeinträchtigen die Ausgangslage im internationalen Wettbewerb merklich. Es herrscht ein hohes Risiko der Verlagerung von Produktionsstandorten und folglich auch von Kohlenstoffdioxidemissionen an Standorte abseits des EU-Emissionshandelssystems.

Es zeigt sich, dass die politisch gewollte Verteuerung von Energie als Klimaschutzinstrument – zumindest bei energieintensiven Betrieben oder bei Betriebsstätten, die energietechnisch bereits weitgehend optimiert sind – an Grenzen stößt. Bei den Unternehmen entstehen Mehrkosten, die in stark umkämpften Märkten in der Regel nicht weitergegeben werden können.

Es bedarf dringend innovativer und wirtschaftlicher Politikinstrumente, die den Unternehmen ermöglichen, klimaschonender und gleichzeitig wettbewerbsfähig zu produzieren. Ein Ansatz kann perspektivisch darin bestehen, grünen Strom in ausreichender Menge und zu günstigen Industriestrom-Konditionen bereitzustellen, um dadurch eine klimafreundliche Elektrifizierung der Prozesse zu fördern.

Ansonsten ist zu befürchten, dass Produktion und damit Arbeitsplätze zu Lasten der deutschen Produktionsstandorte verloren gehen. Stattdessen wird künftig in den Wettbewerbsländern Weißrussland und Russland unter deutlich schlechteren Klima- und Umweltstandards produziert.

Die Zusicherung und Realisierung eines umfassenden Carbon-Leakage-Schutzes für die Branche sind ebenso notwendig wie eine Energieversorgung zu international wettbewerbsfähigen Preisen.

Es grüßt Sie mit einem herzlichen Glückauf

Ihr



Christoph Wehner



02 Editorial

04 Impressum

05 Abstracts

06 Hinterthür, Handke

Nachnutzung oder Verwahrung: Die Einheit Inaktive Werke der K+S hat eine hohe Expertise beim Umgang mit stillgelegten Bergwerksstandorten

18 Kießling

Die neue Handlungsempfehlung zu luftgetragenen Gefahrstoffen im untertägigen Versatz – Notwendigkeit und Anwendung

26 Hohmann, Deiseroth, Gierenz

Stabilität wurde verbessert: Der Schacht Neurode des Werkes Werra bekommt eine neue Vorbausäule

32 Zeibig, Zirkler

Projekt Wertstoffoptimierung und -steuerung in den Werken Werra und Neuhoof-Ellers

40 Triebel

Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide und partikelförmige Dieselmotoremissionen: Neue Umsetzungsfristen für den untertägigen Bergbau

42 Nachrichten aus den Unternehmen

Titelbild:

Die Schachtanlage Herfa-Neurode heute mit dem charakteristischen Fördergerüst des Schachtes Herfa

Impressum

Kali und Steinsalz

herausgegeben vom Verband
der Kali- und Salzindustrie e.V. (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
info.berlin@vks-kalisalz.de
www.vks-kalisalz.de

Erscheinungsweise

dreimal jährlich in loser Folge
ISSN 1614-1210

Redaktionsleitung

Dieter Krüger, VKS e. V.
Tel. +49 (0) 30. 8 47 10 69 13

Redaktionsausschuss

Dr. Burkhard Dartsch, K+S Minerals and Agriculture GmbH
Uwe Handke, K+S Aktiengesellschaft
Gerd Kübler, K+S Aktiengesellschaft
Dr. Frieder Tonn, K+S Aktiengesellschaft
Dr. Ludger Waldmann, K+S Aktiengesellschaft
Christoph Wehner, VKS e. V.

Gestaltung

Dirk Linnerz
Mobil: +49 (0) 171.1448597
info@linnerz.com
www.linnerz.com

Hinweis zu Rechten an Bildern, Grafiken u. a.

Alle Bildrechte liegen bei den Autoren. Davon abweichende Ausnahmen werden mit einer Quellenangabe gekennzeichnet. 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.

06 Hinterthür, Handke: Subsequent use or safekeeping – The K+S Inactive Plants unit has a high level of expertise in dealing with disused mining sites

The procedure for a partial or complete closure of a mining operation is regulated in Germany by the Bundesberggesetz. A final operating plan has to be prepared in advance, which is reviewed and approved by the authorities. The mining supervision ends after the final operating plan has been implemented and all requirements have been fulfilled. The objective is that a closed mine operation must not cause any long-term adverse effects on humans, the environment or other protected assets. At the beginning of the 1990s, the fact that there are a large number of abandoned potash and rock salt mining sites in West Germany increasingly became the focus of attention of authorities and companies. These ranged from flooded shafts to closed production plants and abandoned mining operations. Unlike in the former GDR, where the state as legal successor was responsible for the former state-owned companies and their continued operation after closure, in West Germany responsibility remained with the companies. As K+S is the legal successor to many of its predecessor companies, the company has a responsibility for many former mines and production sites. The area of responsibility of the Inactive Plants unit of K+S Minerals and Agriculture GmbH includes old sites in Lower Saxony, including one reserve mine, and one site each in North Rhine-Westphalia and Baden-Württemberg. At the end of the 1990s, K+S set up a long-term programme for the decommissioning of closed sites.

18 Kießling: Necessity and application of new recommendations for prediction and measurement of hazardous dust in underground mine backfill

Underground backfill with residues from thermal incineration of household waste makes a decisive contribution to secure mines and protect the environment. Approximately Mio. 1.4 t of dust and ashes originating from thermal use of waste are used in 12 German underground mines to produce construction materials known as underground backfill. Using this method to fill excavated voids in mines it prevents the surface from excessive subsidence or allows a more effective usage of the mineral deposit. Dependent on the backfill technology, hazardous substances can occur in the ventilated air of a mine. Theirs prediction and the monitoring of the concentration in relation with constantly tightening threshold values becomes increasingly challenging for the mining industry.

26 Hohmann, Deiseroth, Gierenz: Stability has been improved: The Neurode shaft of the Werra plant gets a new lining reinforcement made by welded Steel sheet segments

Every ton counts – that is the goal of the project, which is aimed to increase the output of K_2O and $MgSO_4$. To achieve this, two pilot projects will be set up on the first level of the Hattorf-Wintershall and Unterbreizbach sites, in which a geological 3D model will be generated in support of geological and mine surveying data. As a result, not only will a raw material body be created using the latest scanning technology with variable deposit parameters of thickness and mineral resources in the potash seam, but also a three-dimensional image of the mine exploration and construction in this section. Based on these data, a software, currently under examination, will facilitate the miners mining planning and control in the future. This project involves companies such as Mira

Geoscience, Leica and Castalytics, but also the universities of Heidelberg, Göttingen, Leoben, TU Bergakademie Freiberg as well as the Werra and Neuhof-Ellers plants and IT in Kassel. A further aim is to make geological forecasting and mining extraction even more reliable in regard of the evaluation of gas and brine in the deposits. First effects in this project, which is very important for our potash and rock salt sites in Germany, are already expected at the end of 2020.

32 Zeibig, Zirkler: Project – optimization of mineral output and controlling

Every ton counts – that is the goal of the project, which is aimed to increase the output of K_2O and $MgSO_4$. To achieve this, two pilot projects will be set up on the first level of the Hattorf-Wintershall and Unterbreizbach sites, in which a geological 3D model will be generated in support of geological and mine surveying data. As a result, not only will a raw material body be created using the latest scanning technology with variable deposit parameters of thickness and mineral resources in the potash seam, but also a three-dimensional image of the mine exploration and construction in this section. Based on these data, a software, currently under examination, will facilitate the miners mining planning and control in the future. This project involves companies such as Mira Geoscience, Leica and Castalytics, but also the universities of Heidelberg, Göttingen, Leoben, TU Bergakademie Freiberg as well as the Werra and Neuhof-Ellers plants and IT in Kassel. A further aim is to make geological forecasting and mining extraction even more reliable in regard of the evaluation of gas and brine in the deposits. First effects in this project, which is very important for our potash and rock salt sites in Germany, are already expected at the end of 2020.



AXEL HINTERTHÜR

Leiter Verwahrung der
Einheit Inaktive Werke,
K+S Minerals and Agriculture GmbH



UWE HANDKE

Standort-Kommunikation,
K+S Aktiengesellschaft

NACHNUTZUNG ODER VERWAHRUNG DIE EINHEIT INAKTIVE WERKE DER K+S HAT EINE HOHE EXPERTISE BEIM UMGANG MIT STILLGELEGTEN BERGWERKSSTANDORTEN

Das Verfahren für eine teilweise oder vollständige Stilllegung eines Bergbaubetriebs ist in Deutschland durch das Bundesberggesetz geregelt. Mit zeitlichem Vorlauf muss ein Abschlussbetriebsplan erstellt werden, der behördlich geprüft und zugelassen wird. Die Bergaufsicht endet, nachdem der Abschlussbetriebsplan durchgeführt und alle Vorgaben erfüllt sind. Ziel ist, dass von einem stillgelegten Bergwerksbetrieb auf Dauer keine Beeinträchtigungen für Menschen, Umwelt oder andere Schutzgüter ausgehen dürfen. Anfang der 1990er Jahre rückte die Tatsache, dass es in Westdeutschland eine größere Zahl von Alt-Standorten des Kali- und Steinsalzbergbaus gibt, zunehmend in den Blickpunkt der Behörden und Unternehmen. Diese reichen von gefluteten Schächten über stillgelegte Produktionsbetriebe bis hin zu ruhenden Grubenbetrieben. Anders als auf dem Gebiet der ehemaligen DDR, wo der Staat als Rechtsnachfolger für die früheren staatlichen Betriebe und deren weitere Betreuung nach der Schließung zuständig wurde, blieb die Zuständigkeit in Westdeutschland Sache der Unternehmen. Da K+S Rechtsnachfolgerin vieler Vorgängergesellschaften ist, hat das Unternehmen eine Verantwortung für viele frühere Bergwerke und Produktionsstandorte. Zum Betreuungsbereich der Einheit Inaktive Werke der K+S Minerals and Agriculture GmbH gehören Altstandorte in Niedersachsen, davon ein Reservebergwerk, sowie je ein Standort in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg. Bereits Ende der 1990er Jahre hat K+S für den Rückbau stillgelegter Standorte ein langfristiges Programm aufgelegt.

Subsequent use or safekeeping – The K+S Inactive Plants unit has a high level of expertise in dealing with disused mining sites *The procedure for a partial or complete closure of a mining operation is regulated in Germany by the Bundesberggesetz. A final operating plan has to be prepared in advance, which is reviewed and approved by the authorities. The mining supervision ends after the final operating plan has been implemented and all requirements have been fulfilled. The objective is that a closed mine operation must not cause any long-term adverse effects on humans, the environment or other protected assets. At the beginning of the 1990s, the fact that there are a large number of abandoned potash and rock salt mining sites in West Germany increasingly became the focus of attention of authorities and companies. These ranged from flooded shafts to closed production plants and abandoned mining operations. Unlike in the former GDR, where the state as legal successor was responsible for the former state-owned companies and their continued operation after closure, in West Germany responsibility remained with the companies. As K+S is the legal successor to many of its predecessor companies, the company has a responsibility for many former mines and production sites. The area of responsibility of the Inactive Plants unit of K+S Minerals and Agriculture GmbH includes old sites in Lower Saxony, including one reserve mine, and one site each in North Rhine-Westphalia and Baden-Württemberg. At the end of the 1990s, K+S set up a long-term programme for the decommissioning of closed sites.*



Die Schachanlage Bergmannsseggen, u. a. Standort der Autoschachtwinden und der Ausrüstung zur Bewirtschaftung der Halden der Einheit Inaktive Werke



Der Zugangsbereich zur Schachtanlage III, Sitz der Einheit Inaktive Werke in Bad Salzdetfurth

Lagerstätten in Niedersachsen

Aufgrund der geologischen Gegebenheiten (Kali- und Steinsalzvorkommen) gab es (und gibt es vereinzelt noch) im norddeutsch-mitteldeutschen Raum zahlreiche Bergwerksstandorte, deren Gründung bis in die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts zurückreicht. Die Hauptvorkommen befinden sich im norddeutsch-mitteldeutschen Raum; zwei kleinere Vorkommen im hessisch-thüringischen Raum und im Niederrheingebiet. In den Ablagerungen des norddeutschen Raumes treten drei Kaliflöße auf, die nach dem Auffindungsort Riedel und Ronnenberg benannt wurden. Das dritte, bekannteste und mächtigste Flöz Staßfurt ist nach dem Ursprungsort der Kaliindustrie benannt.

Betreuungs- und Aufgabenbereich Inaktive Werke

1995 wurde in Bad Salzdetfurth eine Verwahrungsgruppe als Einheit „Verwahrung Nordwerke“ der damaligen Kali und Salz Beteiligungs AG gegründet. Am 1. November 1998 wurde als Nachfolger innerhalb der Kali und Salz GmbH die Einheit „Betreuung stillgelegter Anlagen“ (BSA) eingerichtet. Ihr wurden die Unterhaltung, Vorhaltung und Verwahrung sämtlicher niedersächsischer Alt-Standorte übertragen. Die zu betreuenden Gruben und Schächte in Norddeutschland liegen im Städtedreieck Verden an der Aller, Helmstedt und Göttingen. Seit dem Jahr 2000 heißt diese Einheit Inaktive Werke; 2002 wurde sie auch mit der Betreuung der Althalden in Niedersachsen und Baden-Württemberg beauftragt. Zudem erfolgte 2003 auch die Übernahme der Verwahrung des Steinkohlenbergwerkes

Mansfeld in Nordrhein-Westfalen und des Kalibergwerkes Buggingen in Baden-Württemberg.

Bis 1995 lag die Verantwortung für frühere, oftmals seit vielen Jahren und Jahrzehnten nicht mehr aktive Bergwerksstandorte – gewissermaßen als Nebentätigkeit – bei den produzierenden Werken. Dazu Gereon Jochmaring, Werkleiter der Standorte Sigmundshall, Bergmannsseggen-Hugo, Inaktive Werke sowie Baustoffrecycling: „Unser langjähriges bergmännisches Know-how auf dem Gebiet des Kali- und Steinsalzbergbaus sowie die Expertise von K+S bei der Verwahrung früherer Bergwerksstandorte hat dazu geführt, diese Kompetenz und Expertise in einer eigenen Einheit zu bündeln.“

Zum Betreuungsbereich gehören – Stand Oktober 2020 – 30 Bergwerke mit 65 Schächten; dazu zählt auch das seit 1987 ruhende Bergwerk Siegfried-Giesen, das den Status eines Reservebergwerkes hat.

Rechtliche Grundlagen

Die verbindlichen Rechtsgrundlagen für die Einheit Inaktive Werke sind das Bundesberggesetz (BbergG) sowie die Allgemeine Bergverordnung über Untertagebetriebe, Tagebaue und Salinen (ABVO, 1966) für das Land Niedersachsen. Im Bundesberggesetz sind in § 55 (Zulassung des Betriebsplanes) wesentliche Schutzziele benannt, die bereits der Gewinnungsbetrieb sicherstellen muss. Haupt-

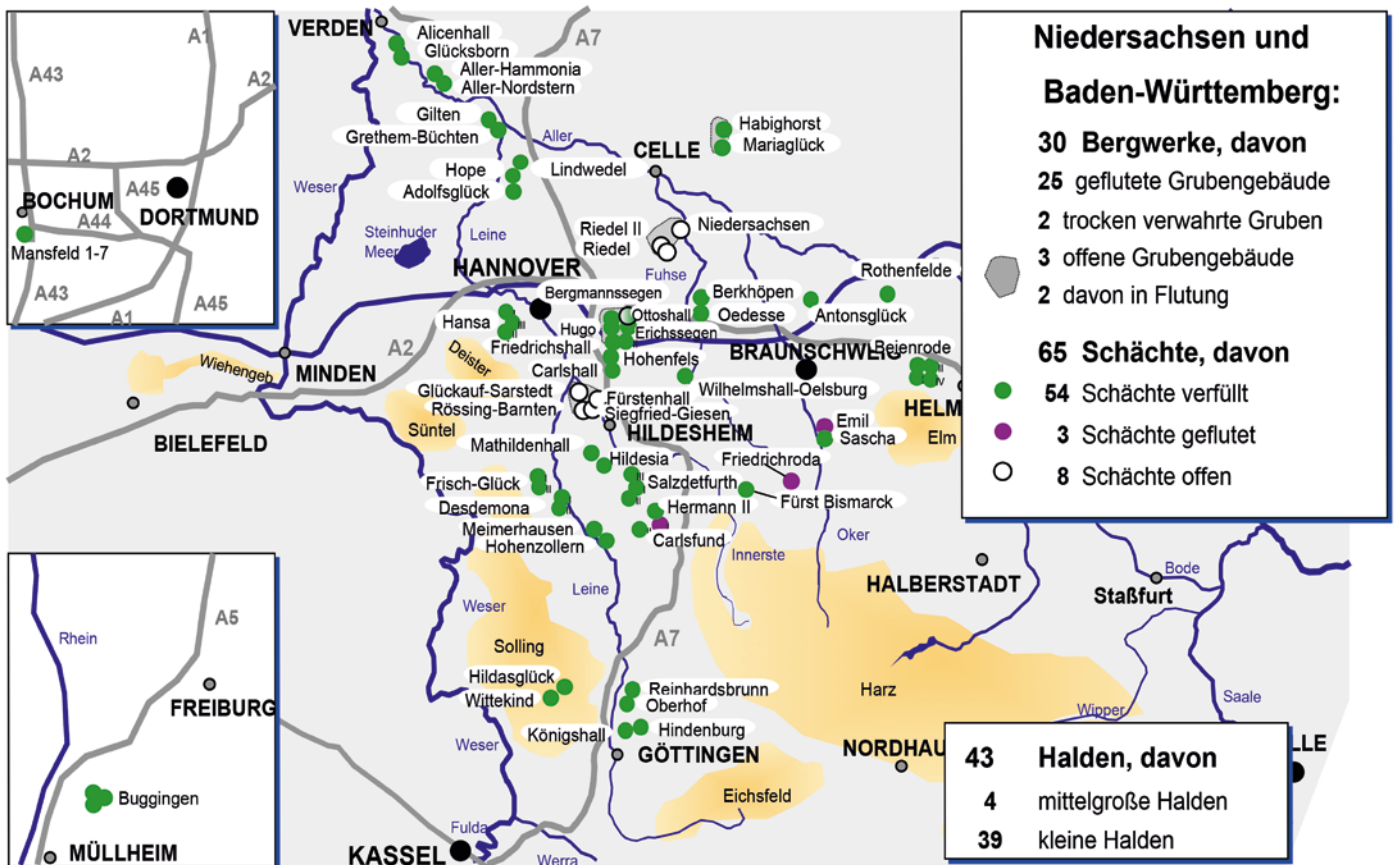


Das markante Fördergerüst der Schachanlage III, Sitz der Einheit Inaktive Werke

sächlich sind hier zu nennen: die Vorsorge gegen Gefahren für Leben, Gesundheit und zum Schutz von Sachgütern, keine Beeinträchtigung von schutzwürdigen Bodenschätzen, Schutz der Oberfläche im Interesse der persönlichen Sicherheit, ordnungsgemäße Abfallbeseitigung oder auch die Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche. Für die „Einstellung eines Betriebes“ ist gemäß § 53 ein Abschlussbetriebsplan aufzustellen, der eine genaue Darstellung der technischen Durchführung und der Dauer der beabsichtigten Betriebseinstellung enthalten muss sowie den Nachweis, dass die in § 55 benannten Voraussetzungen mit den Schutzziele erfüllt sind. Des Weiteren müssen Angaben über die Beseitigung der betrieblichen Anlagen und Einrichtungen oder deren anderweitige Verwendung enthalten sein. Die endgültige Betriebseinstellung erfolgt mit Beendigung der Bergaufsicht. Diese endet gemäß § 69 Abs. 2 (BbergG) nach Durchführung des Abschlussbetriebsplanes oder entsprechender Anordnung der zuständigen Behörde zu dem Zeitpunkt, in dem nach allgemeiner Erfah-



Die neueste Autoschachtwinde (ASW 3, Baujahr 2017) der Einheit Inaktive Werke; sie ist auf der Schachanlage Bergmannsseen stationiert



Überblick (Stand Oktober 2020) des Betreuungsbereiches der Einheit Inaktive Werke in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg

nung nicht mehr damit zu rechnen ist, dass durch den Betrieb Gefahren für Leben und Gesundheit Dritter, für andere Bergbaubetriebe und für Lagerstätten, deren Schutz im öffentlichen Interesse liegt, oder gemeinschädliche Einwirkungen eintreten werden. In § 7 der ABVO (Sichern der Tagesoberfläche) ist in Abs. 2 geregelt, dass Tagesschächte, die nicht in betriebs sicherem und befahrbarem Zustande unterhalten werden, zu verfüllen sind, soweit nicht die Bergbehörde andere Sicherungsmaßnahmen zulässt. Eine Flutung ist in Abs. 3 geregelt: „Im Salzbergbau der steilen Lagerung sind bei der endgültigen Einstellung des Betriebes die Grubenbaue planmäßig zu fluten.“

Nachnutzung vs. Verwahrung

Ist eine Nachnutzung ausgeschlossen, sind nach Produktionseinstellung bis zur endgültigen Betriebseinstellung und somit Stilllegung eine Reihe betrieblicher Maßnahmen erforderlich, die sich auf zahlreiche Schutzziele wie etwa die Sicherung der Tagesoberfläche oder den Schutz der Lagerstätte beziehen. Solche als Verwahrung bezeichnete Maßnahmen, wie das Fluten der Bergwerke und die Verfüllung der Tagesschächte müssen vollständig durchgeführt werden, um die endgültige Betriebseinstellung mit Stilllegung und Beendigung der Bergaufsicht zu erreichen. Bis dahin sind die Bergwerke in der so genannten Unterhaltung auch hier mit den erforderlichen Anlagen betrieblich aufrechtzuerhalten.

Für jeden Standort hat gemäß Bundesberggesetz und in Abstimmung mit den Naturschutzbehörden sowie den örtlichen Gemeindevertretern eine sorgfältige Abwägung zu erfolgen, ob und wie vorhandene Einrichtungen weiter genutzt werden können. Grundsätzlich wird in diesem Zusammenhang auch geprüft, ob sie sich beispielsweise für eine weitere Nutzung eignen, z.B. als Untertage-Deponien oder als Reservebergwerke. Bei solchen Bergwerken müssen die Grubengebäude offen gehalten und die Bergwerke gegen Zuflüsse gesichert werden. Dazu gehört auch, die oberirdischen ehemaligen Betriebsflächen zu untersuchen und eventuelle Gefährdungen zu beseitigen.

Flutungsprojekte

Bei der umfangreichen Planung von Flutungsprojekten kommt der intensiven Betrachtung des Flutungsmediums eine besondere Bedeutung zu. Unter Einbeziehung der Größe, Geometrie und Ausdehnung der Grubenräume, der geologischen und gebirgsmechanischen Verhältnisse

sowie der daraus zu erwartenden Lösungsbedingungen und -vorgänge sind die Auswirkungen auf die Tagesoberfläche zu prognostizieren und mit übertägiger Bebauung wie Ortschaften oder sonstigen sensiblen Objekten hinsichtlich ihrer Gefährdung zu bewerten. Aktuell (Stand Oktober 2020) sind 25 Grubengebäude und drei Schächte geflutet.



Spezialgerät der Einheit Inaktive Werke zum Begutachten des Zustandes alter Schächte – die Videoschachtwinde. Sie besteht aus einer Videokamerasonde, der Windenanlage und dem Messwagen mit Steuer- und Registriergeräten

Schachtverfüllungsprojekte

Projekte zu Schachtverfüllungen werden mit umfangreichen Voruntersuchungen eingeleitet. Zur möglichst genauen Kenntnis des Zustandes der Schächte ist es neben dem intensiven Studium historischer Unterlagen zwingend notwendig, sich ein aktuelles Bild über die Gegebenheiten zu machen, um das geeignete Verfahren zu bestimmen. Dafür sind aktuelle Messungen mit einer speziellen Schachtlotwinde und eventuell Sole-Analysen zu machen. Hierfür steht eine Videoschachtwinde zur Verfügung. Mit ihr können Schächte bis 1.000 Meter Tiefe auch unter Sole befahren und begutachtet werden. Diese außergewöhnliche Spezialausrüstung besteht in den Hauptkomponenten aus der Videokamerasonde, der Windenanlage und dem Messwagen mit Steuer- und Registriergeräten.

Für die Befahrung von Schächten ohne Fördereinrichtung sowie als Hilfs- und Notfahrwinde für Schächte mit Fördereinrichtung stehen bei den Inaktiven Werken und



Verfüllung des Schachtes Oedesse des früheren Bergwerkes Berkhöpen-Oedesse (in der Nähe von Peine) (begonnen 2013). Der 1905 abgeteufte, 905 Meter tiefe Schacht Oedesse war von 1913 bis 1925 in Betrieb. 1936 kam es zu einem Wassereinbruch; in der Folge ist das Bergwerk vollkommen abgesoffen. Die Übertageanlagen wurden ab 1937 abgerissen und der Bauschutt in die Schächte verfüllt. Der Schacht Oedesse war mit einem Betondeckel verschlossen. Im Bild: Herrichtung einer Zufahrtstraße zum Schachtdeckel.



Über eine Schurre wird der per LKW angelieferte Hartgesteinsschotter und Kies in den Schacht abgekippt. Insgesamt wurden in diesem Schacht 21.000 Tonnen Material eingebracht.



Die Vorarbeiten wurden von externen Firmen nach Vorgabe der IW ausgeführt (Wegebau, Abriss, etc.).



Diese Geräte eines Spielplatzes standen zu Beginn des Projektes im Wege und mussten vorübergehend demontiert werden. Nach Abschluss des Projektes wurden sie wieder zusammen- und aufgebaut, der Spielplatz in den alten Zustand zurückversetzt.



Hier steht die Abdeckung noch bevor: Blick auf die Halde Niedersachsen des früheren Doppelwerkes Niedersachsen-Riedel (1996 stillgelegt) in Wathlingen.

im Werk Werra am Standort Merkers insgesamt vier mobile Autoschachtwinden zur Verfügung. Die mit Autokränen vergleichbaren Winden dienen auch als Rettungswinden im Nordbereich der K+S Gruppe sowie als Bereitschaftswinden.

Betreuung von Kali-Althalden

Im Jahr 2014 wurde für die verbliebenen mittelgroßen Althalden in Niedersachsen eine Langfrist-Strategie zur Lösung der salzhaltigen Haldenwasserthematik (Haldenstrategie) entwickelt. Sie setzt auf die in der Vergangenheit begonnenen und durchgeführten Verwahrungs- und Rekultivierungsmaßnahmen auf. So wurden bei insgesamt 27 von ursprünglich 41 Althalden in Niedersachsen diese Maßnahmen bereits abgeschlossen.

Ziel des Konzeptes ist eine umweltverträgliche Lösung, die langfristig ohne die Einleitung von Haldenwässern in Vorfluter auskommt. Durch dieses langfristig angelegte Konzept ist es möglich, im Zeitraum bis 2050 die verbleibenden mittelgroßen Halden Niedersachsen (Wathlingen) und Hugo (Lehrte) abzudecken und zu rekultivieren. Bei der mittelgroßen Halde am Standort Friedrichshall in Sehnde, einem Betriebsteil des Werkes Bergmannsseggen-Hugo, ist die Abdeckung nahezu abgeschlossen (siehe Kali & Steinsalz Nr. 2-2020).

Im Konzept ist eine Rekultivierung der Halden durch Abdecken mit geeigneten Böden und recyceltem Baustoff mit anschließender Begrünung in Verbindung mit der Streckung der Flutung des jeweils zugehörigen Grubengebäudes vorgesehen. Damit wird es möglich, dass das vor und während des Abdeckens einer Halde anfallende



Arbeiten am Neubau des Haldengrabens der Halde Hugo (Werk Bergmannsseggen-Hugo)



Einsatz eines Multifunktionsgerätes zum Mähen im Haldenrandbereich



Freischneiden von Wegen im Zugangsbereich von Altstandorten



Die Werksanlage Hugo (Produktionsbetrieb für verschiedenste Kalidünger) des Werkes Bergmannsseggen-Hugo mit der Althalde Hugo im Hintergrund

salzhaltige Wasser in den jeweiligen Gruben umweltverträglich entsorgt werden kann und nach erfolgreicher Rekultivierung kein umweltbelastendes Wasser mehr anfällt. Diese Strategie stellt eine nachhaltige Lösung der Haldenwasserthematik in Niedersachsen dar. Die Rekultivierung einer Halde führt darüber hinaus zu einer Aufwertung des Landschaftsbildes und erweitert die Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten. Die Mitarbeiter der Einheit Inaktive Werke sind u.a. auch mit der Unterhaltung von Haldengräben betraut. Haldengräben dienen der geordneten Ableitung salzhaltiger Wässer, die als Oberflächenwässer oder aus dem Haldenkörper anfallen. Ziel ihrer Aktivitäten, die unter Einsatz von Spezialgerät erfolgen, ist vor allem die Sicherstellung der dauerhaften Funktionsfähigkeit der Haldengräben. Zudem wird auch eine deutliche Verbesserung des Erscheinungsbildes im Bereich der Halden und insbesondere der Haldengräben erreicht.



Die Schachanlage Bergmannsseggen, u.a. Standort der Autoschachtwinden und der Ausrüstung zur Bewirtschaftung der Halden der Einheit Inaktive Werke.

Für die Abdeckung einer mittelgroßen Halde werden erhebliche Mengen an geeignetem Bodenaushub und Baustoffen benötigt, so dass auf Grund der am Markt verfügbaren Stoffströme die mittelgroßen Halden in Niedersachsen nacheinander rekultiviert werden.

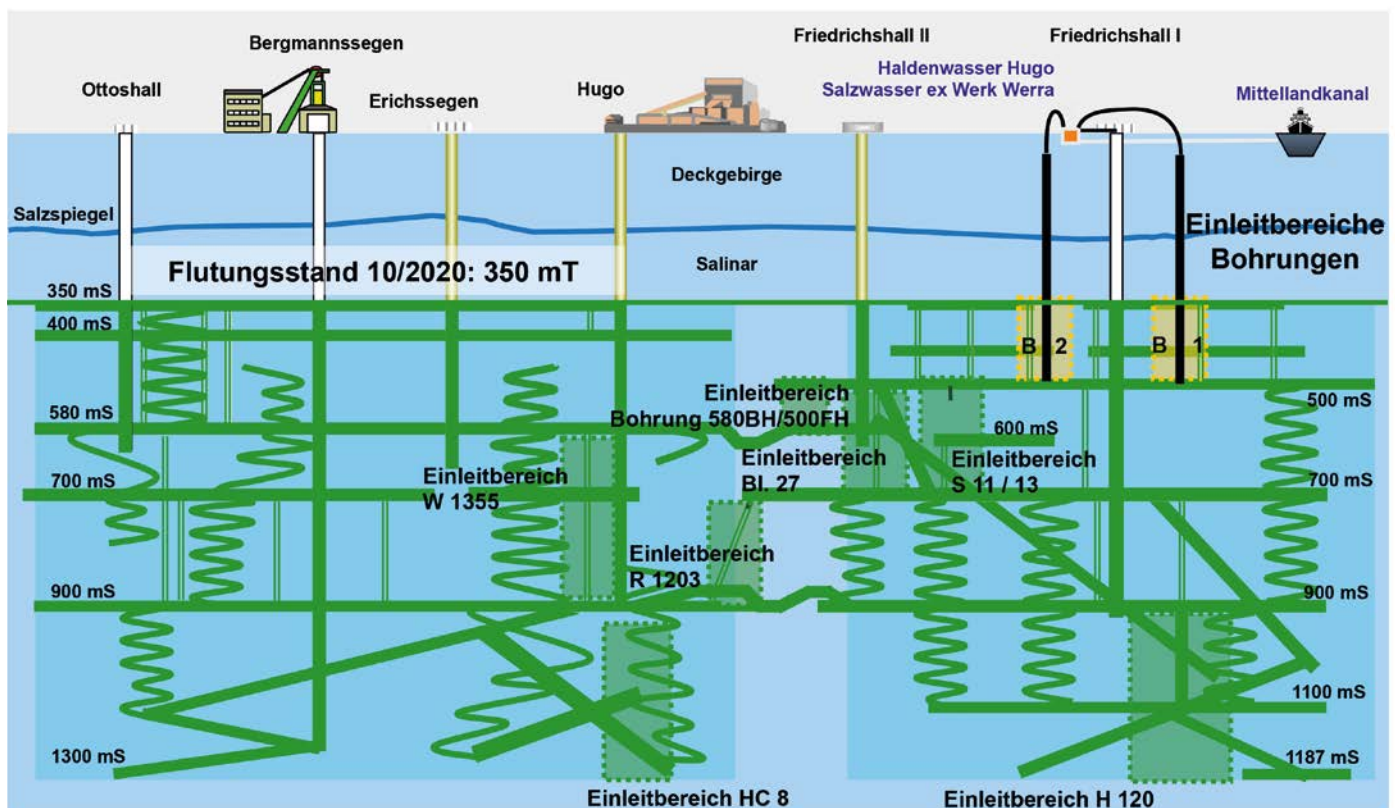
In Abfallbewirtschaftungsplan des Landes Niedersachsen sind frühere Kaliwerke und deren Halden als Entsorgungsbereiche berücksichtigt, die abgedeckt werden müssen. So wird den Kalirückstandshalden eine erhebliche Bedeutung für die Verwertung von mineralischen Abfällen zugesprochen – „insbesondere im Großraum Hannover und Braunschweig“. Dieser Verwertungsweg, der in anderen Ländern nicht zur Verfügung steht, leistet „in einem Ballungsraum mit erheblicher Bautätigkeit einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der hohen Verwertungsquote von mineralischen Abfällen“.

Flutung eines Bergwerkes: Beispiel Werk Bergmannsseggen-Hugo

Ein Beispiel für die vielfältigen Aktivitäten der Inaktiven Werke ist das Werk Bergmannsseggen-Hugo in Sehnde/Lehrte – öst-

lich von Hannover. 1909 begann die Förderung und endete dort 1994. Grund war die Kalifusion, d.h. die Zusammenlegung von ost- und westdeutscher Kaliindustrie (Ende 1993). Im Vorfeld und nach Vollzug (ab 1994) der Fusion kam es zur vollständigen oder zur Teil-Stilllegung von Werken in Ost und West. Auch am Werk Bergmannsseggen-Hugo ging diese Entwicklung nicht spurlos vorbei. So wurde am 16. Dezember 1994 im Schacht Hugo die letzte Tonne Kalirohsalz zu Tage gefördert. Damit war das Ende des Untertagebergbaus im Raum Lehrte-Sehnde eingeläutet. Gründe für die Schließung des Grubenbetriebes waren die ungünstige Situation auf dem Weltmarkt sowie die hohen Kosten am Standort. In Betrieb blieben jedoch die übertägigen Produktionsanlagen. Hier werden aus von Schwesterwerken zugelieferten Rohstoffen Roll- und Pressgranulate hergestellt.

Die Grube des Werkes wird seit 1998 geflutet. Zum Einsatz kamen und kommen dabei salzhaltige Wässer aus der Solung von Gaskavernen, Wasser aus dem Mittellandkanal sowie eigene Haldenwässer des Werkes (Halden Hugo und Friedrichshall) und des Werkes Werra. Anfänglich (seit November 2016) wurde das Salzwasser des Werkes Werra



Schema der Flutung des Grubengebäudes des Werkes Bergmannsseggen-Hugo (Stand Oktober 2020)



Überflutung auf der 580-Meter-Sohle des mit der Grube Bergmannsseggen-Hugo verbundenen Grubengebäudes Friedrichshall (Sehnde)



Flutung des Grubengebäudes des Werkes Bergmannsseggen-Hugo: ein überfluteter Füllort

per LKW angeliefert. Nach Fertigstellung einer bahnhaltigen Annahmestelle erfolgen die Transporte nun hauptsächlich auf der Schiene, nur in Spitzenzeiten werden zusätzlich LKW-Transporte eingesetzt. Die Abwicklung der Annahme aller Salzwassertransporte wird durch das Werk Bergmannsseggen-Hugo ausgeführt. Ende 2020 wird das Ende der Flutung mit dann ca. 34 Millionen Kubikmeter (Salz)-Wasser erwartet. Zuständig für die Flutung und Verwahrung der stillgelegten Grube des Werkes ist die Einheit Inaktive Werke.

Die Zukunft

Wenn die Aufgaben im Werk Bergmannsseggen-Hugo geordnet sind, die Flutung abgeschlossen wurde, zieht die Mannschaft der Inaktiven Werke weiter. Im Werk Sigmundshall, dessen Förderung und Weiterverarbeitung von Kalirohsalz

am Jahresende 2018 eingestellt worden sind, erwartet die Experten der IW ein ebenso reichhaltiges Aufgabengebiet. So ist IW bereits jetzt in die Planung und Vorbereitung der systematischen Flutung des Grubengebäudes einbezogen und wird auch das untertägige Flutungsmanagement durchführen.

Und nebenbei bleiben natürlich auch die anderen Aufgaben nicht liegen. Denn die Mitarbeiter der Einheit Inaktive Werke sind zudem bei zahlreichen weiteren Standorten (früheren aktiven und noch heute teilaktiven Werken wie Salzdetfurth, Siegfried-Giesen, Niedersachsen-Riedel) in Niedersachsen aktiv eingebunden und mit diversen Aufgaben betraut. Wobei sich der Schwerpunkt der Aktivitäten von bisher Gruben und Schächten immer mehr in Richtung der aktiven Betreuung von Althalden verschiebt. Gereon Jochmaring: „Zudem versuchen wir zusammen mit der Einheit Immobilien eine Anschlussnutzung der Flächen auf diesen Altstandorten zu finden.“

Für alle Aktivitäten der Einheit Inaktive Werke ist zudem eine aussagekräftige Datenbasis das A & O. So befinden sich am Sitz der Einheit auf der Schachanlage III des Werkes Salzdetfurth oberhalb der Stadt Bad Salzdetfurth eine sehr große Menge von Dokumenten, Plänen, Rissen, die für eine Bewertung der Situation vor Ort (Gruben und Schächte sowie Halden) unerlässlich sind, erklärt Grubenwirtschaftsingenieur Thomas Müller, der mit seinen Kollegen, u.a. Bernd Tegtmeier, ein Auge auf eine solide Dokumentation aller IW-Projekte hat. Jochmaring bilanziert die bisherigen Aufgaben und gibt einen Ausblick auf die Zukunft der IW-Aktivitäten: „Die Bilanz unserer Aktivitäten in den zurückliegenden Jahren kann sich sehen lassen. Wir hatten zahlreiche Projekte in Angriff genommen, wobei die Verwahrung von Schächten und Gruben sowie die Bereinigung der Tagesanlagen den Schwerpunkt bildeten.“ Der Werkleiter ergänzt im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen: „Die Anforderungen an die Nutzbarmachung und Verwahrung von Altstandorten hier in Niedersachsen erhöhen sich laufend. Ein Verschieben von dringend anfallenden Aufgaben kann dabei nicht unser Handeln leiten; wir haben sicherheitliche Auflagen zu erfüllen, müssen bei unseren Projekten stets die jeweilige Gefährdungssituation beurteilen und die daraus abzuleitenden Aufgaben bewerten.“ Das klingt nach weiteren zahlreichen Aufgaben – mit Schwerpunkt Althalden – und viel Arbeit auch für die nächsten Jahre.



Anlieferung salzhaltiger Wässer vom Werk Werra, die zur Flutung der Grube genutzt werden. Ein Mitarbeiter bei der Entladung der Kesselwagen am werkseigenen Bahnhof.

Quellen und Literatur (Auswahl)

Bundesberggesetz (<https://www.gesetze-im-internet.de/bbergg/>)

Allgemeine Bergverordnung über Untertagebetriebe, Tagebaue und Salinen ABO vom 2. Februar 1966 (https://www.lbeg.niedersachsen.de/bergbau/weitere_themen/downloads/downloadangebote-im-be-reich-bergbau-96026.html)

„Wachstum erleben“ – die Geschichte der K+S Gruppe, Hrsg. K+S Aktiengesellschaft, Kassel (2006)

Diverse Geschäftsberichte der K+S, Hrsg. K+S Aktiengesellschaft

Kali und Steinsalz, Hrsg. Verband der Kali- und Salzindustrie e.V. (VKS), Berlin (diverse Ausgaben)

Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3, Rainer Slotta, Die Kali- und Steinsalzindustrie, Hrsg. vom Deutschen Bergbau-Museum Bochum 1980

Website: www.kpluss.com

Diverse Presseinformationen der K+S Gruppe

K+S information, scoop, scoop+ (digital): Mitarbeiterzeitungen der K+S Gruppe (diverse Ausgaben), Hrsg. K+S Aktiengesellschaft

Alle Fotos und Grafiken: K+S



DIPL.-ING.
THOMAS KIESSLING
Geschäftsführer Technik,
GSES, Sondershausen

Der untertägige Versatz mit bergbaufremden Abfällen leistet einen entscheidenden Beitrag zur Verwertung von Rückständen aus der thermischen Verwertung in Form von Versatzbaustoffen. Rund 1,4 Mio. Tonnen Stäube und Aschen¹ pro Jahr werden in 12 Untertageversatz-Bergwerken in Deutschland zu Versatzbaustoffen umgewandelt. Sie dienen der Vermeidung von Absenkungen der Tagesoberfläche oder ermöglichen eine bessere Ausnutzung der Lagerstätte durch Optimierung der Abbaumethode. Je nach Versatztechnologie kann es dabei zum Auftreten von gefahrstoffbelasteten Stäuben kommen, die sich in den Grubenwettern verteilen. Deren Prognose und Messung in der Praxis stellen die Betriebe aufgrund der sich stetig ändernden Grenzwerte vor große Herausforderungen.

Necessity and application of new recommendations for prediction and measurement of hazardous dust in underground mine backfill

Underground backfill with residues from thermal incineration of household waste makes a decisive contribution to secure mines and protect the environment. Approximately Mio. 1.4 t of dust and ashes originating from thermal use of waste are used in 12 German underground mines to produce construction materials known as underground backfill. Using this method to fill excavated voids in mines it prevents the surface from excessive subsidence or allows a more effective usage of the mineral deposit. Dependent on the backfill technology, hazardous substances can occur in the ventilated air of a mine. Their prediction and the monitoring of the concentration in relation with constantly tightening threshold values becomes increasingly challenging for the mining industry.



DIE NEUE HANDLUNGSEMPFEHLUNG ZU LUFTGETRAGENEN GEFAHRSTOFFEN IM UNTERTÄGIGEN VERSATZ – NOTWENDIGKEIT UND ANWENDUNG



Feinstaub, luftgetragene Gefahrstoffe, krebserzeugende Substanzen: unmittelbar formen sich Bilder und Gedanken rund um Dieselmotoren, Emissionen aus dem Verkehr bzw. unter Tage aus den dieselgetriebenen Großgeräten. Doch es gibt weitere luftgetragene gesundheitsgefährdende oder nachgewiesene krebserzeugende Substanzen, die sowohl über als auch unter Tage Beachtung finden müssen. Einige Metalle – als Staub – sind mittlerweile in die Liste der krebserzeugenden erbgutverändernden Substanzen aufgenommen worden. Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (z.B. TRGS 559, TRGS 900 und die TRGS 910) enthalten Grenzwerte und Umgangsvorschriften für krebserregende Stoffe in Staubform.

Bei der Verarbeitung von Filterstäuben und Aschen aus der thermischen Verwertung zu Untertageversatz und bei Transport- und Versatzarbeiten unter Tage können mineralische und metallische Stäube entstehen, die gesundheitsgefährdende Konzentrationen erreichen. Zielstellung des Bergwerksbetreibers muss es sein, die Gefährdung der Mitarbeiter durch die Überschreitung der zulässigen Konzentrationen auszuschließen. Hierzu ist es erforderlich, die Konzentration an gesundheitsgefährdenden Stäuben vorherzusagen und im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung vor der Arbeitsaufnahme die Umgangssicherheit zu bewerten. Hierfür hat sich seit Jahrzehnten die Staubgrenzwertkonzentrationsprognose in der Anwendung bewährt. Seit einigen Jahren steigt die Zahl der zu bewertenden Stoffe und Stoffverbindungen stetig an, und die zu berücksichtigenden Grenzen, sei es durch die Verpflichtung zur Einhaltung risikobasierter Bewertungsmaßstäbe (Toleranz- oder Akzeptanzkonzentrationen, Binding Limit Values etc.) oder gesunkener

Arbeitsplatzgrenzwerte, sinken. Die Herausforderung in der Praxis liegt in einer aussagekräftigen Prognose der zu erwartenden Konzentrationen und in einer Kontrolle des Ergebnisses, sprich des tatsächlichen Gefahrstoffaufkommens beim Umgang mit den Versatzstoffen.

Die vom Arbeitskreis „Luftgetragene Gefahrstoffe“ des BDE (Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V.) gemeinsam mit dem Institut für Gefahrstoffforschung und den Mitgliedern des Verbands der Kali- und Salzindustrie e. V. (VKS) entwickelte Handlungsempfehlung zu luftgetragenen Gefahrstoffen im untertägigen Versatz gibt dem Bergbautreibenden einen Leitfaden an die Hand, um Gefahrstoffkonzentrationen zu prognostizieren, im realen Betriebsablauf zu messen und zu bewerten.

Anwendungsbereich und rechtlicher Rahmen

Zahlreiche Staubquellen sind im untertägigen Bergbau zu berücksichtigen. Neben den Dieselmotoremissionen kann Staub durch Sprengtätigkeit, Lösearbeit, Förderung, Aufwirbelung bei Bewetterung und Fahrbahnnutzung oder Ausbau- und Beraubetätigkeit entstehen. Dabei wird vorrangig mineralischer Staub aus der Lagerstätte und dem Nebengestein freigesetzt. Doch beim Versatz bergbaufremder Abfälle kann auch Staub in die Grubenwetter eingetragen werden, der mit der Lagerstätte nicht in Verbindung steht. Schwerpunkt der Handlungsempfehlung und nachfolgender Betrachtung sind diese bergbaufremden Stoffe und Stoffverbindungen.

Der Umgang mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen ist

in der Gefahrstoffverordnung geregelt. Entsprechend ist vor Arbeitsaufnahme eine Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 400² zu erstellen. Im Rahmen dieser ist die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900 oder der Toleranz- bzw. Akzeptanzkonzentrationen nach TRGS 910 zu prüfen. Bei inhalativer Staubexposition erfolgt dies in der Regel über eine Expositionsermittlung und -prognose nach TRGS 402. Je nach Gefahrstoff ist zu bewerten, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nach TRGS 900 oder die Akzeptanz- bzw. Toleranzkonzentration nach TRGS 910 eingehalten werden. Zielstellung ist die Anwendung eines risikobezogenen Maßnahmenkonzeptes zur Umsetzung des Minimierungsgebotes. Dabei muss in der Prognose eine Exposition unterhalb der Toleranzkonzentration erreicht werden und eine Unterschreitung der Akzeptanzkonzentration ist anzustreben. Für kristalline Kieselsäure gelten die Grenzwerte der TRGS 559.

Gefährdungsbeurteilung in der Praxis

Herausfordernd wird diese Grenzwertsituation nun in Verbindung mit der Vielzahl der zu berücksichtigenden Gefahrstoffe beim Versatz bergbaufremder Abfälle. Im Gegensatz zu den Dieselmotoremissionen haben wir es hier nicht nur mit einem Feststoff und drei Gasen zu tun. Eine Betroffenheitsanalyse der Mitgliedsunternehmen von VKS und BDE ergab, dass im Schnitt ca. 25 Gefahrstoffe und -verbindungen im einatembaren Staub (E-Staub) und ca. zehn Stoffe im alveolengängigen (A-Staub) zu berücksichtigen sind. Typische Vertreter sind Cadmium, Chromverbindungen, Arsen, Nickeloxide, Blei, Antimon und kristalline Kieselsäure. Die Zahl der zu berücksichtigenden Stoffe ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen,

Zusammenhang zwischen Risikobereichen und Maßnahmen

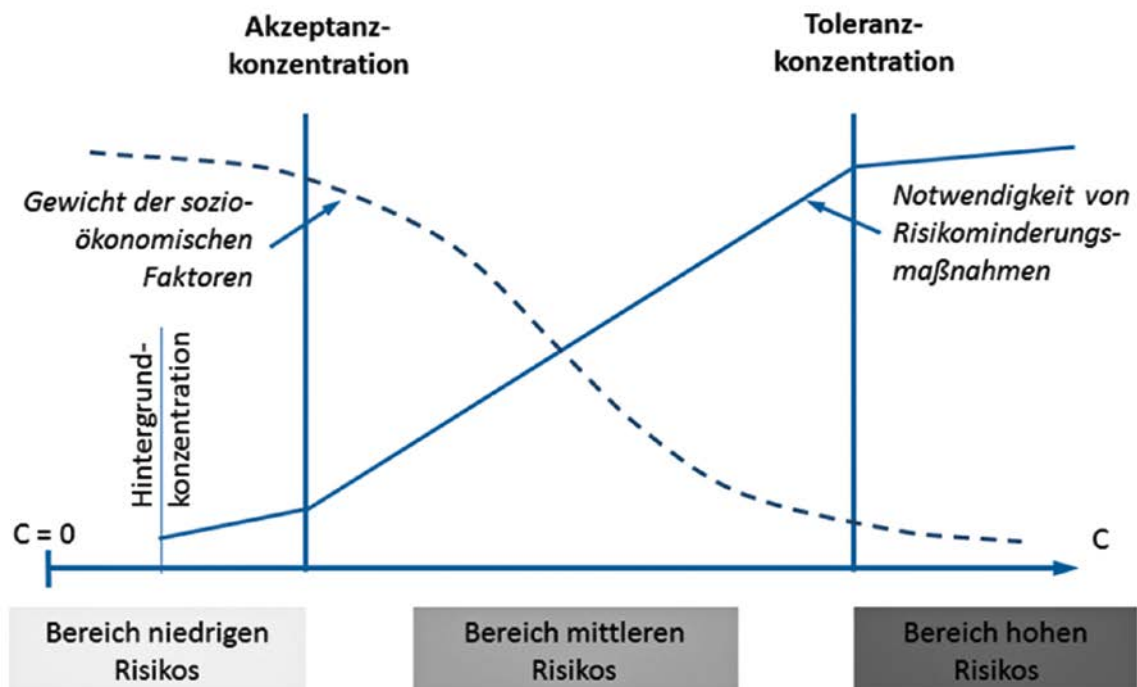


Abbildung 1: TRGS 910, Seite 8 von 165 (Fassung 29.03.2019): Zusammenhang zwischen Risikobereichen und Maßnahmen

wobei die Grenzwerte teilweise um den Faktor 1000 gesunken sind.

Bisher wurde mittels der Staubgrenzwertkonzentrationsprognose aus den bekannten Ergebnissen der Feststoffanalytik der zu berücksichtigende Gefahrstoffinhalt eines Versatzstoffes in Form einer worst-case-Betrachtung abgeleitet. Auf Basis dessen wurde dann eine Staubexpositionsprognose erstellt, die im Ergebnis Staubgrenzwerte für den A-Staub³ und den E-Staub⁴ im Betrieb zum Ergebnis hatte. Diese waren stetig mit den im Betrieb gemessenen A- und E-Staubkonzentrationen zu vergleichen, um sicherzustellen, dass die Grenzwerte eingehalten werden und die Prognose mit der Realität übereinstimmt. Aufgrund der gesunkenen Grenzwerte, Anpassungen der TRGS und der wesentlich gestiegenen Anzahl der

zu berücksichtigenden Stoffe wurde dies zunehmend zur Herausforderung. Die TRGS fordert eine Prognose und Expositionsermittlung für jeden einzelnen der ca. 35 zu berücksichtigenden Gefahrstoffe. Dabei sind die bergbauspezifischen Belange, wie Schwankungen der Abfallzusammensetzung, Verwendung diverser Abfälle in einer Rezeptur, Wetter-Mehrfachnutzung in der Grube, standortspezifische Handlingformen und noch einige weitere Einflussfaktoren, nicht berücksichtigt worden. Die Begleitumstände im Versatzbergbau ermöglichen keine Messung und Überwachung von bis zu 35 Gefahrstoffen unter repräsentativen Bedingungen. Zwischen Messung, Analytik und Auswertung liegen systembedingt mehrere Wochen und der Aufwand für die Vielzahl der Messungen ist absolut

unverhältnismäßig. Im Rahmen der Staubmessung müsste man mit einer Vielzahl von personengebundenen Filterpumpen arbeiten, was zu erheblichen Anwendungsbeschränkungen geführt hätte. 10–15 Vakuumpumpen sind nötig, um für 35 Stoffe bei unterschiedlichen Dimensionen der Grenzwerte den zu überwachenden Mitarbeiter auszustatten. Er könnte sich nicht mehr frei bewegen, geschweige denn arbeiten.

Die Auswertung der im Rahmen der Novellierung erhobenen und betrachteten Messdaten zeigte, dass jedoch für viele der zu bewertenden Gefahrstoffe keine ausreichende Konzentration im Grubenwetter vorlag, um über die Nachweisgrenze der Messung zu kommen. Auch die Grenzwerte wurden damit nicht erreicht. Es stellte sich die Frage, wie die rele-



Abbildung 2: Mitarbeiter mit zwei Messgeräten zur Staubmessung für die Ermittlung von zwei Leitparametern. Foto: GSES

vanten Stoffe, welche grenzwertnahe Konzentrationen erreichen können, von den nicht relevanten Stoffen, die zwar im Abfall enthalten sein können, aber keine gefahrbringenden Konzentrationen erreichen, distanziert bewertet werden können.

Hinzu kam die nun zu berücksichtigende Vielschichtigkeit und die unterschiedlichen zu berücksichtigenden Dimensionen der Grenzwertkonzentrationen. Einige Grenzen liegen im mg/m^3 -Bereich, andere bei einem Zehntel Mikrogramm je m^3 Luft. Die Kalibration der Prognose an der Realität mit dem herkömmlichen Modell war sehr anspruchsvoll geworden und nur mit Einsatz von auf Messerfahrung basierenden Korrekturfaktoren möglich.

Insofern wurde mit Einführung der novellierten Grenzwerte der Bedarf an

einem aktualisierten Prognosemodell und einer besseren Kalibrierungsmöglichkeit der Prognose an der Praxis ersichtlich.

Die Lösung fand sich in der Erarbeitung der nun vorliegenden „Handlungsempfehlung zu luftgetragenen Gefahrstoffen im untertägigen Versatz“. Sie wurde zwischen 2018 und 2020 durch Branchenvertreter aus dem Salzbergbau im Arbeitskreis „luftgetragene Gefahrstoffe“ des BDE, in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der BGRCI/Dortmund, erarbeitet. Für die Erarbeitung wurden die Erfahrungen des IGF aus über 20 Jahren aktiver Betreuung der Betriebe bei der Staubmessung unter Tage, die Erfahrungen und Messergebnisse der Betriebe selbst und die geänderten gesetzlichen Anforderungen berücksichtigt. Im Ergebnis

konnte eine Handlungshilfe erarbeitet werden, die für die gesamte Bergbaubranche angewendet werden kann und ein novelliertes Prognosemodell empfiehlt, welches sogar für andere Industriezweige oder nicht-bergbauliche Tätigkeiten anwendbar wäre.

Zwischenzeitlich erfolgte im Jahr 2019 ein Abgleich des Zwischenstandes mit dem FATIB, um die Hinweise der Behördenvertreter der Landesbergaufsichten berücksichtigen zu können. Basis für die neue Handlungsempfehlung bildet weiterhin eine aktualisierte Staubgrenzwertkonzentrations-Prognose. Der Abgleich mit der Praxis erfolgt in Form betriebsinterner stationärer und personengebundener Staubexpositionsmessungen durch betriebseigene Staubmessbeauftragte und externe Messungen zum Beispiel durch das IGF.

Was ist neu?

Ausgangspunkt der Prognose bilden weiterhin die Feststoffanalysen der Abfälle für den Versatz. Alle für den spezifischen Abfall oder die Versatzmischung möglichen Gefahrstoffe werden im Feststoff analysiert. Dabei sind die maximalen Analysewerte der vergangenen Jahre zu berücksichtigen. Ergänzend dazu kann ein Unternehmen auch festlegen, welchen maximalen Feststoffinhalt es im Stoffspektrum oder der Rezeptur wünscht bzw. anhand der bisherigen Erfahrungen zulässt. Die so ermittelten maximalen Gefahrstoffinhalte werden tabellarisch erfasst. Nun wird unterstellt, dass alle Gefahrstoffe der Abfallfraktion <0,125 mm gleichwertig „flugfähig“ sind und sich somit ein Staub mit dem Gefahrstoffinhalt der flugfähigen Abfallfraktion bildet. Für diesen Staub wird anschließend kalkulatorisch ermittelt, welche maximale Konzentration seine alveolengängige und lungengängige Fraktion (A- und E-Staub) erreichen darf, um die gesetzlichen Anforderungen einzu-

halten. Dies wurde im „alten Prognosemodell“ ebenso gehandhabt.

Ergänzend zur bisherigen Ableitung der Grenzkonzentrationen der Leitparameter A- und E-Staub werden nun aus den bis zu 35 zu berücksichtigenden Elemente jene herausgegriffen, die den größten Einfluss auf die Grenzkonzentrationen haben. Diese so genannten Leitelemente können beispielsweise Cadmium oder Chrom sein. Das ist von der Versatzart und dem Bergwerk abhängig. Bei der Staubmessung in der Praxis werden nun neben den Leitparametern A- und E-Staubkonzentration auch die Konzentrationen der Leitelemente bestimmt. Somit wird der Anspruch einer worst-case-Betrachtung berücksichtigt, indem die potentiell einflussreichsten Gefahrstoffkonzentrationen direkt überwacht, analysiert und mit der Prognose verglichen werden.

Aus dem Vergleich der Messwerte und der Prognose entsteht ein sehr gut anwendbarer Regelkreis in Form eines Staubmessplanes (Abbildung 4). Dieser erlaubt es nicht nur, die Messwerte

gegen die Prognose zu vergleichen und somit die Stimmigkeit der Prognose nach jeder Messung aufs Neue zu prüfen, sondern es können auch Aussagen zur Genauigkeit der Prognose getroffen werden. Treten Überschreitungen der Messwerte zu Prognosewerten auf, kann schnell, eindeutig und recht präzise ermittelt werden, inwiefern der Gefahrstoffinhalt im Versatz-Input angepasst werden muss, um die gesetzlichen Vorgaben einzuhalten. Im Fall von Überschreitungen der Messwerte zu den Prognosewerten ist ein Maßnahmenkatalog nach TOP-Prinzip aufzustellen und umzusetzen. So können beispielsweise die Rezeptur oder Behandlungsmethode angepasst, die Expositionssituation verändert oder die Bewetterung optimiert werden. Fahrzeuge können gegebenenfalls gekapselt werden oder andere standortspezifische Maßnahmen sind zu ergreifen. Danach sind mit einer erneuten Staubexpositionsmessung die Wirksamkeit der Maßnahmen und die Unterschreitung der Grenzwerte nachzuweisen.

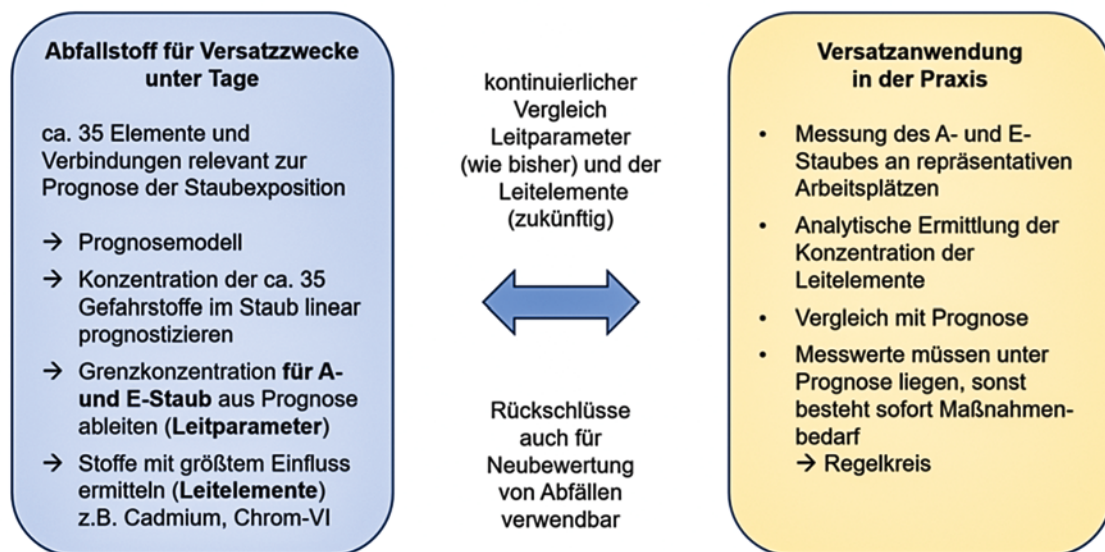


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Vorgehensweise in der Prognose und der Messung

Auch wenn es dem Unternehmer freigestellt ist, die Staubgrenzwertkonzentrationsprognose und die Expositionsmessungen selbst durchzuführen, empfiehlt sich ein regelmäßiger Abgleich mit einem externen Partner. Das IGF beispielsweise verfügt über mehr als 25 Jahre Erfahrung bei der Prognose und Messung der Gefahrstoffexposition. Die daraus resultierende Fachkunde ist in das neue Prognosemodell eingeflossen. Das IGF empfiehlt vierteljährliche Messungen durch Staubmessbeauftragte des Unternehmens und jährliche (Kontroll-)messungen in Begleitung des IGF.

Basierend auf den zurückliegenden Messergebnissen kann die Staubmessung dann auch bei der Prognose helfen, ob ein neuer Versatzstoff oder eine Versatzmischung mit verändertem Input verwendet werden kann. Dazu werden aus den Messwerten der Expositionsmessungen Versatzkennzahlen VK_X abgeleitet (Abbildung 6). Die weiterhin aus den Messergebnissen



Abbildung 4 (neu): Staubmessgeräte des IGF zur Ermittlung von A- und E-Staub, Foto: GSES

bestimmbaren Betrieblichen Sicherheitskennzahlen BSK_X erlauben eine Standortbestimmung des individuellen Betriebes, inwiefern und mit welcher Sicherheit die Grenzwerte eingehalten werden.

Die Vorteile der Handlungsempfehlung liegen damit auf der Hand. Es werden nur die relevanten Stoffe und somit die gefahrstoffrechtlich maßgebendsten Auswirkungen gemessen. Anstatt 35 Elemente messtechnisch

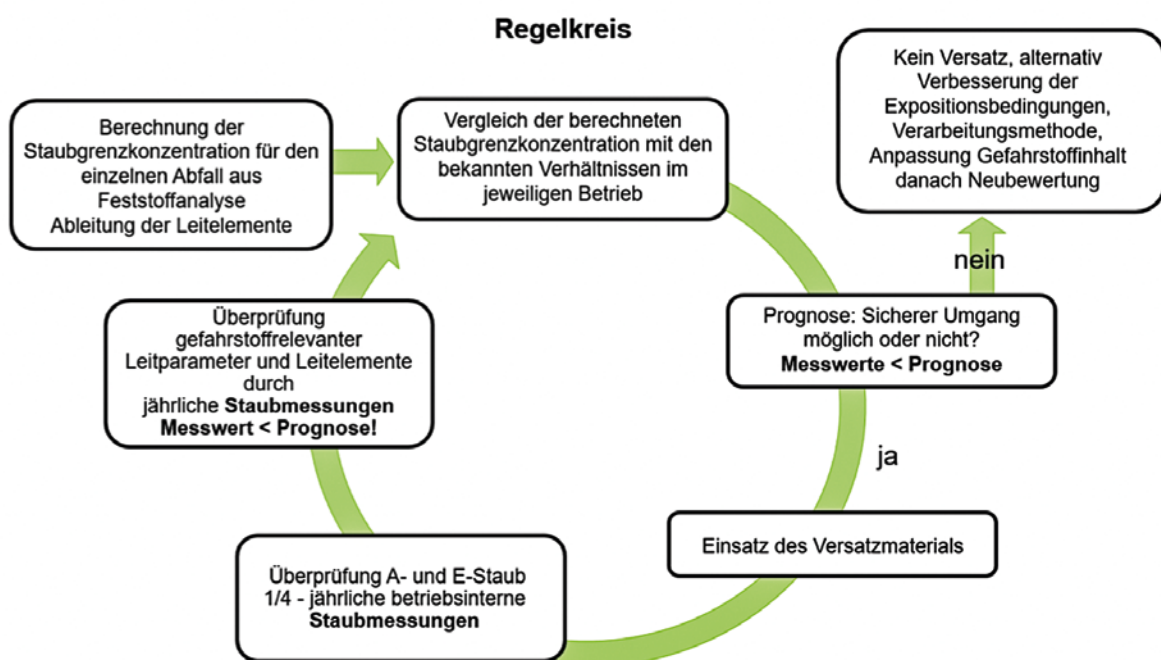
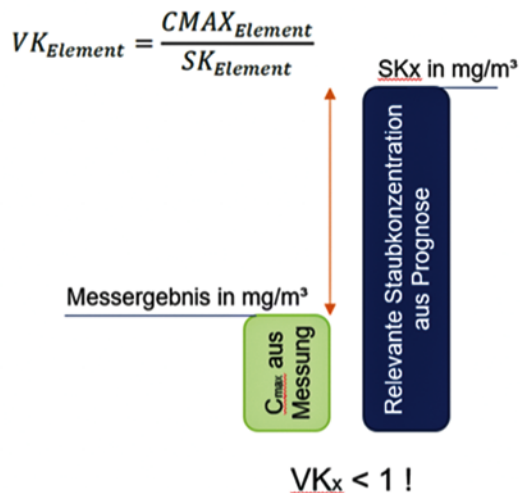


Abbildung 5: Regelkreis zur Überprüfung der Prognose am Messergebnis, Quelle: AK „Luftgetragene Gefahrstoffe“ des BDE und FATIB

Auswertung Messung vs. Prognose

Versatzkennzahlen VK_x

Zur Bewertung der Staubprognose und Entscheidung, ob die Versatzmischung (weiter) verwendet werden kann



Betriebliche Sicherheitskennzahlen BSK_x

Standortbestimmung des Messbetriebes, dient der Einzelbewertung, ob die Grenzwerte des Gesetzgebers eingehalten sind

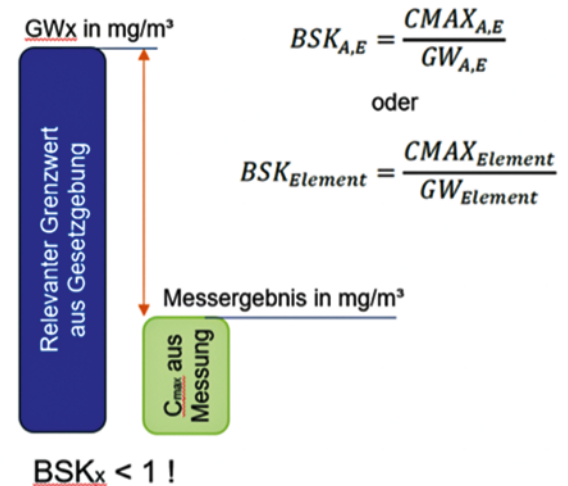


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Versatzkennzahl und der Betrieblichen Sicherheitskennzahl

zu überwachen, beschränkt sich der Aufwand auf zwei Leitparameter (A- und E-Staub) und je nach Standort und Versatzart zwei bis vier Leitelemente. Damit ist die worst-case-Betrachtung sichergestellt. Die standortspezifischen Sicherheitskennzahlen und Versatzkennzahlen erlauben eine fortlaufende und absolut transparente Kalibrierung und Erfolgskontrolle der Prognosen an den zurückliegenden Messungen. Selbst bei Grenzwertnovellierungen lässt sich damit ableiten, welche Gefahrstofflevel künftig einsetzbar sind.

Ausblick

Dem FATIB wurde durch Vertreter der AK „Luftgetragene Gefahrstoffe“ des BDE am 13.10.2020 die überarbeitete Fassung der Handlungshilfe vorgestellt. Der FATIB prüft zur Zeit die Möglichkeiten einer bundesweit

einheitlichen Einführung der vorgestellten Vorgehensweise.

Für die Weiterführung der untertägigen Versatzarbeiten und die damit verbundene effektivere, lagerstätten-schonende Nutzung der Rohstoffressourcen und sichere Verwertung von Verbrennungsrückständen aus Privathaushalten und der Wirtschaft muss auch zukünftig die Einhaltung der Gesundheitsschutzvorgaben sichergestellt werden. Mit der neuen Handlungsempfehlung stehen den untertägigen Versatzbetrieben nun einheitliche Strategien zur Prognose und Expositionsermittlung für den Umgang mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen im Versatz zur Verfügung. Basierend darauf empfiehlt sich eine Anpassung des jeweiligen standortspezifischen Staubmessplanes und der Staubgrenzwert-

konzentrationsprognose. Unterlegt durch regelmäßige Messungen, ergibt sich gegenüber den Behörden, der Berufsgenossenschaft und der eigenen Belegschaft ein transparentes und belastbares Konzept.

Verweise

¹ Perspektiven der Untertage-Entsorgung in Deutschland, Prognos, 2014

² TRGS: Technische Regeln für Gefahrstoffe, herausgegeben von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA

³ Alveolengängiger Staub, unlösliche Anteile, um den nicht-krebserregenden Salzstaub zu berücksichtigen

⁴ Einatembarer Staub, unlösliche Anteile

Die Schachanlage Herfa-Neurode heute mit dem charakteristischen Fördergerüst des Schachtes Herfa

STABILITÄT WURDE VERBESSERT: DER SCHACHT NEURODE DES WERKES WERRA BEKOMMT EINE NEUE VORBAUSÄULE

Einst: Die Schachanlage Herfa-Neurode in der Zeit des ersten Weltkrieges. Im Bildhintergrund schemenhaft erkennbar das Fördergerüst des Schachtes Herfa. Im Bildvordergrund der Schacht Neurode.

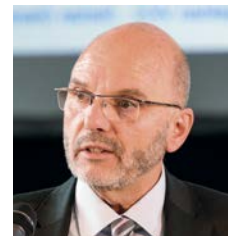




JENS HOHMANN
 Leiter Schächte des
 Grubenbetriebes
 Hattorf-Wintershall des
 Werkes Werra (K+S Minerals
 and Agriculture GmbH)



FLORIAN DEISEROTH
 Grubenmaschineningenieur
 und Projektkoordinator
 des Grubenbetriebes
 Hattorf-Wintershall des
 Werkes Werra (K+S Minerals
 and Agriculture GmbH)



STEFAN GIERENZ
 Referatsleiter Schächte,
 Technical Center – Mining Basics
 (K+S Aktiengesellschaft)

In den Sommerbetriebspausen 2019 und 2020 wurde im Schacht Neurode auf der Schachtanlage Herfa-Neurode des Werkes Werra der K+S Minerals and Agriculture GmbH eine sogenannte Vorbausäule montiert. Sie dient der nachhaltigen und langfristigen Sicherung des Schachtausbaus und stellt eine Abdichtung gegen den Wasserdruck der anstehenden Deckgebirgsschichten dar. 300 Tonnen wiegen die 50 Stahlblechsegmente (inklusive Fundament), die mit drei Tonnen Schweißdraht zur Vorbausäule im Schacht Neurode verschweißt wurden. Hinzu gekommen sind 80 Kubikmeter Beton und 3,25 Kubikmeter Chemical Seal, eine Kunststoffdichtungsmasse. Insgesamt hat K+S die Schachtreparatur rund 4,5 Millionen Euro gekostet.

Stability has been improved: The Neurode shaft of the Werra plant gets a new lining reinforcement made by welded Steel sheet segments During the 2019 and 2020 summer shutdown periods, a so-called lining reinforcement made by welded Steel sheet segments was installed in the Neurode shaft at the Herfa-Neurode shaft facility of the Werra plant of K+S Minerals and Agriculture GmbH. It serves to make the shaft safe for the long term and to absorb any water pressure that may occur. The 50 steel sheet segments (including the foundation) weigh 300 tonnes and are welded together with three tons of welding wire to form the projected column in the Neurode shaft. Added to this are 80 cubic meters of concrete and 3.25 cubic meters of Chemical Seal, a plastic sealing compound. In total, K+S spent around 4.5 million euros for this shaft repair.

Über 100 Jahre alt

Der 730 Meter tiefe Schacht Neurode wurde in den Jahren 1911 bis 1913 geteuft. Zusammen mit dem Schacht Herfa (735 Meter; Gewerkschaft Herfa) bildete der Schacht Neurode (Gewerkschaft Neurode) eine so genannte Doppelschachanlage. Aufgrund eines Vertrages mit der Gewerkschaft Wintershall konnte das über beide Schächte geförderte Rohsalz in der Fabrik der Gewerkschaft Wintershall verarbeitet werden. Nach Erwerb von Anteilsscheinen an den Gewerkschaften Herfa und Neurode schuf die Gewerkschaft Wintershall einen Verbund der vier Schachanlagen Wintershall, Heringen, Herfa und Neurode.

1920 wurden die Schächte Herfa und Neurode auf Veranlassung der Gewerkschaft Wintershall in Folge der Strukturveränderungen im deutschen Kalibergbau stillgelegt. 1935 begann die Nutzung der Doppelschachanlage als so genannte Heeresmunitionsanstalt der Deutschen Wehrmacht. Am Ende des Zweiten Weltkriegs zerstörten US-amerikanische Truppen Teile der Schacht- und Tagesanlagen, u.a. die beiden Fördergerüste.

Anfang 1947 wurde mit den Reparaturarbeiten begonnen. Mitte 1949 konnte die damalige Wintershall AG das Werk Herfa-Neurode wieder in Betrieb nehmen. Im Rahmen der Mechanisierungs- und Rationalisie-



In der Schachthalle des Schachtes Neurode: Beginn der Arbeiten zum Einbau der neuen Vorbau säule; rechts: Projektkoordinator Florian Deiseroth; links: Mitarbeiter der beauftragten Firma Redpath-Deilmann.



Die in Reih und Glied abgelegten Stahlblechsegmente, die im Schacht miteinander zur Vorbausäule verschweißt wurden.

rungsmaßnahmen im Grubenbetrieb des Kaliwerkes Wintershall wurde die Werksanlage Herfa-Neurode zusammen mit der Schachtanlage Heringen dem Kaliwerk Wintershall zugeschlagen. Seit dem 1. Januar 1967 gehören alle vier Schächte zum Kaliwerk Wintershall. Im Herbst 1971 wurde die Werksanlage Herfa-Neurode stillgelegt. Anschließend wurde in einem Teil des Grubenfeldes Herfa-Neurode in 700 Meter Tiefe („Teufe“) die weltweit erste Untertage-Deponie eingerichtet. Dabei konnten zahlreiche Synergien erschlossen werden, denn die UTD nutzt nicht nur die durch den Kaliabbau entstandenen Hohlräume, sondern im Verbundbetrieb mit dem

Kaliabbau auch die vorhandene Infrastruktur, die Schächte und Fördereinrichtungen.

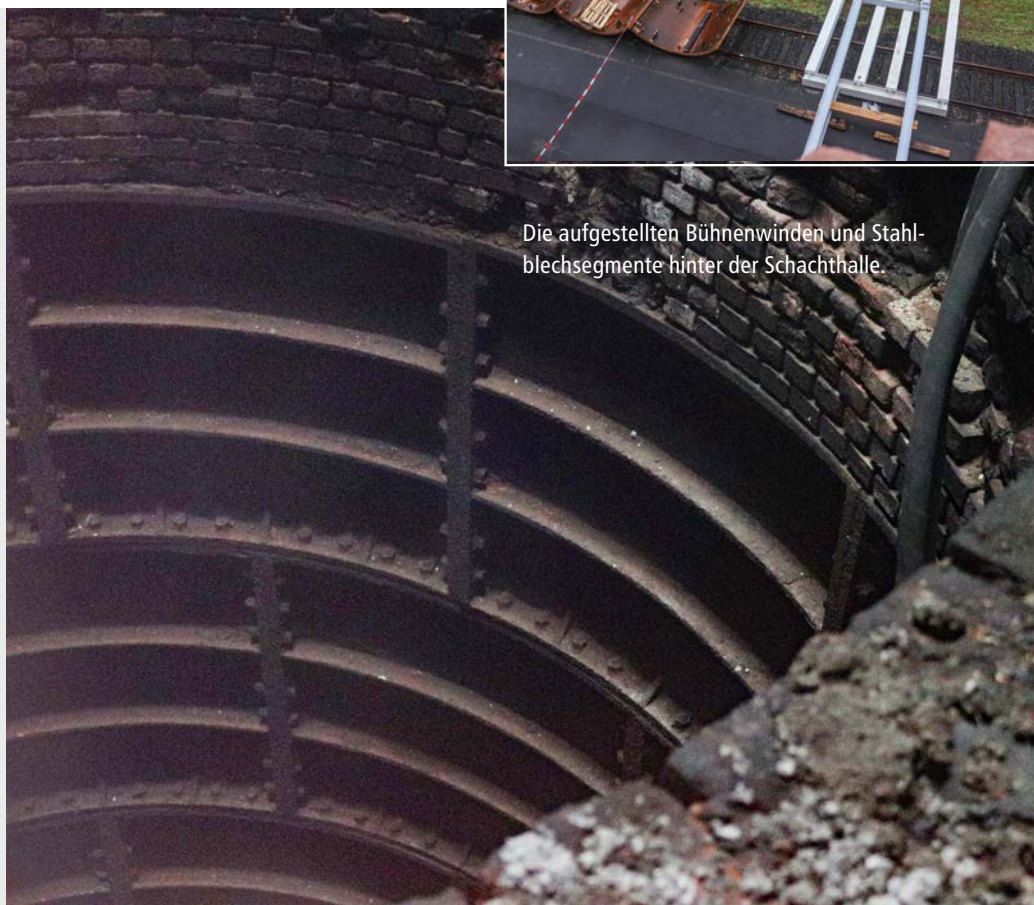
Somit steht der Schacht Neurode heute im Deponiefeld der Untertage Deponie Herfa-Neurode und dient der Grube Hattorf-Wintershall als ausziehender Wetter- und Materialtransportschacht. Das heißt: In der rund 730 Meter tiefen Schachtröhre gibt es keine Einbauten. Rund 19.000 m³ Abwetter strömen pro Minute über ihn aus.



Die aufgestellten Bühnenwinden und Stahlblechsegmente hinter der Schachthalle.

Daten und Fakten Schacht Neurode

- Ausziehender Wetter- und Materialtransportschacht
- Keine Einbauten in der Schachtröhre
- Endteufe: 731,4 Meter
- Schachtdurchmesser: 4,5 Meter
- Ausziehende Wettermenge: 19.000 Kubikmeter pro Minute
- Wettergeschwindigkeit: 19,9 Meter pro Sekunde
- Seildurchmesser: 53 Millimeter
- Maximal einzuhängendes Gewicht: 18,1 Tonnen



Blick in den Schacht Neurode mit dem alten Tübbingausbau (Sommer 2019).



Der Ort des Geschehens, die Schachthalle von Schacht Neurode



Ein Stahlblechsegment ist für den Schachttransport vorbereitet.

Einbau einer neuen Vorbausäule

Die Bergaufsicht beim Staatlichen Umweltamt des Regierungspräsidiums Kassel in Bad Hersfeld hat einen Langzeitsicherheitsnachweis für diesen Schacht gefordert. Wichtige Voraussetzung hierfür ist, dass die Standsicherheit des Tübbingausbaus (siehe Kasten) im Schacht nachgewiesen wird. Im Rahmen der Standsicherheitsüberprüfung ergab sich die Notwendigkeit, die in die Jahre gekommene Tübbingssäule in einem knapp 30 m langen Teilbereich zu verstärken. Die hierfür erforderliche Stahlblech-Vorbausäule muss den auftretenden Wasserdruck vollständig aufnehmen, falls der Tübbingausbau undicht wird und Wasser in den Raum zwischen dem alten

Tübbingausbau und der Vorbausäule eintritt.

Das Projekt war auf drei Jahre angelegt und startete im Jahr 2018 mit der Vergabe und Detailplanung mit anschließender Genehmigung u.a. durch die Fachbehörde. Das Fundament der Vorbausäule wurde während der Sommerpause 2019 montiert, verschweißt und mit Beton hinterfüllt. Auftragnehmer war die Schachtbauspezialfirma Redpath-Deilman (früher Deilmann-Haniel Shaft Sinking GmbH bzw. Deilmann-Haniel GmbH).

Einbau und Verschweißen der Stahlblechsegmente zu einer Vorbausäule erfolgten in der Sommerbetriebspause 2020. Zu diesem Zweck wurde eine Bühne im Schacht eingehängt als

Tübbing

Als Tübbing wird ein vorgefertigtes bogenförmiges Segment bezeichnet, das im Schacht- und Tunnelbau zur Auskleidung verwendet wird und eine abdichtende Funktion in wasserführenden Gebirgsschichten übernimmt. Man unterscheidet Gusseisen-, Stahl- und Betontübbinge. Der bisherige gusseiserne Tübbingausbau des Schachtes Neurode wurde durch eine Vorbausäule verstärkt, die aus horizontal und vertikal miteinander verschweißten Stahlblechsegmenten zusammengesetzt ist.

Arbeits- und Materialplattform, auf der maximal zwölf Personen gleichzeitig arbeiten konnten. Der Raum zwischen neuer Vorbausäule und Schachtwand bzw. altem Tübbingausbau wurde mit Beton verfüllt. Sowohl am unteren als auch oberen Ende der Vorbausäule wurden Dichtringe aus einer speziellen Kunststoffmasse („Chemical Seal“) eingebaut. Ähnliche Vorbausäulen wie im Schacht Neurode wurden bei K+S bereits in drei Schächten des Werkes Werra (Schacht Grimberg, 1992, Schacht Hattorf, 1983, 1986 und 2000, Schacht Ransbach, 1990/1991), Sigmundshall (1976/77), Salzdettfurth (Schacht I, 1985) und Braunschweig-Lüneburg (Schacht 1 1994, 2010) eingebaut.



Das letzte einzuhängende Stahlblechsegment der Vorbausäule („letzter Schuss“) am 11. August 2020, flankiert von Markus Eckardt, Leiter Schächte Nord und Baustellenleiter von K+S (links), und Patrick Weiß, Baustellenleiter Redpath-Deilmann.



Millimeterarbeit im Schacht: zwei durch Montage-Verschraubungen und eine vertikale Schweißnaht verbundene Stahlblechsegmente. Vier Segmente ergeben einen Vollkreis und damit einen „Schuss“. Die Verschraubung mit den Laschen dient als Montagehilfsmittel. Die Laschen wurden nach dem Verschweißen mit Hilfe eines Schneidbrenners entfernt.

Herausforderung Coronavirus-Pandemie

Aufgrund der Coronavirus-Pandemie und der entsprechenden Hygiene- und Abstandsregeln musste in der Sommerbetriebspause 2020 auf der Baustelle ein kleines Containerdorf für die Fremdfirmenmitarbeiter errichtet werden, damit die Arbeits- und Aufenthaltsbereiche der eigenen Mannschaft und die der beauftragten Firmen getrennt sind. Im Grunde war das ein kompletter eigener Bereich für die Redpath-Deilmann-Mannschaft – bestehend aus Werkstatt-, Büro-, Pausen-, Besprechungs- und Sanitärcontainern. Trotz dieses größeren Aufwandes konnte das Projekt fristgerecht abgeschlossen werden, damit der Schacht am Ende der Betriebspause auch wieder gemäß seiner eigentlichen Bestimmung genutzt werden konnte. Insgesamt hat K+S die Schachtreparatur rund 4,5 Millionen Euro gekostet.

1 Zur Geschichte des Wintershall-Konzerns siehe auch: 1856 – 2006: Wachstum erleben – Die Geschichte der K+S Gruppe, Hrsg. K+S AG, Kassel 2006, S. 84/85

2 Siehe hierzu Dagmar Mehnert, Konkurrenz, Konzepte, Kieserit – Die Kaliindustrie im Werratal (Hessische Forschungen zur geschichtlichen Landes- und Volkskunde, Bd. 39), hrsg. vom Verein für hessische Geschichte und Landeskunde e.V., Kassel 2002, S. 107 ff.

3 Siehe hierzu Dr. Rainer Slotta, Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland, Band 3: Die Kali- und Steinsalzindustrie (hrsg. vom deutschen Bergbau-Museum Bochum, 1980), Die Kaliwerke der Wintershall-Gruppe, 3. Die Schachtanlage Herfa-Neurode, S. 83 ff.

4 Zur Untertage-Deponie Herfa-Neurode siehe auch: 1856 – 2006: Wachstum erleben – Die Geschichte der K+S Gruppe, Hrsg. K+S AG, Kassel 2006, S. 181, sowie Ein Jahrhundert Kalibergbau an Werra und Ulster, Hrsg. K+S AG, Kassel 2000, S. 69ff.

PROJEKT WERTSTOFFOPTIMIERUNG UND -STEUERUNG IN DEN WERKEN WERRA UND NEUHOF-ELLERS



PROF. DR. RER.NAT. SILVIO ZEIBIG
Prof. für Exploration und Kali- und
Steinsalzlagerstätten Freiberg Uni-
versity of Mining and Technology;
Head Geology Mines (T-GM),
K+S Aktiengesellschaft, Kassel



AXEL ZIRKLER
Mitarbeiter Geology Mines (T-GM),
K+S Aktiengesellschaft,
Kassel

Die Optimierung und Weiterentwicklung betrieblicher Abläufe ist Kernbestandteil wirtschaftlicher Tätigkeit. Gerade im Bergbau sind diese Optimierungen wichtig, um den gegebenenfalls langfristigen Trend einer im Abbau befindlichen Lagerstätte entgegenzuwirken. Diese können zum Beispiel in höheren Förderkosten aufgrund der Erhöhung durchschnittlicher Fahrwegslängen sowie der lagerstättenbedingten Veränderung eines Mineralvorkommens in Annäherung an dessen Randbereiche mit abnehmender Mächtigkeit und verringerten Mineralgehalten begründet sein. Unter anderem bieten die vielfältigen Möglichkeiten der Digitalisierung hier einen lohnenden Ansatz für Optimierungen. In dem in 2019 in der K+S Gruppe begonnenen Projekt „Wertstoffoptimierung und -steuerung in den Werken Werra und Neuhoof-Ellers“ (WSO/WSS) soll in ausgewählten Pilotrevieren eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Kenntnis und Nutzung aller relevanter, geologischer Lagerstättenparameter zur maximalen und sicheren Lagerstättenausbeute und vergleichmäßigsten Rohsalzförderung erreicht werden. Besondere Beachtung finden hierbei die für die deutschen Kali-lagerstätten maßgeblichen Wertstoffgehalte K_2O und $MgSO_4$.

Project – optimization of mineral output and controlling

Every ton counts – that is the goal of the project, which is aimed to increase the output of K_2O and $MgSO_4$. To achieve this, two pilot projects will be set up on the first level of the Hattorf-Wintershall and Unterbreizbach sites, in which a geological 3D model will be generated in support of geological and mine surveying data. As a result, not only will a raw material body be created using the latest scanning technology with variable deposit parameters of thickness and mineral resources in the potash seam, but also a three-dimensional image of the mine exploration and construction in this section. Based on these data, a software, currently under examination, will facilitate the miners mining planning and control in the future. This project involves companies such as Mira Geoscience, Leica and Castalytics, but also the universities of Heidelberg, Göttingen, Leoben, TU Bergakademie Freiberg as well as the Werra and Neuhoof-Ellers plants and IT in Kassel. A further aim is to make geological forecasting and mining extraction even more reliable in regard of the evaluation of gas and brine in the deposits. First effects in this project, which is very important for our potash and rock salt sites in Germany, are already expected at the end of 2020.

1. Zielsetzung und Begriffsdefinitionen

Das Projekt ist als ein wichtiges Teilprojekt in dem Major Project „Digitalisierung“ der K+S Gruppe eingeordnet. Zu der erfolgreichen Umsetzung des Projektes WSO/WSS sollen geologische Daten optimiert und standardisiert erhoben und einem modernen, zweckmäßigen Datenmanagementsystem zugeführt werden. Diese Daten bilden zusammen mit einer verbesserten Prognose sicherheitstechnischer Randbedingungen wie Gas- und Salzlösungsvorkommen die Grundlage zur Weiterentwicklung und Etablierung der geol. 3D-Modellierung als wesentlicher Methode zur optimierten Lagerstättennutzung. Hierauf können nachfolgend die Bergbauplanungsprozesse sowie eine Optimierung der Abbauführung aufsetzen. So sollen lagerstättenbedingten Langfristrends abnehmender Rohstoffgehalte im Rohsalz entgegengewirkt werden. Gründe dieser Trends sind geologischer Art, da sich der Abbau zunehmend auf die Randbereiche der Lagerstätte zubewegt, somit die Lagerungsverhältnisse unruhiger werden und die Wertstoffanteile in den Kaliflözen des Werra-Fulda-Kaligebietes niedriger sind als im Zentralteil der Lagerstätte. Außer diesen geologischen Faktoren spielen untergeordnet bergtechnische wie z. B. Bauhöhe der Fahrzeuge und sicherheitliche Aspekte wie die zusätzliche Hereingewinnung hangender Begleitflözlagen zur Verringerung der Firstfallgefahr eine Rolle, die zur Verdünnung des Rohsalzes durch die Mitnahme von Steinsalz aus dem Liegenden und Hangenden der Kaliflöze führen. Daher kommt der frühzeitigen Erkennung und Einhaltung von Abbau- und Flözgrenzen unter den genannten Randbedingungen zunehmend eine entscheidende Bedeutung im Hinblick auf die Wertstoffoptimierung (WSO) zu.

Ein weiterer Aspekt im Projekt stellt die Wertstoffsteuerung (WSS) dar. Hierbei handelt es sich um den Prozess, bei dem alle verfügbaren geologischen, geophysikalischen und markscheiderischen Daten genutzt werden, um ein geologisches 3D-Modell des Kaliflöz als Rohstoffkörper zu erzeugen. Aus diesem kann, unter Nutzung statistischer Methoden, die ortsabhängige Veränderlichkeit des Wertstoffinhaltes eines Kaliflöz ermittelt und prognostiziert werden. Die Ergebnisse dienen der Verbesserung der geologischen Prognose unter Einhaltung höchster Sicherheiten im Hinblick auf potentielle Gas- und Salzlösungsvorkommen in der Lagerstätte bei gleichzeitiger Steuerung der bergmännischen Gewinnung mit dem Ziel eines maximierten Wertstoffausbringens. Mit der geologischen 3D-Modellierung ist zudem ein Steuerungsinstrument gegeben, das

zur Optimierung der bergmännischen Planung bis hin zur Vergleichsmäßigung der Förderströme sowohl qualitativ als auch quantitativ genutzt werden kann.

2. Zukünftiger Prozess

Beide Teilaspekte des Projektes, sowohl die Wertstoffoptimierung als auch -steuerung sind als einheitlicher Prozess zu sehen. Der Prozess baut auf der flächendeckenden Exploration des Vorfeldes mittels Fern- und Naherkundung unter Einbeziehung von Radarmessungen, insbesondere hinsichtlich der Lagerstättenparameter wie Lagermächtigkeit und Wertstoffgehalt sowie potentieller tektonischer Störungen und Basalte, die mit einer Gas- und Salzlösungsführung verbunden sein können, auf. Diese markscheiderischen, geologischen und geophysikalischen Daten werden in der mit Hilfe der IT-Abteilung deutlich ausgebauten Datenbank GeoBase II des K+S-eigenen, geotechnischen Informationssystems (GTIS) umfassend dokumentiert. Durch die datenbankbasierte Verwaltung von Attributen geologischer Schichten, der Radarreflektoren sowie weiterer Objekte (z. B. Gas- und Salzlösungszuflüsse, Basalt) einschließlich Bemusterungsdaten sind die Grundlagen für ein modernes Datenmanagement zu schaffen, das als Basis für die geologische 3D-Modellierung und statistische Untersuchungen hinsichtlich relevanter Lagerstättenparameter (Wertstoff, Mächtigkeit) für die weitere Optimierung der Aus- und Vorrückung, insbesondere aber der Abbauplanung und -steuerung dienen soll. Eine Übersichtsdarstellung des zukünftig geplanten Prozesses zeigt Abb. 1.

3. Umsetzung des Projektes

Die Umsetzung des Projektes erfolgt gemäß den internen Projektmanagement-Richtlinien der K+S Gruppe. Ein Lenkungsausschuss genehmigt im Namen des Auftraggebers die Planung des Projektes, überwacht den Projektfortschritt, unterstützt die Projektleitung bei der fachlichen Umsetzung und informiert die Unternehmensleitung über den Stand des Projektes. Diesem untersteht die Projektleitung, die in dem Fall des Projektes quartalsweise an den Auftraggeber und den Lenkungsausschuss über die Arbeitsstände und Umsetzung informiert. Begleitet wird die Projektleitung durch das Projekt Management Office (PMO) und das Koordinationsteam, in dem das Controlling sowie die Leiter der Themengebiete mitwirken. Zur Bearbeitung der Projektinhalte wurden fünf Teilprojekte benannt, denen jeweils Themenleiter vorstehen, die durch Kolleginnen und Kollegen der Standorte, der IT-Kassel

sowie dem Analytik- und Forschungszentrum, Unterbreizbach, eine wesentliche Unterstützung erfahren. Externe Expertise wurde im Zuge eines Forschungsvertrages mit der Universität Heidelberg, aber auch durch Bachelor- und Masterarbeiten an der TU Bergakademie Freiberg sowie den Universitäten Göttingen und Leoben gesichert. Darüber hinaus werden mit Unterstützung der IT-Abteilung, Kassel, und der Firma Castalytics spezielle IT-Lösungen sowie mit der Fa. GlobalRock, Sonthofen, Lösungen für die bergtechnische Planung und Modellierung erarbeitet. Abb. 2 gibt einen Überblick der fünf Teilpakete sowie deren wesentliche Zielstellung.

Im Einzelnen wurde für TP 1 – Datengrundlage – festgelegt, neben der grundlegenden Datenanalyse eine Standardisierung in der Erhebung geologischer Daten in

Zusammenarbeit mit den Werksgeologien und Markscheidereien der Standorte herbeizuführen. Hierzu gehören die Ausarbeitung einer Arbeitsanweisung zur geologischen Fazieskartierung und deren zeichnerische Umsetzung in AutoCAD, die einheitliche Ansprache von Salzgesteinen, aber auch Vorgaben zur Bemusterung und der Erfassung von Analysedaten. Für Letztere wurde das Lastenheft zur GTIS Fachschale Bemusterung erarbeitet, das seitens der IT-Kassel umgesetzt wird.

Das auf das erste Teilpaket aufsetzende TP 2 – Datenmanagement – schafft die Voraussetzungen zur standardisierten Ablage, Verwaltung und Bereitstellung vorhandener und neuer geologischer Daten mittels geeigneten (Geo)-Datenmanagementsysteme auf einheitlich hohem Qualitätsniveau. Ein besonders spannendes Themengebiet

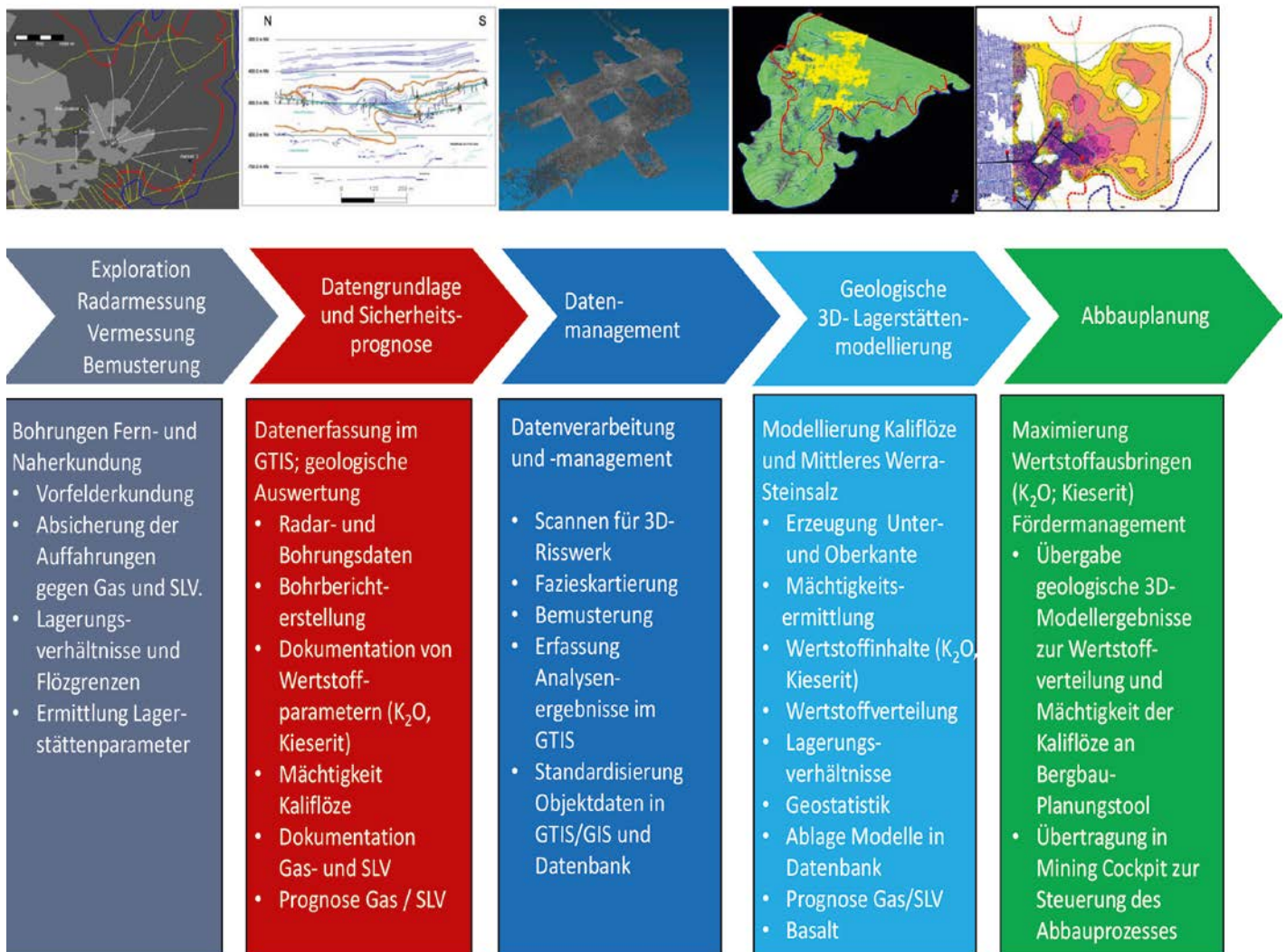


Abb. 1: Zukünftiger Prozess der Wertstoffoptimierung und-steuerung

TP 1 Datengrundlage	TP 2 Datenmanagement	TP 3 Sicherheitsprognose	TP 4 Lagerstättenmodellierung	TP 5 PoC / Prototyping
<p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wertstoffbemusterung und –dokumentation sowie Fazieskartierung erfolgt standortspezifisch • keine Einbindung von Bemusterungsdaten in GTIS möglich. <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardisierte Datenerhebung, Wertstoff-bemusterung und Fazieskartierung. • Einheitliche Dokumentation und Datenmanagement im GTIS. 	<p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • umfangreiche, geologische Lagerstättendaten liegen heterogen und teilweise dezentral vor <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardisierte Ablage, Verwaltung und Bereitstellung vorhandener und neuer Daten mittels geeigneter (Geo)-Datenmanagementsysteme auf einheitlich hohem Qualitätsniveau. • werksübergreifende einheitliche Aufarbeitung, Harmonisierung und Migration. 	<p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagerstättenspezifische Unterschiede bei sicherheitsrelevanten, geologischen Randbedingungen (Gas und SLV) <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchungen zu Gesetzmäßigkeiten der Gasführung in salinaren Gesteinen • Weiterentwicklung der CO₂-Prognose • Konzept zur Einbindung sicherheitsrelevanter Lagerstättenparameter in die Lagerstättenmodellierung und Abbauplanung. 	<p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regionalmodelle und Modelle von Abbaufeldern sowie Modelle zu einzelnen SLV's liegen vor <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Etablierung der geol. 3D-Modellierung als Methode zur optimierten Lagerstättennutzung • Schaffung der IT-Infrastruktur zur Dokumentation, Verwaltung und nutzerübergreifenden Bearbeitung geol. 3D-Modelle, • Ausrollen der Modellierung als K+S best practice • Einsatzprüfung statistischer Methoden. 	<p>Ausgangssituation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abbauplanung basiert bislang ausschließlich Vorratsermittlung und Bemusterungsdaten <p>Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementierung von Hardware und Workflows zur Nutzung Modellergebnisse (Lagerstättenparameter) im täglichen Betriebsablauf, • Maximierung Wertstoffausbringen und Vergleichmäßigung Förderström, • Erhöhung Produktmenge in Fabrik und Minimierung Rückstände

Abb. 2: Schematische Übersicht der Ausgangslage sowie den wesentlichen Zielen der Teilpakete innerhalb des Gesamtprojektes (erstellt durch das Projektteam WSO/WSS)

in TP 2 sind die Aufnahme und Bearbeitung von Laserscandaten des untertägigen Grubengebäudes und deren weitere Nutzung im Sinne der Projektziele. Eine Herausforderung ist hierbei die Handhabung der großen Datenmenge dieser 3D-Punktwolken und deren effiziente Bearbeitung.

In Ergänzung zu den Teilpaketen Datengrundlage und Datenmanagement ist der Aspekt Sicherheit im TP 3 ein weiterer wichtiger Baustein für die geologische 3D-Modellierung, auf der die geologische Prognose des Vorfeldes zukünftig wesentlich stärker beruhen wird. Wie die Bergbauhistorie zeigt, sind gerade in Kali- und Steinsalzlagerstätten potentielle Gas- und Salzlösungsvorkommen von sicherheitstechnischer Relevanz. In erster Linie ist das CO₂-Ausbruchsgeschehen, dessen über 100-jährige Geschichte im Fokus vieler wissenschaftlicher Publikationen stand, die Grundlage für Arbeitsanweisungen und betriebliche Regelungen im Umgang mit CO₂, da geogene Gasvorkommen für den Abbau salinärer Gesteine im Kali- und Steinsalzbergbau ein (sicherheits-)technisches und wirtschaftliches Risikopotential bergen (Duchrow, 2001). Anspruch des Teilpaketes 3 ist eine weiter verbesserte Detektion und Prognose geogener Gasvorkommen zur Reduktion und Vermeidung von Gas- und kombinierten Gas-Salz-Ausbrüchen in den Kaliflözen. Dazu wird ein bes-

seres Verständnis der Herkunft, der Migrationspfade und der Speicherung von Gasen in Salzgesteinen des Werra-Fulda-Kalibeckens angestrebt. Die Gase sind überwiegend mit der miozänen Intrusion basischer Magmatite (Basalte im weiteren Sinne) in die Kalilagerstätte assoziiert (Abb. 3). Ziel des Vorhabens ist die Prognose besonders gasgefährdeter Bereiche innerhalb der Lagerstätte sowie die Entwicklung geeigneter Indikatoren zur frühzeitigen Detektion potentieller Gasgefährdung. Hierzu ist die weitere wissenschaftliche Untersuchung der Unterschiede im Gasgeschehen der Standorte des Werra-Fulda-Kaligebietes erforderlich. Mit der Einbindung renommierter Universitäten (Heidelberg, Freiberg, Leoben, Göttingen) sowie des K+S-eigenen Analytik- und Forschungszentrums (AFZ) eröffnet sich die Möglichkeit vielfältiger, neuartiger Ansätze. In TP 3 wird z.B. erstmals die umfangreiche Dokumentation des Gasgeschehens der Werra-Fulda-Kalilagerstätte verknüpft mit Erkenntnissen zum regionalgeologischen Strukturbaue, der geochemischen Analyse zahlreicher Magmatite inklusive Altersdatierungen sowie der quantitativen, (isotopen-)geochemischen Untersuchung gebirgsgebundener Gase im Salz und in Magmatiten. Der ermittelte Gasgehalt soll mittels ortskonkreter Ramananalytik bestimmten Mineralphasen zugeordnet und deren Risikopotential

ermittelt werden. Der Umfang und die Kombination (gas-) geochemischer Analyseparameter, Altersdatierungen mittels Apatit-Spaltspuren sowie die Verknüpfung der Forschungsergebnisse mit betrieblichem Wissen stellen einen vollständig neuartigen Ansatz zur Verbesserung der sicherheitstechnischen Prognose dar. Hierbei geht es um die Frage von Gasprovinzen, Ausbruchsmechanismen, den ggf. unterschiedlichen Randbedingungen der Platznahme von CO₂ in der Lagerstätte bis hin zu Fragen der Umbildung



Abb. 3: Vertikal stehender Magmatitgang mit lokal assoziierten Gasausbrüchen (sog. CO₂-Racheln) im Niveau des Kaliflozes Thüringen, Standort Hattorf-Wintershall der K+S Gruppe.

von Salzgesteinen und deren Aufbereitung in den Fabriken.

Resultierend aus der Vielzahl der vorhandenen, aber auch durch das Datenmanagement zur Verfügung stehenden umfangreicheren Datensätze ist die Basis für eine komplexe geologische 3D-Modellierung mittels GoCad gegeben (TP 4). Durch die Einbeziehung der Firma Geoscience Mira, Toronto, ist es gelungen, diese weltweit anerkannten Experten in das Herzstück des Projektes einzubinden. Ziel ist die Entwicklung und Etablierung der geologischen 3D-Modellierung als Methode, siehe Plümacher und Zeibig (2019), eine realitätsnahe Abbildung der geologischen Situation, zunächst in Teilbereichen der Lagerstätte, den sog. Pilotrevieren in Hattorf-Wintershall und Unterbreizbach, zu erreichen. Im Zuge der eingangs genannten, optimierten Datenerhebung werden zusätzliche markscheiderische und geologische Informationen gewonnen, die einen deutlichen Qualitätszugewinn in der Modellierung ermöglichen werden. Darüber hinaus konnten auch weitere Bemusterungsdaten dank der Unterstützung der Standorte in den Pilotrevieren erhoben werden. Unter Bemusterung versteht man hierbei die Gewinnung repräsentativen Probenmaterials der Kalilagerstätte und deren chemische Analyse. Die Einbeziehung der TU Bergakademie Freiberg ermöglicht zudem eine umfassendere, statistische Bewertung der Lagerstättenparameter. Sowohl geologische Informationen als auch die aus der Bemusterung ermittelten Lagerstättenparameter einschließlich weiterer Naherkundungsbohrungen bilden die Grundlage für eine zukünftig komplexe, dreidimensionale geologische Bewertung und Prognose. Diese ermittelten Daten werden nachfolgend entsprechend dem TP 5 der Software Surpac zugeführt, die zukünftig vorrangig für die bergmännische Planung eingesetzt werden soll. Dieser Schritt erfolgt unter Einbeziehung der Fa. GlobalRock, so dass weitere bergmännische Planungsgrundlagen geschaffen werden. Ziel ist es, den Revierversantwortlichen zukünftig über ein Auskunftssystem wichtige geologische, markscheiderische und bergmännische Informationen als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen.

4. Erste Ergebnisse

Nach etwa der Hälfte der Projektzeit kann ein erstes Fazit gezogen werden. Es kann festgestellt werden, dass die unter TP 1 und TP 2 genannten Ziele nicht nur dank der IT-Kassel erreicht, sondern vielmehr hinsichtlich Datenerfassung und -haltung erfolgreich geprüft, umgesetzt und erweitert wurden.



Abb. 4: Roboter-Fahrgestell der Firma Innok Robotics GmbH mit montiertem Laserscanner (Firma RIEGL GmbH) zur (teil-)automatisierten Scan-Aufnahme des untertägigen Grubengebäudes (Foto: Markscheiderei Standort Unterbreizbach, J. Nensel).

Das Projekt WSO/WSS WE-NE ermöglicht eine innovative Erweiterung der Funktionalitäten des geographisch-technischen Informationssystems GeoBase II, das damit weiterhin den aktuellen betrieblichen und wissenschaftlichen Ansprüchen genügt. Ohne diese umfangreiche Aufbereitung der zusätzlich erhobenen Daten wäre es nur schwer möglich, die eingangs genannten Zielsetzungen effizient zu erreichen. In den Pilotrevieren in Unterbreizbach und Hattorf-Wintershall wurden nach umfangreichen Tests der Markscheidereien nicht nur Scantechniken mit einem mobilen, autonom verfahrbaren Rover (Abb. 4)

erprobt, sondern auch leistungsfähige Experten-Arbeitsplätze mit der entsprechenden Software von Leica (Leica Cyclone) eingerichtet. Dies bildet die Grundlage für umfassende dreidimensionale Aufnahmen der Abbaubereiche und zahlreiche Anwendungen nachfolgender Gewerke (Bandplanung, Leitungsverlegungen etc.). Für die geologischen Fragestellungen im Zuge der Modellierung ergeben sich durch den Farbscan im Hinblick auf Strukturbauelemente, aber auch Lagerungsverhältnisse der Kaliflöße neue Möglichkeiten (Abb. 5) der Interpretation. Allein durch das Scannen und die manuelle Digitalisierung der Unter-

und Oberkante des Kaliflöztes Hessen im Pilotrevier in Unterbreizbach konnten Geometrien erfasst werden, die durch Vertikalbohrungen als punktförmiger Aufschluss so nicht ermittelbar und ableitbar sind. Mit dem Datenumfang der Scans war wie zu erwarten eine neue Herausforderung gegeben. Zur Handhabung der Datenmenge hat sich für die Pilotphase in verschiedenen Tests und im Einvernehmen mit der IT-Abteilung der K+S Gruppe die Software Dropbox™ etabliert. Es wurden verschiedene Varianten der Datenmassenhaltung geprüft, dabei auch Engpässe aufgedeckt, die es zukünftig zu beseitigen gilt. Ungeachtet dessen haben die ersten Speicherversuche gezeigt, dass diese technische Lösung effizient und somit belastbar ist. Im Pilotrevier am Standort Unterbreizbach wurde zudem eine weiterentwickelte Bohrlochradar-Sonde mit höherer Auflösung (300 MHz) getestet. Die Testergebnisse stimmen optimistisch, dass aus dem Radargramm die räumlich getrennte Auswertung der Flözober- und -unterkante gelingt und so Aussagen über Flözmächtigkeit und interne Verfaltungsstrukturen im Abbauvorfeld ermöglicht werden. Die Kombination der Radarergebnisse mit den Laserscandaten der Abbaue und den darin enthaltenen geometrischen Information des Flözverlaufes bilden eine exzellente Datengrundlage der geologischen 3D-Modellierung und können maßgeblich zum räumlichen Verständnis der Kalilagerstätte beitragen (Abb. 6).

Für die geologische 3D-Modellierung kann außer den erwähnten Scandaten auf bereits vorhandene Explorationsdaten von Vertikal- und Horizontalbohrungen einschließlich Radardaten zurückgegriffen werden. Mit diesen Datensätzen, sowie den Bemusterungsdaten, werden zurzeit die geologischen Modelle von Geoscience Mira in Toronto und die statistischen Untersuchungen an der TU Bergakademie Freiberg realisiert. Mit ersten Ergebnissen im TP 4 wird Ende 2020 gerechnet. Eine Software-Neuentwicklung zur Verwaltung und Dokumentation geologischer 3D-Modelle steht zudem kurz vor der Fertigstellung.

Die bislang zu dem CO₂-Gasgeschehen vorliegenden, neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse sind ermutigend. Auf Grundlage einer erarbeiteten Übersicht aller übertägig und untertägig aufgeschlossenen Magmatite („Basalte“) im Werra-Fulda Kalirevier erfolgte an diesen eine flächendeckende Probennahme mit über 150 Einzelproben. Die Magmatite werden hinsichtlich ihrer geochemischen Zusammensetzung untersucht und es gelang ihr geologisches Alter durch die Universität Heidelberg genauer zu ermitteln. Die Alter belegen, dass mindestens zwei unterschiedliche Phasen der magmatischen Intrusion angenommen werden können. Beruhend auf zahlreichen gasgeochemischen und isotopengeochemischen Untersuchungen der in verschiedenen Salzen gebundenen Gase ergeben sich zudem Hinweise auf unterschiedliche Gas-



Abb. 5: Laserscan-Farbaufnahme einer Abbaustrecke des Standortes Unterbreizbach der K+S Gruppe (Quelle: Markscheiderei Standort Unterbreizbach). Aus dem Scan lässt sich die dreidimensionale Raumlage des Tonlösers Hessen ableiten und zur Modellierung heranziehen.

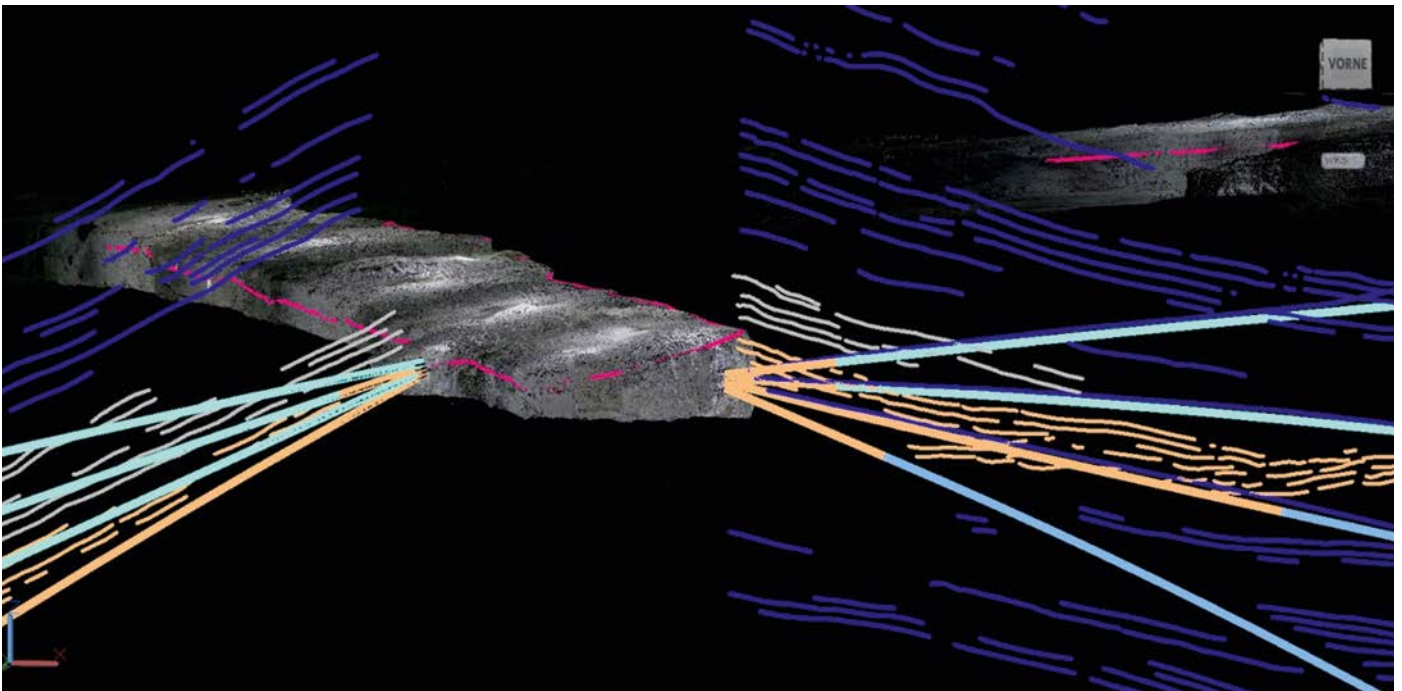


Abb. 6: Die neuartige Kombination von Laserscanaufnahmen des Grubengebäudes mit 3D-referenzierten Bohrungsdaten inklusive Radarmessungen ermöglicht genauere geologische Prognosen für das Abbauvorfeld (Blau-Steinsalz; Ocker-Kaliflöz Hessen, Magenta-Tonlöser Flöz Hessen) (Zeichnung erstellt durch S. Schäfer und A. Ochs.)

reservoir. Im weiteren Projektverlauf soll die Korrelation des dokumentierten Gasgeschehens mit den neuartigen Untersuchungsergebnissen eine verbesserte Prognose gasgefährdeter Bereiche ermöglichen.

5. Ausblick

Der tatkräftigen Mitarbeit aller Beteiligten ist es zu verdanken, dass das Projekt im geplanten, ambitionierten Kosten- und Zeitrahmen liegt. Wie es im Bergbau heißt: „Bergbau ist nicht eines Mannes Sache“! So zeigt sich, dass es durch die fachliche und personelle Unterstützung der beteiligten Standorte der Werke Werra und NeuhoF-Ellers unter Einbindung der Fachkollegen des Technical Centre, der IT-Kassel und der externen Fachexperten an den Universitäten sowie der beteiligten Firmen gelingt, neue wesentliche Grundlagen nicht nur für das geologische Verständnis der Lagerstätte zu erlangen, sondern auch die für die Interpretation erforderlichen Daten in Qualität und Umfang zukünftig so bereitzustellen, dass die bergmännische Gewinnung im Werra-Fulda Kalirevier noch sicherer und effizienter wird. Die durch das Projekt angestrebte Minimierung des Steinsalzanteils in der Förderung ist essentiell und kann sich mehrfach positiv auswirken:

Dies betrifft die Schonung der vorhandenen Haldenkapazität besonders im Hinblick auf die Umwelanforderungen bei gleichzeitiger Maximierung des Wertstoffanteils im geförderten Rohsalz für mehr Produkt und einen Beitrag zur Steigerung des EBITs der K+S Gruppe zu leisten. Die Grundlagen hierfür sind geschaffen und die Umsetzung der geplanten Maßnahmen wird für die Pilotreviere bis Ende 2021 angestrebt. Im Anschluss sollen die Projektergebnisse auf die Standorte der K+S Gruppe in Deutschland ausgerollt werden.

Um alle Interessierten am weiteren Verlauf und vor allem den Ergebnissen des Projektes teilhaben zu lassen, ist nach Abschluss der Projektphase ein weiterer Bericht in der Fachzeitschrift Kali & Steinsalz im kommenden Jahr geplant.

Literatur

Duchrow, G. (2001): Kali und Kohlensäure in einem – ein Kapitel südthüringische Bergbaugeschichte, Sondershäuser Hefte zur Geschichte der deutschen Kali-Industrie (1), 63 S.
Plümacher, J., Zeibig, S. (2019): Geologische 3D-Modellierung in der K+S Gruppe. Kali & Steinsalz (1/2019), 36–43.



DR. RÜDIGER TRIEBEL,
K+S AG und MSW-Chemie GmbH, stellvertretendes Mitglied
im Ausschuss für Gefahrstoffe beim Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

ARBEITSPLATZGRENZWERTE FÜR STICKOXIDE UND PARTIKELFÖRMIGE DIESELMOTOREMISSIONEN: NEUE ÜBERGANGSFRIST FÜR DEN UNTERTÄGIGEN BERGBAU

Hintergrund

Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat in seinen Sitzungen 2015 und 2016 die Einführung neuer ambitionierter Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide in Höhe von 2 ppm für NO und 0,5 ppm für NO₂ sowie für partikelförmige Dieselmotoremissionen (EC-DME) in Höhe von 50 µg/m³ beschlossen. Dies entspricht einer Herabsetzung der Grenzwerte um rund 90 %. Die Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide sind allgemein seit Ende 2016 und für EC-DME seit Ende 2017 einzuhalten. Dem untertägigen Bergbau wurde seinerzeit aufgrund der erheblichen Herausforderungen bei der Umsetzung unter Tage (u. a. Ersatz von mobilen Maschinen und Fahrzeugen, Entwicklung emissionsarmer Antriebssysteme, Optimierung der Wetterführung und Wettertechnik, Entwicklung und Einführung emissionsarmer Sprengstoffe, Ände-

rungen bei organisatorischen Prozessabläufen, Einsatz alternativer Gewinnungsmethoden, Entwicklung geeigneter Messtechniken und Messverfahren) eine Umsetzungsfrist von fünf Jahren eingeräumt (für NO_x bis 31.10.2021, für EC-DME bis 31.10.2022). Dies betrifft den Kali- und Salzbergbau mit über 10.000 Beschäftigten sowie zahlreiche weitere Bergbaubetriebe aus dem Bereich Eisenerz, Fluss- und Schwespat, Kalk, Gips, Ton, Schiefer, Anhydrit und Graphit.

Stand der Umsetzung:

Zur Dokumentation und Prüfung der Entwicklungen im untertägigen Bergbau wurde vereinbart, dass die Branche dem AGS nach drei Jahren über den aktuellen Umsetzungsstand berichtet. Dieser Berichtspflicht ist die Branche in der Sitzung des AGS im November 2019 umfassend nachgekommen.

In dem Bericht wurde deutlich, dass die Bergbaubranche seit 2016 umfang-

reiche Maßnahmen zur Einhaltung der neuen Arbeitsplatzgrenzwerte geprüft, eingeleitet und umgesetzt hat. Dadurch konnten bereits erhebliche Reduzierungen der Emissionen von Stickoxiden und partikelförmigen Dieselmotoremissionen erreicht werden.

Zur Begleitung der Maßnahmen wurde im Auftrag der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) unter der wissenschaftlichen Leitung des IPA Bochum – Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum, eine groß angelegte Gesundheitsstudie (epidemiologische Studie) zu gesundheitlichen Effekten bei untertage Beschäftigten mit Exposition gegenüber Dieselmotorabgasen und Sprenggasen (Stickstoffoxide) durchgeführt; es haben 1.303 Beschäftigte teilgenommen. Im Ergebnis dieser Studie ist im Hin-

blick auf gesundheitliche Effekte keine biologisch relevante Abhängigkeit von der Exposition an Arbeitsplätzen ersichtlich. Das heißt, dass im untertägigen Bergbau auch durch eine längere Übergangsfrist zur Einhaltung der neuen Arbeitsplatzgrenzwerte keine gesundheitliche Gefährdung der Beschäftigten zu erwarten ist.

In dem Zwischenbericht und dem weiteren Monitoring des Umsetzungsstandes wurde aber auch ersichtlich, dass die bis November 2021 laufende Übergangsfrist für den untertägigen Bergbau – trotz der konkret eingeleiteten Maßnahmen und der bereits erreichten Fortschritte – nicht ausreichen wird, um die neuen Arbeitsplatzgrenzwerte vollständig einzuhalten. Hierfür gibt es mehrere Ursachen, die im Folgenden kurz aufgezeigt werden.

Bei der Prüfung, Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen wurde offenkundig, dass die größten Hebelwirkungen zur Reduzierung der Emission von Stickoxiden und partikelförmigen Dieselmotoremissionen im Bereich der mobilen Technik unter Tage sowie im Bereich der Sprengstoffe liegen.

Mit der Neuentwicklung, Umrüstung und Neuanschaffung von Fahrzeugen und Bergbaugroßmaschinen wurde 2016 begonnen. Dies hat bis 2020 bereits zu Reduzierungen bei partikelförmigen Dieselmotoremissionen um bis zu 50 % geführt. Bei der Neuentwicklung und dem Probetrieb von Prototypen kam es lieferantenseitig allerdings zu erheblichen Verzögerungen. Die machbaren Umsetzungszeiträume für den weiteren erforderlichen Austausch bzw. für die Nachrüstung im Bereich der mobilen Technik, um die neuen Arbeitsplatzgrenzwerte vollständig einzuhalten, werden derzeit bis 2025 eingeschätzt.

Im Bereich Sprengstoffe waren und sind aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen, der Marktverfügbarkeit sowie der erheblichen Investitionen umfangreiche Tests und Abstimmungen erforderlich. Die anspruchsvolle Umstellung auf emissionsarme Sprengstoffe erfordert zum Teil den Aufbau neuer Produktionskapazitäten, verbunden mit Schulungen und Umrüstungen in den Betrieben. Angesichts der aufwendigen Zulassungs- und Genehmigungsverfahren ist mit einem flächendeckenden Einsatz unter Tage voraussichtlich nicht vor 2025 zu rechnen.

Die weiteren möglichen Maßnahmen zur Reduzierung der Expositionen liegen in der Optimierung der Bewetterung und in der Anpassung der Prozessabläufe. Sie wurden in den Betrieben weitgehend umgesetzt und Mitarbeiter unterwiesen. Damit wurde bereits eine signifikante Reduzierung der Stickoxid- und Dieselmotorexpositionen erreicht. Gleichwohl sind diese Reduktionspotenziale in den meisten Gruben begrenzt, so dass es darüber hinaus erforderlich ist, die oben genannten – und mit deutlich längeren Umsetzungszeiträumen versehenen – Maßnahmen umzusetzen.

Des Weiteren stellen die Anforderungen an die Messtechnik und Messverfahren für die niedrigen Konzentrationen und die besonderen Umgebungsbedingungen im Bergbau trotz entsprechender Weiterentwicklungen weiterhin eine Herausforderung dar.

Beschlussfassung im AGS und nächste Schritte:

Die Bergbaubranche hat angesichts dieser Entwicklungen den AGS darüber informiert, dass nach derzeitiger Einschätzung bis zur vollständigen Umsetzung der Maßnahmen zur Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte

für Stickoxide und partikelförmige Dieselmotoremissionen in Abhängigkeit der lokal vorherrschenden Bedingungen noch rund fünf Jahre benötigt werden und daher einen Antrag auf Verlängerung der im November 2021 auslaufenden Übergangsfrist entsprechend den derzeitigen EU-Vorgaben um zwei Jahre beim AGS eingebracht.

Der AGS hat nach Prüfung des Antrags sowie intensiver Diskussion und kritischer Würdigung des Umsetzungsstandes, des weiteren Zeitbedarfs und der Ergebnisse der Gesundheitsstudie im November 2020 die Verlängerung der Übergangsfrist für den untertägigen Bergbau zur Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide und partikelförmige Dieselmotoremissionen jeweils bis 21. August 2023 beschlossen. Diese Frist entspricht dem maximalen zeitlichen Rahmen, den die entsprechende „EU-Richtlinie zur Festlegung von Arbeitsplatzgrenzwerten“ in Durchführung der „EU-Richtlinie zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit“ den Mitgliedstaaten für Stickoxide eröffnet.

Zudem wurde im AGS vereinbart, dass die Bergbaubranche im Frühjahr 2023 über den Umsetzungsstand und die Fortschritte zur Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte berichtet. Die Bergbaubranche arbeitet auch weiterhin intensiv an der Umsetzung der Maßnahmen zur fristgerechten Einhaltung der neuen Arbeitsplatzgrenzwerte für Stickoxide und partikelförmige Dieselmotoremissionen unter Tage.

An der Positionierung der Branche sowie der Antragstellung und -begründung beim AGS haben neben dem Autor die zuständigen Verbände VKS und VRB sowie die dort vertretenen Unternehmen aktiv mitgewirkt.

K+S Gruppe

Firmennachrichten

VERÄUSSERUNG DES AMERIKANISCHEN SALZGESCHÄFTS

Die K+S Aktiengesellschaft hat am 5. Oktober 2020 einen Vertrag über die Veräußerung ihres in der operativen Einheit Americas gebündelten Salzgeschäfts unterzeichnet. Der Verkaufspreis beläuft sich auf 3,2 Mrd. US-Dollar. Der Abschluss der Transaktion wird – nach Vorliegen der kartellrechtlichen Genehmigungen – im Sommer 2021 erwartet. Erst dann erfolgt die Kaufpreiszahlung. Der Verkauf ist notwendig, um hierdurch die Verschuldung abzubauen zu können.

K+S NIMMT BILANZBEREINIGUNG VOR

Vor dem Hintergrund der Neuausrichtung des Unternehmens und dem Verkauf der Operativen Einheit Americas hat der K+S-Vorstand seine langfristigen Annahmen angepasst (im Wesentlichen die langfristige Kalipreisannahme). Insgesamt resultiert hieraus ein einmaliger, nicht zahlungswirksamer Wertberichtigungsbedarf auf Vermögenswerte in der Operativen Einheit Europe+ von rund 2 Mrd. €. Diese Sonderabschreibung führt zu keinem Liquiditätsabfluss.

Personalien

Fabiola Fernandez Grund, die bereits im Dezember 2019 als weiteres Mitglied in den Vorstand der K+S Aktiengesellschaft berufen worden war, tritt auf Bitte des Unternehmens ihr Mandat zu Beginn des Jahres 2021 nicht an.

Dr. Markus Cieslik ist am 31. August 2020 nach nahezu 31 Jahren sehr erfolgreicher Tätigkeit für K+S in den Ruhestand getreten. Nach verschiedenen Leitungsfunktionen innerhalb der Unternehmensgruppe hat er in den

vergangenen zwölf Jahren die Werke Bernburg (BE) und Braunschweig-Lüneburg (BL) als Werkleiter geführt. Die Leitung der Werke BE/BL hat ab dem 1. August 2020 **Dorothee Telaar** übernommen, bisher Leiterin Produktion und Technik über Tage am Standort BL sowie stellvertretende Werkleiterin für die Werke BE und BL.

Wacker Chemie AG

Personalien

Der promovierte Physiker **Dr. Dieter Gilles**, seit 2012 Werkleiter der Wacker Chemie AG am Standort Burghausen (Bayern), geht zum Ende des Jahres 2020 in den Ruhestand. In seiner Rolle als Werkleiter war Dr. Gilles auch für das Salzbergwerk Stetten (Baden-Württemberg) verantwortlich, das den Produktionsstandort Burghausen für seinen Bedarf in der Chlorelektrolyse mit Steinsalz versorgt. **Dr. Peter von Zumbusch**, der an der TU Berlin Verfahrens- und Energietechnik studiert hat, tritt mit Wirkung zum 1. Januar 2021 die Nachfolge als Werkleiter in Burghausen an.



Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.

Herausgeber
Verband der Kali- und Salzindustrie e. V.
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin
Tel. (030) 847 10 69.0
Fax (030) 847 10 69.21
E-Mail: info.berlin@vks-kalisalz.de
www.vks-kalisalz.de