

01
2022

KALI & STEINSALZ

Wertvolle Rohstoffe aus Deutschland

ISSN 1614-1210

VKS 

Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.

Die neue Realität: Versorgungssicherheit erhöhen

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

uns alle bewegt der Krieg in der Ukraine und das damit verbundene Leid der Menschen dort. Unsere Hilfsbereitschaft und Unterstützung ist uneingeschränkt gefordert und wird in unbeschreiblich engagierter Weise von unseren Bürgerinnen und Bürgern sowie unserem Land geleistet.

Uns allen, die seit Jahrzehnten das große Glück haben, in Frieden und Wohlstand leben zu dürfen, wird deutlich vor Augen geführt, dass dies nicht selbstverständlich ist und sich schnell ändern kann.

Auch unsere Branche steht bei diesem Konflikt nicht außen vor. So sind im Kali-Bereich maßgebliche Wettbewerber aus Russland und Belarus richtigerweise von Sanktionen betroffen, wodurch deren Produkte am Markt de facto nicht bzw. kaum mehr gehandelt werden und somit dem Verbraucher, also Landwirten und der Industrie nicht zur Verfügung stehen können. Als Folge dieser absolut notwendigen Sanktionsmaßnahmen steigen unter anderem Kosten und Preise auf ein erschreckend hohes Niveau. Zum anderen ist unsere energieintensive Branche in erheblichem Umfang auf einen kontinuierlichen Erdgasbezug für die Produktion und Diesel für die schweren Großgeräte unter Tage angewiesen, deren Preise bereits dramatisch angestiegen sind.

Nach meiner Einschätzung kommt man schnell zur Erkenntnis, dass zum einen unsere Produkte und Dienstleistungen, für die Gesellschaft wichtig und unverzichtbar sind und dass zum anderen die ambitionierten Herausforderungen der Branche konsequent angegangen werden müssen (zuallererst sei hier die Dekarbonisierung bis 2045 genannt).

Man kommt aber auch zur Fragestellung, ob einige grundlegende Rahmenbedingungen nachjustiert werden sollten. Dies gilt auch und gerade für den Koalitionsvertrag, nach welchem eine „Modernisierung des Bergrechts“ erfolgen und die „nachhaltige Rohstoffversorgung unterstützt, der heimischen Rohstoffabbau erleichtert und ökologisch ausgerichtet werden soll“ (s. auch Editorial 03/2021).

Das Nachjustieren ist dringend geboten, um die Versorgungssicherheit – denn hierum geht es kurz-, mittel- und langfristig – mit unseren Rohstoffen und Dienstleistungen verstärkt in den Blick zu nehmen und diese abzusichern bzw. zu erhöhen. Dies auch deshalb wichtig, weil sich Europa und die Welt durchaus auch im Kalibereich von Russland und Belarus abhängig gemacht haben.



Christoph Wehner

Die Versorgungssicherheit sollte deshalb künftig ein wesentlicher Prüfstein für die Gestaltung unserer Rahmenbedingungen sein. Damit müsste beispielsweise ein „modernes Bergrecht“ – neben den ökologischen Belangen – die bergbaulichen Aktivitäten verstärken und beschleunigen. Jede künftige Regelung sollte auch dahingehend überprüft werden, ob diese den Beitrag zur Welternährung bzw. zur industriellen Produktion fördert oder nicht. Dieser Ansatz galt vom Grundsatz her schon vor dem Ukraine-Krieg – hat aber jetzt an Aktualität und Notwendigkeit gewonnen.

Nimmt man die neue Realität ernst, sollte sich demzufolge im modernen Bergrecht der beim Tesla-Projekt viel beschworene „Geist von Grünheide“ und die gezeigte „Tesla-Geschwindigkeit“ wiederfinden.

Der neuen Realität stehen derzeit aktuell laufende oder in Vorbereitung befindliche Vorhaben (exemplarisch seien IED-Richtlinie, Sustainable Finance und Abwasserabgabe genannt) deutlich entgegen.

Die Branche bekennt sich klar und entschieden zum Ziel der CO-Neutralität und den Grundsätzen für nachhaltige Rohstoffe, die die Europäische Kommission Ende 2021 verabschiedet hat (EU Principles for Sustainable Raw Materials). Diese Grundsätze stehen für einen verantwortungsvollen Bergbau (s. separaten Bericht in dieser Ausgabe). Nach unseren Erfahrungen der letzten Jahrzehnte ist die Notwendigkeit der Rohstoffgewinnung in Deutschland teilweise aus dem Blick geraten. Im Lichte der aktuellen Erkenntnisse ist hier – bei aller Notwendigkeit für die nachhaltige Ausrichtung – ein Nachjustieren im politischen und gesellschaftlichen Umfeld notwendig.

Es grüßt Sie mit einem herzlichen Glückauf

Ihr

Christoph Wehner

INHALT

02 Editorial

04 Impressum

05 Abstracts

06 Janz

Experten für Pflanzenernährung

10 Kießling

Alles dicht?

18 Apelt

Entwicklung einer Methode zur Bestimmung ausgewählte Carbonsäuren in hochsalinaren Lösungen

26 Andres

EU-Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe

34 Nachrichten aus den Unternehmen

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 8471069 0
Fax +49 (0)30 8471069 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 8471069 13

Redaktionsausschuss

Dr. Burkhard Dartsch,
REKS GmbH & Co. KG
Gerd Kübler,
K+S Aktiengesellschaft
Ole Richert,
K+S Aktiengesellschaft
Dr. Ludger Waldmann,
K+S Aktiengesellschaft
Christoph Wehner, VKS e. V.

Gestaltung

Alf Germanus Grafische Erzeugnisse
Bonner Str. 58, 53332 Bornheim

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 Janz: Experts in plant nutrition

Fertilizers are indispensable in agriculture. Without additional nutrients, cultivated plants would not yield enough to feed the world's population. It is therefore all the more important to keep any negative effects of soil fertilization as low as possible. The potash industry in Germany is aware of this responsibility. That is why it is continuously working on making the use of fertilizers as efficient as possible – by optimizing product properties as well as by passing on know-how.

10 Kießling: Experiences from using polyurethane- and polyurea-silicate-injection-resins for sealing of mining drifts and mining shafts at the mine "Glückauf Sondershausen"

The GSES Company produces rock salt, practices underground backfill and runs an underground waste deposit and a visitor mine at Sondershausen/Germany. Founded in 1895 the mine nowadays operates 2 shafts founded in 1895 and 1913. Since 1996 underground backfill is carried out pumping up to 500.000 m³ of liquid brine-waste suspension underground. Concrete dams must be built for this and they need to become sealed. Since 15 years GSES successfully therefor uses polyurethane- and polyurea-silicate-injection-resins and gained a lot of experience with different conditions and types of resin. Since 5 years thixotrope polyurea-silicate-injection-resins are used for sealing and stabilizing the vertical shafts and shaft linings.

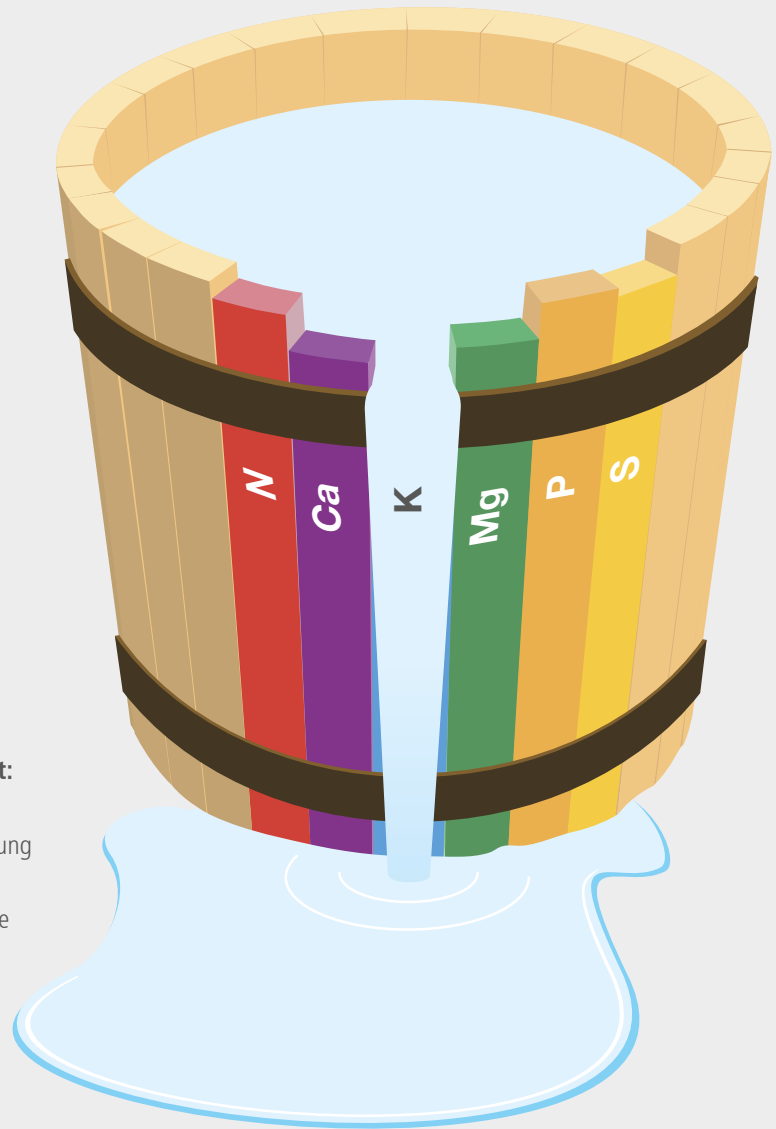
18 Apelt: Development of a method for the determination of selected carboxylic acids in highly saline solutions

In the processing of raw potash salts, selected carboxylic acid, such as salicylic acid, are used in some process steps as processing aids. Qualitative and quantitative determination is an important prerequisite for the ecological and human toxicological assessment of the compounds, which occur in small traces in particular in saline wastewater. The analysis in highly saline solutions requires special demands on sample preparation and instrumentation.

Within a master thesis a method containing liquid chromatography and electro spray (ESI) coupled mass spectrometry (HPLC-MS/MS) was developed and validated. The master thesis was carried out in cooperation with the Martin Luther University Halle-Wittenberg, Department of Environmental Chemistry, and the K+S Analytics and Research Center of the K+S Group.

26 Andres: EU Principles for Sustainable Raw Materials

In 2021, the European Commission adopted and published the "EU Principles for Sustainable Raw Materials". The German Potash and Salt Industry is committed to these principles and supports the Commission's activities on sustainable and secured raw material supply chains.



Die Minimum-Tonne, auch Liebig-Fass genannt:

Das niedrigste Längsholz bestimmt, wieviel Wasser der Behälter aufnehmen kann. Bei der Pflanzendüngung bestimmt der Nährstoff, an dem es zuerst mangelt, die Grenzen des Wachstums. Deshalb ist die optimale Zusammensetzung von Düngemitteln so wichtig.

© K+S AG

Themenreihe „Produkt und Anwendung“

Diese Themenreihe stellt die vielfältigen Anwendungen des in den deutschen Kali- und Salzbergwerken gewonnenen Rohsalzes vor. Aufgrund seiner weltweit einzigartigen Zusammensetzung ermöglicht es eine außergewöhnlich breite Palette lebensnotwendiger Salz- und Kaliprodukte.



Marcus Janz

Pressesprecher Standorte
Communications & Brands
K+S Aktiengesellschaft

Experten für Pflanzenernährung

Düngemittel sind in der Landwirtschaft unverzichtbar. Denn ohne zusätzliche Nährstoffe würden Kulturpflanzen nicht genug Erträge abwerfen, um die Weltbevölkerung zu ernähren. Umso wichtiger ist es, eventuelle negative Auswirkungen der Bodendüngung so gering wie möglich zu halten. Die Kaliindustrie in Deutschland ist sich dieser Verantwortung bewusst. Deshalb arbeitet sie kontinuierlich daran, den Einsatz von Düngemitteln so effizient wie möglich zu gestalten – durch Optimierung der Produkteigenschaften ebenso wie durch die Weitergabe von Know-how.

Experts in plant nutrition

Fertilizers are indispensable in agriculture. Without additional nutrients, cultivated plants would not yield enough to feed the world's population. It is therefore all the more important to keep any negative effects of soil fertilization as low as possible. The potash industry in Germany is aware of this responsibility. That is why it is continuously working on making the use of fertilizers as efficient as possible – by optimizing product properties as well as by passing on know-how.

Vor fast 200 Jahren formulierte der Agrarwissenschaftler Philipp Carl Sprengel das „Gesetz vom Minimum“: Eine Pflanze, die unterschiedliche Nährstoffe braucht, kann nur dann optimal wachsen, wenn sie alle diese Stoffe in ausreichender Menge erhält. Der Stoff, an dem es als erstes mangelt, bestimmt somit die Grenzen ihres Wachstums – und zwar auch dann, wenn alle anderen Substanzen ausreichend vorhanden sind. Der Chemiker Justus von Liebig ergänzte diesen Grundsatz um Faktoren wie Wärme und Licht. Das Modell, das dieses Prinzip veranschaulicht, wird daher „Minimum-Tonne“ oder auch „Liebig-Fass“ genannt: Das niedrigste Längsholz eines Fasses bestimmt, wieviel Flüssigkeit der Behälter aufnehmen kann.

Das Minimumgesetz erklärt, warum die richtige Zusammensetzung von Düngemitteln so wichtig ist. Denn wenn die Mischung nicht stimmt, leidet entweder das Pflanzenwachstum oder aber es muss so viel Dünger aufgebracht werden, bis auch der Bedarf an jenem Nährstoff befriedigt ist, von dem am wenigsten vorhanden ist. Und das kann deutlich mehr sein als bei optimaler Zusammensetzung nötig. Für die Böden und das Grundwasser kann dies negative Auswirkungen haben.

Stickstoff, Phosphat und Kalium sind grundlegend

Die weitaus wichtigsten Pflanzennährstoffe sind Stickstoff (N), Phosphat (P) und Kalium (K). Stickstoff benötigt die Pflanze in besonders großen Mengen, er ist wichtig für Photosynthese, Enzyme und Eiweißgehalt. Phosphat ist Bestandteil vieler chemischer Verbindungen und beeinflusst den gesamten pflanzlichen Stoffwechsel. Kalium wiederum steuert den Wasserhaushalt, verbessert die Widerstandsfähigkeit der Pflanze und aktiviert zahlreiche Enzyme. Oft werden die drei Substanzen gemeinsam in Form sogenannter NPK-Dünger ausgebracht.

Dass Dünger in der Landwirtschaft unverzichtbar ist, ist unbestritten. Auch im Ökolandbau kann der Nährstoffbedarf oft nicht allein durch organische, auf dem Biohof anfallende Düngemittel erfüllt werden. Nährstofflücken müssen durch Zufuhr von Mineraldüngern geschlossen werden. Organischer Dünger allein kann diese Anforderungen nicht abdecken, denn sein Nährstoffgehalt entspricht oft nicht dem Pflanzenbedarf.

Insbesondere die Stickstoffdüngung wird jedoch aufgrund ihrer möglichen Auswirkungen auf Grundwasser, Böden und Gewässer viel diskutiert. Daher lautet das Gebot der Stunde, ihren Einsatz so effizient wie möglich zu gestalten. Ausgebrachte, aber von Pflanzen nicht aufgenommene Stickstoffmengen können ins Grundwasser gelangen und so die Umwelt belasten. Zudem schmälert der Nährstoffverlust die Rentabilität des Anbaus. Daher wächst der Druck zum effizienten Einsatz von Stickstoff und anderen Nährstoffen. Verstärkt wird dieser durch gesetzliche Vorgaben wie die neue Düngeverordnung, die im Mai 2020 in Kraft getreten ist.

Nährstoffe und Hilfsstoffe

Die deutsche Kaliindustrie ist ein wichtiger Zulieferer für NPK-Düngerhersteller. Denn Deutschland ist reich an Kali. Ähnlich große Vorkommen wie hier finden sich nur in Weißrussland, Russland und Kanada. Doch sie liefert neben Kalium auch weitere Nährstoffe, etwa Magnesium und Schwefel in Form von Magnesiumsulfat: Magnesium zählt nach Stickstoff, Phosphor und Kali zu den wichtigsten Nährstoffen der Pflanze, ohne ihn könnte sie keine Photosynthese betreiben. Schwefel verbessert die Effizienz der Stickstoffaufnahme durch die Pflanze aus dem Boden.

So trägt Magnesiumsulfat indirekt dazu bei, dass weniger Stickstoff gedüngt werden muss – und weniger Rückstände ins Grundwasser gelangen können.

Magnesium wird aber nicht nur als Nährstoff in der Pflanzenernährung, sondern auch als Hilfsstoff in der Düngemittelproduktion eingesetzt. „Nährstoffe sind für die Pflanzen existenziell. Eine optimale Produktqualität sorgt dafür, dass der Landwirt diese optimal aufbringen und die Pflanze sie bestmöglich aufnehmen kann“, sagt Dr. Matthias Rott, Produktmanager für Hilfsstoffe bei K+S. Das Kasseler Bergbauunternehmen stellt einen Hilfsstoff namens GranuAid her, der im Wesentlichen aus Magnesiumsulfat besteht. Er verbessert die Produktqualität von Ammoniumnitrat-basierten Stickstoffdüngern. „Granulat, das Ammoniumnitrat enthält, neigt unter bestimmten Umweltbedingungen dazu, zu verklumpen oder zu zerbrechen“, erläutert Rott. „Bei nicht optimaler Produktqualität leidet die Verteilgenauigkeit beim Ausbringen des Düngers mit dem Streuer. Der Landwirt läuft dann Gefahr, seine Felder nicht gleichmäßig zu düngen.“ Die Effizienz des Düngereinsatzes leidet, einzelne Pflanzen würden über- und andere unterversorgt.

Da die westeuropäischen Bergwerke weltweit die einzigen sind, in denen Kali- und Magnesiumsulfatvorkommen miteinander verwachsen sind, ist das Produkt von K+S natürlichen Ursprungs. „Deshalb sind wir einer der wenigen Hersteller weltweit, der natürliches Magnesiumsulfat anbieten kann, das auch für den ökologischen Landbau zugelassen ist“, ergänzt Rott. „Andere, oftmals chinesische Anbieter stellen Magnesiumsulfat synthetisch her, beispielsweise aus Schwefelsäure.“ Darüber hinaus arbeitet der Kasseler Mineraldüngerkonzern auch am Einsatz von Biostimulanzien, die dafür sorgen können, dass Pflanzen Nährstoffe noch besser aufnehmen.





© K+S AG

Deutsche Industrie liefert Know-how

Doch die deutsche Düngemittelindustrie beschränkt sich nicht auf die Lieferung von Düngern und Rohstoffen. „Wir bieten Landwirten und dem Agrarhandel darüber hinaus umfassende Beratung sowie Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten“, sagt Dr. Josef Wiebel, Geschäftsführer der K+S Minerals and Agriculture GmbH. „In unserer KALI Akademie® finden sie wichtiges Fachwissen rund um die Pflanzenernährung.“ Auf der Website der Akademie können Interessierte nicht nur Informationstexte und Broschüren abrufen, sondern auch Webinare, Fachvorträge und Video-Tutorials. „All das trägt dazu bei, dass der Landwirt Düngemittel optimal nutzen und Überdüngung vermeiden kann“, bekräftigt Wiebel. Auch dieser Wissenstransfer trage zum effizienten und nachhaltigen Einsatz der Düngemittel bei.

Zudem ist K+S Träger des 2010 gegründeten Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) der Universität Göttingen. Dieses forscht zu Fragen der Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft. Praxisorientierung hat dabei stets einen hohen Stellenwert: Die Forschungsergebnisse fließen unmittelbar in die Produktentwicklung von K+S ein und gelangen über deren internationales Agronomen-Netzwerk direkt zu den Landwirten.

Kritische Abhängigkeiten vermeiden

Mit all dem stellt sich die deutschen Düngemittelindustrie nicht nur als reiner Lieferant dar, sondern als Experte für Pflanzenernährung, der sein Wissen teilt und breit streut – ein Ansatz, der umso wichtiger ist in Zeiten, in denen Umwelt- und Klimaschutz einen kaum zu überschätzenden Stellenwert haben.

Darüber hinaus gewinnt die deutsche Kaliindustrie auch vor dem Hintergrund der notwendigen Rohstoffsicherheit an Bedeutung. Denn große Düngemittellieferanten außerhalb Europas liegen in Ländern, in denen politische Verwerfungen die Liefersicherheit gefährden können. Sanktionen können beispielsweise zur Folge haben, dass mit bestimmten Ländern keine Bankgeschäfte abgewickelt oder wichtige Häfen nicht mehr angesteuert werden können. Für Wirtschaftszweige wie die NPK-Industrie, die bis dato große Mengen ihrer Rohstoffe aus Weißrussland bezogen hat, kann sich das zu einem ernstem Problem entwickeln.

Somit bietet die deutsche Kaliindustrie eine Leistungskombination aus Qualität, Beratung und Versorgungssicherheit, die weltweit einzigartig sein dürfte. Sie trägt dazu bei, die Welternährung sicherzustellen und gleichzeitig die wirtschaftliche Unabhängigkeit Europas vom politischen Weltgeschehen zu stärken und die Rohstoffsicherheit in der Staatengemeinschaft zu erhöhen.



Alles dicht?

Erfahrungen beim Einsatz von Polyurethan- und Polyurea-Silikat-Injektionsharzen zur Streckenabdichtung und Schachtsanierung im Bergwerk „Glückauf Sondershausen“



Dipl.-Ing.
Thomas Kießling
Technischer
Geschäftsführer GSES

Die GSES GmbH betreibt am Standort Sondershausen die Grube „Glückauf“ mit 2 Schachtanlagen und der untertägigen Gewinnung von Steinsalz, dem Versatz von bergbaufremden Abfällen sowie dem Betrieb einer Untertage-Deponie und eines Besucherbergwerkes.

Über mehr als 15 Jahre wurden bereits Erfahrungen beim Einsatz von Polyurethan- und Polyurea-Silikat-Injektionsharzen gesammelt. Diese kamen anfänglich zur Abdichtung von Dammbauwerken im Spülversatzbereich zum Einsatz, haben sich jedoch seit 5 Jahren auch im Bereich der Schachtsanierung und der Gebirgsverbesserung unter Tage bewiesen.

Experiences from using polyurethane- and polyurea-silicate-injection-resins for sealing of mining drifts and mining shafts at the mine “Glückauf Sondershausen”

The GSES Company produces rock salt, practices underground backfill and runs an underground waste deposit and a visitor mine at Sondershausen/Germany. Founded in 1895 the mine nowadays operates 2 shafts founded in 1895 and 1913. Since 1996 underground backfill is carried out pumping up to 500.000 m³ of liquid brine-waste suspension underground. Concrete dams must to be built for this and they need to become sealed. Since 15 years GSES successfully therefor uses polyurethane- and polyurea-silicate-injection-resins and gained a lot of experience with different conditions and types of resin. Since 5 years thixotrope polyuria-silicate-injection-resins are used for sealing and stabilizing the vertical shafts and shaft linings.

Seit 1996 wird im Grubenbetrieb Spülversatz mit einer Lauge-gesättigten Suspension aus bergbaufremden Abfällen aus der thermischen Verwertung zur Verwahrung des Altbergbaus und zur Füllung abgebauter Kammern eingesetzt. Diese Suspension wird mit Laugenüberschuss in Hohlräume verspült, drainiert aus und erhärtet. Bis zur vollständigen Drainage vergehen wenige Wochen bis Jah-

re. Dies ist von den lokalen Gegebenheiten im zu sichernden Altbergbau abhängig. Um die so zu verwahrenen Altbergbaubereiche gegen die Infrastruktur abzdämmen, werden Betondämme in die Blockzugangsstrecken eingebaut. Um die Dämme und das umliegende Gebirge abzudichten, wurden seit 2005 diverse Injektionsharzsysteme getestet und einige davon erfolgreich eingesetzt.

Abbildung 1 (links): Dammut im liegenden Staßfurt – Steinsalz, blau markiert die 1,5–5 m langen Injektionsbohrlöcher, im Abstand von 0,6–0,8 m gebohrt

Injektionsharze für Dammbauwerke und Streckenabdichtungen

Die zu errichtenden Dämme dienen der Abdichtung der Versatzfelder während der Betriebsphase und stellen keine langzeitsicheren Bauwerke dar. Dennoch müssen sie bis zu 16 bar Staudruck standhalten und bis zum Aushärten des Versatzkörpers bis zu 500.000 m³ Versatzsuspension sicher zurückhalten, da die Spülfelder im Kaliflöz Staßfurt üblicherweise oberhalb der Infrastrukturstrecken im Staßfurt-Steinsalz liegen. Für die Errichtung der Dämme werden im ersten Schritt Standorte mit möglichst kleinem Streckenquerschnitt und weitestgehend intaktem Gebirge gewählt, nach dem Glätten der Streckenkonturen mittels einer Firstfräse wird ein 60–80 cm breiter und gleichsam tiefer Schlitz umlaufend in das Gebirge gefräst. Die Auslegung des Schlitzes und des Dammes im Allgemeinen richtet sich nach dem zu erwartenden Staudruck und der Spannweite des Dammes. Diverse statisch nachgewiesene Dammgrößen stehen zur Auswahl.

Nach dem Fräsen des Dammes und der Nut wird die Strecke umlaufend in Firste, Sohle und den Stößen abgebohrt und daraufhin mit Injektionsharz injiziert (*Abbildung 1, S. 10*). Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Undichtigkeiten im Gebirge wesentlich größer ist, als die Gefahr des Auftretens von Fehlstellen im Damm. Zur Injektion haben sich ausgewählte Polyurethanharze als verlässlich erwiesen. Derartige Produkte sind in verschiedenen Ausführungen mit abweichenden Eigenschaften am Markt erhältlich.

Es muss jedoch erwähnt werden, dass dieses Verhalten und der zeitlich verzögerte Schaumdruck beim Injizieren Beachtung finden müssen, da andernfalls ein unfreiwilliges Fracken des zu sanierenden Bereiches erfolgen kann. Stärker schäumende Polyurethanharze sind am Markt erhältlich, führen bei der Anwendung jedoch unweigerlich zur Zerstörung des Gebirges. Auch hat die Klebkraft und Zugfestigkeit des ausgehärteten Harzes einen enormen Einfluss auf den Injektionserfolg und darf keinesfalls unbeachtet bleiben. Viele Produkte zeigten im Feldversuch und vor allem beim Vorhandensein von Flüssigkeit eine mangelhafte Endfestigkeit, Auflösungserscheinungen des Harzes oder zu starkes Schäumen.

Nach einer 2-jährigen Erprobungsphase gelang es GSES nach zahlreichen Anwendungsversuchen das geeignete Produkt zu ermitteln. Mit einem seit nunmehr 13 Jahren im Einsatz befindlichen Polyurethanharz tritt kein Wasser als Reaktionsprodukt auf, die Reaktionstemperatur ist begrenzt und Risse über 0,14 mm Rissweite werden sicher penetriert. Das Material ist nicht löslich in Lauge und wird demnach auch von der Lauge im Versatzspülfeld nicht angegriffen. Der Expansionsfaktor von bis zu 1,5 sorgt für eine gute Ausbreitung und Abdichtung im gestörten Gebirge.

Weiterhin sind die Arbeitsdrücke der Injektionspumpen mit bis zu 250 bar zum unfreiwilligen Fracken geeignet. Aus diesem Grund wird in der Praxis üblicherweise mit maximal 20 bar über dem Systemdruck der Injektionstechnik gearbeitet.

Das Injizieren erfolgt in der Praxis im Raster mit 0,6–0,8 m Bohrlochabstand im Bereich der Streckenkontur und insbesondere in der Nut des zu errichtenden Dammes. Bohrtiefen zwischen 1,5 m bis 5 m richten sich nach den lokalen Gegebenheiten und dem Auflockerungsgrad des Gebirges.

Nach dem Injizieren wird die Bewehrung gestellt. Diese besteht üblicherweise aus mehreren Lagen Baustahlmatten und findet mit einer Schalung den Abschluss. Es wurden jedoch bei besonders großen Stauhöhen oder Spannweiten bereits 5 Dammbauwerke mit bis zu 2 m Betonstärke



Abbildung 2: Dammbauwerk für 100 m Stauhöhe im Rohbau, bereits eingebaute Bewehrung und HEB-/HEM-Träger, Abstützung Luftseite im Bau

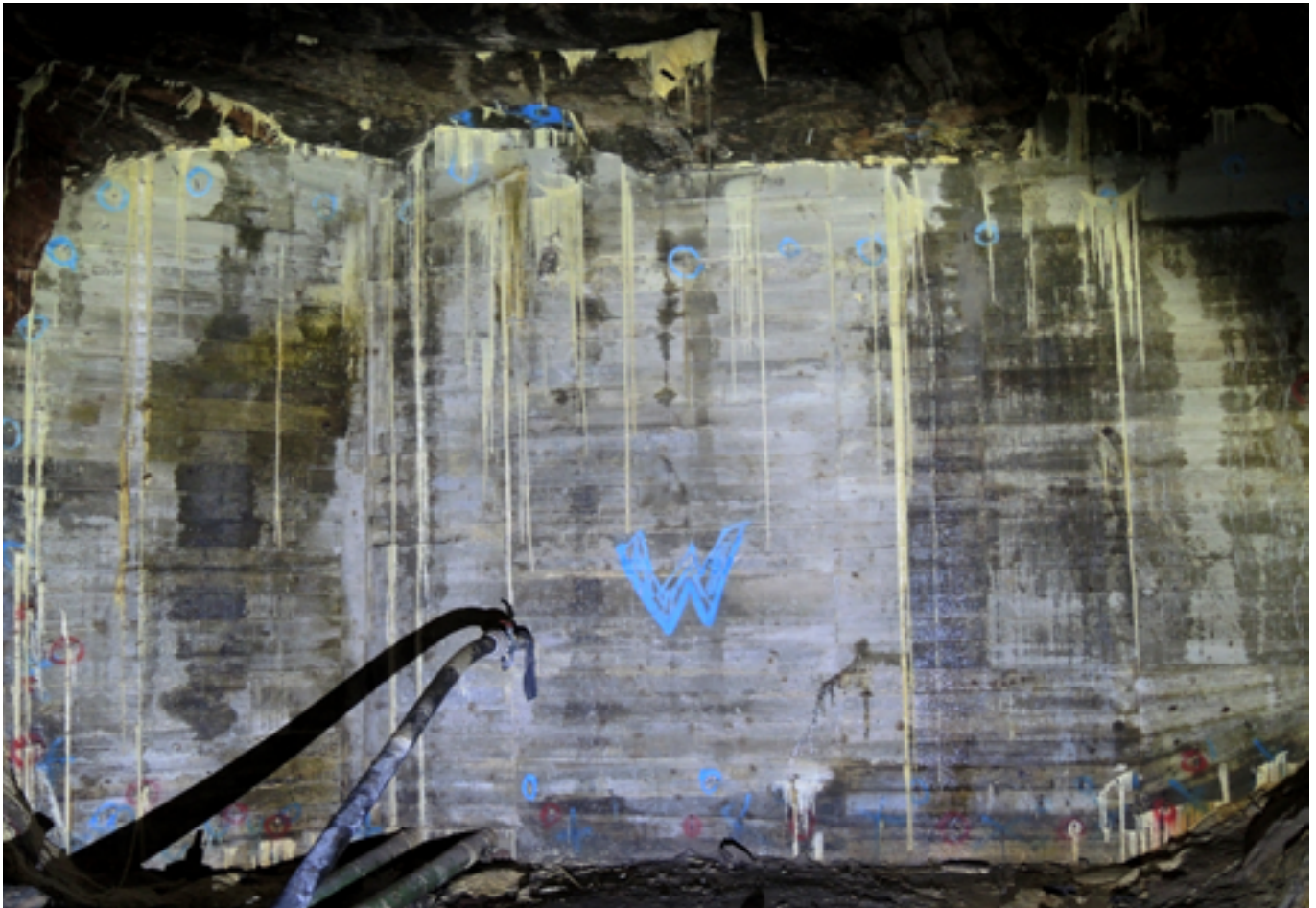


Abbildung 3: Undicht gewordener Damm nach mehrjähriger Standzeit, Injektion durch Bohrungen in die Kontaktfuge zum Gebirge und Bohrungen in das Gebirge, erfolgreich abgedichtet

und HEB 700 sowie HEM 800 Breitflanschträgern zur Bewehrung errichtet (Abbildung 2).

Die anschließende Betonage erfolgt mittels eines eigens durch GSES zusammen mit einem Baustoff- und einem Bauchemielieferanten entwickelten wasserarmen Pumpbetons. Dieser Beton der Güte C30/37 wird als Trockenmischung angeliefert und dann unter Tage mit Wasser angemischt. Salzlaugenbasierte Betone oder Magnesiumoxidmischungen wurden wegen des Kostenfaktors oder anderer nachteiliger Aspekte verworfen. Das Anmischen des Betons erfolgt unter Zuhilfenahme von synthetischen Fließmitteln und Abbindeverzögerern. Hierdurch wird eine bis zu 3 Stunden offene Verarbeitungszeit und eine wesentliche Absenkung des Wasser-Zement-Wertes der Betonmischung erzielt. Infolgedessen entsteht beim Einbringen des Betons in die Dammschalung kein messbares

Überschusswasser, welches das umliegende Gebirge anlösen würde. Aufgrund des geringfügigen Schwindens beim Abbinden des Betons empfiehlt es sich, nach 7 bis 28 Tagen die Nut zwischen Gebirge und Dammbauwerk nochmals mit Polyurethan-Injektionsharz zu verpressen.

In dieser Bauweise wurden mittlerweile über 150 Dammbauwerke zur Abtrennung der Spülversatzfelder bei der GSES erfolgreich errichtet. Die Arbeiten sind körperlich wie handwerklich außerordentlich anspruchsvoll und werden von einer erfahrenen Mannschaft verrichtet. Auch bei Undichtigkeiten am Damm und insbesondere im häufiger auftretenden Fall von Undichtigkeiten im umgebenden Gebirge hat sich die Harzinjektion als Sofortmaßnahme zur dauerhaften Abdichtung und zur sofortigen Sicherung etabliert (Abbildung 3).

Injektionsharze in der Schachtsanierung

Im Laufe der Jahre wurde bei der GSES stetig mit neu entwickelten Injektionsharzen experimentiert. So rückten auch thixotrope Produkte in den Fokus. Mit Aufkommen von schnellhärtenden 2-Komponenten-Harzen auf Basis von Wasserglas und Isocyanaten wurden bei der GSES diverse Versuche gefahren. Zielstellung war, neben der Thixotropie, das Schäumen bzw. Expandieren des Harzes zu unterbinden, da hieraus die bereits erwähnten negativen Eigenschaften resultieren.

Anfänglich zeigten sich bei diesen Produkten jedoch Schwächen gegenüber den klassischen Polyurethanharzen. Diverse Hersteller können nur bedingt thixotrope Produkte anbieten, teils müssen die Komponenten während des gesamten Arbeitsvorganges gerührt werden, sind nur bedingt oder für kurze Zeitdauer lagerstabil oder greifen das Salz an. Auffällig war auch der teils erhebliche Reinigungsaufwand und damit verbundene erhöhte Materialeinsatz.

Allerdings konnte nach diversen Versuchen das passende Produkt gefunden werden. Dieses thixotrope, schnellhärtende und flexible 2-Komponenten-Polyurea-Silikat-Injektionsharz auf Basis von Wasserglas und Isocyanaten schäumt nicht und entwickelt beeindruckende Festigkeit in sehr kurzer Zeit. Im Gegensatz zu den schäumenden Produkten beträgt die Druckfestigkeit nach 24 h = 35 N/mm². Die maximale Reaktionstemperatur, welche systembedingt maximal 98 °C beträgt, und somit ca. 40 K unter den 2-Komponenten-Polyurethan-Produkten liegt, ist ein weiterer Vorteil. Diese Fakten in Verbindung mit der Aushärtezeit von 210 s +/- 30 s brachte die Idee hervor, das Harz zum Stoppen von Wasser- und Laugenzuflüssen sowie zum Verkleben von Ankern in der Schachtsanierung einzusetzen. Das Material ist einfach zu handhaben, die Komponenten stehen in handlichen Kanistern zur Verfügung und müssen nicht aufwendig gerührt werden. Dies ist ein entscheidendes Kriterium für den Einsatz im Schacht, wo oft nur wenig Platz und wenig Infrastruktur zur Verfügung steht.

Der Schacht „Glückauf I“ oder Brügman-Schacht wurde 1895 geteuft und ist somit 127 Jahre alt. Der Schacht „Glückauf V“ oder Esser-Schacht wurde bis 1913 geteuft und ist 109 Jahre alt. Die Abbautätigkeit begann an beiden Schächten im unmittelbaren Schachttumfeld innerhalb des Sicherheitspfeilers. Dementsprechend treten aufgrund der



Abbildung 4: Typischer Mauerwerksschaden im Schachtausbau, Schaden und Ausbruch über mehrere Klinkerlagen

Standzeit und der aufgetretenen Konvergenz von 2,5 m unter Tage und der Oberflächenabsenkung von bis zu 70 cm über Tage Entfestigungserscheinungen im Mauerwerksausbau der Schachtröhren auf (Abbildung 4). Diese zu sanieren wurde in der Vergangenheit durch Tausch des Mauerwerks oder den Einbau von mehreren Lagen Spritzbeton bewerkstelligt. Diese Maßnahmen sind zeitaufwendig und schränken die Produktion ein. Besonders aufwendig ist bei dieser Methodik das Entfernen des schadhafte Mauerwerks. Insofern bestand seit Längerem der Wunsch, das Mauerwerk und die dahinter befindlichen Auflockerungen im Gebirge zu stabilisieren. Entsprechend war ein System zu entwickeln, um die Stabilisierung zu gewährleisten, ohne das komplette Mauerwerk zu entfernen. Bisherige Versuche mit PU-Injektionen waren entweder daran gescheitert, dass das Mauerwerk durch den Expansionsdruck des Harzes praktisch „abgesprengt“ wurde oder dass die Injektionsmedien wie PU-Harz oder Magnesiabeton aus dem Sanierungsbereich herausliefen und im Schachtsumpf ausreagierten. Weiterhin sollte das Injektionssystem beim späteren Ankern bzw. Sichern des Ausbaus in der Lage sein, Druck aufzunehmen, was bei den bisherigen, schäumenden Produkten nur eingeschränkt der Fall ist.

Ein neu entwickeltes, thixotropes Produkt auf Polyurea-Silikatbasis sollte diese Nachteile eliminieren.

Erste Laborversuche mit dem Produkt fanden im Jahr 2016 statt. Die Versuche erfolgten mit einer Probelastung an 2,4 m langen, auf 0,6 m Länge mit verklebten, R32 Injektionsbohrankern. Nach 2 h bis 7 Tagen Setzzeit wurden alle Versuche mit mindestens 320 kN Prüflast bestanden. Bei der Prüfung hielt das System bis zum Abriss der Verklebung oder der Anker stand.

Anfang 2018 führte die GSES dann in-situ Injektionsversuche und Probelastungen an Ankern, welche im Grubenbetrieb in defekte Hartsalzpfleiler (Sylvinit-/Kieseritfolge) gesetzt wurden, durch.

Dabei wurden Anker vom Typ Ischebeck Titan 30/11 auf gesamter Länge vollflächig mit dem Polyurea-Silikatharz verklebt. Die Streckgrenze der Anker beträgt laut Herstel-

lerangaben 260 kN. Insofern wurde eine Probelastung durch Zugversuche an gesetzten Ankern mit 90 % der Streckgrenze gewählt; die Prüflasten betragen bis 234 kN.

Die Versuche lehnen sich an die Vorgaben zur Eignungsprüfung von Ankern nach DIN 14490, DIN 1054 A1 und DIN 21521 an. Dabei werden über vorgegebene Belastungsstufen und -zeiträume die Verschiebungen am Ankerkopf gemessen. Im vorliegenden Fall dürfen diese nicht größer als 0,5 mm sein.

Die Prüfbedingungen wurden in allen vorliegenden Fällen erfüllt. Weiterhin hatten die Versuche eine hervorragende Risseindringung und Verklebung des vorher gebrächen Gebirges gezeigt. Aus dem Versuchsbereich wurden mittels Kernbohrungen komplett verklebte, intakte Kerne aus einem Bereich gewonnen, der vor der Injektion komplett aufgelockert war. Dies ermunterte alle Beteiligten, dieses System auch im Schacht einzusetzen. (Abbildungen 5 und 6)

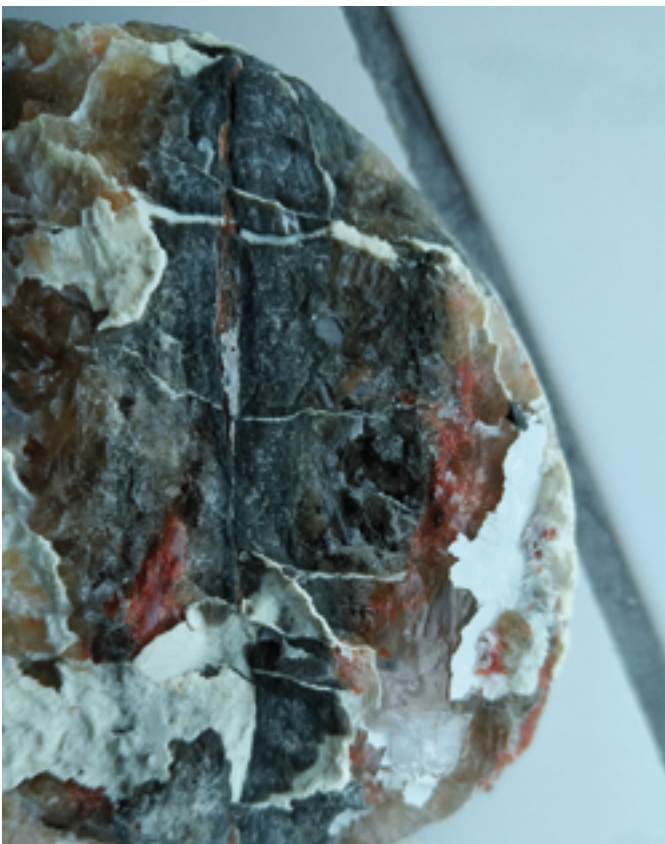


Abbildung 5: Bohrkerne aus dem injizierten Versuchspfeiler, deutlich sichtbar die injizierten Risse < 1 mm



Abbildung 6: Aufgefräster Versuchspfeiler, rechts sichtbarer Injektionsanker und zusätzliches Injektionsrohr (oberhalb) sowie die injizierten Klüfte (diagonal, hell, Bildmitte)

Im Mai 2018 erfolgte eine gutachterliche Stellungnahme durch DMT/Kowarik zur Sanierung der Mauerwerksschäden im Teufenbereich 500 – 607 m des Schachtes „Glück-auf 5 – Esser Schacht“. Basis bildete eine 2017 angefertigte Bohrkernkartierung des Sanierungsbereiches, um die Ausdehnung des Auflockerungsbereiches hinter dem defekten Schachtmauerwerk zu bestimmen sowie die erfolgreichen Injektionsversuche und Ankerbelastungsversuche an defekten Pfeilern im Grubenbetrieb. Im Ergebnis dieser Kartierung war festgestellt worden, dass die Auflockerung zwischen 2–4 m hinter das Schachtmauerwerk reicht, und demnach eine Stabilisierung der Auflockerungszone und Ankerung bis ins gewachsene Gebirge zur Sanierung vorgeschlagen wurde.

Das Sanierungskonzept wurde durch die Bergbehörde zugelassen und entsprechend umgesetzt.

Im ersten Schritt erfolgt eine Stabilisierung der geschädigten Mauerwerksbereiche durch Injektion der auffälligen Bereiche. Wenn erforderlich, wird dies zusätzlich durch

Aufbringen einer bis zu 10 cm starken Spritzbetonschale zur Stabilisierung ergänzt. Da sich das Herausbrechen des defekten Mauerwerks in der Vergangenheit aufgrund des dann nachrutschenden aufgelockerten Bruchs hinter dem Mauerwerk als eher nachteilig herausgestellt hatte, soll das Mauerwerk durch die Injektionen und die bedarfsweise Spritzbetonschale eher erhalten werden, bevor der Einbau von 3 bis 5 m langen Vollklebeankern erfolgt. Dabei werden die in Vergangenheit bewährten IT-Selbstbohranker mit verlorener Krone eingesetzt. Diese werden in das feste Gebirge getrieben und anschließend mit Injektionsharz verklebt. Zur weiteren Sicherung wird danach als vorerst abschließende Maßnahme eine Bewehrungsmatte N 141 oder DOKS-Kunststoff-Verzugs-Matten als Verzugselement eingebaut und mit den Ankerplatten vor dem Befestigen der Ankermuttern gesichert. Der Einbau der Verzugsmatten wurde zwar im Zuge der Sanierung durchgeführt, hat sich jedoch bisher als nicht erforderlich erwiesen, da die in oben genannter Weise sanierten Bereiche bisher keinerlei Abschalungen mehr zeigten.



Abbildung 7: Saniertes Mauerwerk, Blick im Schacht 5 nach unten

Gegebenenfalls kann zu einem späteren Zeitpunkt oder als Korrosionsschutz eine weitere Spritzbetonschale auf die Bewehrungsmatten und Ankerköpfe aufgebracht werden. Da der Schacht 5 der GSES ausziehend ist, spielte dies bisher jedoch keine Rolle. Natürlich soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass bei den Arbeiten einerseits auf die Schachtkontur vor dem Sanieren und andererseits auf den freien Querschnitt nach dem Sanieren zu achten ist. Um die Tragwirkung des Schachtausbaus wieder herzustellen und einen optimalen Sitz der Matten und Anker zu gewährleisten, ist eine Konturierung mit Spritzbeton oft unerlässlich. Es kann jedoch ebenso erforderlich sein, nach dem ersten Sichern des Sanierungsabschnittes Mauerwerk zu entfernen, um später noch einen ausreichend freien Querschnitt zu behalten. Die Einschätzung erfordert ein erfahrenes und besonnenes Team vor Ort, welches die Erfordernisse nur anhand der Lage vor Ort einschätzen kann.

Entscheidend für die langfristig wirksame Erhöhung der Standsicherheit des Sanierungsabschnittes ist eine ausreichende Füllung und Verklebung der aufgelockerten Bereiche. Hierzu ist in Etappen zu injizieren und durch die anfangs kurzen Injektionsbohrungen ein Dichtring zu schaffen, der später nochmals zu durchbohren ist, um die dahinter befindlichen Hohlräume sicher zu injizieren. Hierbei sei nochmals erwähnt, dass der Einsatz eines thixotropen Injektionsharzes, insbesondere im Schacht, erhebliche Vorteile mit sich bringt. Wenn das Harz an Rissen austritt, wird das Injizieren unterbrochen und die Thixotropie sorgt dafür, dass das Injektionsmaterial nicht aus den Rissen läuft.

Zur Überwachung wurden in den Sanierungsabschnitten im Schacht Konvergenzmessstellen eingerichtet. Diese weisen in der nunmehr 7. Wiederholungsmessung den Sanierungserfolg nach. Die Konvergenz der Schachtwandung kam nach dem Sanieren nahezu zum Erliegen und betrug über einen Zeitraum von 2 Jahren für die häufigsten Messquerschnitte in Summe 1 – max. 3 mm. Nach einer gewissen Zuwachsphase kann basierend auf den derzeitigen Messwerten nahezu eine Bewegungsruhe gedeutet werden. Die höchste gemessene Konvergenz betrug in einem Einzelfall -3,3 mm/a. Die Messungen werden fortgesetzt.

Anfang 2019 wurden die Versuche an eingebauten Ankern im Schacht wiederholt. Die Prüfbedingungen wurden in allen vorliegenden Fällen erfüllt.

Seit Beginn der Sanierungsarbeiten unter Nutzung der beschriebenen Technologie wurden in den Schachtanlagen „Glückauf I“ und „Glückauf V“ der GSES Sondershausen durch die Mannschaft des Schachtbauspezialdienstleisters „Schachtbau Nordhausen GmbH“ folgende Leistungen erbracht:

- Einbau von 1.080 Stück IT-Selbstbohr-Ankern von 2 bis 5 m Länge
- Einbau von ca. 250 Stück Gewi-Ankern mit 2 m Länge
- Einbau von 1.300 m² Baustahlmatten Q 188A auf ca. 1.300 m² Schachtmauerwerk
- Einbau von 275 m² DOKS-Gewebematten auf ca. 275 m²
- Einbau von 120 t Trockenspritzbeton
- Einbau von 78.540 kg bzw. 74.460 Litern PU-Silikat – Injektionsharz

Besonders hervorzuheben ist, dass die Sanierungsarbeiten fast ausschließlich in der Nachtschicht und oftmals an Wochenenden stattfinden. Weiterhin ist eine mehrtägige Sanierung nur in den seltensten Fällen möglich, sodass die Arbeiten schrittweise und vorrangig in einer Schicht abgewickelt werden, da der Schacht an die Folgeschichten wieder sicher und betriebsbereit übergeben werden muss. Trotz der damit verbundenen Herausforderung für das Personal konnten bisher alle Arbeiten dank der Erfahrung und Umsicht der Handelnden ohne meldepflichtige Unfälle abgewickelt werden.

Quellen:

- [1] Diverse nicht veröffentlichte Prüfberichte, Nordhäuser Bauprüfinstitut für GSES GmbH, Frank Garthoff u. A.
- [2] Unveröffentlicht: Fachgutachterliche Stellungnahme zu den starken Mauerwerksschäden im Teufenbereich zwischen ca. 500 und 607 m des Schachtes V Glückauf Sondershausen vom 15.5.18, Joachim Kowarik, DMT Leipzig sowie diverse zugehörige Befahrungsberichte und Stellungnahmen durch J. Kowarik, DMT Leipzig
- [3] Produktangaben und Sicherheitsdatenblätter der Produkte MasterRoc MP 368TIX für die Komponenten A und B sowie MasterRoc MP 358 GS des Herstellers Master Builders Solutions, <https://www.master-builders-solutions.com>
- [4] alle Abbildungen: GSES mbH Sondershausen



Entwicklung einer Methode zur Bestimmung ausgewählter Carbonsäuren in hochsalinaren Lösungen



Dr. Juliane Apelt

wissenschaftliche
Mitarbeiterin
K+S Aktiengesellschaft,
Unterbreizbach

Bei der Aufbereitung von Kalirohsalzen kommen in einigen Prozessschritten bestimmte Carbonsäuren, wie z. B. Salicylsäure, als sogenannte Aufbereitungshilfsstoffe zum Einsatz. Zur öko- und humantoxikologischen Bewertung der – insbesondere in den Salzabwässern in geringen Spuren vorkommenden – Verbindungen ist die qualitative und quantitative Bestimmung eine wichtige Voraussetzung. Die Analyse in hochsalinaren Lösungen stellt hierbei besondere Ansprüche an die Probenvorbereitung und Instrumentierung.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurde eine Methode entwickelt, welche sensitiv die zu analysierenden Verbindungen detektiert. Durch vorherige flüssigchromatographische Auftrennung kann die massenspektrometrische Detektion (MS/MS) darüber hinaus auch zur Strukturaufklärung genutzt werden. Die Masterarbeit wurde in Kooperation der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Umweltchemie, mit dem K+S Analytik- und Forschungszentrum der K+S Gruppe durchgeführt.

Development of a method for the determination of selected carboxylic acids in highly saline solutions

In the processing of raw potash salts, selected carboxylic acid, such as salicylic acid, are used in some process steps as processing aids. Qualitative and quantitative determination is an important prerequisite for the ecological and human toxicological assessment of the compounds, which occur in small traces in particular in saline wastewater. The analysis in highly saline solutions requires special demands on sample preparation and instrumentation.

Within a master thesis a method containing liquid chromatography and electro spray (ESI) coupled mass spectrometry (HPLC-MS/MS) was developed and validated. The master thesis was carried out in cooperation with the Martin Luther University Halle-Wittenberg, Department of Environmental Chemistry, and the K+S Analytics and Research Center of the K+S Group.

Einführung

Bei der Aufbereitung des gewonnenen Rohsalzes nach dem ESTA®-Verfahren, einer elektrostatischen Trennmethode, wird mit Hilfe bestimmter Aufbereitungshilfsstoffe das Prinzip der unterschiedlichen triboelektrischen Aufladbarkeit der Salze zur Trennung genutzt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Analytik der eingesetzten Aufbereitungshilfsstoffe durch ein externes akkreditiertes Labor durchgeführt. Die diesem Artikel zugrunde liegende Masterarbeit diente dazu, eine interne Methode zu entwickeln, um diese Analytik in naher Zukunft im Zentrallabor des K+S Analytik- und Forschungszentrums durchzuführen. Die Kombination aus Festphasenextraktion und Flüssigchromatographie mit massenspektrometrischer Detektion ermöglicht dabei Nachweisgrenzen im unteren $\mu\text{g/L}$ -Bereich.

Methoden

Probenvorbereitung

In der Regel müssen bei analytischen Prozessen zu untersuchende Proben für die Messung vorbehandelt werden. Die zu analysierenden Bestandteile (Analyten) werden in diesem Schritt von den störenden Begleitkomponenten (Matrix) durch geeignete Verfahren abgetrennt. Die in den Proben enthaltenen Salze (z. B. NaCl, KCl) würden die Ionisation der Analyten während des Elektrospray-Vorgangs

(ESI) durch Abfangen der Ladung oder durch Adduktbildung negativ beeinflussen (Ionensuppression). Zudem besteht die Gefahr, dass die Salzlösung zu Gerätestörungen führt und die Quelle des Massenspektrometers durch Salzablagerungen stark verschmutzt wird. Die Abtrennung der salzhaltigen Matrix ist deshalb von besonderer Bedeutung.

Das am häufigsten verwendete Verfahren zur Abtrennung von Matrixbestandteilen und zur Anreicherung organischer Analyten ist die Festphasenextraktion, kurz SPE (engl. Solid Phase Extraction). Die flüssige Probe wird dabei auf eine mit geeignetem Sorbensmaterial gefüllte Kartusche aufgegeben. Vor Beginn der SPE wird das Packungsmaterial gewaschen, um etwaige Verunreinigungen aus dem Herstellungsprozess zu entfernen. Durch die anschließende Konditionierung und Equilibrierung wird das Sorbens mit Hilfe geeigneter Lösungsmittel aktiviert, damit die Analyten an der Oberfläche adsorbieren können, vgl. Abb. 1. Bei der Probenaufgabe können so zwischen den Analyten und dem Sorbens je nach Polarität unterschiedliche Wechselwirkungen – wie z. B. ionische Wechselwirkungen, π - π -Wechselwirkungen oder Wasserstoffbrückenbindungen – auftreten. So können sich die Analyten im Adsorptionsmaterial anreichern. Neben den Analyten können auch störende Matrixbestandteile auf der SPE-Säule zurückbleiben, welche durch weitere Waschschriffe entfernt werden (Clean-up). Im letzten Schritt werden die Analyten mit einem geeigneten Lösungsmittel eluiert [1,2]. Als SPE-Sorbensmaterial diente „Oasis HLB“ von Waters [3].

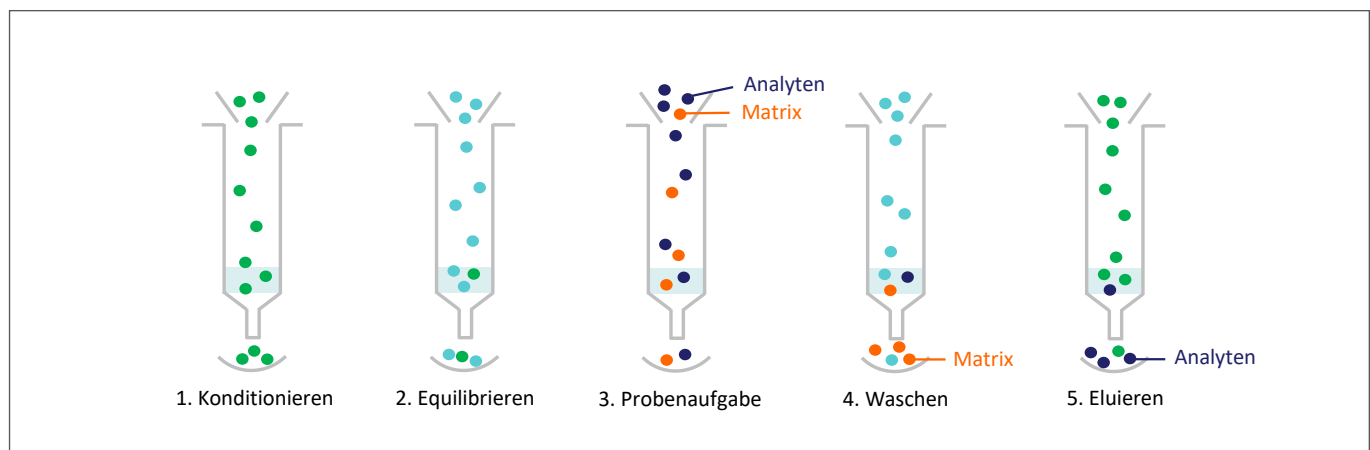


Abbildung 1: Ablauf einer Festphasenextraktion

Diese Umkehrphase besteht aus einem hydrophilen-lipophilen Polymer und dient zur Abtrennung bzw. Anreicherung von neutralen, sauren und basischen Verbindungen. Des Weiteren ist „Oasis HLB“ für polare und unpolare Analyten einsetzbar. Die Herausforderung bestand darin, für die unterschiedlichen Aufbereitungshilfsstoffe eine universelle SPE-Methode zu entwickeln.

Hochleistungsflüssigchromatographie

Die Flüssigchromatographie beruht auf der Grundlage zur Trennung von Stoffen mittels einer flüssigen mobilen Phase und einer festen stationären Phase. Die klassische Flüssigchromatographie wurde 1906 von Tswett eingeführt. Im Zuge des technischen Fortschritts wurde eine neue Generation von Flüssigchromatographen entwickelt, bei der das Laufmittel mit Hilfe von Druck über eine Trennsäule geleitet wird, was so zu wesentlich kürzeren Analysenzeiten führt. In der analytischen Chemie wurde damit die klassische Flüssigchromatographie durch die Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC, engl. High Performance Liquid Chromatography), ersetzt [2].

Eine HPLC-Anlage besteht aus unterschiedlichen Modulen (Abb. 2). Die mobile Phase wird mit einer Hochleistungspumpe über die Trennsäule gefördert. Mit Hilfe eines Injektionssystems oder eines vollautomatisierten Probennehmers wird die Probe in den Eluentenstrom gebracht, welcher anschließend zur Säule führt. Vor der Trennsäule befindet sich meistens eine kürzere Säule, die sogenannte Vor- oder Schutzsäule. Sie besteht aus der gleichen stationären Phase wie die eigentliche Trennsäule und dient dazu, dass u. a. feine Feststoffteilchen und stark absorbierende Komponenten festgehalten werden. Neben dem Schutz der Trennsäule separiert die Vorsäule die einzelnen Analyten grob vor. Anschließend wird die Probe mit den Eluenten über die Säule geführt und in ihre Bestandteile getrennt [2,4].

Je nachdem, welches Lösungsverhalten die in einer Probe enthaltenen Stoffe zeigen, wird eine entsprechende stationäre Phase zur Trennung gewählt. Allgemein gilt das von Paracelsus aufgestellte Prinzip „Similia Similibus Solvuntur“ (Ähnliches löst sich in Ähnlichem).

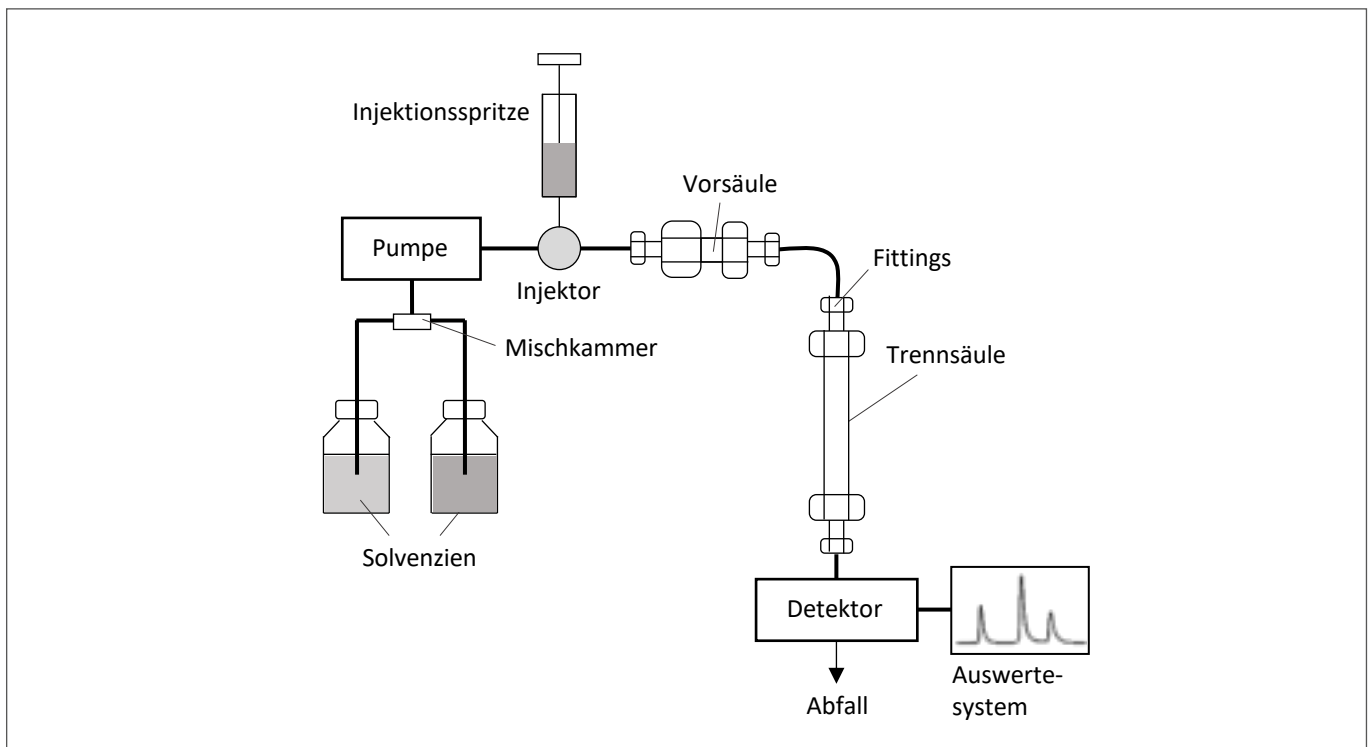


Abbildung 2: Aufbau einer HPLC-Anlage [2]

Die chromatographische Trennung der einzelnen Analyten erfolgte bei dieser Forschungsarbeit mit einer Kinetex® Phenyl-Hexyl-Säule (5 μm Partikelgröße, 250 x 4,6 mm, Phenomenex). Als mobile Phase diente ein Gemisch aus 5-mM Ammoniumacetat in Milli-Q-Wasser (Eluent A) und Methanol (Eluent B). Beide Eluenten wurden mit 0,1 % Essig versetzt. Eine Gradientenelution führte zu einer weitgehenden Basislinientrennung der Analyten.

Massenspektrometrie

Eugen Goldstein entdeckte 1886 die Kanalstrahlen (Strahlen aus positiv geladenen Ionen) und schuf so den Grundstein für die Massenspektrometrie. F. W. Aston konnte mit Hilfe massenspektrometrischer Messungen 212 natürliche Isotope nachweisen und erhielt dafür 1922 den Nobelpreis in Chemie. Heute gilt die Massenspektrometrie als unverzichtbare analytische Messmethode zur Identifizierung organischer und anorganischer Verbindungen in den vielen naturwissenschaftlichen Bereichen (Chemie, Biochemie, Pharmazie usw.) und ist so eines der zentralen analytischen Methoden für interdisziplinäre Fragestellungen [1,5].

Durch die Kopplung mit der Flüssigchromatographie (LC-MS) kann die Analyse komplexer organischer Gemische durchgeführt werden. Bei Spurenanalysen können sehr niedrige Nachweisgrenzen erreicht werden. Außerdem verfügt ein LC-MS-System über eine hohe Selektivität.

Allgemein ist ein Massenspektrometer aus einer Ionenquelle, einem Massenanalysator und einem Detektor aufgebaut. In der Ionenquelle werden die von der Säule eluierten Komponenten ionisiert. Diese Ionisierung kann mit unterschiedlichen Methoden erfolgen. Für die LC-MS-Kopplung ist die Elektrospray-Ionisation (ESI) die am häufigsten verwendete Ionisierungsmethode (Abb. 3).

Als Massenanalysator wird bei der LC-MS-Kopplung hauptsächlich der Quadrupol-Detektor verwendet. Ein Quadrupol besteht aus vier zylindrisch angeordneten Stabelektroden, die quadratisch angeordnet sind. An die gegenüberliegenden Elektroden ist jeweils eine Gleichspannung angelegt. Mit einer zusätzlichen modulierbaren Hochspannungsfrequenz werden nur Ionen einer bestimmten Masse auf einer stabilen Bahn durch die Stabelektroden zum Massendetektor geleitet.

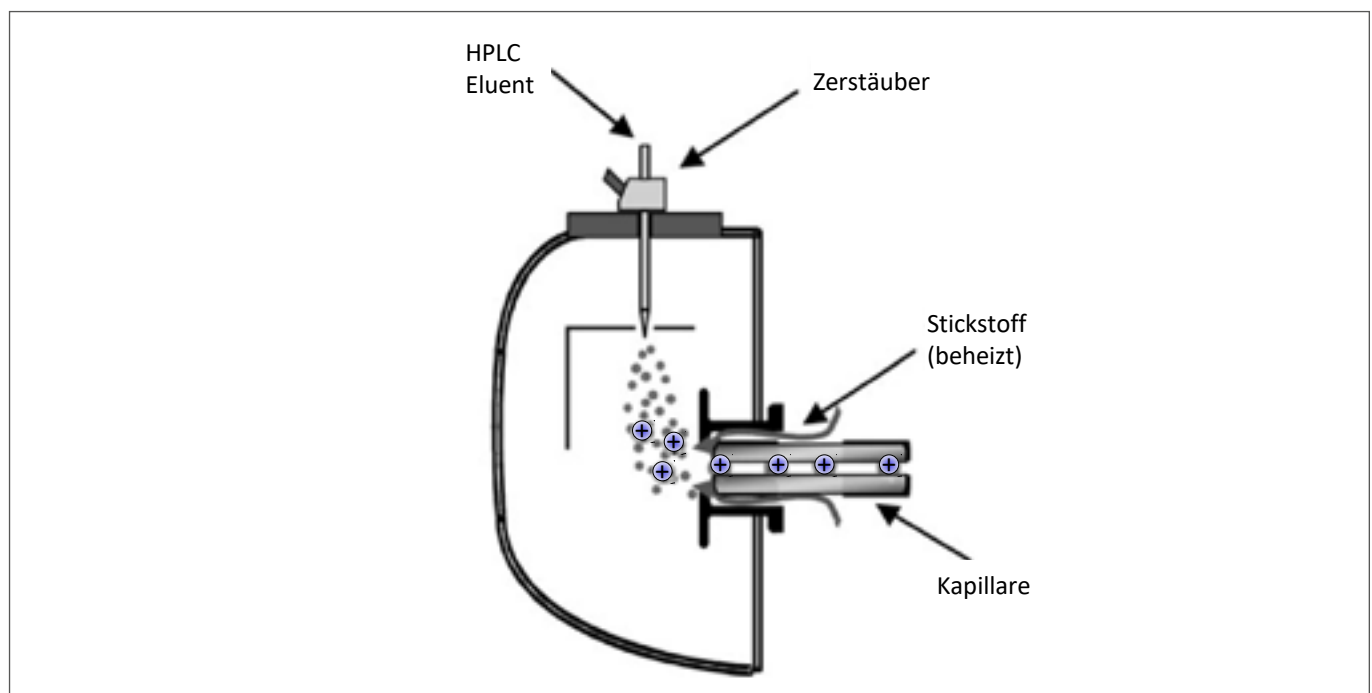


Abbildung 3: Schema einer Elektrospray-Ionenquelle [6]

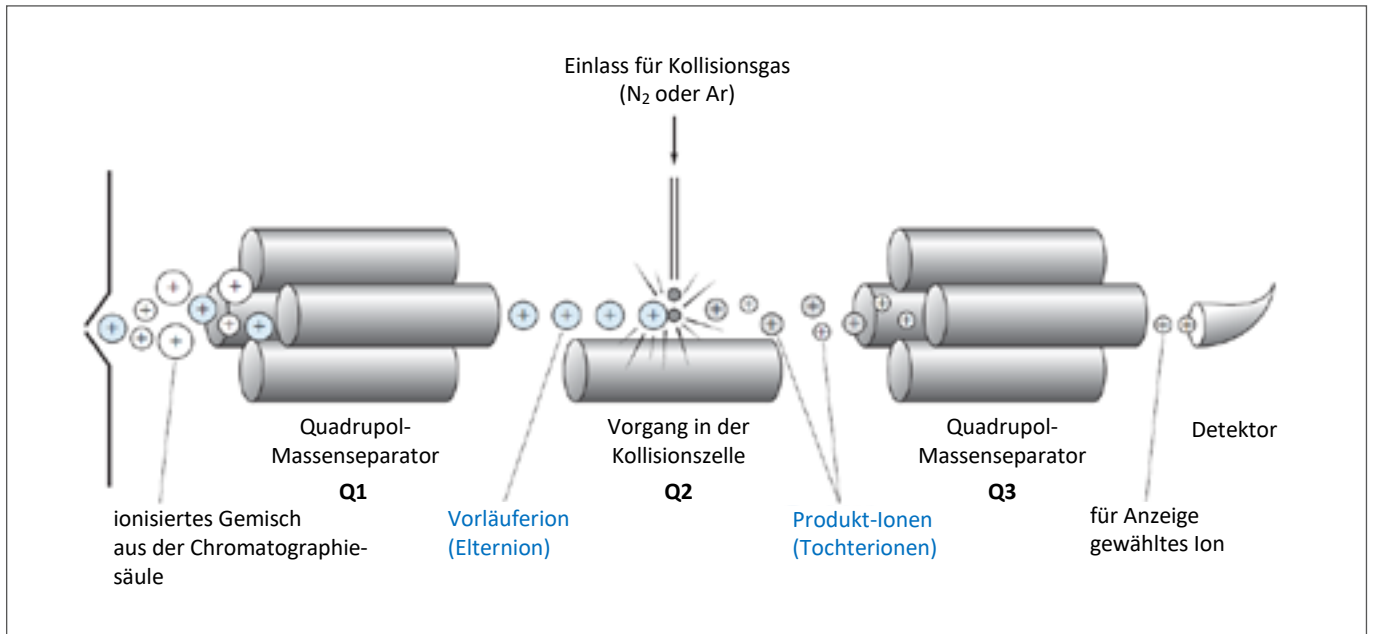


Abbildung 4: Aufbau eines Triplequad-Massenspektrometers [4]

Die folgende Gleichung in Abb. 5 zeigt als Beispiel die Fragmentierung von Salicylsäure.

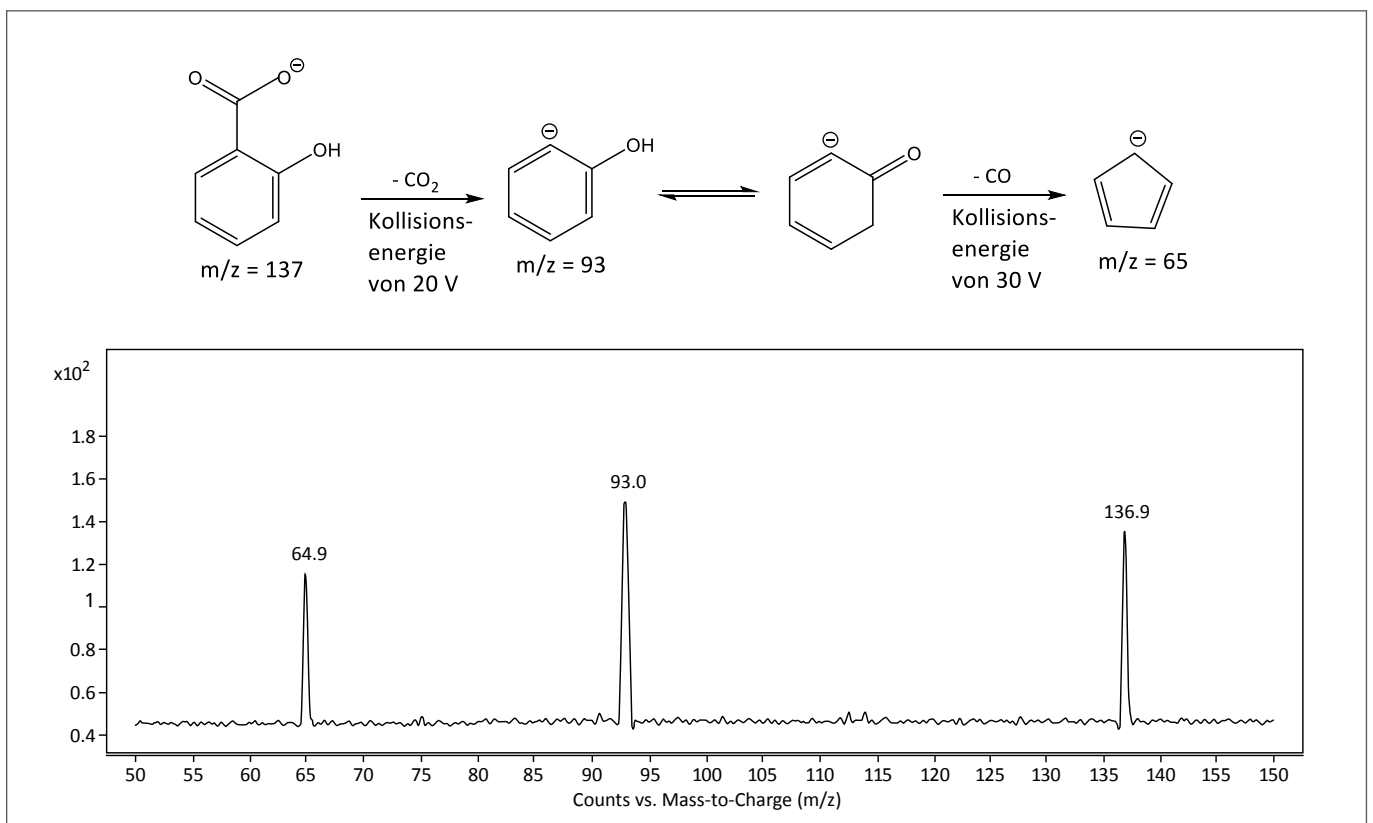


Abbildung 5: Fragmentierungsmuster der Salicylsäure

Neben einem einzelnen Quadrupol wird bei der Strukturauflösung eine Abfolge von drei Quadrupolen (Triplequad; eng. triple quadrupole) bevorzugt. Der erste Quadrupol (Q1) dient zur Selektion der Targetionen ($[M+H]^+$ oder $[M-H]^-$), welche zuvor im ESI-Interface entstanden sind. Anschließend werden diese in den zweiten Quadrupol geleitet, der Kollisionszelle. Hier werden die zuvor selektierten Teilchen durch ein Kollisionsgas, z. B. Stickstoff oder Argon, fragmentiert. Im dritten Quadrupol (Q3) findet dann die Massenselektion der Fragmente statt, wobei die Ionen mit dem gewünschten m/z -Verhältnis zum Detektor geleitet werden. Im Detektor wird der aufgetrennte Ionenstrom in einen elektrisch messbaren Strom (Messsignal) umgewandelt (Abb. 4) [7].

Ergebnisse

Methodenentwicklung/-optimierung

Mit Einzelstandards der Analyten wurden zunächst die massenspektrometrischen Parameter wie Target- und Fragmentationen sowie die zugehörigen Kollisionsenergien ermittelt. Mit Hilfe dieser Daten konnten anschließend die chromatographischen Einstellungen optimiert werden.

Dabei wurden diese Einstellungen (z. B. stationären Phase, Elutionsmittel und Gradient) so gewählt, dass eine möglichst schnelle und vollständige Trennung der Analyten gewährleistet ist. Abb. 6 stellt den Einfluss der Säulentemperatur auf die Intensität und die Retentionszeit am Beispiel der Salicylsäure graphisch dar.

Wie anhand des Ionenchromatogramms der Salicylsäure deutlich wird, führt die höhere Säulentemperatur zu einer verbesserten Peakkapazität und Selektivität. Eine Steigerung der Peakkapazität führt zu schmalere Peaks und so zu einer effizienteren Trennung der Analyten. Des Weiteren wurde durch die Erhöhung der Temperatur die Peakhöhe und -fläche gesteigert und damit die Empfindlichkeit.

Durch die Optimierung der massenspektrometrischen Parameter wurde die Ionisationseffizienz für die spezifischen Massenübergänge erhöht. Außerdem wurden zur Steigerung der Empfindlichkeit die Einstellungen so gewählt, dass neben der hohen Ionisierungsausbeute möglichst viele Ionen in die Kapillare transferiert werden. Zu den MS-Parametern gehören u. a. die Gastemperaturen und -flüsse, Kapillarspannung, Nadelspannung und die Zerstäuber-Einstellungen.

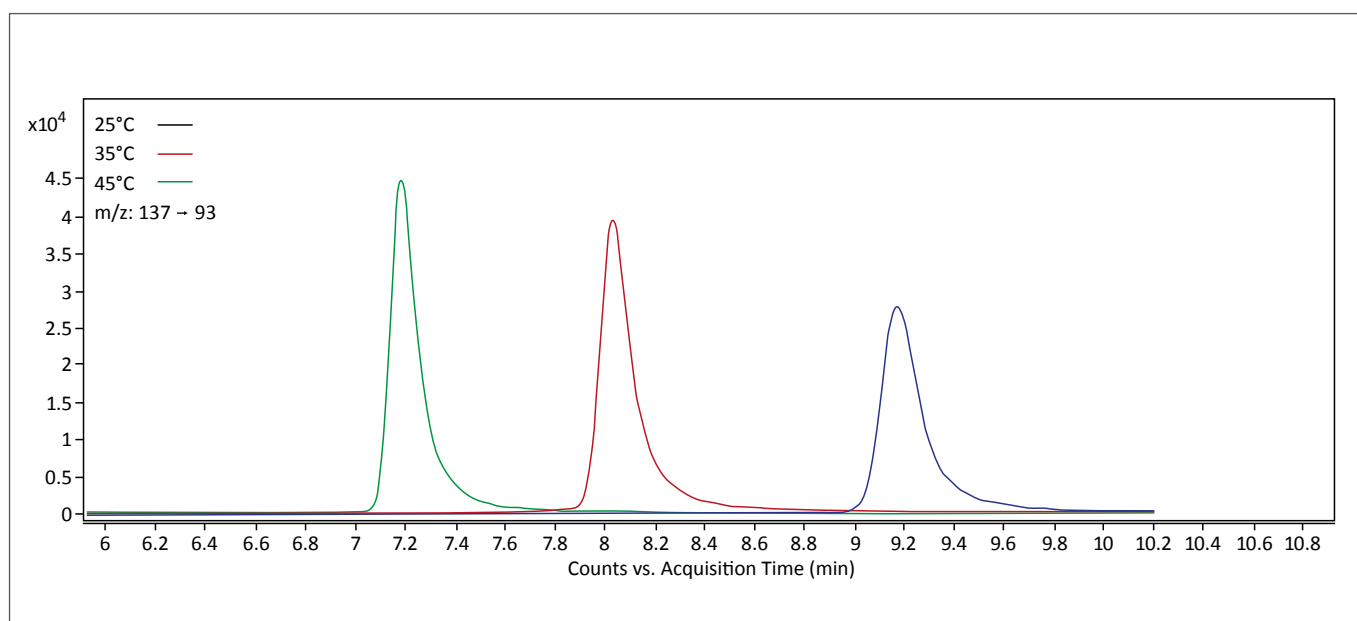


Abbildung 6: Chromatogramm zur Optimierung der Säulentemperatur für Salicylsäure

Methodenvalidierung

Nach der Methodenentwicklung wurde die Methode gemäß den ICH-Richtlinien (International Conference on Harmonisation) validiert. Geprüft wurde u. a. auf Linearität, Präzision und Richtigkeit. Aus der Kalibrierung wurde das Bestimmtheitsmaß jedes Analyten berechnet. Diese liegt im unteren Messbereich $R^2 > 0,99$. Mittels Anpassungstest nach Mandel wurden alle Kalibrierfunktionen hinsichtlich ihrer Linearität bestätigt. Die Messpräzision (Schwankung der Messwerte) liegt bei $< 5\%$, was hinsichtlich der Komplexität der Messmethode ein gutes Ergebnis darstellt. Die Methodenpräzision, die ein Maß für die Streuung der Ergebnisse über die gesamte Methode von der Probenvorbereitung bis hin zur Auswertung zusammenfasst, beträgt nicht mehr als 10% .

Die Nachweisgrenze ist die kleinste nachweisbare Konzentration, welche sich signifikant vom Leerwert unterscheidet. Somit kann aus der Nachweisgrenze lediglich auf die Anwesenheit oder Abwesenheit eines Analyten rückgeschlossen werden. Die kleinste quantifizierbare Konzentration ist als Bestimmungsgrenze definiert. Beide Berechnungen erfolgten nach dem Kalibrierkurvenmodell (DIN 32645). Die Nachweisgrenzen liegen für die unterschiedlichen Carbonsäuren im Bereich von $0,03$ bis $0,37 \mu\text{g/L}$ und die Bestimmungsgrenzen im Bereich von $0,5$ bis $1,5 \mu\text{g/L}$. Die Ergebnisse der Methodenvalidierung bestätigten, dass die Methode für die Analyse der Aufbereitungshilfsstoffe in hochsalinaren Lösungen geeignet ist.

Zusammenfassung

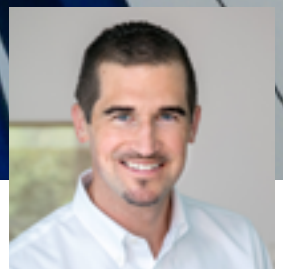
Zur Analyse der interessierenden Carbonsäuren wurde eine Methode entwickelt, mit der die Analyten mittels HPLC-MS/MS in einem sensitiven Bereich von $0,5 - 10 \mu\text{g/L}$ quantitativ bestimmt werden können. Durch die Verwendung eines Gradientenprogramms sowie eines selektiven Scan-Modus konnten alle Analyten reproduzierbar nacheinander analysiert werden. Die restlichen Analyten konnten mittels ihrer Retentionszeiten und der spezifischen Massenübergänge detektiert und quantifiziert werden. Die Bestimmungsgrenzen der interessierenden Carbonsäuren konnten gegenüber dem externen akkreditierten Labor wesentlich verbessert werden. Zudem konnte die Methode inzwischen erfolgreich akkreditiert werden.

Die störende Salzmatrix der Proben konnte durch die Etablierung einer automatisierten Festphasenextraktion entfernt werden. Für die Analyten konnte eine geeignete Methode mit Wiederfindungsraten im Bereich von 80% bis 120% entwickelt werden.

Auf der Grundlage der Masterarbeit wurde ein Promotionsprojekt mit dem Thema „Austrag und Abbau von Aufbereitungshilfsstoffen (AHS) aus den Prozessen der Kaliohalsaufbereitung im Werk Werra am Beispiel ausgewählter Carbonsäuren“ initiiert und erfolgreich abgeschlossen.

Quellen:

- [1] K. Cammann, *Instrumentelle Analytische Chemie*, 1. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2001.
- [2] M. Otto, *Analytische Chemie*, 4. Aufl., Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, 2011.
- [3] S. Marchese, D. Perret, A. Gentili, R. Curini, F. Pastori, *Determination of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs in Surface Water and Wastewater by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry*, *Chromatographia*, 2003, 58, 263 – 269.
- [4] D. C. Harris, *Lehrbuch der Quantitativen Analyse*, 8. Aufl., Springer Verlag, Berlin, 2014.
- [5] S. K. T. Seralio, A. C. Valese, H. Daguer, G. Bergamo, M. S. Azevedo, L. V. Gonzaga, R. Fett, A. C. O. Costa, *Development and validation of a LC-ESI-MS/MS method for the determination of phenolic compounds in honeydew honeys with the diluted-and-shoot approach*, *Food Rev. Int.*, 2016, 87, 60 – 67.
- [6] S. Kromidas, *Das HPLC-MS-Buch für Anwender*, Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, 2017.
- [7] J. H. Gross, *Massenspektrometrie*, Springer Verlag, Berlin, 2013.



Tobias Andres

Leiter EU-Büro Brüssel
Verband der Kali- und
Salzindustrie e.V.

EU-Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2021 „Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe“ (EU Principles for Sustainable Raw Materials) verabschiedet und veröffentlicht. Die Kali- und Salzindustrie bekennt sich zu diesen Grundsätzen und begrüßt die Aktivitäten der Europäischen Kommission für eine nachhaltige und sichere Rohstoffversorgung. Damit soll ein gemeinsames Nachhaltigkeitsverständnis bei der Gewinnung und Verarbeitung von nicht-energetischen Rohstoffen geschaffen und die Nachhaltigkeit von Lieferketten gestärkt werden.

EU Principles for Sustainable Raw Materials

In 2021, the European Commission adopted and published the “EU Principles for Sustainable Raw Materials”. The German Potash and Salt Industry is committed to these principles and supports the Commission’s activities on sustainable and secured raw material supply chains. With the aim to align the understanding of sustainable raw material extraction and processing and to improve the sustainability performance of supply chains.



Einführung

Ziel der EU-Politik ist es, Europa nachhaltiger und digitaler zu gestalten. Dies umfasst eine ambitionierte Umweltschutzpolitik, Digitalisierung und Klimaneutralität bis 2050. Für diese Transformation erwartet die Europäische Kommission in den kommenden Jahrzehnten eine erheblich steigende Nachfrage nach Rohstoffen aufgrund des Mehrbedarfs an Rohstoffen für grüne Technologien, erneuerbare Energien sowie den Ausbau digitaler Infrastrukturen. Dieser Mehrbedarf an Rohstoffen wird nicht durch Wiederverwendung oder Recycling allein bedient werden können. Es wird daher künftig deutlich mehr Primärrohstoffgewinnung in und außerhalb Europas notwendig sein, um die Transformation der europäischen Volkswirtschaft zu ermöglichen. Die Rohstoffgewinnung soll dabei schonend und nachhaltig erfolgen.

Vor diesem Hintergrund hat die Europäische Kommission gemeinsam mit der EU Raw Materials Supply Group, einer Sachverständigengruppe aus Vertretern der Mitgliedstaaten, regionaler Behörden, Industrie, Zivilgesellschaft, Sozialpartnern und Forschungseinrichtungen, in einem mehrjährigen Prozess Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe entwickelt. Diese Grundsätze sollen Rohstoffproduzenten und -verwendern als Leitfaden für nachhaltiges Handeln im Bereich der Rohstoffgewinnung dienen und innerhalb der EU ein gemeinsames Verständnis hierfür schaffen. Die Grundsätze beziehen sich auf nicht-energetische Rohstoffe und haben zum Ziel, einen besseren Austausch mit der Öffentlichkeit über die Bedingungen der nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung in Europa zu ermöglichen sowie die öffentliche Akzeptanz dafür zu steigern. Die insgesamt acht Grundsätze bauen auf bestehenden EU-Rechtsvorschriften auf und beziehen sich auf international vereinbarte Initiativen zur nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung.

Die Kali- und Salzindustrie unterstützt und bekennt sich zu diesen Grundsätzen und begrüßt die Aktivitäten der Europäischen Kommission für eine nachhaltige und sichere Rohstoffversorgung.

EU-Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe

Die acht Grundsätze der EU für nachhaltige Rohstoffe beziehen sich auf die Bereiche Soziales, Wirtschaft und Ökologie und lauten wie folgt*:

1.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung trägt zur Förderung der Menschenrechte, der Gemeinschaften und der verantwortungsvollen Staatsführung bei durch:

- a. die Achtung der Menschenrechte, Kulturen, Bräuche und Werte von Menschen, einschließlich indigener Bevölkerungsgruppen, die von Gewinnungs- und Verarbeitungstätigkeiten betroffen sind;
- b. einen konstruktiven und aktiven Dialog mit den betroffenen Gemeinschaften und Arbeitnehmern, einschließlich der indigenen Völker, um die soziale, wirtschaftliche und institutionelle Entwicklung dieser Gemeinschaften voranzubringen. Der Dialog muss wirksam und transparent geführt werden und die Berichterstattungsmodalitäten in Bezug auf die betroffenen Interessenträger einhalten;
- c. die Verpflichtung, dafür Sorge zu tragen, dass die sicheren Lebensbedingungen in den betroffenen Gemeinschaften, einschließlich der indigener Völker, nicht durch unsichere Gewinnungs- und Verarbeitungstätigkeiten gefährdet werden.

2.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung fördert menschenwürdige Arbeitsbedingungen durch:

- a. die Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund der Verpflichtung zu einem Null-Unfall-Ziel;
- b. den kontinuierlichen Ausbau der Kompetenzen der Arbeitnehmer durch die Schaffung und Aufrechterhaltung eines stabilen und hochwertigen Arbeitsplatzes;



c. die Achtung der Arbeitnehmerrechte im Einklang mit den Grundübereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation.

3.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung steht im Einklang mit allen Gesetzen und Vorschriften in der EU, einschließlich der in den EU-Verträgen verankerten EU-Rechtsvorschriften.

4.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung ist ein wesentlicher Bestandteil nachhaltiger Wertschöpfungsketten, die für das Wirtschaftswachstum und die Nachhaltigkeit der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft sowie für den Übergang zu Klimaneutralität und einer digitalen Wirtschaft von strategischer Bedeutung sind, bei gleichzeitiger Einhaltung des Grundsatzes der „Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen“, der im europäischen Grünen Deal festgelegt ist, da sie:

- zum Wirtschaftswachstum und zum sozioökonomischen Fortschritt von Gemeinschaften, einschließlich indigener Völker, beiträgt, die mit Gewinnungs- und Verarbeitungstätigkeiten in Verbindung stehen oder von ihnen betroffen sind;
- zur Sicherstellung der langfristigen Nachhaltigkeit und wirtschaftlichen Tragfähigkeit durchgeführt wird, um den Bedarf der modernen Gesellschaft an Mineralien und Metallen zu entwickeln und zu decken;

c. Innovationen ermöglicht und die Übernahme digitaler Technologien im Hinblick auf sicherere, sauberere und kostengünstige Produktionsprozesse fördert;

d. für die Durchsetzung von kreislaforientierten und ressourceneffizienten mineralienbasierten Technologie-Wertschöpfungsketten sorgt, um die Abfallverwertung zu fördern und die Energiewende und Elektrifizierung zu ermöglichen.

5.

Bei der nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung wird für eine solide Haushaltsführung gesorgt durch:

- eine entsprechend verantwortungsvolle Handhabung aller finanziellen Angelegenheiten und ökologischen und sozialen Aspekte der Tätigkeiten;
- die Einbeziehung der Nachhaltigkeit in die Unternehmensführungsstrategien und Managementsysteme auf der Grundlage der sozialen Verantwortung der Unternehmen einschließlich des Risikomanagements und der Achtung der Rechtsstaatlichkeit;
- die Anwendung solider Transparenzsysteme, auch bei den nichtfinanziellen Informationen, für Investoren und Öffentlichkeit;
- die Einhaltung ethischer Unternehmenspraktiken, bei denen in allen Geschäftsbereichen die höchste Unternehmensintegrität gewahrt wird, und die Einhaltung solider Governance-Systeme, wie sie in den Rechtsvorschriften der EU und der Mitgliedstaaten und in einschlägigen international anerkannten Leitlinien festgelegt sind.

6.

Bei der nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung wird für ein solides Umweltmanagement gesorgt durch:

- a. ein solides wissenschaftlich fundiertes und wissenschaftsbasiertes Umweltmanagement der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit im Einklang mit dem geltenden Rechtsrahmen und dem europäischen Grünen Deal; dabei erfolgen eine angemessene Überwachung, Bewertung und Minimierung der wichtigsten negativen Auswirkungen der Tätigkeiten auf die Umwelt (z. B. Wasser, Luft, Boden) und der daraus resultierenden Schäden;
- b. die Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen während der gesamten Dauer einer Gewinnungs- und Verarbeitungstätigkeit, von der Exploration bis nach der Stilllegung;
- c. die Anwendung der besten verfügbaren Techniken für die Bewirtschaftung mineralischer Abfälle im Einklang mit der Richtlinie über mineralische Abfälle und dem geltenden BVT-Merkblatt für die Bewirtschaftung von Abfällen aus der mineralgewinnenden Industrie;
- d. die Anwendung – im Einklang mit den geltenden EU-Rechtsvorschriften, dem europäischen Grünen Deal und der Biodiversitätsstrategie – der Vorschriften zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Minimierung der gegebenenfalls eintretenden negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt sowie erforderlichenfalls die Gewährung eines entsprechenden Ausgleichs in Form von integrierten Ansätzen und die Vereinbarkeit von mineralgewinnenden und verarbeitenden Tätigkeiten mit Umweltschutzzielen.

7.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung verbessert und fördert eine effiziente Energienutzung und unterstützt Klimaschutz- und -anpassungsmaßnahmen durch:

- a. die Verbesserung der Effizienz der Energienutzung und die Förderung der Nutzung erneuerbarer Ener-

giequellen zur Minimierung der Treibhausgasemissionen. Die CO₂-Äquivalent-Emissionen werden gemessen und/oder geschätzt und entsprechend den anerkannten und in EU- und nationalen/regionalen Rechtsvorschriften festgelegten Meldestandards gemeldet;

- b. die Unterstützung oder Ausrichtung auf die Ziele weltweiter Klimaschutzübereinkommen durch wissenschaftlich fundierte Ziele zur Verringerung oder Minderung von CO₂-Äquivalent-Emissionen und Förderung der Nutzung verfügbarer erneuerbarer Energiequellen;
- c. die Bewertung der Anfälligkeit der Tätigkeiten für den Klimawandel, die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Tätigkeiten gegenüber dem Klimawandel durch geeignete Anpassungsmaßnahmen sowie das Beitragen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit der in der Nähe lebenden Gemeinschaften, einschließlich indigener Völker, gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels.

8.

Die nachhaltige Rohstoffgewinnung und -verarbeitung umfasst die Materialverantwortung und leistet einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft der EU, soweit möglich und im Rahmen ihrer Zuständigkeit, durch:

- a. die Ermöglichung und Förderung der sicheren Verwendung, des Recyclings und der Entsorgung von Produkten durch Schaffung eines Bewusstseins für die Verwendung ihrer Stoffe oder die Materialverantwortung in den entsprechenden Bereichen;
- b. die Förderung der Materialverantwortung im Bergbau und bei der Verarbeitung, einschließlich der wirtschaftlichen Gewinnung von Nebenprodukten und der Rückgewinnung von Rohstoffen aus Bergbau- und Verarbeitungsabfällen sowie anderen Sekundärressourcen.

*Text und Grafik übernommen aus "EU-Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe", Europäische Kommission (2021)



Nachhaltigkeit in der Kali- und Salzindustrie

Die deutsche Kali- und Salzindustrie steht für eine nachhaltige Rohstoffgewinnung am Standort Deutschland. Die Branche denkt und handelt – wie für den Bergbau typisch – langfristig. Unternehmerische Entscheidungen müssen auf Jahrzehnte hinaus getroffen werden. Nachhaltigkeit ist daher für die Branche von herausragender Bedeutung in sozialer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht. Insbesondere gegenüber den großen außereuropäischen Wettbewerbern aus Russland und Belarus ist die heimische Kaligewinnung nicht nur ein Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit,

sondern entscheidend für eine sichere und zuverlässige Rohstoffversorgung.

Aufgrund der einzigartigen Lagerstätten ist Deutschland in der Lage, den Kali- und Salzbedarf aus heimischer Rohstoffproduktion zu decken. Für Kunden und Verbraucher bedeutet dies neben der hohen Versorgungssicherheit vor allem auch einen ökologischen Vorteil aufgrund regionaler Produkte und lokaler Wirtschaftskreisläufe, die die Umwelt und das Klima schonen. Zudem stellen die untertägigen Hohlräume im Bergbau eine sichere und umweltgerechte Entsorgungsoption dar.



Energieeffizienz und Klimaschutz

Die deutsche Kali- und Salzindustrie zählt zu den energieintensiven Branchen und ist Teil des europäischen Emissionshandelssystems. Etwa drei Viertel der Energie werden dabei als Wärme und ein Viertel als Strom genutzt. Die Branche bekennt sich zum Ziel der Klimaneutralität bis 2045. Die Branche hat durch Energieeffizienzmaßnahmen, den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Kapazitätsabbau ihre CO₂-Emissionen seit 1990 bereits um 80% reduziert. Damit verfügt Deutschland gegenüber den internationalen Großanbietern über die klimafreundlichste Produktion weltweit. Bei der weiteren Dekarbonisierung bedarf es politischer Unterstützung für den existenziell notwendigen Carbon-Leakage-Schutz und für die Verfügbarkeit von grünem Strom zu wettbewerbsfähigen Preisen (Industriestrom für ca. 4 Cent/kWh).

Umwelt- und Naturschutz

Die Branche hat in den letzten Jahrzehnten durch umfassende Investitionen und entsprechender Umweltmanagementsysteme erhebliche Verbesserungen im Bereich des Umwelt-, Natur- und Gewässerschutzes erzielt. Für die Kali- und Salzindustrie ist insbesondere der Gewässerschutz von großer Bedeutung. Der (Kali- und Salz-) Bergbau ist – wie

auch andere Industriezweige – für viele seiner Prozesse auf die Nutzung von Wasser angewiesen. Zudem ist in der Kaliindustrie weltweit die Förderung und Aufbereitung der Rohstoffe sowie die Aufhaltung der hierbei entstehenden festen Rückstände mit der Entstehung salzhaltiger Abwässer verbunden. Der Kalibergbau hat bereits in den vergangenen Jahren durch hohe Investitionen den Anfall von Salzabwässern reduziert und dadurch die Gewässer erheblich entlastet. Weitere Maßnahmen zur Reduktion von Salzabwässern sollen auch zukünftig umgesetzt werden und damit zur Verbesserung der Gewässerqualität beitragen. Hierzu gehören auch Maßnahmen zur Abdeckung der Rückstandshalden sowie die Entsorgung von Salzlösungen unter Tage. Dieser Weg wird konsequent fortgesetzt mit dem Ziel, nachteilige Umweltauswirkungen weiter zu reduzieren.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sind für den Kali- und Salzbergbau von herausragender Bedeutung. Die konsequente Umsetzung und Einhaltung der gesetzlichen und betrieblichen Regelungen an den Arbeitsplätzen unter und über Tage trägt zur Vermeidung von Gefährdungen und zur Erhaltung der Gesundheit der Beschäftigten bei. Die Branche investiert daher in erheblichem Maße und mit großem Erfolg in den Schutz und in die Sicherheit der Beschäftigten. So ist beispielsweise die Zahl der betrieblichen Unfälle in der Kali- und Salzindustrie seit vielen Jahren deutlich niedriger als in anderen Industriebranchen- trotz des anspruchsvollen Umfeldes. Durch umfangreiche Maßnahmen wurde die Luftqualität unter Tage weiter verbessert. Dieser Weg der ambitionierten reduzierten Arbeitsplatzgrenzwerte wird weiter konsequent beschritten.

Beschäftigte und Soziales

Im Mittelpunkt steht der Mensch. Die Beschäftigten und ihre Familien verbindet dabei eine für den Bergbau typische besondere Kultur des Miteinanders und Zusammenhalts. Mitbestimmung, Arbeitnehmervertretung, Sozialleistungen und Sozialpartnerschaft sind im Bergbau beispielgebend und Beleg für Teilhabe und funktionierendes betriebliches Miteinander.

Die Kali- und Salzindustrie ist Partner in den Regionen, in denen sie tätig ist und prägt die dortige Wirtschaftsstruktur über Jahrzehnte. Die Branche sorgt mit über 11.000 Arbeitsplätzen für sichere Beschäftigung und ist eine wirtschaftliche Säule insbesondere auch in ländlichen Regionen, in denen eine Vielzahl an regionalen Betrieben, Handwerkern, Dienstleistern und öffentlichen Haushalten partizipiert. Die Branche ist sich ihrer Verantwortung bewusst und steht daher im ständigen Dialog mit Kunden, Geschäftspartnern, Stakeholdern aus der Politik, den Gemeinden, der örtlichen Bevölkerung sowie Vertretern der Zivilgesellschaft. Die Unternehmen unterstützen darüber hinaus zahlreiche Einzelprojekte in den Bereichen Bildung, Soziales und Kultur.

Versorgungssicherheit

Deutschland verfügt über reichhaltige Kali- und Salzvorkommen, die sich vor über 200 Millionen Jahren in Tiefen bis zu 1.500 Metern in hochreiner Form abgelagert haben. Deutschland zählt zu den weltweit führenden Anbietern von Kali- und Salzprodukten. Die nachhaltige heimische Gewinnung dieser Rohstoffe ermöglicht eine sichere, lokale Rohstoffversorgung und verringert kritische Abhängigkeiten von außereuropäischen Wettbewerbern, die zu niedrigeren Klima-, Umwelt-, Sozial-, Arbeits- und Sicherheitsstandards produzieren.

Der Ukraine-Krieg und der bereits zuvor offensichtlich gewordene weltweite Hunger nach (kritischen) Rohstoffen haben sehr klar aufgezeigt, wie groß die deutsche und europäische Abhängigkeit von Rohstoffen ist. Es ist daher entscheidend, den heimischen Bergbau zu stärken, um nicht in weitere Abhängigkeiten zu geraten bzw. bestehende Abhängigkeiten zu reduzieren.

Entsorgung und Verwertung

Die Kali- und Salzbranche ist ein unverzichtbarer Bestandteil der europäischen Entsorgungswirtschaft. Bei zahlreichen industriellen Prozessen fallen gefährliche Abfälle an, für die aus unterschiedlichen (Umweltschutz-) Gründen keine oberirdische Beseitigungs- bzw. Verwertungsmöglichkeit zur Verfügung stehen (z. B. Rauchgasreinigungsrück-

stände und Filterstäube aus Müllverbrennungsanlagen). Die betreffenden Abfälle werden seit Jahrzehnten durch die Einlagerung in den bei der Gewinnung der Rohsalze entstandenen untertägigen Hohlräumen der Biosphäre dauerhaft entzogen und damit langzeitsicher beseitigt oder verwertet. Weiterhin arbeitet die Branche an der Abdeckung der Kali-Großhalden. Durch die Abdeckung wird zum einen – als Beitrag zum Umweltschutz – vermieden, dass salzhaltige Wässer entstehen. Zum anderen wird der Volkswirtschaft ein Verwertungsangebot für geeignete Materialien gemacht.

Weitere Informationen zum Nachhaltigkeitsengagement der Kali- und Salzindustrie unter www.vks-kalisalz.de.



EU-Grundsätze für nachhaltige Rohstoffe:
<https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/5177cf81-78db-11ec-9136-01aa75ed71a1>

K+S GRUPPE

K+S erhöht Ergebnisprognose für das Geschäftsjahr 2022

Die K+S Aktiengesellschaft hebt die Prognose für das erwartete EBITDA der K+S Gruppe im Geschäftsjahr 2022 auf 2,3 bis 2,6 Mrd. € an (bisherige Prognose Gesamtjahr 2022: 1,6 bis 1,9 Mrd. €; Vorjahr: 969 Mio. €). Der bereinigte Freie Cashflow wird unter der Annahme von gut 400 Mio. € Investitionen im Gesamtjahr 2022 zwischen 1.000 und 1.200 Mio. € erwartet (bisherige Prognose: rund 600 bis 800 Mio. €; Vorjahr: 92,7 Mio. €).

Die Anhebung der Prognose beruht im Wesentlichen auf nochmals höheren Durchschnittspreisen im Kundensegment Landwirtschaft. Diese werden erwartete Kostensteigerungen, insbesondere für Energie, Logistik und Material, deutlich übertreffen.

Bei der erwarteten Verbesserung des EBITDA bzw. des bereinigten Freien Cashflow geht K+S von einer uneingeschränkten Produktion im weiteren Jahresverlauf aus. Mögliche Produktionsunterbrechungen, hervorgerufen durch eventuelle Beeinträchtigungen bei der Energieversorgung deutscher Standorte (Gasmangellage), sind nicht berücksichtigt.

K+S spendet 500.000 € für humanitäre Hilfe an die Ukraine

Zur Unterstützung der durch den Krieg in der Ukraine in Not geratenen Zivilbevölkerung hat K+S eine halbe Million Euro Soforthilfe bereitgestellt. Das Geld geht an die „Aktion Deutschland Hilft“.

Veränderung im Vorstand

Der Aufsichtsrat der K+S Aktiengesellschaft hat sich in beiderseitigem Einvernehmen mit Finanzvorstand Thorsten Boeckers (46) gemeinsam darauf verständigt, das Vertragsverhältnis von Herrn Boeckers Ende Februar dieses Jahres aufzuheben. Dr. Burkhard Lohr, Vorsitzender des Vorstands, wird übergangsweise auch die Funktion des Finanzvorstands übernehmen. Gemeinsam mit Holger Riemensperger, Chief Operating Officer, der zugleich die Aufgaben des Arbeitsdirektors von Dr. Lohr übernimmt, wird er weiterhin den Vorstand des Unternehmens bilden.

Der Aufsichtsrat der K+S Aktiengesellschaft hat zugleich Herrn Dr. Christian H. Meyer (50) zum neuen Finanzvorstand bestellt. Er wird im Frühjahr 2023 die Steuerung und Weiterentwicklung des Finanzbereichs bei K+S übernehmen.



Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.