

KALI & STEINSALZ

03
2016

Wertvolle Rohstoffe aus Deutschland

Sadoun

„Transformation unserer Welt: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ als unternehmerische Chance

Schmeisky, Papke

Entwicklung der Dünnschichtabdeckung und Erkenntnisse aus den Begrüßungsmaßnahmen an der Kalirückstandshalde des Werkes Sigmundshall

Bretthauer, Glienke, Spachholz

Langzeitsichere Entsorgung von gefährlichen Abfällen im Kali- und Steinsalzbergbau

Thiel, Jákli

Kalium erhöht die Wassernutzungseffizienz pflanzlicher Systeme

31. Bergtechnische Tagung
Hotel + Congress Centrum
Wienecke XI. Hannover
02. Juni 2017

Impressum

Kali und Steinsalz

herausgegeben vom VKS e.V.

VKS e. V.:

Reinhardtstraße 18A

10117 Berlin

Tel. +49(0)30.8 47 10 69.0

Fax +49(0)30.8 47 10 69.21

E-Mail: info.berlin@vks-kalisalz.de

www.vks-kalisalz.de

Erscheinungsweise:

dreimal jährlich in loser Folge

ISSN 1614-1210

Redaktionsleitung:

Dieter Krüger, VKS e.V.

Tel. +49(0)30. 8 47 10 69 13

Redaktionsausschuss:

Natalya Akhapkina, esco GmbH & Co. KG

Hartmut Behnsen, VKS e.V.

Uwe Handke, K+S KALI GmbH

Gerd Kübler, K+S Aktiengesellschaft

Dr. Franz X. Spachholz, K+S Entsorgung GmbH

Dr. Frieder Tonn, K+S Aktiengesellschaft

Dr. Ludger Waldmann, K+S Aktiengesellschaft

Herstellung und Layout:

Dirk Linnerz

Lausitzer Straße 31

10999 Berlin

Tel. (0 30) 81 79 74 80

Fax (0 30) 81 79 74 81

E-Mail: info@linnerz.com

www.linnerz.com

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

06 Sadoun: "Transforming our World: The 2030 Agenda for sustainable Development" as Business Opportunity

192 member states of the United Nations adopted the so-called Agenda 2030 entitled „Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development“ in September 2015. The 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and its 169 targets are indivisible and universal. They balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental. Many implementation mechanisms were established. Among them the „High Level Political Forum on sustainable development“, specialist of statistical divisions or so-called voluntary national reviews. Germany, as well as 21 other countries, has provided a status update on the national implementation in summer 2016 already. Activities to implement the Agenda 2030 in Germany are coordinated by the State Secretaries Committee led by the Federal Chancellery. For instance the „German Sustainability Strategy“ is intended to concretize the global agenda and to make it easier to understand. The role of business as important partner to reach the SDGs is stressed in the final document. Many business (umbrella) organizations have participated in the stakeholder discourses and are actively supporting its implementation. At the moment for most businesses the analysis of the SDGs is prevalent. The SDGs shape a global political direction until 2030. They will influence the regulatory framework conditions as well as the social license to operate, i.e. the acceptance of a wider public for business activities. Therefore, it is necessary that business consciously look at the SDGs. The K+S Group has started assessed current business activities with the SDGs in the context of its sustainability management. All 17 goals, its 169 targets, while considering the 230 indicators, were critically analyzed for their relevance. This helps to acknowledge links to current activities. Building on this, it is possible to use potentials for the business and society alike. Business with its diverse leverage potentials on the various SDGs may provide valuable incentives that both strengthen future viability and offer business opportunities.

16 Schmeisky, Papke: Development of a thin layer cover and findings from the revegetation measures at the potash tailings heap at the Sigmundshall site

During potash mining large amounts of salt tailings have to be dumped on heaps. The covering and revegetation of large heaps to reduce salty seepage water is particularly challenging, both from a logistical and a technical point of view. For more than 20 years researchers have been working on establishing a thin layer cover at the Sigmundshall site. For covering the heap a mixture of two compounds was developed: a residue from secondary aluminum recycling („REKAL“) and a product from the stack gas cleaning of coal-fired power stations („SAV-Stabilisat“) are mixed to create a suitable covering material. This paper describes the upscaling process of the past developments, from small scale experiments in a greenhouse to the still ongoing large scale application at the actual heap. Furthermore the corresponding scientific research program with its main results is outlined. To date an area of 10 hectares has been covered and overgrown with a stable vegetation layer. The successfully implemented covering material shows a range of positive characteristics concerning plant growth. Unfortunately however, due to limitations in the availability of this particular covering material, the procedure cannot be transferred to other sites. Therefore, its specifications are formulated and an outlook on further active approaches regarding covering and revegetation are referred to; this includes the current testing of possible future components for a thin layer cover.

28 Bretthauer, Glienke, Spachtholz: Long time safety of waste recovery and disposal in salt and potash mines

Appropriate potash- and rock salt-mines assure that solid wastes with hazardous substances are sustainably kept from leaking into the biosphere. K+S Group operates in Germany the two underground disposal plants Herfa-Neurode and Zielitz as well as the five underground recovery plants Wintershall, Hattorf, Unterbreizbach, Bernburg and Zielitz. Underground waste disposal

is mainly designated to eliminate wastes safely on a long-term basis, whereas underground waste recovery uses the materials' properties of less contaminated wastes in order to fulfill the backfilling obligation of selected cavities imposed by the mining law. The article provides an insight into the emergence of potash- and rock salt-deposits and treats in detail the differences between underground waste elimination and underground waste recovery.

38 Thiel, Jákli: Increase of water-use efficiency by potassium in plant systems – Research at the Institute of Applied Plant Nutrition

The Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) focuses on current issues in agriculture and the development of sustainable management solutions for plant production. A better understanding of the manifold interactions between plant nutrition, drought stress and water-use efficiency (WUE) is the aim of researchers and students at IAPN. In this article, the authors want to give insight into some of the research activities of the IAPN team. The focus is on the special role of the mineral nutrient potassium (K) in the WUE of crops. WUE can be defined as the ratio of biomass production to water consumption of a plant system. The function of K in the regulation of WUE strongly depends on the spatial and temporal perspective. IAPN scientists could show that, on the level of individual leaves, WUE is not affected by K nutrition. However, increasing K supply significantly improves the WUE of single plants or even entire crop canopies. Mild K deficiency might not show any visible symptoms under optimal environmental conditions, but will reduce crop yield under stress conditions like drought. From the perspective of plant nutrition, the research at IPAN during the recent years could contribute to a better understanding of the processes that determine the WUE of crops. This detailed research work will help to enhance our knowledge about the role of K in WUE, to develop new ideas for a more sustainable plant production and to improve food security by a more efficient use of water in many regions of the world.

03 Abstracts

05 Editorial

06 Sadoun

„Transformation unserer Welt: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ als unternehmerische Chance

16 Schmeisky, Papke

Entwicklung der Dünnschichtabdeckung und Erkenntnisse aus den Begrünungsmaßnahmen an der Kalirückstandshalde des Werkes Sigmundshall

28 Bretthauer, Glienke, Spachtholz

Langzeitsichere Entsorgung von gefährlichen Abfällen im Kali- und Steinsalzbergbau

38 Thiel, Jákli

Kalium erhöht die Wassernutzungseffizienz pflanzlicher Systeme

48 Nachrichten aus den Unternehmen

02 Impressum

TITELFOTO: Doktorand am IAPN bestimmt Assimilation, Transpiration und Blattwassernutzungseffizienz von Sonnenblumen im IAPN-Gewächshaus.

Förderung von Rohstoffen auch in Zukunft von entscheidender Bedeutung

Liebe Leserinnen und Leser,

vom 28. November bis 2. Dezember 2016 fand die erste „Raw Materials Week“ in Brüssel statt. Im Rahmen dieser „Woche“, die von der Generaldirektion „Growth“ der Europäischen Kommission veranstaltet wurde, fanden eine Reihe von Veranstaltungen statt, auf der zahlreiche Rohstoffthemen und -initiativen vorgestellt und diskutiert werden:

- „6th EU-US-Japan Trilateral Conference on Critical Raw Materials“
- „European Institute of Innovation and Technology (EIT) Raw Materials – Education strengthening raw materials sector“
- „Horizon 2020, EIT Raw Materials and ERA-MIN 2 – Information and Brokerage event“
- „4th annual High-Level Conference of the European Innovation Partnership on Raw Materials“.

Der europäische Bergbauverband Euromines (European Association of Mining, Metal Ores & Industrial Minerals), in dem der VKS Mitglied ist, begrüßt diese Initiative der Kommission, die die Bedeutung der europäischen Rohstoffindustrie erneut dokumentiert. In der Pressemitteilung mit dem Titel „Mining Essential to Europe's Industrial Renaissance“ betont Euromines, dass ein kontinuierlicher langfristiger Ansatz zur Förderung von Rohstoffen durch die EU von entscheidender Bedeutung für die gegenwärtige und zukünftige wirtschaftliche Entwicklung Europas ist.

Weiterhin fordert Euromines: „Comprehensive EU and national industrial policies are needed that address resources, technology, manufacturing, expertise, indeed all steps in the value chain in order to achieve industry 4.0. Such a strategy needs to be supported with evidence-based policies – not driven by principles but by impact assessment. These strategies need to be

developed in a global context and anticipate other nations' policies“.

Auch ist in Europa die Diskussion über die Revision des europäischen Emissionshandelsystems ab 2020 für die deutsche und europäische Rohstoffindustrie von großer Bedeutung. Der Legislativvorschlag der Europäischen Kommission vom 15. Juli 2015 soll zur Umsetzung des EU-Klimaziels beitragen, die europäischen Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 40 Prozent zu senken. Nach Ansicht der Kommission sollen ehrgeizige klimapolitische Maßnahmen Geschäftsmöglichkeiten und neue Märkte für Innovationen eröffnen sowie den Einsatz kohlenstoffarmer Technologien fördern.

Der Vorschlag enthält jedoch zahlreiche Elemente, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Industriebranchen auf dem von der EU angestrebten Weg hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft erheblich gefährden. Elemente der Revision sind:

- Reduzierung der Liste der Industriezweige, die einem erheblichen Risiko der Verlagerung der CO₂-Emissionen ausgesetzt sind und kostenfreie CO₂-Zertifikate erhalten sollen (Carbon-Leakage-Industrien).
- Erhöhung des linearen Reduktionsfaktors auf 2,2 % zur sukzessiven Absenkung der Gesamtzertifikatsmenge, um das Klimaziel erreichen zu können.
- Pauschale jährliche Kürzung der Benchmarks.
- Keine Verbesserung bei der Strompreiskompensation.

Der Kommissionsvorschlag wird derzeit in den mitentscheidenden EU-Institutionen, dem Europäischen Parlament (EP) und dem EU-Ministerrat, intensiv beraten. Im EP hat der Industrieausschuss sein Votum bereits abgegeben und der Umweltausschuss ringt noch um Kompromisse. Aufgrund der

unterschiedlichen Positionen und schwierigen Kompromissfindung wird über eine Verschiebung der Abstimmung nachgedacht. Im Rat sind die Positionen der einzelnen EU-Mitgliedstaaten ebenfalls sehr unterschiedlich. Darüber hinaus haben zahlreiche Staaten noch keine endgültige Position bezogen, sodass dort die Verhandlungen nur schleppend vorankommen.

Das globale Klimaschutzabkommen, das auf der 21. Klimakonferenz der Vereinten Nationen (COP 21) im Dezember 2015 in Paris verabschiedet wurde, trat zwar am 4. November 2016 offiziell in Kraft. Ein „level-playing-field“ wurde damit jedoch nicht geschaffen, da die nationalen Klimaschutzbeiträge („nationally determined contributions“/NDCs) letztlich nur Absichtserklärungen darstellen, nicht verbindlich sind und sanktioniert werden können.

Für die deutsche Rohstoff gewinnende Industrie sind somit auch zukünftig angemessene Carbon-Leakage-Maßnahmen für die hiesigen Unternehmen zur Reduzierung der mit dem Emissionshandel verbundenen direkten und indirekten Kosten notwendig, so lange es keine Globalisierung des Emissionshandels gibt. Ausreichend kostenlose Zuteilung von CO₂-Zertifikaten und eine vollumfängliche Strompreiskompensation für stromintensive Prozesse müssen zur Förderung des Wachstums und zum Schutz der Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie verabschiedet und gewährt werden.

Mit freundlichen Grüßen
und Glückauf



Manfred Steinhage
Leiter VKS-Büro Brüssel

„Transformation unserer Welt: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ als unternehmerische Chance

Im September 2015 verabschiedeten die 192 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen die sogenannte Agenda 2030 mit dem Titel „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“. Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung und die 169 zugehörigen Zielvorgaben sind untrennbar und universell. Sie berücksichtigen die drei Nachhaltigkeitsdimensionen, die wirtschaftliche, soziale und ökologische Dimension. Zur Implementierung wurden unter anderem das „Hochrangige Politische Forum zu nachhaltiger Entwicklung“, Spezialisten in statistischen Gremien ernannt oder sogenannte freiwillige Staatenberichte eingeführt. Deutschland hat neben 21 weiteren Ländern schon im Sommer 2016 einen Statusbericht zur nationalen Umsetzung gegeben. Die Aktivitäten zur Implementierung der Agenda 2030 werden in Deutschland vom Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung unter Leitung des Bundeskanzleramts koordiniert. So soll die „Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie“ die globale Agenda konkretisieren und verständlich machen. Die Rolle von Unternehmen als wichtige Partner zur Erreichung der SDGs wird im Abschlussdokument betont. Viele Unternehmens(dach)verbände haben sich an den Aushandlungsprozessen beteiligt und begleiten die Umsetzung aktiv. Für die Unternehmen steht zurzeit die Analyse der SDGs im Vordergrund. Die SDGs geben die globale politische Richtung bis 2030 vor. Sie werden die regulatorischen Rahmenbedingungen ebenso beeinflussen wie die „social licence to operate“, also die Akzeptanz der breiten Öffentlichkeit für das unternehmerische Tun. Deshalb ist es notwendig, sich als Unternehmen mit den SDGs auseinanderzusetzen. Zur Analyse von potentiell sinnvollen Verknüpfungspunkten mit der globalen Agenda 2030 gleicht die K+S Gruppe im Rahmen des Nachhaltigkeitsmanagements die aktuellen Unternehmensaktivitäten mit den SDGs ab. Die 17 Ziele und deren 169 Zielvorgaben unter Berücksichtigung der 230 Indikatoren wurden einer ersten kritischen Sichtung auf Relevanz unterzogen, um Zusammenhänge zu laufenden Aktivitäten zu erkennen und darauf aufbauend Potentiale für das Unternehmen und die Gesellschaft zu nutzen. Unternehmen mit ihren vielfältigen Einflussmöglichkeiten auf die verschiedenen SDGs können entscheidende Impulse setzen, die die Zukunftsfähigkeit stärken und unternehmerische Chancen bieten.

"TRANSFORMING OUR WORLD: THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT" AS BUSINESS OPPORTUNITY 192 member states of the United Nations adopted the so-called Agenda 2030 entitled "Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" in September 2015. The 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and its 169 targets are indivisible and universal. They balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental. Many implementation mechanisms were established. Among them the "High Level Political Forum on sustainable development", specialist of statistical divisions or so-called voluntary national reviews. Germany, as well as 21 other countries, has provided a status update on the national implementation in summer 2016 already. Activities to implement the Agenda 2030 in Germany are coordinated by the State Secretaries Committee led by the Federal Chancellery. For instance the "German Sustainability Strategy" is intended to concretize the global agenda and to make it easier to understand. The role of business as important partner to reach the SDGs is stressed in the final document. Many business (umbrella) organizations have participated in the stakeholder discourses and are actively supporting its implementation. At the moment for most businesses the analysis of the SDGs is prevalent. The SDGs shape a global political direction until 2030. They will influence the regulatory framework conditions as well as the social license to operate, i.e. the acceptance of a wider public for business activities. Therefore, it is necessary that business consciously look at the SDGs. The K+S Group has started assessed current business activities with the SDGs in the context of its sustainability management. All 17 goals, its 169 targets, while considering the 230 indicators, were critically analyzed for their relevance. This helps to acknowledge links to current activities. Building on this, it is possible to use potentials for the business and society alike. Business with its diverse leverage potentials on the various SDGs may provide valuable incentives that both strengthen future viability and offer business opportunities.



Konferenz: Auf dem Weg zu nachhaltigen Entwicklungszielen in Deutschland, Foto IASS/Piero Chiussi

Globale politische Willensbekundung: „Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“

Im September 2015 verabschiedeten die 192 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen die sogenannte Agenda 2030 mit dem Titel „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“. Stakeholder aus der ganzen Welt waren zuvor in die über zweijährigen Konsultationen eingebunden. Die Agenda enthält unter anderem 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs).

Die politische Willenserklärung betont die universelle Reichweite der Agenda 2030: „... auf [der] großen gemeinsamen Reise niemanden zurückzulassen“ (Agenda 2030). Alle Länder werden einbezogen und sollen unter Berücksichtigung der „unterschiedlichen Realitäten, Kapazitäten und Entwicklungsstufen [...] und unter Beachtung der nationalen Politiken und Prioritäten“ Maßnahmen zur Zielerreichung umsetzen (Agenda 2030).

Im Zeitalter der Globalisierung, das von ausgeprägten weltweiten Verflechtungen wirtschaftlicher, politischer und sozialer Zusammenhänge gekennzeichnet ist, können Staaten das Regieren nicht alleine bewältigen. Sie sind auf das Zusammenspiel mit unterschiedlichen Akteuren angewiesen: „Global Governance“ hilft den Globalisierungsprozess im Sinne von kontinuierlichen, dynamischen und komplexen Interessensausgleichen zwischen Individuen, öffentlichen und private Institutionen politisch zu gestalten (Bundestag 2002).

Die SDGs bilden ein Rahmenwerk – auf Basis des politischen Konsenses, um Unternehmen, internationale Organisationen, Staaten und andere Akteure zusammenzubringen. Diese Sammlung von globalen Themen und Fragestellungen bietet Orientierung. Das kann die Zusammenarbeit erleichtern und liefert ein Gerüst zur Wirkungsmessung. UN-Generalsekretär Ban Ki-moon unterstrich die Notwendigkeit zum übergreifenden Denken bei der Veröffentlichung

des ersten SDGs-Berichts im Juli 2016 erneut. Er betonte, dass Silos aufgebrochen werden müssen einerseits zwischen den wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Nachhaltigkeitsdimensionen, andererseits in der Zusammenarbeit zwischen Regierungsinstitutionen sowie der Öffentlichkeit und dem Privatsektor (Ban Ki-moon 2016).

Den Zielen für nachhaltige Entwicklung sind fünf Kernbotschaften als handlungsleitende Prinzipien vorgestellt: Mensch, Planet, Wohlstand, Frieden und Partnerschaft („5 Ps“: People, Planet, Prosperity, Peace, Partnership). Die universelle Agenda 2030 ist zugleich umfassend und ambitioniert. Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung und 169 zugehörige Zielvorgaben sind unteilbar und berücksichtigen die drei Nachhaltigkeitsdimensionen. Hinzu kommt, dass die „Querverbindungen zwischen den Zielen für nachhaltige Entwicklung und deren integrierter Charakter [...] von ausschlaggebender Bedeutung“ sind (Präambel Agenda 2030).

ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Quelle: www.globalgoals.org



Armut in allen ihren Formen und überall beenden



Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern



Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten



Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern



Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern



Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen



Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen



Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen



Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern



Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern



Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen



Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen



Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern



Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten



Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen



Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern, allen Menschen Zugang zur Justiz ermöglichen und leistungsfähige, rechenschaftspflichtige und inklusive Institutionen auf allen Ebenen aufbauen



Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen

Überblick der Entstehungsgeschichte der Agenda 2030 und weitere Entwicklungen

Die Einigung auf die Agenda 2030 ist einerseits die Zusammenführung der Nachfolger der sogenannten Millenniumsziele, die im Jahr 2000 verabschiedet wurden. Bis 2015 haben sie insbesondere die globale Entwicklungszusammenarbeit stark beeinflusst. Andererseits ist sie Ausdruck der globalen Diskussionen über Nachhaltigkeit. Leicht vorzustellen, dass es erhebliche diplomatische Bemühungen, viele Sitzungen, zahlreiche Berichte verschiedener Institutionen und unzählige Konsultationen auf nationaler, regionaler und globaler

Ebene gebraucht hat, um den globalen Konsens herzustellen. Die Grafik gibt einen Überblick über die Entstehungsgeschichte der Ziele für nachhaltige Entwicklung und die vorangegangenen jahrzehntelangen Diskurse.

Mit der Veröffentlichung des Abschlussdokuments ist der diplomatische Prozess jedoch nicht abgeschlossen. Die Umsetzungsphase hat begonnen. Dazu wurden verschiedene Mechanismen geschaffen, die auf den breit angelegten Aushandlungsprozessen zwischen unterschiedlichen Akteuren aufbauen.

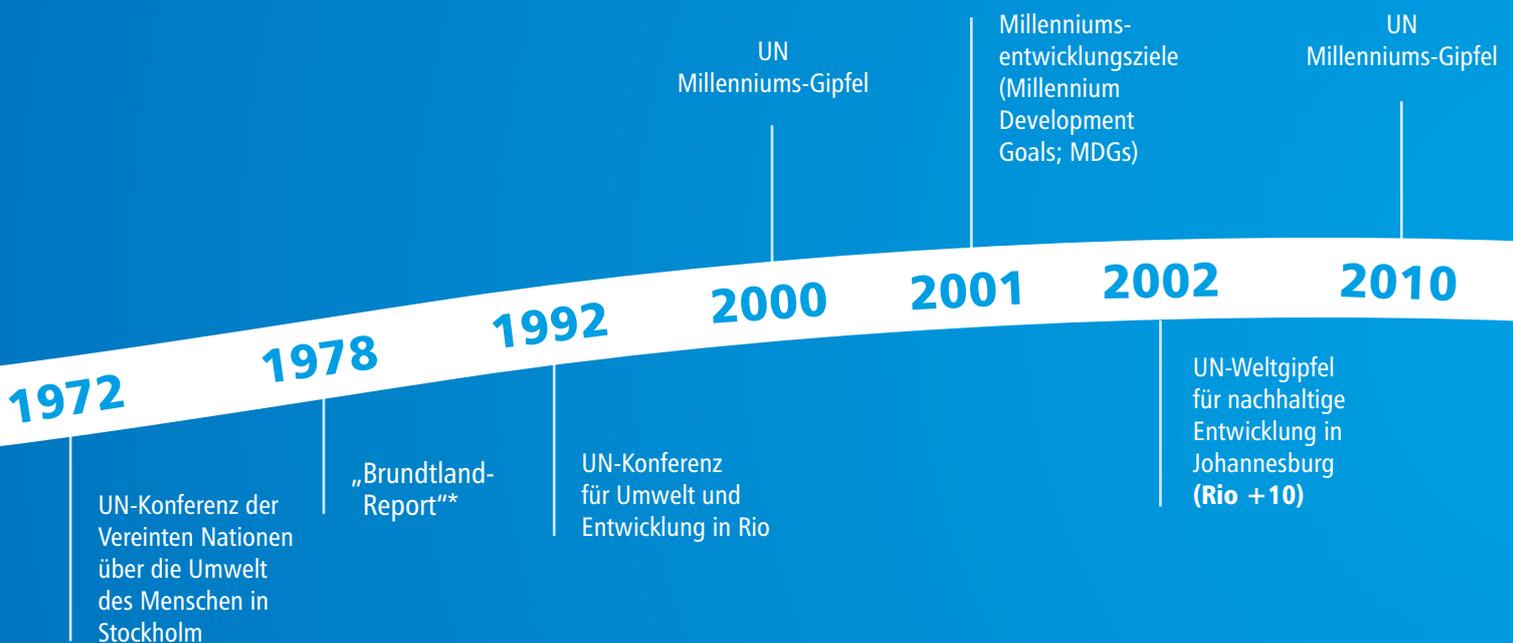
Ein solides Rahmenwerk von Indikatoren und statistischen Daten zu etablieren ist die Voraussetzung dafür,

dass Fortschritte überprüft, Politiken etabliert und systematisch Rechenschaft abgegeben werden können. Die Statistische Division der UN (UN Statistics Division; UNStats) hat im März 2016 dem vorgeschlagenen Rahmen für die Indikatoren zugestimmt. Der Arbeitsplan für die SDG-Indikatoren soll im März 2017 zur Annahme des überarbeiteten Indikatorenrahmenwerks führen.

Das „Hochrangige Politische Forum zu nachhaltiger Entwicklung“ (HLPF) koordiniert die globale Weiterverfolgung und die Überprüfung der Agenda 2030. In der Sitzung des HLPF im Jahr 2016 präsentierten 22 Länder

Überblick Zeitablauf aus zwei zusammenspielenden Entwicklungen: Globaler Nachhaltigkeitsdiskurs und Diskurs um globale Ziele

DISKURS UM GLOBALE ZIELE



GLOBALER NACHHALTIGKEITSDISKURS

sogenannte freiwillige Staatenberichte (Voluntary national reviews; VNRs), um so den Wissensaustausch und das gemeinsame Lernen im Sinne der Agenda 2030 zu befördern.

Nationale Perspektive: Was passiert zur „Agenda 2030“ in Deutschland?

Die Bundesregierung hat die Verhandlungen intensiv begleitet und gehörte zu den 22 Ländern, die im Juli 2016 auf der HLPF Sitzung einen freiwilligen Staatenbericht (VNR) präsentiert haben. Im Juni 2016 stellte Bundeskanzlerin Angela Merkel den

Entwurf der neuen „Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie“ bei der Jahreskonferenz des Rats für Nachhaltige Entwicklung in Berlin vor. Die Ziele für nachhaltige Entwicklung und die Agenda 2030 sollen darin konkretisiert und verständlich gemacht werden. Bis Ende Juli 2016 war es möglich, Hinweise und Stellungnahmen zum Entwurfstext einzusenden. Die Neuaufgabe der Nachhaltigkeitsstrategie soll 2016 vom Bundeskabinett verabschiedet werden. Zur Einbindung möglichst vieler Stakeholder waren fünf Diskussionsveranstaltungen in

ganz Deutschland organisiert worden. Die Aktivitäten zur Implementierung der Agenda 2030 koordiniert in Deutschland der Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung unter Leitung des Bundeskanzleramts. Der im Jahr 2004 ins Leben gerufene Parlamentarische Beirat für Nachhaltige Entwicklung des deutschen Bundestags begleitet die Umsetzung zusammen mit dem Rat für Nachhaltige Entwicklung, einem fünfzehnköpfigen Gremium aus Personen des öffentlichen Lebens.



* „Unsere gemeinsame Zukunft“ definiert Nachhaltigkeit als eine Entwicklung, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“

** Secretary-General’s High-Level Panel of eminent persons on the Post-2015 Development Agenda

*** High Level Political Forum on Sustainable Development; HLPF

Der Business Case für die SDGs

Unternehmen sind ein wichtiger Partner zur Erreichung der SDGs. So wird die Rolle von Unternehmen im Abschlussdokument anerkannt und betont:

„Privatwirtschaftliche Aktivitäten, Investitionen und Innovation sind wichtige Motoren der Produktivität, eines breitenwirksamen Wirtschaftswachstums und der Schaffung von Arbeitsplätzen. Wir anerkennen die Vielfalt des Privatsektors, von Kleinstunternehmen über Genossenschaften bis zu multinationalen Unternehmen. Wir fordern alle Unternehmen auf, ihre Kreativität und Innovationsstärke zugunsten der Lösung der Herausforderungen im Bereich der nachhaltigen Entwicklung einzusetzen.“ (Agenda 2030: Artikel 67)

Die an sie gerichtete Erwartungshaltung greifen viele Unternehmen aktiv auf, wie eine aktuelle Umfrage unter deutschen Unternehmen zeigt: 72 % der Unternehmen halten die SDGs für relevant, 52 % beschäftigen sich bereits mit den SDGs und 21 % planen das zukünftig zu tun (Deutsches Global Compact Netzwerk, Fountain Park 2016).

Der Business Case für Nachhaltigkeit basiert auf dem Grundverständnis, dass Unternehmens- und gesellschaftliche Werte miteinander verbunden sind. Es besteht ein Zusammenhang zwischen guten gesellschaftlichen Lebensbedingungen und langfristigen Unternehmensergebnissen. Da die SDGs wichtige globale Themen zusammenfassen, bieten sie Rahmenbedingungen für die aktive Mitgestaltung durch Unternehmen und andere Akteure. Die SDGs bilden einen Kristallisationskern für die globale politische Ausrichtung bis 2030. So hat die Europäische Kommission im November 2016 verschiedene Mitteilungen zum strategischen Ansatz

für die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung in Europa und weltweit kommuniziert. Sie bezeichnet „Nachhaltigkeit [als] ein europäisches Markenzeichen“ und kündigt einen neuen strategischen Ansatz an, bei dem unter anderem die Ziele für nachhaltige Entwicklung in den europäischen politischen Rahmen integriert werden sollen (Europäische Kommission 2016). Die SDGs werden die regulatorischen Rahmenbedingungen ebenso beeinflussen wie die „social licence to operate“, also die Akzeptanz der breiten Öffentlichkeit für das unternehmerische Tun. Deshalb ist es notwendig, sich als Unternehmen mit den SDGs auseinanderzusetzen. Dazu gehört die Möglichkeit, zukünftige Geschäftsmöglichkeiten zu identifizieren oder neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln. Durch verbesserte Stakeholderbeziehungen, unter anderem durch die Nutzung einer gemeinsamen Sprache sowie Partnerschaften, werden Marktchancen gestärkt. Schließlich kann so die Sichtbarkeit und Reputation für das Unternehmen erhöht werden. In einer globalen Umfrage bekräftigten CEOs verschiedener Branchen, dass die Agenda 2030 eine Gelegenheit sei, um Nachhaltigkeitsansätze zu überdenken. Darüber hinaus geben 80 % der Antwortenden an, dass das Engagement für gesellschaftliche Zwecke ein Differenzierungsmerkmal darstelle (UN Global Compact, Accenture 2016).

Unternehmensaktivitäten für die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung

Es stellt sich die Frage für Wirtschaftsakteure nach sinnvollem Engagement: Welche Beiträge in Beziehung zum Kerngeschäft sind im jeweiligen Länderkontext sinnvoll? Die 17 Ziele mit ihren 169 Zielvorga-

ben und 230 Indikatoren sind selbstverständlich nicht alle gleich relevant für die einzelnen Unternehmen und Branchen. Es hängt von vielen Faktoren ab, inwieweit ein Unternehmen zur Erreichung eines Ziels beitragen kann, ob das direkt, indirekt oder in Kooperation geschieht und welche Risiken und Chancen mit den verschiedenen Themenfeldern verbunden sind. Ähnlich wie in einer Materialitätsanalyse, in der aus einer unendlichen Fülle von Nachhaltigkeitsthemen die wesentlichen für das Unternehmen und seine Stakeholder herausgefiltert werden, ist es deshalb wichtig, dass Unternehmen sich strategisch mit den Zielen, Zielvorgaben und Indikatoren entlang ihrer Wertschöpfungskette auseinandersetzen. Dann können sie Prioritäten bestimmen, Handlungen ableiten und gleichzeitig der Verbundenheit der Ziele angemessen Rechnung tragen, ohne in simplifizierende Muster zu verfallen.

Verständlicherweise steht zunächst die Analyse und inhaltliche Auseinandersetzung der SDGs im Vordergrund. In einer Befragung von 2015 gaben schon ca. zwei Drittel der antwortenden Unternehmen an, damit begonnen zu haben, die Auswirkungen der Geschäftstätigkeit auf die SDGs zu erfassen. Nicht einmal 10 % wollten sich gar nicht mit den SDGs auseinandersetzen (PwC 2015). Zukünftig wird die stärkere Einbettung der SDGs in die Unternehmensstrategien geplant, aber zurzeit ist die strategische Implementierung noch verhalten (BSR/GlobeScan 2016).

Zahlreiche Publikationen helfen bei der Einschätzung der Relevanz der SDGs für Unternehmen, machen die große Anzahl an Zielvorgaben und Indikatoren greifbarer und zeigen konkrete Beispiele auf. So haben im

Bereich Nachhaltigkeit etliche Unternehmens(dach)verbände Arbeitsgruppen etabliert, Hilfsmaterialien für Unternehmen herausgegeben und beteiligen sich weiterhin aktiv an der Ausgestaltung der Umsetzung der SDGs; so unter anderem der UN

Global Compact, das econsense Forum Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft e. V. oder das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) etc. Daneben bieten viele Organisationen Plattformen für die Beschäftigung mit den

SDGs. Beispielsweise wird das SDG Business Forum gemeinsam getragen von der Internationalen Handelskammer (ICC), der Abteilung Wirtschaft und Soziales der Vereinten Nationen (UN-DESA) und dem UN Global Compact in Zusammenarbeit mit der Glo-

Überblick aus dem "Mapping Mining to the SDGs" (UNDP, WEF, CCSI, SDSN 2016)



bal Business Alliance (GBA) for 2030. Das Forum bringt Führungskräfte aus Unternehmen, Regierungen und andere Stakeholder zusammen, um die Rolle von Unternehmen bei der Bearbeitung und Unterstützung der Agenda 2030 zu diskutieren. Auch die International Fertilizer Association (IFA) ist unter anderem in der Global Business Alliance (GBA) for 2030 engagiert. Die IFA hat sich als Dachverband der Düngemittelhersteller von Anfang an in die Debatten zu den SDGs eingebracht, wirkte beim HLPF mit und leitet Workshops unter anderem zum Monitoring von Indikatoren. Das 2005 gegründete „Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF)“ hat sich in seinem mehrtägigen Jahrestreffen im Oktober 2016 intensiv mit den SDGs und dem Zusammenhang zum Bergbau beschäftigt. Ihm gehören 55 Regierungen an, zum Beispiel Deutschland und Kanada sowie Bergbauunternehmen und Industrieverbände.

Für den Bergbausektor haben das Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI), zusammen mit dem Weltwirtschaftsforum (WEF), dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) und dem UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN) einen Atlas herausgegeben (vgl. Grafik S. 13). Eine Kernaussage ist, dass der Bergbau alle 17 SDGs positiv oder negativ beeinflussen kann und der Sektor die Möglichkeiten hat, positive Signale zu setzen. Ziele der Publikation sind es, insbesondere Unternehmen im Bergbausektor aufzuzeigen, wie die SDGs und Bergbau in Bezug zueinander stehen, welche Möglichkeiten und Risiken es für den Sektor gibt und Multistakeholderdialoge anzuregen.

K+S Nachhaltigkeitsmanagement und die globale Agenda 2030

Zur Analyse von potentiell sinnvollen Verknüpfungspunkten mit der globalen Agenda 2030 hat die K+S Gruppe im Rahmen des Nachhaltigkeitsmanagements die aktuellen Unternehmensaktivitäten mit den SDGs abgeglichen.

Die Auseinandersetzung mit den 17 Zielen, den 169 Zielvorgaben und den 230 Indikatoren mag zunächst mühsam erscheinen, lohnt aber, um neben offensichtlichen Verbindungen auch die weniger deutlichen Zusammenhänge zu berücksichtigen und umgekehrt, die Operationalisierung der SDGs durch die gewählten Indikatoren zu beachten. Die Transparenz darüber, welche Bezugsgrößen ausgewählt werden, ist dementsprechend notwendig.

Im Rahmen des K+S Nachhaltigkeitsmanagements werden systematisch relevante Themen und gesellschaftliche Trends – wie in ihrem ganzheitlichen, universellen Ansatz auch die SDGs – identifiziert und bewertet, ob sie in die Managementprozesse einzubeziehen sind. Das hilft, bestehendes Geschäft zu fördern, neue Geschäftschancen zu ergreifen und Risiken zu minimieren. Das gilt insbesondere auch für die SDGs. Das Nachhaltigkeitsmanagement der K+S Gruppe wurde in den letzten drei Jahren systematisch aufgebaut. Über verschiedene Schritte – Vorbereitung, Bewertung, Analyse – wurde gruppenweit das K+S Nachhaltigkeitsprogramm 2016–2018 entwickelt. Seit diesem Jahr läuft die Umsetzung des Nachhaltigkeitsprogramms in Form einer fokussierten Bearbeitung von Nachhaltigkeitsthemen auf Gruppenebene. Dazu gehört auch die Festlegung von Zielen, Konzepten und Kenngrößen.

Nachhaltigkeit stärkt die Offenheit gegenüber Veränderungen und bietet damit Chancen, die unternehmerischen Perspektiven zu erweitern. Das geht nur gemeinsam. Gerade die unterschiedlichen Kompetenzen und Erfahrungen der Akteure bieten die Basis etwas Neues zu schaffen und die globalen Ziele erreichen zu können. Das gilt auch für neue Kooperationsmöglichkeiten, die sich durch die SDGs ergeben und zum Nutzen für das Unternehmen – und der Gesellschaft – sinnvoll ausbauen lassen. Somit nutzen K+S-Mitarbeiter verschiedene Formen der Stakeholderdialoge zum Austausch zu den SDGs im Ganzen oder zu einzelnen Zielen im Besonderen. Auf Konferenzen, in Workshops oder im Rahmen von Organisationsmitgliedschaften gibt es Gelegenheiten, sich mit anderen Unternehmensvertretern auszutauschen.

Im Oktober 2016 hat K+S in Berlin das zweite „Future Food Forum – das Zukunftsforum zur Welternährung“ veranstaltet, welches das Ziel 2 „Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern“ in den Mittelpunkt stellte und damit verbundene Fragen wie Landwirtschaft, Wasser oder Bodennutzung. In der K+S Gruppe selbst konnte sich ein erweiterter Kreis von Kollegen und Kolleginnen im Rahmen einer Sondersitzung des Nachhaltigkeitskomitees grundlegend zu den SDGs informieren und einen Überblick über die aktuellen Entwicklungen gewinnen. Im Anschluss daran wurden die 17 Ziele und deren 169 Zielvorgaben einer ersten kritischen Sichtung auf Relevanz unterzogen, um Zusammenhänge zu laufenden Aktivitäten zu erkennen. Darauf aufbauend wird die

Auseinandersetzung in einem interaktiven Prozess fortgeführt, um die Potentiale für das Unternehmen und die Gesellschaft zu nutzen. Das kann zum Beispiel infolge strategischer Einbindung, konkreter Projekte, Partnerschaften, Dialogen und anderer Formate erfolgen.

Fazit: Die Agenda 2030 als Startpunkt

Die Agenda 2030 umfasst mit den 17 SDGs vielfältige globale Handlungsfelder in einer einmaligen Breite, die einerseits vielen Akteuren ermöglicht, sich darin wiederzufinden, andererseits aber die Fokussierung erschweren könnte. Die globale Ambition ist jedoch klar: Es geht um nicht weniger als eine Transformation unter dem Motto „leave no one behind“ („niemanden zurückzulassen“).

Getragen wird die Übereinkunft von allen UN-Mitgliedsstaaten und dem explizit gemachten Anspruch, umfassend, ambitioniert und universell sowie verknüpft zu sein. Es ist davon auszugehen, dass die vertraglich nicht bindenden Ziele konkrete Politiken wesentlich beeinflussen können. Als eines der Mittel dazu sind die formulierten Politikziele mit den zahlreichen Indikatoren zu sehen, die eine transparente Operationalisierung erleichtern, ein Monitoring ermöglichen und damit die Verbindlichkeit erhöhen. Einen weiteren Mehrwert bietet die gesellschaftliche Diskussion zu den Zielen und der Agenda 2030 selbst, auf unterschiedlichen Politikebenen, in den verschiedenen Stakeholdergruppen sowie zwischen ihnen. Die Agenda 2030 bietet eine gemeinsame Sprache als Ausgangspunkt zur Auseinandersetzung, Streit und Verständigung. Die globalen Probleme lassen sich nicht von einzelnen Akteuren oder Akteursgruppen allein bearbeiten,

sondern brauchen das Zusammenspiel: Es wird sich zeigen, inwieweit die SDGs als Bindeglied oder Plattform für Partnerschaften dienen können, um einen Wettbewerb um gute Ideen zum Wohle der Menschheit anzutreiben. Im Rahmen der Agenda 2030 werden auch Unternehmen direkt angesprochen. Umfragen zeigen, dass sie sich den Erwartungen stellen und zunächst analysieren, welche Auswirkungen die jeweilige Geschäftstätigkeit auf die verschiedenen Ziele hat. Die Konzentration auf effektive Stellhebel wird dabei helfen, sich nicht in der facettenreichen Agenda 2030 zu verlieren. Unternehmen mit ihren vielfältigen Einflussmöglichkeiten auf die verschiedenen SDGs können entscheidende Impulse setzen, die die Zukunftsfähigkeit stärken und unternehmerische Chancen bieten.

Literatur

Ban Ki-moon 2016: UN chief launches first report to track Sustainable Development Goals. Division for Sustainable Development, UN-DESA, UN-DPI. <https://sustainabledevelopment.un.org/?page=view&nr=1105&type=230&menu=2059#sthash.JdQstm14.yOGXq51A.dpuf>

BSR/GlobeScan 2016: “The State of Sustainable Business 2016” Results of the 8th Annual Survey of Sustainable Business Leaders. https://www.bsr.org/reports/BSR_GlobeScan_State_of_Sustainable_Business_Survey_2016.pdf

Bundestag 2002: Schlussbericht der Enquete-Kommission Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/092/1409200.pdf>

Deutsches Global Compact Netzwerk (DGCN). econsense – Forum Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft e.V., Fountain Park 2016: Sustainable Development Goals in der deutschen Wirtschaft. Relevante Handlungsfelder und Unterstützungsbedarf. <http://www.fountainpark.fi/wp-content/uploads/2016/11/SDGs-in-der-deutschen-Wirtschaft-Finaler-Report.pdf>

Europäische Kommission 2016: Nachhaltige Entwicklung: EU legt ihre Prioritäten fest. Pressemitteilung. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-3883_de.htm

PwC 2015: Make it your business: Engaging with the Sustainable Development Goals. https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/SDG/SDG%20Research_FINAL.pdf

United Nations Global Compact, Accenture 2016: The UN Global Compact – Accenture Strategy CEO Study 2016: Agenda 2030: A Window of Opportunity. www.accenture.com/ungcceostudy

United Nations Development Programme (UNDP), the World Economic Forum (WEF), the Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI) and the Sustainable Development Solutions Network (SDSN) 2016: Mapping Mining to the Sustainable Development Goals: An Atlas. http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/IU/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas.pdf

Vereinte Nationen, Generalversammlung 2015: Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. A/70/L.1 vom 18. September 2015 (zitiert als: „Agenda 2030“). <http://www.un.org/depts/german/gv-70/a70-l1.pdf>



DR. ARNE SCHMEISKY
Specialist of Center of Excellence
Heaps, K+S KALI GmbH



M. SC. GRETA PAPKE
Wissenschaftliche Mitarbeiterin,
Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik

Entwicklung der Dünnschichtabdeckung und Erkenntnisse aus den Begrünungsmaßnahmen an der Kalirückstandshalde des Werkes Sigmundshall

Beim untertägigen Abbau von kalihaltigen Produkten müssen große Mengen an Salzlückständen aufgehaldet werden. Insbesondere die Abdeckung und Begrünung von Großhalden zur Reduzierung salzhaltiger Wässer stellen eine große technische und logistische Herausforderung dar. Die Forschungstätigkeit am Werk Sigmundshall bezüglich der Entwicklung und Erprobung einer Dünnschichtabdeckung umfasst inzwischen mehr als 20 Jahre. Für diese Dünnschichtabdeckung stellte sich eine Materialmischung aus dem Reststoff der Aufbereitung von Schmelzsalzen aus dem Sekundär-Aluminium-Recycling („REKAL“) und einem Produkt aus der Rauchgasreinigung von Kohlekraftwerken („SAV-Stabilisat“) als gut geeignet heraus. Die Entwicklung von der Idee zur großtechnischen Umsetzung in mehreren aufeinander aufbauenden Versuchsstufen mit den verbundenen Anpassungen zur großtechnischen Umsetzung wird dargestellt und beschrieben. Hierbei wird auch zusammenfassend auf die Ergebnisse der Erprobung im Rahmen des wissenschaftlichen Begleitprogrammes eingegangen. Inzwischen ist eine Fläche von ca. zehn Hektar abgedeckt und mit einer stabilen, produktiven Vegetationsdecke bewachsen. Die erfolgreich eingesetzte Materialmischung weist viele positive Eigenschaften in ihrer Funktion als Substrat für einen Pflanzenbewuchs auf. Sie kann allerdings u. a. aus Gründen der Materialverfügbarkeit nicht auf anderen Großhalden eingesetzt werden. Daher werden die Materialanforderungen für ein „technogenes Substrat“ formuliert und ein Ausblick auf weiterführende bzw. parallele Forschungstätigkeiten im Bereich Abdeckung und Begrünung gegeben.

***Development of a thin layer cover and findings from the revegetation measures at the potash tailings heap at the Sigmundshall site** During potash mining large amounts of salt tailings have to be dumped on heaps. The covering and revegetation of large heaps to reduce salty seepage water is particularly challenging, both from a logistical and a technical point of view. For more than 20 years researchers have been working on establishing a thin layer cover at the Sigmundshall site. For covering the heap a mixture of two compounds was developed: a residue from secondary aluminum recycling („REKAL“) and a product from the stack gas cleaning of coal-fired power stations („SAV-Stabilisat“) are mixed to create a suitable covering material. This paper describes the upscaling process of the past developments, from small scale experiments in a greenhouse to the still ongoing large scale application at the actual heap. Furthermore the corresponding scientific research program with its main results is outlined. To date an area of 10 hectares has been covered and overgrown with a stable vegetation layer. The successfully implemented covering material shows a range of positive characteristics concerning plant growth. Unfortunately however, due to limitations in the availability of this particular covering material, the procedure cannot be transferred to other sites. Therefore, its specifications are formulated and an outlook on further active approaches regarding covering and revegetation are referred to; this includes the current testing of possible future components for a thin layer cover.*

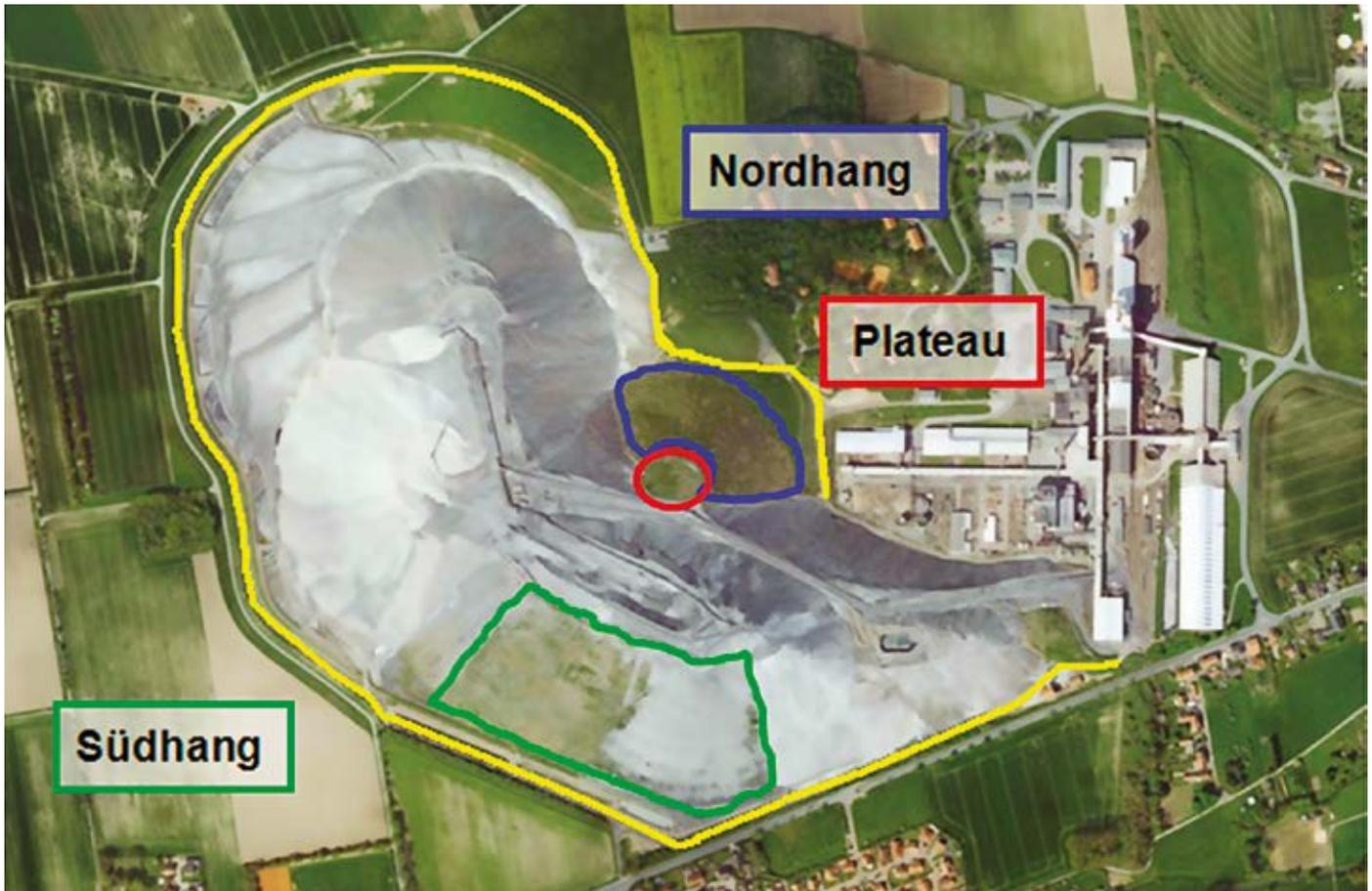


Abbildung 1: Aufsicht auf das Gelände des Kaliwerkes Sigmundshall, mit den verschiedenen Teil-Begrünungsflächen 2012 (aus PAPKE UND SCHMEISKY, 2013)

Einleitung

Bei der Rohstoffgewinnung der Kaliindustrie fällt Rückstand an, der hauptsächlich aus Natriumchlorid (Kochsalz) besteht. Die Aufhaltung dieses Materials entspricht, wie schon in den Anfängen der Kaligewinnung, dem Stand der Technik (RAUCHE, 2015). Um die Entstehung salzhaltiger Sickerwässer durch Niederschläge zu reduzieren, entstanden Überlegungen zur Abdeckung und Begrünung dieser Halden. Dabei stellt der hohe Salzgehalt des Rückstandes eine große Herausforderung dar, da er eine direkte Begrünung bzw. eine Ansiedlung von Pflanzen verhindert.

Historische Entwicklung

Ansätze zur Begrünung wurden bereits in den 1950er Jahren verfolgt.

In den 1970er Jahren wurde dann eine Arbeitsgruppe aus Vertretern von Industrie, Behörden und Wissenschaft gegründet. In seiner Veröffentlichung von 1983 ging LENZ weiterhin auf die Tätigkeiten der Arbeitsgruppe und die Ergebnisse aus ihrer zehnjährigen Forschungstätigkeit ein. Es wurden zunächst verschiedene Ansätze verfolgt. Dabei stellte sich heraus, dass eine Abdichtung bzw. Versiegelung der Oberfläche mit statischen Materialien, wie Kunststoffen, nicht erfolgreich war. Unter anderem waren die anhaltenden Bewegungen an der Haldenoberfläche sowie die mangelnde Befestigung und Haltbarkeit der eingesetzten Materialien problematisch. Das zusammenfassende Ergebnis der Forschungsarbeit war, dass die verschiedenen Kalirückstandshal-

den differenziert betrachtet werden müssen. Die Zusammensetzung des Rückstandes variiert von Halde zu Halde – einerseits durch die geologische Beschaffenheit der Lagerstätte, andererseits durch die Gewinnungstechnik. Zusätzlich hat die Liegedauer einen großen Einfluss auf die Oberflächenbeschaffenheit einer Halde. LENZ (1983) kam zu dem Schluss, dass Rückstandshalden, die einen hohen Ton- und/oder Anhydritgehalt im aufgehaldeten Material besitzen, eine Sonderstellung einnehmen. Hier reichert sich durch Auswaschung eine begrünbare Schicht an der Oberfläche an, die ein begrenztes Pflanzenwachstum ermöglicht (Direktbegrünung). Bei anderen Halden, wie beispielsweise Sigmundshall, Hattorf und Wintershall, die nur geringe Anteile an

nicht-löslichen Rückständen aufweisen, findet eine solche Anreicherung in absehbarer Zeit nicht statt.

SCHMEISKY, KUNICK UND LENZ (1993) gingen in ihrer Veröffentlichung vor allem auf eine Unterstützung der Vegetation auf der sich direktbegrünenden Halde III des Werkes Wintershall durch verschiedene Düngemaßnahmen und Ansaaten bzw. Anpflanzungen ein. Weitere Ansätze waren das Aufbringen von unterschiedlichsten Materialien zur Erweiterung bzw. Bildung einer begrünbaren Rekultivierungsschicht. Dazu wurden ebenfalls Versuche und Maßnahmen (z.B. Krallmatten, Humus und Vulkangestein) an anderen Kalirückstandshalden durchgeführt. Zu diesem Thema folgte eine weitere Veröffentlichung von SCHMEISKY UND LENZ aus dem Jahr 1998, die die Ergebnisse zur Begrünung von Kalirückstandshalden seit Gründung der Arbeitsgruppe in 1973 zusammenfasst. Die Begrünungsmaßnahmen fanden überwiegend auf Alt- bzw. Kleinhalden statt. Als Material für eine Rekultivierungsschicht wurden an den Halden Hansa, Friedrichshall, Bleicherode, Sondershausen, Menteroda, Sollstedt und Roßleben Bauschutt und Erdboden aufgetragen. Dabei erfolgte teilweise eine Mischung mit Altholz und Kompost. Auf den Halden Königshall-Hindenburg und Heitersheim kam es zum Einsatz von Erdboden. Versuche mit Aschen wurden an den Halden Riedel und Bleicherode (in Mischung mit Erdboden) durchgeführt. Für die Abdeckung der Halde des Werkes Sigmundshall wurden ebenfalls Rückstände aus der Industrie in Betracht gezogen (SCHMEISKY UND LENZ, 1998). Aufgrund der Haldengröße musste hier ein neues Verfahren entwickelt werden. Im Folgenden werden die Entwicklungen bzw. Forschungsergebnisse aus Sigmundshall zusammengefasst.

Beschreibung der Halde des Werkes Sigmundshall

Das Werk Sigmundshall liegt in Bokeloh (Wunstorf, Niedersachsen) am Steinhuder Meer. Seit 1898 wird an diesem Standort Kalibergbau betrieben. Dabei wurden bis Ende 2015 44 Mio. t Rückstand auf die Halde verbracht. Die geplante Endgröße soll mit ca. 47 Mio. t Rückstand eine Aufstandsfläche von ca. 48 ha bedecken. Die maximale Höhe war mit bis zu 120 m über Gelände bereits bis 2011 erreicht (WOLF, 2016). Laut KRUPP (2004) handelt es sich somit um eine Großhalde, die sich durch lange, steile Flanken mit einem Winkel von ca. 35–40° auszeichnet. Im Fall der Halde des Werkes Sigmundshall ergeben sich so Flankenlängen bis ca. 200 m.

Dünnschichtabdeckung

Eine Abdeckung der Großhalde in Sigmundshall mit Bodenaushub und Bauschutt – auch als „herkömmliches Material“ bezeichnet – würde aus statischen Gründen eine Abflachung des Böschungswinkels erfordern. Somit käme es bei einer Abdeckung mit dieser Materialgruppe zu einem deutlich erhöhten Vorlandbedarf. Die räumlichen Gegebenheiten (Wasser- und Verkehrswege, Siedlungen etc.) im Umfeld von vielen (Groß-)Halden erschweren eine derartige Herangehensweise. Zusätzlich verhindern eine mangelnde Materialverfügbarkeit sowie logistische Herausforderungen die praktische Umsetzung (SCHEER, 2001; ZUNDEL, 2000). Daher wurde für die Abdeckung von Großhalden eine neuartige Rekultivierungsschicht gesucht. Das daraufhin entwickelte Verfahren einer Dünnschichtabdeckung zielt auf einen möglichst hangparallelen Auftrag der Abdeckschicht ab, um den Vorlandbedarf und Materialverbrauch zu minimieren. Das hierfür eingesetzte Substrat muss dabei den unterschiedlichsten Anforderungen genügen.

Materialanforderungen

Die wichtigste Voraussetzung für eine möglichst hangparallele Abdeckung ist die Standsicherheit der Rekultivierungsschicht. Gleichzeitig muss das Material flexibel auf die viskoplastischen Verformungen des Haldenkörpers reagieren können und über ein gewisses „Selbstheilungsvermögen“ im Falle von Oberflächenveränderungen des Rückstandes verfügen. Das Material soll außerdem als Substrat für eine Vegetationsdecke dienen. Durch eine Begrünbarkeit werden weitere Anforderungen an die Rekultivierungsschicht gestellt. Für die Etablierung eines stabilen Aufwuchses sollten eine gute Durchwurzelbarkeit sowie eine ausreichende Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit gegeben sein. Der Wasserhaushalt des Materials – Infiltrationsvermögen, Wasserhaltefähigkeit und Verfügbarkeit – hat einen großen Einfluss auf das Erosionsverhalten, die Sickerwasserreduzierung und die Evapotranspirationsleistung der Abdeckschicht. Neben diesen technisch-physikalisch-biologischen Anforderungen müssen auch gesetzliche und wirtschaftliche Belange betrachtet werden. Damit ein praktischer Einsatz erfolgen kann, müssen genehmigungsrelevante Anforderungen eingehalten werden. Gerade bei der Größe der zu ummantelnden Kalirückstandshalden ist eine langfristige Verfügbarkeit von ausreichenden Mengen des Abdeckmaterials unabdingbar. In diesem Zusammenhang sind wirtschaftliche und logistische Einschränkungen vorhanden.

Da ein natürliches Material, das alle diese Anforderungen vereint, auf dem Markt nicht in den erforderlichen Mengen verfügbar war, musste eine geeignete Materialmischung gefunden werden. Ein solches „technogenes Substrat“ wurde in einem mehrstufigen Forschungsvorhaben für den Standort Sigmundshall entwickelt.



Abbildung 2: Gefäßversuche im Forschungsgewächshaus

Von der Idee zur großtechnischen Umsetzung

Methodisch-chronologischer Teil (Upscaling)

Das Vorgehen bei einem solchen Forschungsvorhaben gliedert sich häufig in mehrere Versuchsstufen. Zunächst wird die generelle Materialeignung in einem kleinen Labormaßstab getestet, anschließend wird der Versuchsmaßstab in mehreren Schritten vergrößert (Upscaling). Auf diese Weise kann zunächst eine große Bandbreite an Materialien und Materialmischungen getestet werden, von denen die vielversprechendsten im nächsten Schritt weiter untersucht werden können.

Als möglicher Ausgangsstoff für ein „technogenes Substrat“ bot sich ein Reststoff aus dem Aluminiumrecycling an. Das sogenannte REKAL ist der aufbereitete Löserückstand aus der Salzschlacke des sekundären Aluminium-Recyclings und fällt seit Mitte der

1990er Jahre in einer Aufbereitungsanlage am Standort Sigmundshall an (DIEKMANN, 2002; NIESSING, 2005). Die technischen Details zur Salzschlacke-Aufbereitung finden sich in WEHMEIER UND SPACHTHOLZ (2016).

Als Konditionierungsmittel für die Gewährleistung der nötigen Standsicherheit wurde ein Sprühabsorptionsprodukt aus der Rauchgasreinigung von Kohlekraftwerken verwendet. Dieses sogenannte SAV-Stabilisat verfügt unter anderem über puzzolanische Eigenschaften, die zu einer Abbindung führen (NIESSING, 2005).

Gefäßversuche

Ein mit dem REKAL vergleichbares Material hatte sich nach längerer Liegezeit in der Metallwarenfabrik Stockach teilweise selbst begrünt. Für das Projekt in Sigmundshall wurden dort 1993 erste Proben genommen und auf eine mögliche Verwendung und Verarbeitung für die Begrünung

von Kalirückstandshalden untersucht (SCHMEISKY UND MITARBEITER, 1993). Nach einer mehrjährigen Planungsphase kam es 1996 zu ersten Gefäßversuchen. Dazu musste zunächst der hohe Salzanteil aus dem REKAL-Material ausgewaschen werden (WÖHLER, 1999; DIEKMANN, 2002). Nach der Gewinnung salzfreien Materials konnten verschiedene Substratmischungen mit unterschiedlichen Mischungsverhältnissen von REKAL und SAV-Stabilisat sowie weiteren Zuschlagstoffen (Kompost, Kalk, Dünger etc.) auf ihre Begrünbarkeit untersucht werden (SCHEER, 2001). Die aus diesen Versuchen gewonnenen Erkenntnisse konnten für die nächste Versuchsstufe genutzt werden.

Lysimeterfeld

Diese Versuchsstufe bestand aus dem 1997 errichteten Lysimeterfeld am Fuße der Halde Sigmundshall. Die vorrangigen Forschungsfragen befassten

sich mit dem Wasserhaushalt, dem Wasserspeichervermögen und der Sickerwasserqualität unter Freilandbedingungen (SCHMEISKY UND LENZ, 1998). Die Ergebnisse der von SCHEER durchgeführten Untersuchungen wurden im Jahr 2001 veröffentlicht. In seiner Arbeit wurden insgesamt 13 Lysimeter untersucht, diese teilten sich in drei verschiedene Höhen (0,85; 1,50 und 3,26 m) auf. Sie wurden entweder mit reinem REKAL-Rückstand oder mit einer 70:30-REKAL-SAV-Mischung gefüllt. Im Sommer 1999 erfolgte die Einsaat des Lysimeterfeldes mit einer Grasmischung und die Auswertung des Versuchs startete ab April 2000. Im gesamten Versuchszeitraum war das Sickerwasser nahezu mit Chlorid gesättigt, sodass selbst in den kleinsten Lysimetern (Höhe 0,85 m) keine tiefer gehende Aussüßung erfolgt war. Teilweise wurden noch hohe Chloridgehalte in den oberflächlichen

Substratschichten festgestellt. Dennoch war eine Begrünung erfolgreich, die Deckungsgrade der Vegetation bei Versuchsende schwankten zwischen 55–95 % auf reinem REKAL und 75–95 % auf der REKAL-SAV-Mischung. Von den fünf gesäten Grasarten liefen drei auf. Zusätzlich hatten sich vier weitere Pflanzenarten (*Lolium multiflorum*, *Lepidium rudemale*, *Matricaria recutita* und *Funaria hygrometrica*) selbst angesiedelt. Die Evapotranspirationsraten der im März 1998 aufgesättigten Lysimeter lagen beim reinen REKAL zwischen 55 und 71 % und bei REKAL-SAV-Material bei 55–78 % des gefallen Niederschlags im Untersuchungszeitraum März 1998 bis April 2000 (SCHEER, 2001). Diese bereits beachtlichen Evapotranspirationsleistungen wurden mit einer Anfangsbegrünung – Zeitraum seit Einsaat kürzer als 1 Jahr – erzielt. Bei einer geschlossenen und eta-

blierten Pflanzendecke sind sogar noch höhere Werte zu erwarten. Laut SCHMEISKY (2000) wurden z.T. Spitzenwerte von über 90 % erreicht. Für die Verdunstungsleistungen spielen jedoch verschiedene Faktoren wie der Betrachtungszeitraum, Trocken- und Nassphasen oder Extremwetterereignisse eine wichtige Rolle.

Kleinversuchsfeld Süd

Parallel zum Lysimeterfeld wurde ebenfalls 1997 eine Kleinversuchsfläche an der Südflanke der Rückstandshalde angelegt. Die Beschreibung und die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind von NIESSING (2005) veröffentlicht worden und werden an dieser Stelle nur stark zusammengefasst dargestellt.

Der Standort an der Südflanke wurde als klimatische Extremlage ausgewählt, da hier aufgrund der Sonneneinstrahlung hohe Anforde-



Abbildung 3: Klein-Versuchsfeld an der Südflanke der Halde 2003

rungen an die Begrünung gestellt wurden. Das insgesamt 1.300 m² große Areal war in 11 Parzellen aufgeteilt. Die dafür verwendeten Materialien wurden in einer Schichtdicke von ca. 1,5 m aufgeschüttet und reichten ca. 8 m in den Hang hinein. Die Parzellen 1 bis 4 bestanden aus reinem SAV-Material, während in den Parzellen 5 bis 8 zusätzlich Kompost (40 cm Tiefe, ca. 400 t/ha) eingearbeitet wurde. Die Parzellen 9 bis 11 bestanden aus unterschiedlichen Mischungsverhältnissen von REKAL- und SAV-Material, wobei in Parzelle 11 noch ein geringer Anteil einer Wirbelschichttasche eingemischt worden war.

Aufgrund des bereits in der Einleitung genannten hohen Salzanteils im REKAL-Material erfolgte die Einsaat der Parzellen 9 bis 11 mit zweijähriger Verzögerung. In diesem Zeitraum hatte das Material Gelegenheit zum Aussüßen. Für die Parzellen 1 bis 8 kamen sechs verschiedene Ansaatmischungen zum Einsatz. Auf den Teilflächen mit REKAL kam es seit 1999 zu verschiedenen Ansaatversuchen, u. a. mit Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*), teilweise vermengt mit Waldstaudenroggen (*Secale multicaule*). Erst im Herbst 2001 führte eine vierte Ansaat mit Dt. Weidelgras und Raps (*Brassica napus*) zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Dieser Erfolg wurde auf die erst zu diesem Zeitpunkt ausreichend vorhandene salzfreie Oberflächenschicht zurückgeführt. Die verwendeten Abdeckmaterialien können die Nährstoffversorgung der Pflanzen nicht decken. Daher wurde auf den Parzellen mit unterschiedlichen Düngemaßnahmen und -intervallen experimentiert.

In der siebenjährigen wissenschaftlichen Betreuung (1998–2004) dieses Klein-Versuchsfeldes wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Über den gesamten Zeitraum erfolgten regelmäßig Aufnahmen zur Vegetationsentwicklung. Die Bestimmung

der oberirdischen Biomasse führte zu Erkenntnissen über Aufwuchs, zusätzlich wurden die Gehalte an Makro- und Mikronährelementen bzw. Schwermetallen festgestellt. Auch das Substrat war Bestandteil verschiedener chemischer Analysen. Hier wurden neben den Nährelementen der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und der Kohlenstoffgehalt untersucht. Weitere physikalische Parameter bezogen sich auf Bodenmechanik, Wasserkapazität und Standfestigkeit

Innerhalb des Versuchszeitraums erreichten die Pflanzen Deckungsgrade von bis zu 90 %. Obwohl die Substratzusammensetzung variierte, stellte sich ein ähnlicher Artenwandel auf allen Parzellen ein. Anfänglich dominierte das Dt. Weidelgras, später verschob sich die Zusammensetzung zu einem ruderal-segetalen Charakter. Die Produktivität der oberirdischen Biomasse – gemessen in Biomasseertrag (dt TS/ha) – lag anfangs bei deutlich unter 20 dt/ha, steigerte sich in den folgenden Jahren auf Maximalwerte von 60–70 dt/ha. Die Schwankungen in den Ertragshöhen sind auf eine unterschiedliche Nährstoff- und Wasserversorgung der jeweiligen Jahre zurückzuführen. In sehr trockenen Versuchsphasen kam es zu Schäden an der Pflanzendecke und teilweise zu rückläufigen Biomasseerträgen, die Vegetation konnte sich aber immer wieder erholen.

Die Biomasseanalysen ergaben für viele Nährstoffe (N, P, K, Mg, Zn, Mn) oftmals Ergebnisse in Mangelbereichen, während andere Parameter, wie Chlorid, Bor und Kupfer, im Überschuss vorlagen. Es konnten aber keine Beobachtungen über eine toxische Reaktion der Pflanze gemacht werden. Da aufgrund der gezielten Düngemaßnahmen eine ausreichende Versorgung des Substrates bezüglich der Makronährstoffe vorlag, wurde die geringe Aufnahme der Nährelemente durch die Pflanzen auf eine

Festlegung bzw. Ionenhemmung im Substrat zurückgeführt. Dies wurde vor allem durch die hohen pH-Werte des Ausgangsmaterials begründet, die teilweise deutlich über pH 9 lagen. Im Laufe des Versuches kam es zu einer leichten Absenkung auf pH 7 bis 8. Insbesondere hohe Kalzium- und Chloridgehalte waren – neben anderen Ionen – für die hohe elektrische Leitfähigkeit in den Materialien verantwortlich. Die im REKAL-SAV-Gemisch festgestellte Trockendichte von durchschnittlich 0,6 g/cm³ deutete auf eine sehr geringe Lagerungsdichte hin. Die Wassergehalte lagen bei bis zu 45 % in einem sehr hohen Bereich, gleichzeitig war ein sehr gutes Wasseraufnahmevermögen festzustellen. Die Scherfestigkeiten nahmen mit zunehmender Tiefe zu.

Großversuche

Bereits vor Anlage des Lysimeterfeldes und der Versuchsfläche an der Südflanke wurden erste Schüttexperimente mit reinem REKAL-Material 1995 an der Nordflanke durchgeführt. Aufgrund der zu geringen Standfestigkeit wurde der Einsatz verworfen. Stattdessen führten erste Erkenntnisse aus dem Lysimeterversuch und dem Klein-Feldversuch zu einer weiteren Verwendung des REKAL-SAV-Gemisches im Verhältnis 70:30 zur Abdeckung eines Nordflankenbereichs von ca. 3,7 ha. Auch diese Versuche wurden bis 2004 von NIESSING (2005) begleitet. Hierfür wurde 1998 das Material in einer Mächtigkeit von bis zu 15 m durch Absetzer von der oberen Haldenkante aufgebracht. Im oberen Hangdrittel kam es zur Schüttung eines kleinen Teilbereiches mit reinem SAV-Material. Für diesen Bereich war keine Aussüßung notwendig, sodass eine direkte Begrünung angestrebt wurde. Aufgrund von starken Verfestigungsreaktionen und der damit fehlenden Plastizität war das reine SAV-Material jedoch nicht als Rekultivierungsschicht geeignet.

Das Abdecken dieses Teilbereichs war im Jahr 2000 abgeschlossen, anschließend erfolgte eine zweijährige Entsalzungsphase. Im Jahr 2002 kam es trotz relativ hoher Salzgehalte im Substrat zu ersten Begrünungsmaßnahmen. Dabei flossen erneut Erkenntnisse aus dem Kleinfeldversuch ein: als Saatgut wurden vor allem Dt. Weidelgras (*Lolium perenne*) mit trockenresistenten Gräsern und Raps (*Brassica napus*) eingesetzt. Das Aufbringen des Saatgutes in Kombination mit Dünger erfolgte durch Ansprühsaat. Hierbei wurden jedoch nur geringe Erfolge verzeichnet, da die Oberfläche der Abdeckschicht stark auskristallisiert war. Es kam nur in gestörten Bereichen wie z.B. Tritts Spuren zu einer Etablierung von Pflanzen. Daher musste ein neues Aussaatverfahren entwickelt werden, bei dem die Oberfläche punktuell aufgerissen wird, aber die Struktur weitgehend erhalten bleibt. Dieses Ziel wurde durch die Entwicklung des „Haldenigels“ erreicht (siehe Abb. 6). Bereits im Sommer 2002 kam es zur ersten Anwendung der neuen Technik. Im Folgejahr hatte sich schon zum großen Teil eine geschlossene Vegetationsdecke entwickelt. Der anfänglich eingesäte Raps wurde später zu Gunsten einer Grasvegetation vollständig verdrängt (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013).

In 2004 wurde der Begrünungsbe-
reich um die Plateaufläche am Nord-
hang von ca. 0,3 ha erweitert. Durch
starke Windeinwirkung konnte erst
nach erneuter Einsaat in 2005 eine
flächendeckende Begrünung realisiert
werden. Auf einem Teilstück erfolgte
hier eine flächenhafte Ausbringung
von Kompost.

Die Abdeckung durch das techno-
gene Substrat wurde dann auf der
Südflanke weiter fortschreitend groß-
technisch durchgeführt. Mit der Begrü-
nung der ersten Teilfläche wurde 2006
begonnen, es folgten weitere Teilflä-
chen in 2008, 2009, 2010 und 2011/12.

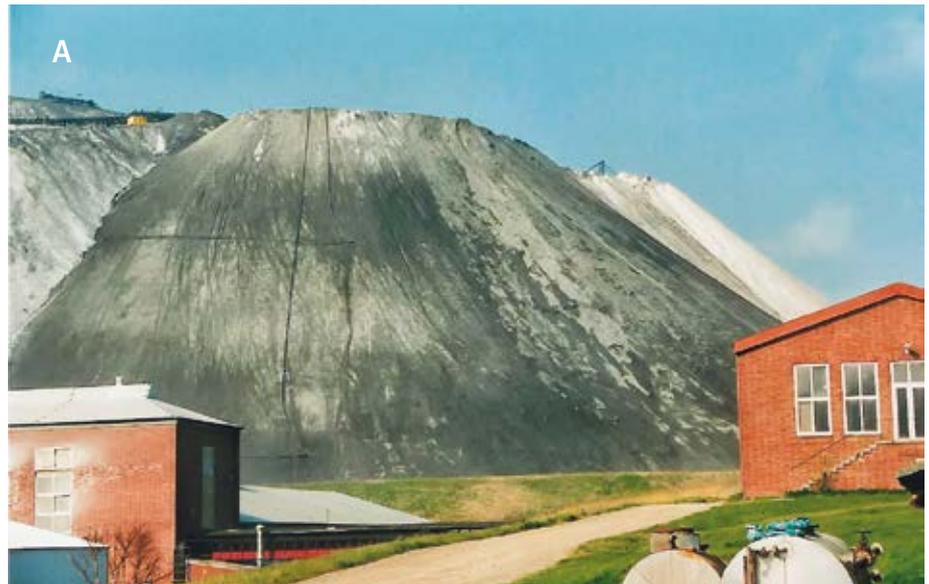


Abbildung 4: Großversuch an der Nordseite der Halde: A. Vor Begrünung 2002, B. Aufgelaufene Rapspflanzen in Blüte 2003, C. Geschlossene Vegetationsdecke mit Gehölzen 2016

Bis 2013 stieg die Größe der gesamten Begrünungsfläche an der Südseite auf ca. 7 ha an. Die großflächigen Begrünungsmaßnahmen fanden ab 2009 nicht mehr federführend durch die Universität Kassel (FG Landschaftsökologie und Naturschutz), sondern durch die Firma SW-Düngesysteme GmbH (Wolfenbüttel) statt. Nachfolgend wurde auch mit anderen Auflockerungs- und Ansaattechniken gearbeitet.

Westlich an diese Versuchsflächen schließt sich ein Areal von ca. 2 ha an, das zwar zusammen mit der 1. Teilfläche abgedeckt wurde, bei dem aber keine Begrünungsmaßnahmen stattgefunden hatten. Hier wurde von einer späteren Überschüttung für die Abdeckung des angrenzenden Haldenbereichs ausgegangen. Dieser Bereich hatte sich bis 2013 durch Einwehungen von Nährstoffen (v.a. organisches Material) und Samenmaterial teilweise lückig selbst begrünt (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013).

Damit hatte sich im Laufe der Begrünungsmaßnahmen an der Südflanke der Charakter eines Versuchsfeldes langsam zu einer großtechnischen Umsetzung gewandelt. Eine wissenschaftliche Begleitung der Begrünung wird bis heute fortgeführt. Die vollständige Abdeckung der Halde Sigmundshall mit dem technogenen Substrat aus 70% REKAL-Material plus 30 % SAV-Material ist geplant.

Das wissenschaftliche Begleitprogramm umfasste eine Reihe von Vegetationsuntersuchungen sowie Pflanzen- und Substratanalysen. Die gesamte Begrünungsmaßnahme geschah mit dem Ziel, so schnell wie möglich eine stabile, geschlossene und möglichst produktive Vegetation zu schaffen, um einerseits eine bestmögliche Evapotranspirationsrate und andererseits einen langfristigen Erosionsschutz zu erreichen. Da sich im Verlauf der Begrünungsmaßnahmen immer wieder neue Fragestellungen ergaben (z.B. ein erhöhtes Winderosionsrisiko

an exponierten Teilflächen, starke Unterschiede in der Kleinklimatik und verschiedene Reaktionen auf Sukzessionsentwicklungen, wurde das Begleitprogramm entsprechend angepasst. Die wissenschaftliche Begleitung umfasst eine regelmäßige Erfassung der Pflanzenartendiversität (seit 2009 jährlich) sowie der Vegetationsentwicklung, meist in Verbindung mit Untersuchungen zu Biomassertrag und Nährstoffversorgung.

Die Pflanzenartendiversität stieg von 71 (2009) über 99 (2010) und 117 (2011) auf 140 (2012) an. Bei den genannten Angaben handelt es sich um die Mindestanzahl der angetroffenen Arten. Aufgrund der Größe der Begrünungsflächen kann nur ein Teil der Gesamtfläche betrachtet werden. Es kommt jedes Jahr zu einer gewissen Fluktuation in der Artenzusammensetzung. Einerseits werden Arten nicht wieder angetroffen, andererseits kommen aber auch neue hinzu bzw. treten nach einer Weile wieder auf. Über den gesamten Untersuchungszeitraum (2009–2012) befanden sich mindestens 162 verschiedene Arten auf den Begrünungsflächen der Halde, davon 132 krautige Pflanzen und Gräser sowie 30 Gehölze. In der Ansaatmischung für die flächendeckende Begrünung wurden nur wenige Grasarten (*Lolium perenne*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*) und teilweise Raps (*Brassica napus*) verwendet. Alle anderen Pflanzenarten haben sich selbst angesiedelt, entweder durch natürlichen Eintrag durch Wind und Tiere oder durch anthropogenen Einfluss, z.B. durch Anhaftungen an Fahrzeugen oder durch Import von Erdbaumaterial. Zusätzlich kam es zu verschiedenen Versuchspflanzungen vor allem von Gehölzen. Aufgrund der zeitversetzten Einsaat der Teilflächen konnten wiederkehrende Vegetationstypen identifiziert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Vegetation auf dem Plateau. Das eingesäte Dt. Weidelgras (*Lolium*

perenne) fungierte als „Ammengras“ (vgl. NIESSING, 2005), danach etablierten sich auch andere Grasbestände (z. B. Rotschwingel: *Festuca rubra*). Nach einem verstärkten Einfluss von Salz (z.B. Einwehungen von benachbarten Rückstandsschüttungen) dominierte die Glanzmelde (*Atriplex sagittata*). Diese wurde bei abnehmendem Salzgehalt vom sehr konkurrenzstarken Schmalblättrigen Greiskraut (*Senecio inaequidens*) abgelöst, das zusammen mit Ruderalarten wie z.B. Disteln (*Cirsium arvense* und *vulgare*) und Brennesseln (*Urtica dioica*) vorkam. Die Vegetation befand sich anschließend wieder im Übergangsstadium zu einem von Grasbeständen geprägten Bestand (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). In den Jahren 2013–2016 hatte sich die Pflanzendiversität auf ca. 160 Arten stabilisiert.

Die oberirdische Biomasse schwankte auf den verschiedenen untersuchten Teilflächen zwischen 18 und 141 dt/ha im Untersuchungszeitraum 2002–2011 (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Die hohen Schwankungen zwischen den Einzelergebnissen kommen durch die individuelle jährliche Klimaentwicklung, die Nährstoffverfügbarkeit und Vegetationszusammensetzung zustande. Diese Faktoren unterschieden sich auf den Untersuchungsflächen aufgrund ihrer Lage und ihres Begrünungsalter z. T. sehr stark. Trotz der ungünstigen Ausgangsvoraussetzungen (hohe Sonneneinstrahlung durch steile Exposition, technogenes Substrat ohne verfügbare Hauptnährstoffe und organische Substanz) mittelte sich der Biomassertrag seit 2002 auf 58 dt/ha. Dieser Wert liegt im Bereich von landwirtschaftlichen Wirtschaftswiesen, obwohl hier keinerlei Pflegemaßnahmen stattfanden.

Zur Sicherstellung der Nährstoffversorgung wurden im Versuchszeitraum parallele Analysen der oberirdischen Biomasse und des technogenen Sub-

strates durchgeführt (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Basierend auf diesen Ergebnissen kam es anfangs zu angepassten Düngemaßnahmen zur Förderung einer stabilen Vegetation. Seit 2005 wurde auf den Teilflächen Nordhang und Nordplateau nicht mehr gedüngt. Bei den Teilflächen auf der Südseite wurde auf Folgedüngungen verzichtet, da aufgrund der geänderten Einsaattechnik meist auch mit organischem Langzeitdünger gearbeitet wurde. Die Analysen aus den letzten Jahren ergaben, dass keine weiteren Düngemaßnahmen notwendig waren, da sich offensichtlich natürliche Nährstoffkreisläufe entwickelt hatten (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Diese Entwicklung geschah schneller als erwartet, obwohl NIESSING (2005) auf ihrem Kleinfeldversuch gegenteilige Beobachtungen gemacht hatte. Auf dem Südhang war auch der Einsatz von organischem Material bei den Ansaatmaßnahmen ein möglicher Faktor für diese beschleunigte Entwicklung.

Da es sich bei dem technogenen Substrat nicht um einen natürlichen Boden handelt, wurden weitere Para-

meter betrachtet. Aufgrund der Herkunft des REKAL-Materials aus dem Aluminiumrecycling sind dort größere Mengen an Metallen und Schwermetallen enthalten (DIEKMANN, 2002; NIESSING, 2005) als in natürlichen Böden.

Laut SCHEER (2001) lag der pH-Ausgangswert des REKAL-SAV-Materials bei 9,0–9,4. Über den Untersuchungszeitraum hinweg stabilisierte er sich im neutralen Bereich (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Der pH-Wert hat entscheidenden Einfluss auf die Löslichkeit von verschiedenen Schwermetallen. Auch aufgrund dieser starken pH-Wert-Änderung wurden ausgedehnte Analysen der oberirdischen Biomasse und des technogenen Substrates durchgeführt. Für den Wirkungspfad Boden-Pflanze ergab sich nur eine sehr geringe Aufnahme. Die Werte in den Pflanzen lagen in einer ähnlichen Größenordnung wie bei Pflanzen auf natürlichen Standorten. Somit konnte die Schadlosigkeit des technogenen Substrates nachgewiesen werden (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013).

Neben chemischen und biologischen Faktoren wurden auch die physikalischen Eigenschaften des Bodens betrachtet. Die andauernden Untersuchungen zur Bodenmechanik belegen auch nach einer längeren Liegephase, dass die Standsicherheit gegeben ist. Weitere Parameter zum Wasserhaushalt des technogenen Substrats beinhalteten das Infiltrationsvermögen, die Lagerungsdichte und das Porenvolumen (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Dabei wurden Wasserhaltefähigkeiten (Feldkapazität) von bis zu 50 Vol. % ermittelt (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Diese liegen damit über der Feldkapazität der meisten natürlichen Böden (AD-HOC ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005).

Technische Entwicklungen während des Großversuches

Damit eine Haldenabdeckung im Dünnschichtverfahren technisch umgesetzt werden konnte, waren eine Reihe von technischen Neu- und Weiterentwicklungen notwendig. Für das Aufbringen des technogenen Substrates kam es im Vorfeld der Schüt-



Abbildung 5: Blühwiese mit hoher Artendiversität auf der Haldensüdflanke 2013



Abbildung 6: Technische Entwicklung A. Haldenigel mit Seilwinde, B. Laufprofil des Haldenigels, C. Auflaufende Saat (Raps) innerhalb des Laufprofils

tungen zu umfangreichen Versuchen bezüglich des Abrollverhaltens, da die Abdeckung über Absetzer erfolgen sollte (DIEKMANN, 2002). Daraus resultierte auch eine dosierte Anfeuchtung des REKAL-SAV-Gemisches in der Mischeinrichtung.

Für die Verminderung von Winderosion kamen bereits beim Schüttvorgang Beregner zum Einsatz. Nach dem Schütten einer Teilfläche wurde dann ein Bewässerungssystem installiert. Die Weiterentwicklung dieser Technik führte immer wieder zu Neuerungen, wie z. B. mobilen Sprinklersystemen (DIEKMANN, 2002; NIESSING, 2005). Auch bei der Begrünungstechnik kam es seit Beginn der Versuche zum Einsatz unterschiedlicher Techniken. Anfänglich wurde bei der Ansaat mit einer Kompressionstechnik gearbeitet. Allerdings kommt es bei der Bewässerung des Abdeckmaterials zu einer Verhärtung an der Oberfläche, die die Etablierung der gesäten Pflanzen behindert. Daher musste ein Gerät entwickelt werden, dass eine punktuelle

Auflockerung dieser verhärteten Oberfläche ermöglicht, ohne eine erhöhte Erosionsanfälligkeit hervorzurufen. Dieser sogenannte Haldenigel applizierte auch gleichzeitig piliertes Saatgut und mineralischen Dünger (NIESSING, 2005; PAPKE UND SCHMEISKY, 2013). Im weiteren Verlauf wurde auch mit anderen Geräten zur Auflockerung gearbeitet, da für die Ansaat bzw. die Düngeraufbringung ein Anspritzverfahren verwendet wurde. Verschiedene Maßnahmen zum Erosionsschutz (Erosionsschutzmatten, Bodenkleber) kamen ebenfalls zur Erprobung (PAPKE UND SCHMEISKY, 2013).

Um dem Austrag von löslichen Schwermetallen über das Haldenwasser entgegenzuwirken, wurde 2011 eine Aufbereitungsanlage in Betrieb genommen. In dieser kommt es zu einer Ausfällung der Schwermetalle mit Kalkmilch und einem organischen Sulfid, anschließend werden die ausgeflockten Verbindungen abfiltriert und können so gesondert entsorgt werden (WOLF, 2015).

Zusammenfassung von Hauptergebnissen der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen

Grundsätzlich ist die Dünnschichtummantelung mit einem technogenen Substrat möglich. Durch ein aufwendiges Forschungsprogramm konnte eine Rezeptur für ein einsatzfähiges Abdecksubstrat gefunden werden. Die eingangs definierten Materialanforderungen für eine solche Rekultivierungsschicht werden zum größten Teil erfüllt.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das REKAL-Material langfristig standfest ist und über das notwendige Selbstheilungsvermögen verfügt. Eine flächendeckende, stabile und produktive Vegetation entwickelte sich bereits kurze Zeit nach den Begrünungsmaßnahmen. Dies wird insbesondere durch einen sehr günstigen Wasserhaushalt und eine fortschreitende Durchwurzelungstiefe gefördert. Obwohl im Ausgangssubstrat keine (verfügbaren) Hauptnährstoffe vorhanden waren, konnten in Verbindung



Abbildung 7: Lysimeterfeld auf der Halde Wintershall 2016

mit angepassten Düngemaßnahmen relativ schnell gute Bedingungen hinsichtlich der Nährstoffversorgung (Nährstoffspeicher, Nährstoffkreisläufe, Bodenbildung) erreicht werden. Bis heute waren auf den erfolgreich begrünten Flächen keine Nachsorgearbeiten notwendig.

Durch diese neu geschaffenen Lebensräume konnten sich in den letzten Jahren über 160 verschiedene Pflanzenarten ansiedeln. Auf Grund der natürlichen Sukzession und des damit einhergehenden steigenden Konkurrenzdrucks ist langfristig eine Artenabnahme zu erwarten. Eine hohe Artendiversität ist allerdings für die Verdunstungsleistung nicht unbedingt ausschlaggebend.

Diese guten Ergebnisse waren nur mit Hilfe von Anpassungen vorhandener und Entwicklung neuer Techniken (Bewässerung, „Haldenigel“, Ansaatverfahren) realisierbar.

Das Ziel, eine möglichst produktive Begrünungsschicht auf der Dünn-schichtummantelung zu etablieren, wurde damit erfolgreich umgesetzt. Dadurch werden neben einem langfristigen Erosionsschutz vor allem hohe Evapotranspirationsraten ermöglicht, die eine deutliche Sickerwas-

serreduzierung zur Folge haben. Der Erfolg der Maßnahme zeigt sich z.B. dadurch, dass am Haldenfuß der Flächen, die mit einer stabilen Vegetation bedeckt sind, kein Sickerwasser austritt.

Ausblick auf weitere Entwicklungen

Das in Sigmundshall entwickelte Abdeckverfahren ist auf Grund der geringen Materialverfügbarkeit (REKAL) nur an diesem Standort umsetzbar. An anderen Halden wie Friedrichshall oder an Standorten im Süd-Harz-Kalirevier werden jedoch aktuell weiter (Klein-) Halden mit herkömmlichen Materialien abgedeckt. Hierfür werden Materialien wie Bauschutt oder Bodenaushub verwendet. Da ein solches Verfahren jedoch durch zu geringes Materialaufkommen und den enormen Flächenbedarf nicht an Großhalden, wie beispielsweise denen in Hattorf oder Wintershall, umsetzbar ist, wird derzeit die Dünn-schichtabdeckung für diese Standorte weiterentwickelt. Da das in Sigmundshall verwendete REKAL-Material nicht zur Verfügung steht, muss ein neues Forschungsprogramm mit alternativen Materialien durchgeführt werden. Dazu wurden bereits verschiedenste

Materialien Standsicherheitsuntersuchungen unterzogen und in Gefäßversuchen auf ihre Begrünbarkeit getestet. Bereits 2013 kam es zur Errichtung eines Lysimeterfeldes auf der Halde Wintershall für die Gewinnung weiterführender Erkenntnisse. Die Auswertung dieses Versuches ist noch nicht abgeschlossen. Daran anschließend ist ein halbtechnischer Pilotversuch auf der Halde Hattorf in Planung, um einen späteren Regelbetrieb vorzubereiten. Hier steht die Reduzierung der Haldenwässer um bis zu 80 % im Fokus.

Für jede potenzielle Materialmischung, die als Substrat dienen soll, muss die Eignung bezüglich der einzelnen definierten Anforderungen überprüft werden. In diesem Zusammenhang müssen auch erneut technische Anpassungen und Entwicklungen – sowohl bezüglich der individuellen Materialeigenschaften als auch für den jeweiligen Standort – durchgeführt werden.

Neben der Dünn-schichtabdeckung werden weitere mögliche Abdeckverfahren zur Haldenwasserreduzierung verfolgt. Am Standort Neu-hof-Ellers wird untersucht, ob der natürliche hohe Tongehalt des aufgehaldeten Rückstands am Haldenhang fixiert werden kann. Durch Maßnahmen zur Erosionsminderung soll eine Tonauf-lage geschaffen werden, die durch ein verbessertes Wasserspeichervermögen und die dunkle Färbung eine erhöhte Verdunstung erzielen kann. Hierbei sollen Verfahren mit und ohne Begrünung untersucht werden. Ein ähnliches Prinzip – ebenfalls ohne Pflanzenbedeckung – wird mit der sogenannten Infiltrationshemmschicht (IHS) am Standort Zielitz erprobt. Zusätzlich sollte auch der Erhalt von kleinen Halden aus vegetations-ökologischen Gründen in Betracht gezogen werden, da somit seltene Binnenlandsalzstellen als ökologische Nischen langfristig gesichert werden

können. Für alle Abdeckvarianten müssen immer die Haldenkubatur, die Haldenmorphologie sowie weitere Standortgegebenheiten beachtet werden, da die Halden nicht nur in ihrer Größe, sondern auch in ihrer Zusammensetzung variieren. Außerdem müssen jeweils soziale, rechtliche und wirtschaftliche Bedingungen der Standorte betrachtet werden (logistische Anbindung, Transportwege, Siedlungen, Naturschutzgebiete). Daher ist nicht jedes Verfahren an jedem Standort möglich.

Die Autoren danken Frau Dr. Silvia Niessing, Herrn Dr. Frank Wolf und Prof. Dr. Helge Schmeisky für die hilfreichen Anmerkungen und Kommentare während der Entstehung dieser Veröffentlichung.

Quellen

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005):** Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte und erweiterte Auflage. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Diensten der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover 2005
- DIEKMANN, R. (2002):** Renaturierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie mit geringem zusätzlichem Flächenbedarf am Beispiel der Halde des Kaliwerkes Sigmundshall. Kali und Steinsalz 3 (2002), S. 32–41
- KRUPP, R. (2004):** Kalibergbau und Aluminiumrecycling im Raum Hannover. Eine Studie über Missstände und Verbesserungspotentiale, im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Kreisverband Hannover 2004
- LENZ, O. (1983):** Stand der Untersuchungen zur Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie. In: Kali und Steinsalz 8 (1983) Heft 12, S. 406–410
- NIESSING, S. (2005):** Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie Nr. 6 – Begrünungsmaßnahmen auf der Rückstandshalde des Kaliwerkes – Sigmundshall in Bokeloh. Ökologie und Umweltsicherung 25/2005. Universität Kassel, Fachgebiet Landschaftsökologie und Naturschutz
- PAPKE, G. UND SCHMEISKY, H. (2013):** Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie – 8 – Ergebnisse aus langjährigen wissenschaftlichen Begleituntersuchungen der Begrünungsflächen auf der Kalirückstandshalde Sigmundshall in Bokeloh. Ökologie und Umweltsicherung 35/2013. Universität Kassel, Fachgebiet Landschaftsökologie und Naturschutz
- RAUCHE, H. (2015):** Die Kaliindustrie im 21. Jahrhundert – Stand der Technik bei der Rohstoffaufbereitung sowie bei der Entsorgung der dabei anfallenden Rückstände. Springer Vieweg
- SCHEER, T. (2001):** Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie – 4 – Untersuchungen zur Nutzbarkeit aufbereiteter Salzschlacke der Sekundäraluminium-Industrie als Rekultivierungsmaterial einer Kali-Rückstandshalde. Ökologie und Umweltsicherung 20/2001. Universität – Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Landwirtschaft, internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung.
- SCHMEISKY, H. (2000):** I. Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie. IN: Schmeisky, H. und Hofmann, H. (Hrsg.): Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie – Untersuchungen von Salzaustrag, zur Sukzession sowie Maßnahmen und Erkenntnisse zur Begrünung. Ökologie und Umweltsicherung 19/2000, S. 11–27. Universität – Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Landwirtschaft, internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung.
- SCHMEISKY, H.; KUNICK, M. UND LENZ, O. (1993):** Zur Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie. Kali und Steinsalz 11 (1983) Heft 5/6 (Sonderabdruck)
- SCHMEISKY, H. UND MITARBEITER (1993):** Stellungnahme zur Aufhaltung von Rückständen aus dem REKAL-Verfahren (Aufarbeitung von Salzschlacken aus der Sekundäraluminium-Industrie). Gesamthochschule Kassel GHK Universität, Fachgebiet Ökologie und Naturschutz. Unveröffentlichter Bericht
- SCHMEISKY, H. UND LENZ, O. (1998):** Zur Begrünung von Rückstandshalden der Kaliindustrie – Ergebnisse einer 25jährigen Forschungsarbeit. Sonderdruck aus Glückauf mit Kali und Steinsalz 134 (1998) Nr.9, S. 501–515
- WEHMEIER, V. UND SPACHTHOLZ, F. (2016):** Energieeffiziente Verwertung von Salzschlacken aus der Sekundäraluminium-Produktion und Rekultivierung der Abraumhalde des Kaliwerkes Sigmundshall. Kali und Steinsalz 1 (2016), S. 14–23
- WOLF, F. (2016):** Persönliche Auskunft über den Stand der Aufhaltung, K+S Kali GmbH, Werk Sigmundshall, SGU vom 23.09.2016
- WOLF, F. (2015):** Entwicklung der Haldenabdeckung 1995–2014 der Rückstandshalde des Kaliwerkes Sigmundshall der K+S KALI GmbH. Teilbericht 4 des WBP Jahresberichtes 2014 Werk Sigmundshall, August 2015. Unveröffentlichter Bericht der K+S KALI GmbH
- WÖHLER, V. (1999):** Aufbereitete Aluminium-Salzschlacke als Rekultivierungsmaterial. Dissertation am Fachgebiet Bodenkunde, Universität Gesamthochschule Kassel. 158 Seiten
- ZUNDEL, R. (2000):** Praktische Erfahrungen mit der Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie in Niedersachsen und Thüringen. IN: Schmeisky, H. und Hofmann, H. (Hrsg.): Rekultivierung von Rückstandshalden der Kaliindustrie – Untersuchungen von Salzaustrag, zur Sukzession sowie Maßnahmen und Erkenntnisse zur Begrünung. Ökologie und Umweltsicherung 19/2000, S. 141–160. Universität – Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Landwirtschaft, internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung



Dr. Frauke Bretthauer
Leiterin Abfallchemie
und -zulassungen,
K+S Entsorgung GmbH



Dipl.- Ing. Jörg Glienke
Leiter Standortkoordination,
K+S Entsorgung GmbH



Dr. Franz X. Spachholz
Leiter Technik und Betrieb,
Prokurist, K+S Entsorgung GmbH

Langzeitsichere Entsorgung von gefährlichen Abfällen im Kali- und Steinsalzbergbau

Bei der Entsorgung von bergbaufremden Abfällen mit gefährlichen Eigenschaften in geeigneten Kali- und Steinsalzbergwerken werden die Schadstoffe der Biosphäre dauerhaft entzogen. Der Geschäftsbereich Entsorgung der K+S Gruppe betreibt in Deutschland die beiden Untertagedeponien Herfa-Neurode und Zielitz sowie die fünf Verwertungsstandorte Wintershall, Hattorf, Unterbreizbach, Bernburg und Zielitz. Bei der Untertagedeponierung steht die langzeitsichere Beseitigung der Abfälle im Vordergrund. Bei der Untertageverwertung werden die stofflichen Eigenschaften von weniger kontaminierten Abfällen genutzt, um die bergrechtlich bestehenden Versatzpflichten für ausgewählte Bereiche der Grube zu erfüllen. Der Artikel gibt einen kurzen Einblick in die Aktivitäten der K+S Entsorgung GmbH. Ausführlich werden die Unterschiede zwischen Verwertung von bergbaufremden Abfällen unter Tage und der Beseitigung von Abfällen in Untertagedeponien beschrieben.

Long time safety of waste recovery and disposal in salt and potash mines Appropriate potash- and rock salt-mines assure that solid wastes with hazardous substances are sustainably kept from leaking into the biosphere. K+S Group operates in Germany the two underground disposal plants Herfa-Neurode and Zielitz as well as the five underground recovery plants Wintershall, Hattorf, Unterbreizbach, Bernburg and Zielitz. Underground waste disposal is mainly designated to eliminate wastes safely on a long-term basis, whereas underground waste recovery uses the materials' properties of less contaminated wastes in order to fulfill the backfilling obligation of selected cavities imposed by the mining law. The article provides an insight into the emergence of potash- and rock salt-deposits and treats in detail the differences between underground waste elimination and underground waste recovery.

EINLEITUNG

Die K+S Entsorgung GmbH mit Sitz in Kassel ist eine 100-prozentige Tochtergesellschaft des Rohstoffproduzenten K+S. In Teilen der Hohlräume, die durch den ehemaligen Abbau von Kali und Salz entstanden sind, werden Abfälle langzeitsicher entsorgt. Als Pionier der untertägigen Entsorgung und führender Anbieter in Europa betreibt das Unternehmen zwei Untertagedeponien zur Beseitigung von Abfällen und fünf untertägige Anlagen zur Verwertung. Die Verwertung geschieht in Form von Bergversatz.

Für die Sekundäraluminiumindustrie bietet K+S Entsorgung in der patentierten REKAL-Anlage eine Komplettleistung rund um das Recycling von Salzschlacken an. Ein weiteres Geschäftsfeld ist das untertägige Recycling von gering belasteten Baustoffen (Abb.1). Beim Baustoffrecycling werden Bodenaushub

und Baustoffe aufbereitet und auf eine Kali-Rückstandshalde aufgebracht. Die Halde wird begrünt mit der Zielsetzung, eine nachhaltige Lösung zur Minimierung salzhaltiger Haldenwasser zu schaffen. (Für weitere Informationen zum Bereich Recycling siehe V. Wehmeier, Kali & Steinsalz 01/2016 und G. Jahn Kali & Steinsalz 02/2014)

Aktuell gibt es in Deutschland vier Untertagedeponien. Außerhalb der K+S Gruppe betreiben noch die UEV in Heilbronn sowie die GSES in Sondershausen jeweils eine Untertagedeponie. Die weiteren Ausführungen konzentrieren sich auf die Aktivitäten innerhalb der K+S Gruppe.

Untertagedeponien werden im Salinar betrieben, um hoch kontaminierte, feste Abfälle mit wasserlöslichen Bestandteilen, umwelt- und gesundheitsgefährdenden sowie toxischen Eigenschaften sicher zu beseitigen und eine Migration der

Schadstoffe in die Biosphäre dauerhaft zu verhindern. Die K+S Entsorgung GmbH ist der Pionier im Bereich der untertägigen Deponierung von gefährlichen Abfällen. Seit 1972 wurden in der Untertagedeponie Herfa-Neurode mehr als drei Mio. t Abfälle angenommen und langzeitsicher eingelagert. Neben der Untertagedeponie in Herfa-Neurode betreibt K+S seit 1995 eine weitere Untertagedeponie in Zielitz. Die jährliche Gesamtlagerkapazität der beiden Deponien liegt bei mehr als 250.000 t. Die Kapazität bezogen auf beide Untertagedeponien reicht für viele weitere Jahrzehnte Betriebszeit. (Abb. 2)

Untertageverwertungsanlagen gibt es aktuell zehn in Deutschland. Außerhalb der K+S Gruppe betreiben noch die UEV-Umwelt, Entsorgung und Verwertung in Kochendorf, die GTS – Grube Teutschenthal, die GSES – Glückauf Sondershausen Entwick-

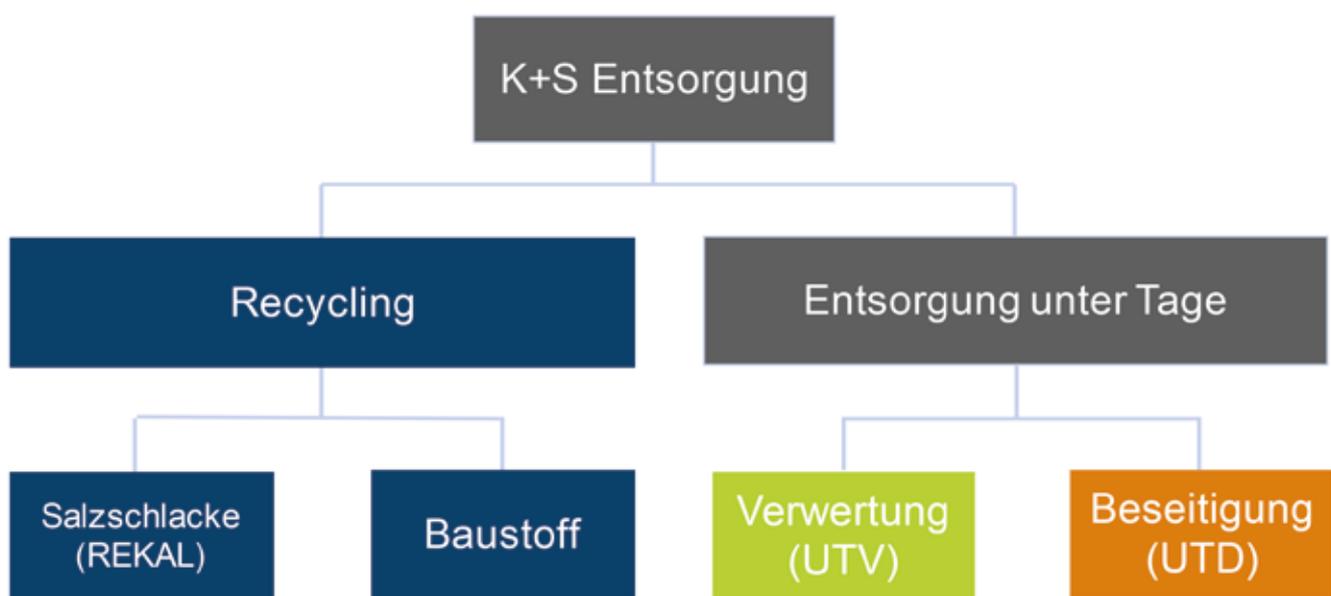


Abb. 1: Arbeitsgebiete K+S Entsorgung / K+S Gruppe

lungs- und Sicherungsgesellschaft mbH in Sondershausen, die NDH Entsorgungsbetreibergesellschaft mbH in Bleicherode sowie die Minex in Staßfurt Untertageverwertungsanlagen. Die K+S Entsorgung GmbH betreibt an fünf deutschen Standorten im Kali- und im Steinsalzbergbau die Untertageverwertung (Abb. 2). Drei Verwertungsstandorte liegen in der Mitte von Deutschland an der Grenze von Hessen und Thüringen (Hattorf/Wintershall und Unterbreizbach), zwei weitere westlich von Berlin in Sachsen-Anhalt (Zielitz und Bernburg). In Abhängigkeit von den

Standortbedingungen werden unter Nutzung stofflicher, insbesondere bauphysikalischer Abfalleigenschaften verschiedene Versatzverfahren angewendet. Bei den Abfällen handelt es sich im Wesentlichen um Rückstände aus der Rauchgasreinigung von der Müllverbrennung. Die jährliche Gesamtkapazität der K+S Untertageverwertungsanlagen beläuft sich auf mehr als 900.000 t. Der größte Teil der Abfälle stammt aus Deutschland. Jedoch werden auch zunehmend aus anderen europäischen Ländern Abfälle sinnvoll verwertet und zusätzlich sicher der Biosphäre entzogen.

Langzeitsicherheit

Von entscheidender Bedeutung für den Kali- und Steinsalzbergbau ist die geologische Situation der Lagerstätte. Die Kali- und Steinsalzschiefer sind vor etwa 250 Mio. Jahren entstanden. Das salzhaltige Zechsteinmeer ist durch Sonneneinstrahlung langsam verdunstet. Dabei kam es zu Steinsalz- und Kalisalzaablagerungen. Die Salzlagerstätte im Werratal, Standort der Untertagedeponie Herfa-Neurode und der Verwertungen Hattorf/Wintershall und Unterbreizbach, ist eher flach geformt und besteht überwiegend aus Steinsalz mit Mächtigkeiten

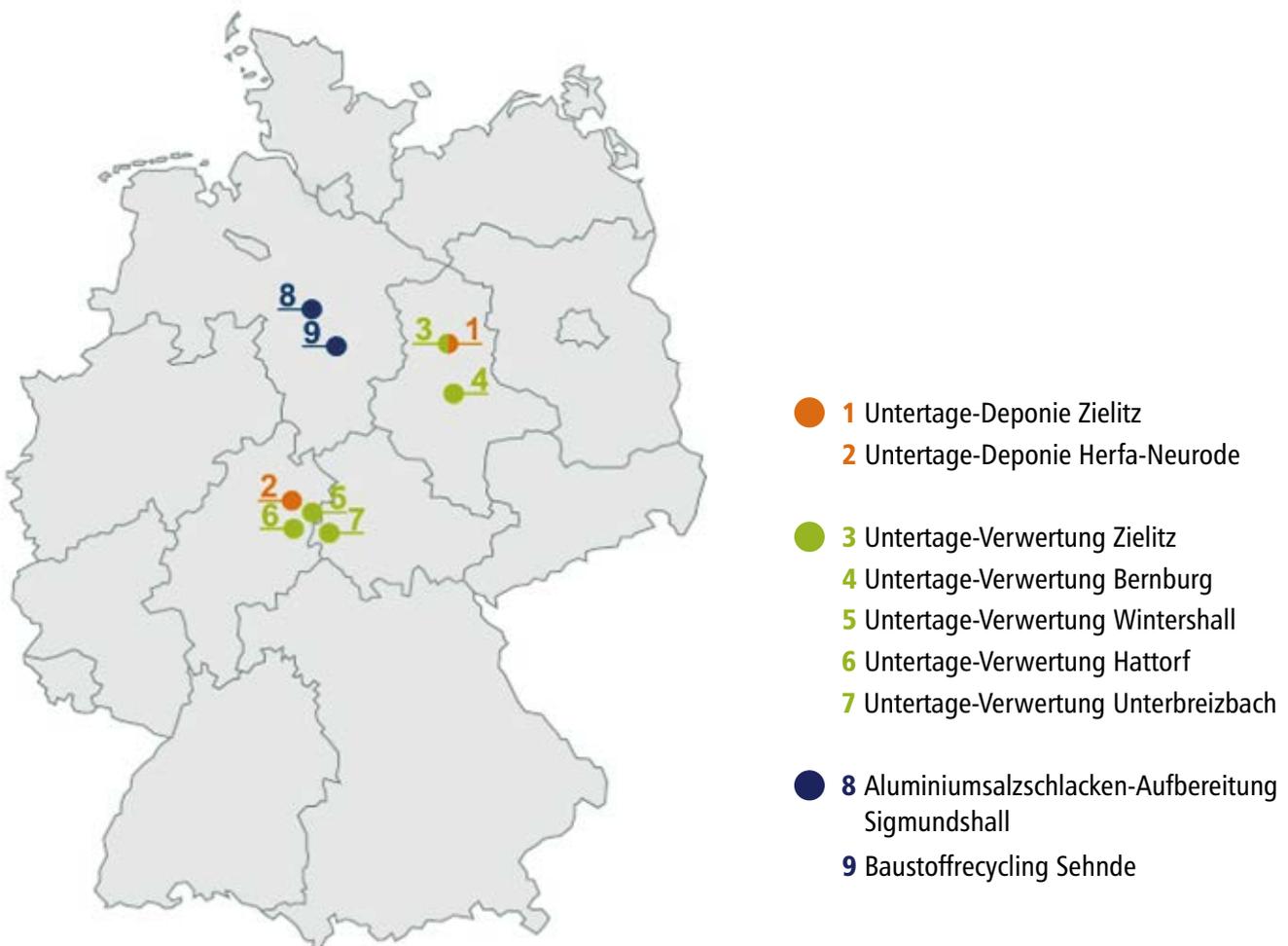
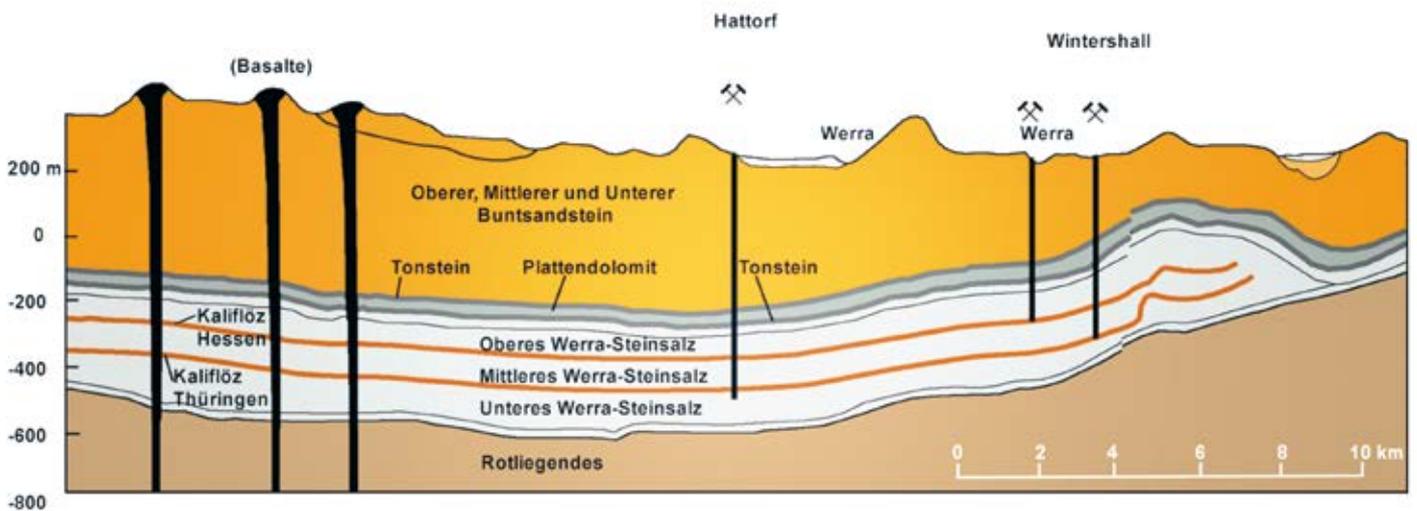


Abb. 2: K+S Entsorgungsstandorte / K+S Gruppe



Mächtigkeit der Lagerstätte bis zu 500 Meter | Gasdicht

Abb. 3: Schema Lagerstättenaufbau Werk Werra / K+S Gruppe

von etwa 300 bis 500 m. Innerhalb dieser mächtigen Salzmassen sind zwei Kaliflöze (Kaliflöz Hessen und Kaliflöz Thüringen) eingebettet, die jeweils eine durchschnittliche Mächtigkeit von etwa 2,5 bis 3 m aufweisen. Oberes- mittleres- und unteres Werra-Steinsalz haben incl. der beiden Kaliflöze eine Mächtigkeit von ca. 300 m und stellen eine gasundurchlässige Barriere dar. Über dem Salz lagern schichtweise Tone und Dolomit, welche wiederum durch ca. 300 bis 600 m mächtigen Buntsandstein bedeckt sind. Die Tonschichten im Hangenden der Salzablagerungen sind zusammen etwa 100 m mächtig und ermöglichen eine sichere Versiegelung gegenüber den höherliegenden, wasserführenden Gesteinsschichten. (Abb. 3) Die Tonsteinschichten sind bei tektonischen Einflüssen sehr anpassungsfähig und wasserundurchlässig. Trotz aller Bewegungen in der Erdkruste haben diese in den vergangenen Jahrmillionen ihre abdichtende

Wirkung erhalten und sind somit langzeitsicher.

Voraussetzung für die Erteilung einer Genehmigung einer Untertagedeponie ist unter anderem die Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises. Im Rahmen des Langzeitsicherheitsnachweises muss für den jeweiligen Standort regelmäßig der Nachweis erbracht werden, dass während Errichtung, Betrieb und nach Stilllegung der Untertagedeponie eine Beeinträchtigung der Biosphäre ausgeschlossen ist. (Abb. 4)

Entsorgung unter Tage

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz ist der Begriff Entsorgung der Oberbegriff für Beseitigung und Verwertung. Bei der Untertagedeponie steht die langzeitsichere Beseitigung der Abfälle im Vordergrund. Bei der Untertageverwertung werden die stofflichen Eigenschaften von weniger kontaminierten Abfällen genutzt, um die bergrechtlich bestehenden Versatzpflichten für

ausgewählte Bereiche der Grube zu erfüllen. Zur Abgrenzung von Abfallverwertung und Abfallbeseitigung sind EuGH-Rechtsprechungen ergangen. Das entscheidende Merkmal für eine Abfallverwertungsmaßnahme besteht darin, dass der Hauptzweck der Entsorgungsmaßnahme die stoffliche Nutzung des Abfalls ist, indem andere Materialien ersetzt werden, die für diese Aufgabe hätten verwendet werden müssen. Natürliche Rohstoffe werden geschont, indem sie durch Abfälle substituiert werden. Dagegen ist der Hauptzweck bei der Deponierung eines Abfalls die dauerhafte Beseitigung des Schadstoffpotentials.

Untertagedeponie

Für die untertägige Beseitigung gelten folgende Regelwerke: die Abfallrahmenrichtlinie, die Deponierichtlinie, das Kreislaufwirtschaftsgesetz, die Deponieverordnung, die Gefahrstoffverordnung und die Allgemeine Bundesbergverordnung.

Voraussetzungen und Zielstellung für die Errichtung einer Untertagedeponie

Um eine untertägige Abfalldeponie zur Beseitigung gefährlicher Abfälle einzurichten und zu betreiben, müssen neben den geologischen Voraussetzungen folgende Bedingungen erfüllt sein: In der Zeit nach dem Deponiebetrieb sind keine weiteren Unterhaltungs- bzw. Nachsorgemaßnahmen erforderlich, da die Schächte als einzige Verbindung zur Biosphäre

langzeitsicher verschlossen werden. (Abb. 5)

Kriterien für zu deponierende Abfälle

Alle Abfälle zur Beseitigung in einer Untertagedeponie müssen ein individuelles Zulassungsverfahren durchlaufen. Zwar gibt es keine Limitierung hinsichtlich der Konzentration von löslichen Bestandteilen oder Schwermetallen, allerdings gibt es bestimmte Ausschlusskriterien.

Deponieabfälle werden überwiegend in Stahlblechfässern, Big Bags oder Stahlblech-Containern verpackt angeliefert. Bei der Untertagedeponie Herfa-Neurode besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Abfälle in Silo-LKW anzuliefern und in Standsilos pneumatisch einzublasen. Die Abfälle werden dann direkt auf dem Gelände der Untertagedeponie in Big Bags abgefüllt und zur Einlagerung bereitgestellt. Durch die geringe Luftfeuchte in Salzbergwerken wird eine Außenkorrosion an metallischen Verpackungsmaterialien verhindert. In den Stahlblechfässern und -Containern werden Einlagen aus Plastik genutzt, um eine Innenkorrosion durch ggf. in den Abfällen enthaltene Feuchte zu verhindern. Obwohl ein direkter Kontakt der Abfälle untereinander durch die Behälter verhindert wird, werden aus Sicherheitsgründen Abfälle mit unterschiedlichen Eigenschaften in separaten Lagerbereichen eingestapelt, die voneinander abgeschottet sind. Zudem verfügt der Deponiebereich über eine eigenständige Bewetterung, die von der des aktiven Bergwerksbereiches getrennt ist.



Ziel: Langzeitsicherer Entzug gefährlicher Abfälle aus der Biosphäre

- Ideale geologische Bedingungen und technische Sicherheitssysteme
- Einlagerung weit unterhalb des Grundwassers
- Entsorgungsweg für hoch kontaminierte Abfälle

Abb. 4: Langzeitsicherheit / K+S Gruppe

- Stillgelegtes Grubenfeld
- Möglichkeit zur Abschottung von Gewinnungsfeldern
- Offene Hohlräume ohne Versatzpflicht
- Standfestigkeit der Hohlräume
- Absolute Wasserfreiheit
- Abkapselung von der Biosphäre durch geologische Barrieren
- Nachsorgefreiheit



Sicherste Lösung für die Einlagerung gefährlicher Abfälle

Abfallbeseitigung unter Tage

Vor einer Abfallanlieferung werden die Abfälle im Rahmen des Genehmigungsprozesses auf Ausschlusskriterien und auf ihre chemische Zusammensetzung sowie die physikalischen, chemischen und toxischen Eigenschaften analysiert und bewertet. Bevor ein Abfall angeliefert werden kann, muss ein gültiger Nachweis zur Entsorgung des Abfalls in der Untertagedeponie vorliegen. Erst dann kann der Transport geplant und angemeldet werden. Bei Ankunft des LKW findet eine Radioaktivitätskontrolle statt. Die abfallrechtlichen Begleitscheine, die Abfallmenge, die fachgerechte Verpackung und

Abb. 5: Voraussetzungen für die Errichtung einer UTD / K+S Gruppe



Abb. 6: Ausschlusskriterien für die UTD / K+S Gruppe

Kennzeichnung werden kontrolliert. Die Kontrolle des Behälterinhalts erfolgt aus Arbeitsschutzgründen unter einer Absauganlage. Im Luftraum des Gebindes wird mittels Messsonde unter anderem auf leichtentzündliche Gase kontrolliert (Abb. 6). Nach ersten Sicherheitsprüfungen folgen das Öffnen des Gebindes und die Probenahme zur chemischen Analyse des Gebindeinhalts im betriebseigenen Labor. Die Ergebnisse der Identitätskontrolle werden mit den Daten abgeglichen, die im vorangegangenen Genehmigungsprozess erhoben und dokumentiert wurden. Nach der Analyse dient das verbleibende Material als Rückstellprobe. Mit Freigabe der Anlieferung wird die Annahme des Abfalls bestätigt. Die einzelnen Paletten mit den Gebinden werden per Gabelstapler zum Schacht transportiert. Am Schachteingang wird der Abfall übernommen, mit dem Förderkorb nach unter Tage verbracht und mit LKW-Aufliegern zum vorbestimmten Ablagerungsort unter Tage transportiert.

Sämtliche Rückstellproben werden dauerhaft unter Tage in einem

separaten Lagerraum aufbewahrt. Beispiele für eingelagerte Abfallarten sind schwermetallbelastete Industrieabfälle, kontaminierte Böden oder Bauschutt (z. B. mit Quecksilber oder PCB) oder cyanidhaltige Härtesalze.

Untertageverwertung

Für den untertägigen Versatz gelten folgende Regelwerke: die Abfallrahmenrichtlinie, das Kreislaufwirtschaftsgesetz, die Versatzverordnung, die Gesundheitsschutzbergverordnung und die Allgemeine Bundesbergverordnung.

Voraussetzungen und Zielstellung bei der Verwertung unter Tage

Bei der Untertageverwertung werden stoffliche Eigenschaften der Abfälle zur langfristigen Sicherung bestimmter untertägiger Hohlräume genutzt. Versatzverpflichtungen gelten nur für ausgewählte Bereiche des Bergwerks und werden von den Bergbehörden aus bergtechnischen oder bergsicherheitlichen Gründen angewiesen. Einige ältere Abbaubereiche der Bergwerke genügen nicht den heutigen hohen

Sicherheitsanforderungen. Dort stützt der Versatz mit Abfällen die Pfeiler oder er ermöglicht die Gewinnung weiterer Rohstoffe. (Abb. 7)

Die gesetzlichen Regelungen und Richtlinien, die für das Verbringen von Abfällen als Versatz nach unter Tage gelten, sind vielfältig. Im Rahmen des bergrechtlichen Zulassungsverfahrens muss sichergestellt werden, dass neben den Vorschriften der Versatzverordnung auch die übrigen abfallrechtlichen sowie die wasser-, bodenschutz- und immissionsschutzrechtlichen Belange berücksichtigt werden.

Voraussetzung für die Erteilung der Genehmigung einer Untertageverwertungsanlage ist unter anderem wie bei Untertagedeponien die Führung eines Langzeitsicherheitsnachweises, so dass eine Beeinträchtigung der Biosphäre ausgeschlossen ist.

Geeignete Abfälle sind vor allem Filterstäube und feste Reaktionsprodukte aus der Rauchgasreinigung von Verbrennungsanlagen.

Abfallverwertung unter Tage

Die bergbaufremden Verwertungsabfälle durchlaufen alle ein Zulassungsverfahren, in dem die Einhaltung der Ausschlusskriterien für die Entsorgung nach unter Tage überprüft wird sowie standortspezifische Prüfungen durchgeführt werden. Darüber hinaus werden fallbezogene Stellungnahmen durch sachverständige Stellen eingeholt. Neben dem abfallrechtlichen Nachweis zur Entsorgung des Abfalls wird eine bergrechtliche Zulassung benötigt.

Der Transport wird gemäß Nachweisverordnung geplant und angemeldet. Bei Ankunft des LKW werden die abfallrechtlichen Begleitscheine und die Abfallmenge kontrolliert. Anhand einer Probe wird vor Ort eine organoleptische Kontrolle durchgeführt. In



Ziel: Sicherung ausgewählter Hohlräume

- Gilt nur für begrenzte Bereiche des Bergwerks
- Stützen der Pfeiler durch Versatzmaterial, Vermeidung von Verformungen
- Zuverlässiger Abschluss der Abfälle von der Biosphäre
- **Hauptzweck: Nutzung der stofflichen Eigenschaften des Abfalls**

Abb. 7: Verwertung unter Tage / K+S Gruppe

Abhängigkeit von der Versatzmenge werden Eigenkontrollen veranlasst und die Einhaltung der Versatzgrenzwerte nachgewiesen.

Angewendete Versatzverfahren

Je nach Beschaffenheit der Hohlräume, die nach der Gewinnung von Kali- oder Steinsalz in stillgelegten Bereichen der Gruben für die Entsorgung von Abfällen zur Verfügung stehen, werden verschiedene Versatzverfahren genutzt. (Abb. 8)

Sturzversatz

Beim Sturzversatz werden gering belastete Abfälle als Versatzmischung lose oder in Säcken verpackt in die Grubenhohlräume verstürzt. In der Untertageverwertung in Bernburg (Abb. 9) wird in einer Anlage über

Tage aus den Abfällen eine spezielle Bergbauversatzmischung hergestellt. Über eine Falleitung gelangt sie nach unter Tage und wird dort mit einem „Straßen-LKW“ mit Schubwandmulde transportiert, während die Mulde mit einem motorisch betriebenen Planenverdeck verschlossen bleibt. Zum Entladen am Versatzort wird die vordere Muldenwand hydraulisch nach hinten geschoben. Der Fahrer befindet sich in einer dichtschießenden Fahrerkabine mit einem Filtersystem und eigener Kabinenluftversorgung, um bestmöglichen Schutz vor Staubexposition zu gewährleisten. Darüber hinaus wurde ein Pilotprojekt zum automatisierten Fahren unter Tage gestartet mit dem Ziel, den LKW-Transport der Bergbauversatzmischung zukünftig fahrerlos zu betreiben.

Abschließend erfolgt die Abdeckung mit Salz. Big Bags werden als Bausteine im losen Schüttgutversatz verwertet oder auf dem Versatzmassiv aufgestapelt.

Am Standort Zielitz werden im Silo-LKW angelieferte Abfälle in Standsilos umgeschlagen. Die vollautomatische Absackung erfolgt in einem geschlossenen System. In einem verschlossenen Container gelangen die Säcke über den Schacht nach unter Tage, wo sie in die Hohlräume eingebracht werden.

Stapelversatz

Am Standort Wintershall werden im Silo-LKW angelieferte Abfälle in Standsilos umgeschlagen und über Tage in Big Bags abgefüllt. Auf Rüttelplatten werden die Abfälle in den Big Bags

verdichtet, bevor sie über den Schacht nach unter Tage verbracht werden. Für den direkten Einbau geeignete Abfälle können auch abgepackt in Big Bags angeliefert werden. Nach dem Einstapeln in die Abbaukammern werden die Lücken zwischen den Big Bags und den Pfeilern mit Salz verschleudert.

Am Standort Hattorf werden pneumatisch förderfähige Abfälle in Standsilos befördert und in einer Mischanlage konditioniert. In Big Bags abgefüllt härtet die Mischung in kurzer Zeit in Erzeugnisqualität aus. Über den Schacht werden die Big Bags nach unter Tage gebracht und in die Abbaukammern eingestapelt. Die Lücken werden mit Salz verschleudert (Abb. 8).

Dickstoffversatz

In kuppenförmigen Abbaukammern werden höher belastete, pneumatisch förderfähige Abfälle verwertet. Es wird ein Dickstoff hergestellt und in

die zuvor abgeschotteten Abbaukammern gepumpt. Zunächst werden die Abfälle über Tage pneumatisch in Standsilos umgeschlagen und dann über eine pneumatische Förderanlage nach unter Tage in Silos gefördert. In der Dickstoffanlage (Abb. 10) wird durch Mischung mit Magnesiumchloridlösung und einem Zuschlagstoff nach einem patentierten Verfahren eine als Dickstoff bezeichnete Suspension hergestellt. Nach hydraulischer Förderung in die Hohlräume härtet der Dickstoff verzögert ohne Austritt von Flüssigkeit aus.

Mit Hilfe des ausgehärteten Versatzmaterials wird einerseits die erforderliche Versatzwirkung erzielt. Andererseits kann durch die Verwendung von Magnesiumchlorid-Lösungen, die als Salzabwässer der Produktionsstandorte des Werkes Werra anfallen, ein Beitrag zur Reduzierung der Salzbelastung von Werra und Weser sowie des Untergrundes geleistet werden.

Bergversatz und beste verfügbare Technik

Die beste verfügbare Technik wird gemäß Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen definiert und zukünftig im BVT-Merkblatt Abfallbehandlung (BREF Waste Treatment) beschrieben.

Die chemisch-physikalische Behandlung kommt hier zum Tragen, da Abfälle zur Verwertung im Untertageversatz zur Erreichung der erforderlichen bauphysikalischen Eigenschaften unter anderem verdichtet, nach definierten Rezepturen gemischt oder durch Zugabe von Flüssigkeiten bzw. Bindemitteln konditioniert werden.

Mit Aufnahme der Vorbehandlungstechniken des Untertageversatzes im Salinar in dieses BVT-Merkblatt wird die chemisch-physikalische Vorbehandlung als beste verfügbare Technik anerkannt sein.



Sturzversatz

UTV Bernburg
UTV Zielitz



Stapelversatz

UTV Hattorf /
Wintershall



Dickstoffversatz

UTV Unterbreizbach

Abb. 8: Verfahren der bergtechnischen Verwertung / K+S Gruppe

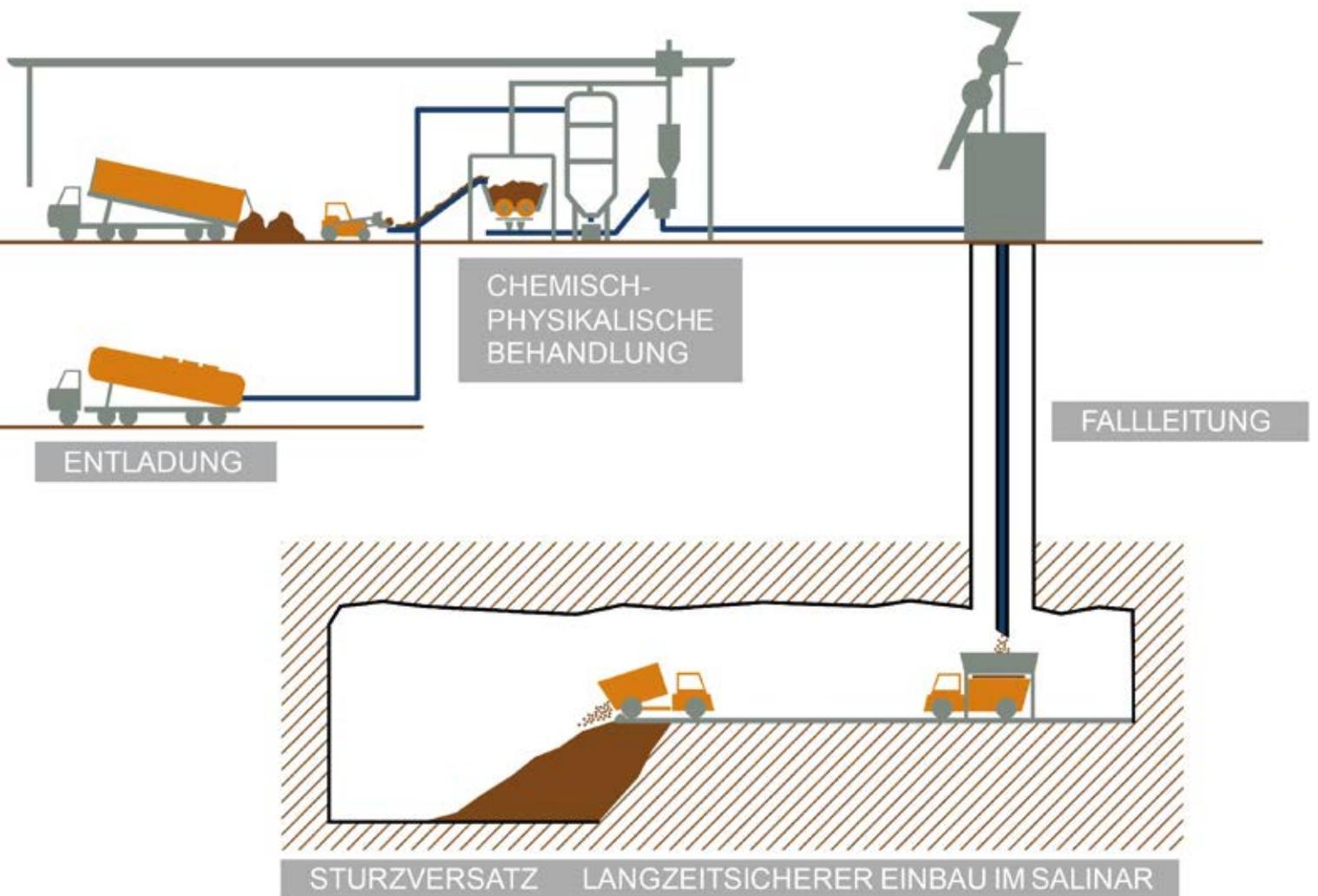


Abb. 9: UTV Bernburg - Schema Sturzversatz / K+S Gruppe

Ausblick

Mit dem Fokus auf Arbeits- und Gesundheitsschutz werden Verwertungs- und Beseitigungsabfälle unterschiedlich behandelt. Während für die Untertagedeponien die Gefahrstoffverordnung mit allen Bestimmungen direkt und unmittelbar gilt, greift für die Untertageverwertung das Regime der Gesundheitsschutzbergverordnung. Allerdings werden die Vorgaben der Gefahrstoffverordnung (Gefährdungsbeurteilung, Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900, TRGS 910) mangels eigener besonderer Bestimmungen im Bergrecht zu Grunde gelegt. Die

Vorschriften der gefahrstoffrechtlichen Regelungen sind nicht immer eins zu eins auf die Tätigkeiten mit Abfällen zu übertragen und lassen einen Auslegungsspielraum. Beispielsweise entfällt die Substitutionsprüfung (TRGS 600) für zur Beseitigung vorgesehene Abfälle, da die Substitution eines gefährlichen Abfalls durch einen weniger oder nicht gefährlichen Abfall augenscheinlich nicht im Sinne einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft ist. Hier steht der dauerhafte Entzug der gefährlichen Abfälle aus der Biosphäre im Vordergrund. Im Gegensatz dazu gibt es für Versatzstoffe weder im Abfallrecht

noch im Gefahrstoffrecht eine eindeutige Regelung oder Rechtsauslegung. Abweichend zum Gefahrstoffrecht sollte in der Gesundheitsschutzbergverordnung klargestellt werden, dass die Substitutionsprüfung nicht auf Abfälle zur Verwertung anzuwenden ist. Andernfalls muss der Betreiber im Rahmen der Substitutionsprüfung bei gefährlichen Abfällen als Versatzstoff unter anderem nachweisen, dass weniger gefährliche Abfälle für den Verwendungszweck nicht verfügbar sind. Diese Argumentation steht im Widerspruch zur abfallpolitisch gewollten Nutzung der stofflichen Eigenschaften von Filterstäuben aus

der Müllverbrennung für den Bergversatz anstelle von weniger belasteten Materialien oder Rohstoffen.

Anpassungsbedarf besteht auch im Hinblick auf das europäische Recht und die nationale Umsetzung im Rahmen der Krebsprävention. In Ergänzung der besonderen Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen sind die branchenspezifischen Tätigkeiten bzw. Schutzmaßnahmen im Rahmen einer konkretisierenden Branchenregelung zu beschreiben oder eine entsprechende Regelung im Bergrecht zu verankern.

Weiterführende Literatur

Kübler, Triebel, Knappe, Neue Anforderungen aus der Grenzwertdiskussion zu Stickoxiden NOx, Kali & Steinsalz 02/2016

Mersch, UTV Bernburg Nordfeld, Kali & Steinsalz 02/2016

Wehmeier, Spachholz, Energieeffiziente Verwertung von Salzschlacken aus der Sekundäraluminium-Produktion und Rekultivierung der Abraumhalde des Kaliwerks Sigmundshall, Kali & Steinsalz 01/2016

Städtler, Ohle, Klemmer, Errichtung einer neuen Dickstoffversatzanlage

zur Verwertung von bergbaufremden Abfällen im Werk Werra, Standort Unterbreizbach, Kali & Steinsalz 02/2015

Jahn, Rekultivierung der Halde Niedersachsen in Wathlingen, Baustein zur Umsetzung der Haldenstrategie, Kali & Steinsalz 02/2014

Giern, Glienke, Der Sevilla-Prozess – Untertageverwertung ist beste verfügbare Technik, Kali & Steinsalz 01/2014

Werthmann, Untertagedeponierung, Auslagerung und Recycling in Deutschland, Kali & Steinsalz 01/2014

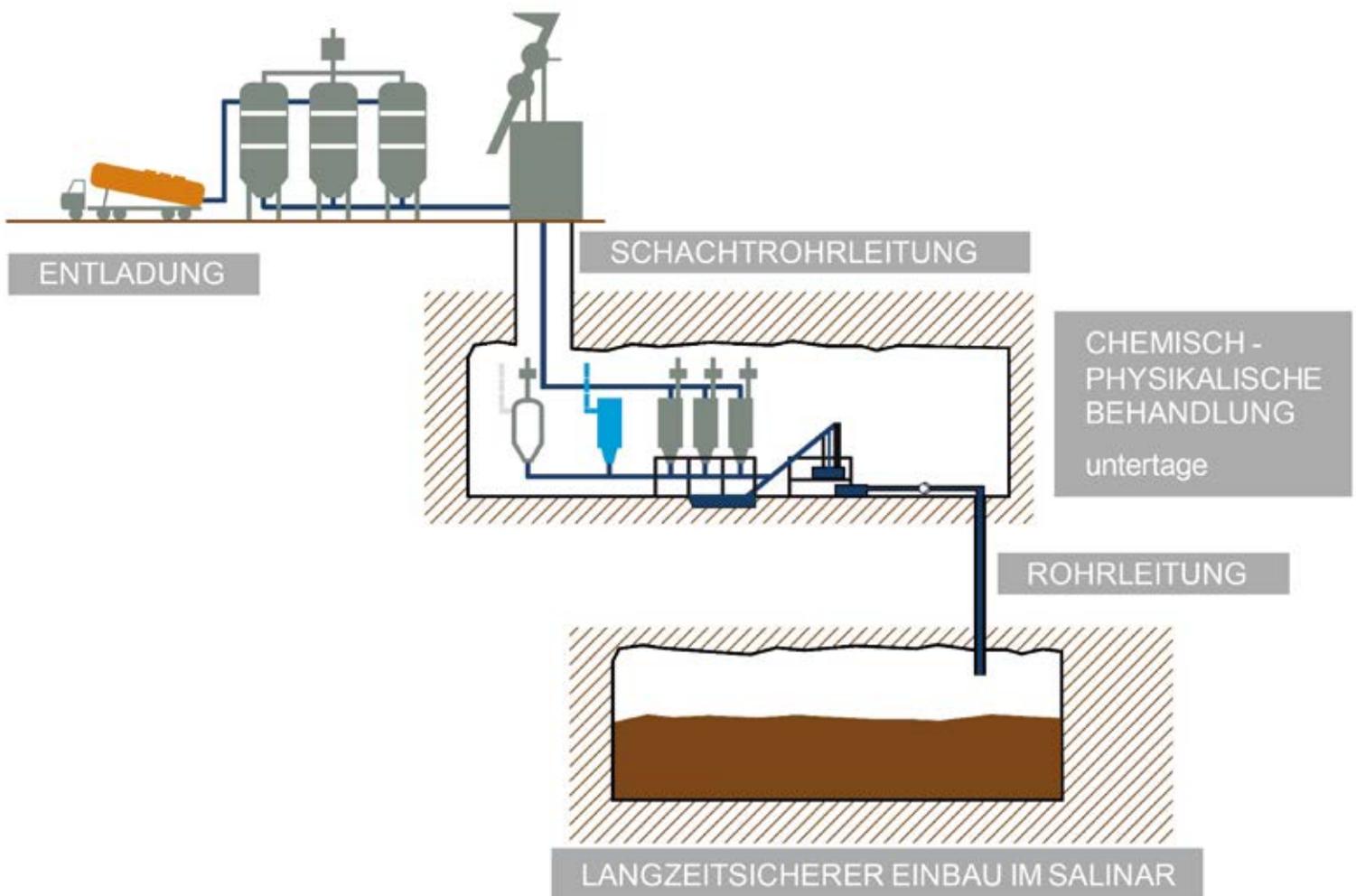


Abb. 10: UTV Unterbreizbach – Schema Dickstoffversatz / K+S Gruppe

Bálint Jákli, Doktorand am IAPN, bestimmt Assimilation, Transpiration und Blattwassernutzungseffizienz von Sonnenblumen im Gewächshaus des IAPN. Dabei kommen modernste Geräte, wie hier das mobile Gaswechselsystem GFS-3000 der Firma Walz, zum Einsatz.





DR. HEIKE THIEL
K+S KALI GmbH,
Research and Advisory,
Kassel



BÁLINT JÁKLI
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter, Institute of
Applied Plant Nutrition
(IAPN), Universität
Göttingen

Kalium erhöht die Wassernutzungseffizienz pflanzlicher Systeme

Grundlagen der Forschung am Institute of Applied Plant Nutrition

Das Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) hat sich zur Aufgabe gesetzt, aktuelle Fragestellungen der Landwirtschaft zu bearbeiten und dabei nachhaltige Managementstrategien für die Pflanzenproduktion zu entwickeln. Die Funktionen von Nährstoffen in Pflanzen besser zu verstehen, besonders in Hinsicht auf Trockenstress und Wassernutzungseffizienz (WUE), zählen zu den wichtigsten Zielen der Wissenschaftler(innen) und Studierenden des IAPN. In diesem Artikel möchten die Autoren einen Einblick in die Forschung am IAPN geben. Dabei werden besonders der Nährstoff Kalium (K) und seine Bedeutung für die WUE von Kulturpflanzen in den Mittelpunkt gerückt. Die WUE beschreibt das Verhältnis aus Biomasseproduktion und Wasserverbrauch von pflanzlichen Systemen. Die Rolle von K bei der Regulierung der WUE hängt dabei stark von der räumlichen und zeitlichen Skala ab, auf der das System betrachtet wird. So zeigt sich, dass die Versorgung mit K keinen Einfluss auf die WUE individueller Blätter hat. Betrachtet man die WUE aber auf der Ebene einzelner Pflanzen bis hin zu agrarwirtschaftlichen Pflanzenbeständen, so zeigt sich eine deutliche Steigerung der WUE mit zunehmendem Kaliumangebot. Schon geringer, nicht sichtbarer K-Mangel kann dadurch zu Ertragseinbußen führen, insbesondere unter Stressbedingungen wie Trockenheit. Das IAPN konnte in den letzten Jahren mit seiner Forschungsarbeit dazu beitragen, die der WUE zugrunde liegenden Prozesse besser zu verstehen und sie aus der Perspektive der Pflanzenernährung zu beschreiben. Die Ergebnisse sollen helfen die weltweite Pflanzenproduktion standortangepasster und nachhaltiger zu gestalten.

Increase of water-use efficiency by potassium in plant systems – Research at the Institute of Applied Plant Nutrition The Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) focuses on current issues in agriculture and the development of sustainable management solutions for plant production. A better understanding of the manifold interactions between plant nutrition, drought stress and water-use efficiency (WUE) is the aim of researchers and students at IAPN. In this article, the authors want to give insight into some of the research activities of the IAPN team. The focus is on the special role of the mineral nutrient potassium (K) in the WUE of crops. WUE can be defined as the ratio of biomass production to water consumption of a plant system. The function of K in the regulation of WUE strongly depends on the spatial and temporal perspective. IAPN scientists could show that, on the level of individual leaves, WUE is not affected by K nutrition. However, increasing K supply significantly improves the WUE of single plants or even entire crop canopies. Mild K deficiency might not show any visible symptoms under optimal environmental conditions, but will reduce crop yield under stress conditions like drought. From the perspective of plant nutrition, the research at IPAN during the recent years could contribute to a better understanding of the processes that determine the WUE of crops. This detailed research work will help to enhance our knowledge about the role of K in WUE, to develop new ideas for a more sustainable plant production and to improve food security by a more efficient use of water in many regions of the world.



Die Transpiration von Pflanzen kann mithilfe einer Wärmebildkamera (im Bild das Modell T640 der Firma FLIR Systems im Gewächshaus des IAPN) sichtbar gemacht werden: Verdunstet Wasser aus den Spaltöffnungen an der Blattunterseite hat das einen kühlenden Effekt, ähnlich dem menschlichen Schwitzen. Je mehr Wasser durch die Blätter transpiriert wird, desto kühler ist die Blattoberfläche im Vergleich zur Umgebungsluft.

Landwirtschaft im globalen Wandel

Die wohl größte Herausforderung unserer Zeit ist das schnelle Anwachsen der Weltbevölkerung. Der immer größere Einfluss des Menschen auf das Klimasystem unseres Planeten führt bereits jetzt zu stärkeren Veränderungen, als ohne menschliches Zutun zu erwarten wäre. Mit diesem Klimawandel einher gehen u. a. die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperaturen, ein Anstieg des Meeresspiegels sowie Veränderungen in der regionalen Verteilung von Niederschlägen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich diese Phänomene in Zukunft weiter verstärken werden. Unzertrennlich mit dem anthropogenen Klimawandel verknüpft ist der sogenannte Landnutzungswandel: Durch immer höhere Bevölkerungsdichten werden unsere

Umweltsysteme immer tiefgreifender durch menschliche Aktivitäten beeinflusst. Das hat wiederum Auswirkungen auf das globale Klima. Um den steigenden Bedarf an Nahrungsmitteln auch in Zukunft decken zu können, ist eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion um bis zu 50 % bis 2050 notwendig. Etwa ein Drittel der Landoberfläche unseres Planeten wird bereits landwirtschaftlich genutzt. Da der Mensch auch in zunehmendem Maße Flächen für Siedlung und Infrastruktur benötigt, ist eine Ausweitung der Agrarflächen kaum mehr möglich. Des Weiteren sind weite Teile der Erdoberfläche von Wüsten, Gletschern und Gebirgen geprägt und entziehen sich somit einer Nutzung. Ein Großteil des zusätzlichen Bedarfs an landwirtschaftlichen Produkten muss also auf

bereits genutzten Flächen produziert werden. Bezogen auf die Nutzpflanzenproduktion bedeutet das, dass der Ertrag pro Einheit Produktionsfläche weiter gesteigert werden muss. Und zwar auch auf Flächen, auf denen die Bedingungen nicht immer ideal für den Ackerbau sind, zum Beispiel weil im Jahresverlauf regelmäßig Trockenperioden auftreten. In der konventionellen Landwirtschaft wurde eine Ertragssteigerung in den letzten Jahrzehnten zumeist durch eine Intensivierung der Aufwandmengen an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in Kombination mit neu gezüchteten Sorten erreicht. Soll allerdings die Produktivität unserer landwirtschaftlichen Systeme langfristig aufrechterhalten werden, müssen diese Inputs in Zukunft eher verringert als gesteigert werden. Agrarkonzerne



versuchen deshalb immer leistungsfähigere Sorten, immer effizientere Düngemittel und immer gezieltere Pflanzenschutzmittel auf den Markt zu bringen. Es wird dabei zunehmend wichtiger, die Toleranz unserer pflanzlichen Produktionssysteme gegenüber unvorteilhaften Umweltbedingungen zu verbessern. Die Grundlagen zum Verständnis um die Eigenschaften, welche die Widerstandsfähigkeit unserer Kulturpflanzen gegen Dürre, Hitze oder Starkregenereignisse verstärken und dabei ein möglichst hohes Ertragsniveau aufrechterhalten, liefert die Forschung. Vor diesem Hintergrund ist eine Eigenschaft von Kulturpflanzen besonders interessant: ihre Wassernutzungseffizienz (WUE, vom Englischen *water-use efficiency*). Die WUE beschreibt das Verhältnis zwischen

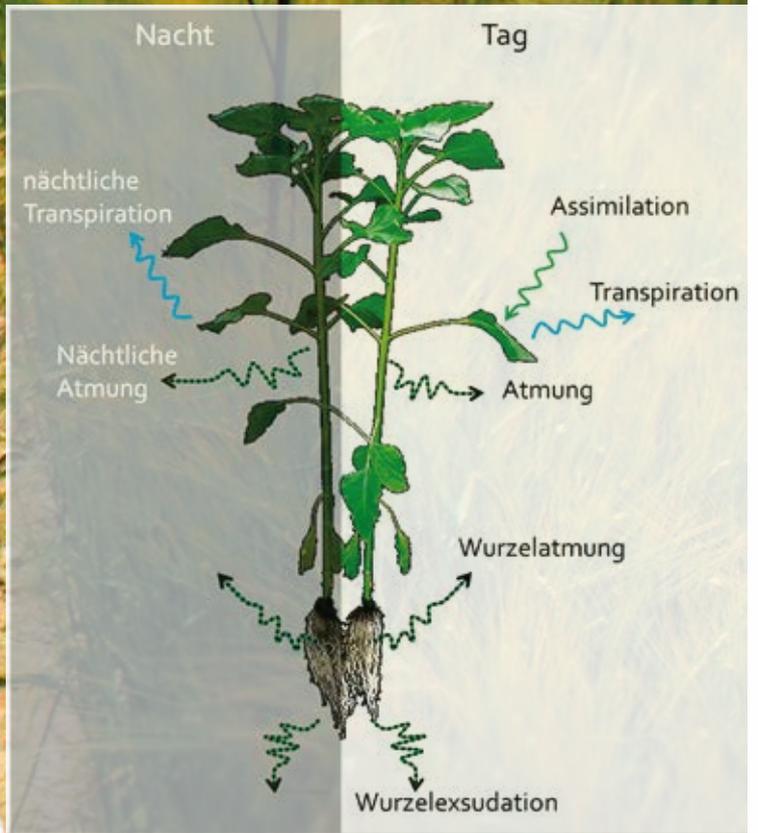
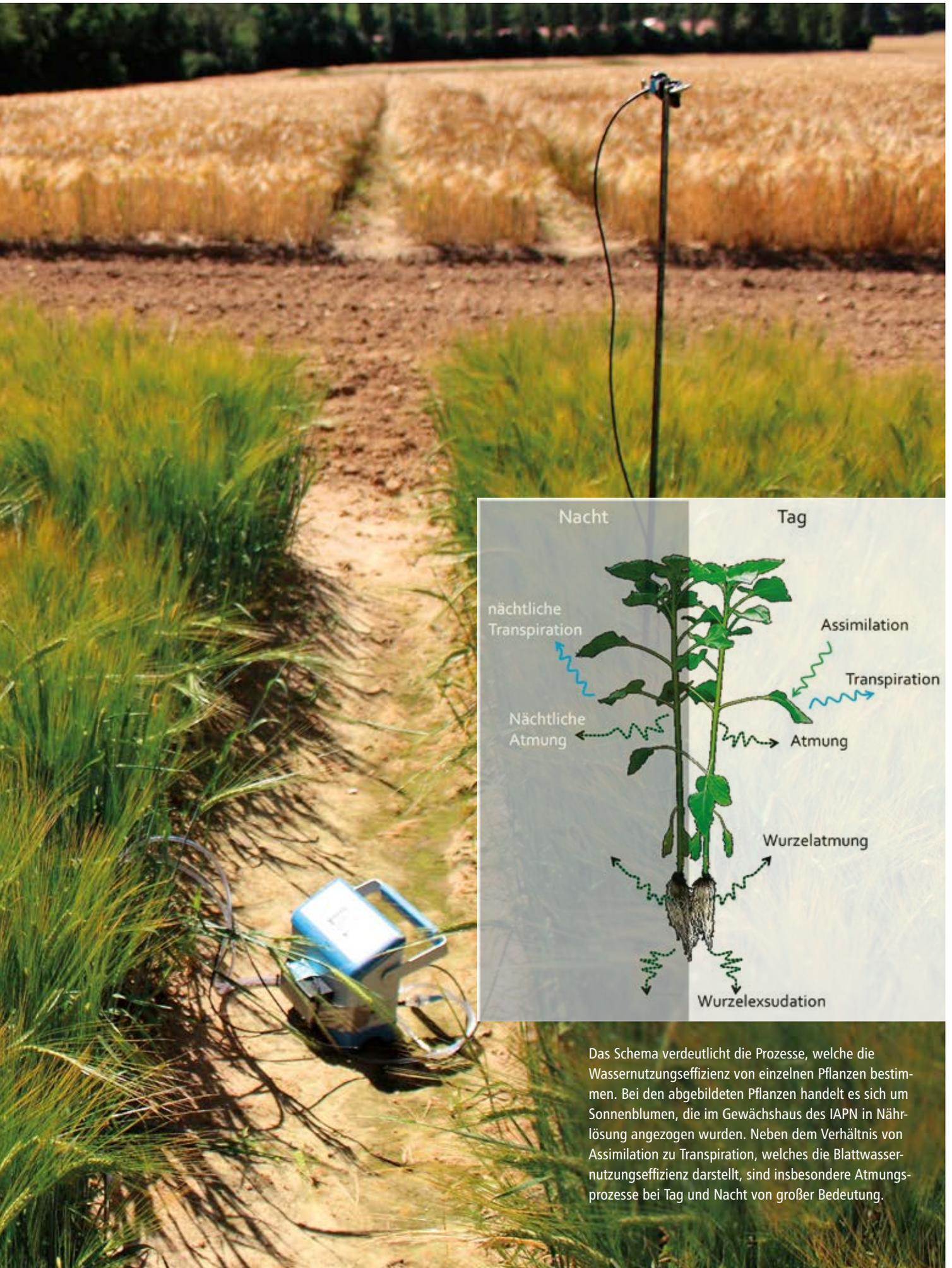
der gebildeten Biomasse und dem dafür verbrauchten Wasser. Je höher die WUE, desto effizienter nutzen pflanzliche Systeme das vorhandene Wasser für die Biomasseproduktion. Besonders unter Umweltbedingungen, in denen die Wasserverfügbarkeit den limitierenden Faktor für den Pflanzenbau darstellt kann eine hohe WUE die Grundlage für eine maximale Ausschöpfung des Ertragspotentials bilden. Eine Vielzahl von Faktoren können die WUE positiv beeinflussen: Neben der richtigen Sortenwahl und einer an das jeweilige Umweltsystem angepassten Managementpraktik spielt die Verfügbarkeit von mineralischen Nährelementen eine entscheidende Rolle.

Die Erforschung der Wechselwirkung zwischen der WUE und einer

optimierten Versorgung verschiedenster Kulturpflanzen mit den wichtigen Elementen Kalium und Magnesium hat sich das Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) in Göttingen zur Aufgabe gemacht (siehe Infobox). Dazu wurden in den letzten Jahren umfassende Versuchsreihen an wichtigen Kulturpflanzen wie Weizen, Gerste, Mais, Zuckerrüben und Sonnenblumen sowohl unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus als auch im Freiland durchgeführt. Im Folgenden werden die Grundlagen der Forschung am IAPN dargestellt und einige der wichtigsten Forschungsergebnisse erläutert. Da Kalium von zentraler Bedeutung für den pflanzlichen Wasserhaushalt ist, soll dessen Rolle bei der Regulierung der WUE erläutert werden.



Zur Bestimmung der Wassernutzungseffizienz in landwirtschaftlichen Beständen kommt ein mobiles Kammer-System aus Plexiglas zum Einsatz, das von Mitarbeitern des IAPN in Zusammenarbeit mit der Firma Hecker Kunststofftechnik entworfen wurde. Ein hochpräzises Messgerät (EGM-5, PP Systems) zeichnet dabei CO₂-Aufnahme und Transpiration des Pflanzenbestandes auf. Die Messung im Bild wurde in einem Sommergerstenbestand durchgeführt.



Das Schema verdeutlicht die Prozesse, welche die Wassernutzungseffizienz von einzelnen Pflanzen bestimmen. Bei den abgebildeten Pflanzen handelt es sich um Sonnenblumen, die im Gewächshaus des IAPN in Nährlösung angezogen wurden. Neben dem Verhältnis von Assimilation zu Transpiration, welches die Blattwassernutzungseffizienz darstellt, sind insbesondere Atmungsprozesse bei Tag und Nacht von großer Bedeutung.

Wassernutzungseffizienz ist nicht gleich Wassernutzungseffizienz

Die Definition der Wassernutzungseffizienz eines pflanzlichen Systems ist abhängig von der räumlichen und zeitlichen Skala, die beide stark von der Perspektive des Betrachters abhängen. So kann die WUE auf der Ebene von individuellen Blättern beschrieben werden, auf der Ebene einer einzelnen Pflanze, auf der Ebene von Pflanzenbeständen und sogar von ganzen Ökosystemen. Auch die zeitliche Skala kann unterschiedlich sein: von wenigen Minuten über Tage bis hin zu einer kompletten Wachstumsperiode. Je größer die räumliche Skala und je länger die Zeitspanne, die dabei betrachtet wird, desto vielfältiger und komplexer sind die Faktoren, von denen die WUE bestimmt wird. Es ist egal, welche Perspektive man zur Betrachtung wählt: Die WUE beschreibt immer das Verhältnis von produzierter Biomasse (als Trockengewicht, Ernteertrag oder aufgenommenes CO₂) zu dem dafür benötigten Wasser. Wie die WUE auf unterschiedlichen Skalen von Kulturpflanzen reguliert wird und in welchem Zusammenhang diese Regulierungsprozesse mit deren Kaliumhaushalt stehen, ist eine der wichtigsten Forschungsfragen am IAPN. Am einfachsten ist die Beschreibung der WUE als Verhältnis zwischen der gebildeten Biomasse einzelner Pflanzen und dem dabei verbrauchten Wasser (z.B. ausgedrückt als Gramm Trockenmasse/Liter Wasser). Für die Landwirtschaft ist hauptsächlich der geerntete Ertrag pro Einheit verbrauchtem Wasser von Bedeutung (als t/ha Ertrag pro mm Wasser). Dieses Verhältnis wird auch als agronomische WUE bezeichnet. Besonders in Regionen mit geringer Wasserverfügbarkeit oder regelmäßigen Dürreperioden ist eine Maximierung der agronomischen WUE von großer

Bedeutung. Die wichtigsten Prozesse, welche die WUE eines pflanzlichen Systems bestimmen, laufen aber auf viel kleineren Skalen ab.

Die kleinste Einheit: Blatt-Wassernutzungseffizienz

Während der Photosynthese nehmen Pflanzen CO₂ aus der Atmosphäre auf und wandeln es mit Hilfe von Licht in energiereichen Zucker um, ein Vorgang der Assimilation genannt wird. Dabei gelangt das CO₂ durch winzige Spaltöffnungen an der Blattunterseite (sogenannte Stomata) in das Blattinnere. Gleichzeitig verdunstet über die Stomata auch Wasser. Dieser Prozess wird Transpiration genannt. Die Öffnungsweite der Stomata ist aber nicht festgelegt, sondern kann von der Pflanze dynamisch an die jeweiligen Umweltbedingungen angepasst werden. Wasser ist essentiell für den pflanzlichen Stoffwechsel. Es steht im Boden aber nur begrenzt zur Verfügung. Pflanzen begehen also zu jeder Zeit ihres Wachstums eine Gratwanderung: Zum einen wollen sie ihre Assimilation maximieren, also mehr Zucker aufbauen und somit schneller wachsen. Deswegen sind Pflanzen bestrebt, ihre Stomata möglichst weit zu öffnen, um möglichst viel CO₂ für die Assimilation in das Innere der Blätter einströmen zu lassen. Je weiter aber die Stomata geöffnet sind, desto mehr Wasser geht der Pflanze durch Transpiration verloren. Eine gesunde Pflanze passt die Öffnung ihrer Stomata immer so genau wie möglich an die Verfügbarkeit von Wasser im Boden an, um das Verhältnis zwischen CO₂-Aufnahme und Wasserverlust zu optimieren. Dieses Verhältnis zwischen Assimilation und Transpiration wird als die Blatt-Wassernutzungseffizienz (Blatt-WUE) bezeichnet, da die zu Grunde liegenden Prozesse auf Bruchteilen der Fläche einzelner Blätter reguliert

werden. Auf dieser Ebene spielt Kalium eine zentrale Rolle: Es ist für das Öffnen und Schließen der Stomata und somit für die Optimierung der Blatt-WUE mitverantwortlich. Fehlt das für die Pflanze energetisch „billige“ Kalium, muss sie „teure“ organische Verbindungen produzieren, die die Rolle des Kaliums bei der Optimierung der Blatt-WUE übernehmen. Das geht zu Lasten des Wachstums und vermindert letztendlich die Produktivität und den Ertrag. Dass Pflanzen ihre Spaltöffnungen aber auch unter Kaliummangel effizient regulieren können, konnte am IAPN in intensiven Messreihen an verschiedensten Kulturpflanzen gezeigt werden. Das Ergebnis ist eindeutig: Die Blatt-WUE unterscheidet sich nicht signifikant bei Pflanzen, die unterschiedlich mit Kalium versorgt sind.

Von der einzelnen Pflanze zum Pflanzenbestand

Die Wassernutzungseffizienz lässt sich aber nicht nur aus der Perspektive einzelner Blätter definieren. Eine Beschreibung ist auch auf der Ebene einzelner Pflanzen und sogar gesamter Pflanzenbestände möglich. Im Gegensatz zur Blatt-WUE wird die WUE von einzelnen Pflanzen und auch von Pflanzenbeständen durch eine gute Kaliumversorgung eindeutig verbessert. Auch bei Betrachtung der WUE ganzer Pflanzen ist das Verhältnis aus Assimilation und Transpiration, also die Blatt-WUE, ein wichtiger Einflussfaktor. Zusätzlich wird aber die CO₂-Bilanz der Pflanzen durch Atmungsprozesse verringert, die sowohl am Tag als auch in der Nacht in der grünen Biomasse und in den Wurzeln ablaufen und die den Stoffwechsel der Pflanzen aufrechterhalten. Sowohl die Bestimmung der Blatt-WUE als auch die messtechnische Erfassung der Pflanzen-WUE lassen sich am ein-

fachsten unter kontrollierten Bedingungen durchführen. Dazu wurden im Gewächshaus des IAPN einzelne Pflanzen in Nährlösung angezogen und mit unterschiedlichen Mengen an Kalium versorgt. Dieses einfache System bietet eine einzigartige Möglichkeit, gezielt wichtige pflanzliche Reaktionen auf ein reduziertes Kaliumangebot zu erforschen. Allerdings darf man bei der Analyse und Interpretation solcher Experimente nie vergessen, dass unsere wichtig-

sten Kulturpflanzen nicht unter kontrollierten Bedingungen angebaut werden. Sie wachsen stattdessen in großen Monokulturen auf Feldern, wo sie nicht nur in ständiger Interaktion mit Atmosphäre und Boden stehen, sondern sich auch wechselseitig beeinflussen. Auch diese Interaktionen werden durch die Kaliumversorgung der Pflanzen beeinflusst. Ist beispielsweise der Kaliumgehalt des Bodens gering, so muss die Pflanze mehr Energie aufwenden, um ausreichend

Kalium aufnehmen zu können. Das geht mit einer erhöhten Wurzelatmung einher. Zusätzlich geben Pflanzen permanent organische Verbindungen über die Wurzeln in die Bodenlösung ab (Wurzelexsudation), um sowohl mit der belebten als auch der mineralischen Bodenumwelt zu interagieren. Unter Kaliummangel können Pflanzen diesen Vorgang nur unzureichend kontrollieren und die Exsudation nimmt zu, ohne einen direkten Nutzen für die Pflanze zu

Das IAPN

Forschung für eine nachhaltige Pflanzenernährung

Das Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN) wurde im Jahr 2010 gegründet. Das Forschungsinstitut ist eine Kooperation zwischen der Georg-August Universität Göttingen und der K+S KALI GmbH. Ziel des IAPN ist es, mittels wissenschaftlicher Forschung und Lehre im Bereich der angewandten Pflanzenernährung einen Beitrag zur Landwirtschaft der Zukunft zu leisten. Denn aufgrund des ökonomischen, ökologischen und demographischen Wandels ist es eine wichtige Aufgabe, dass der Bevölkerung auch zukünftig ausreichend landwirtschaftliche Produkte guter Qualität zur Verfügung stehen. Dies muss langfristig durch hohe Effizienz mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Umwelt erreicht werden.

Die Forschungsarbeiten des IAPN zielen darauf ab, das Grundlagenwissen um die Mineralstoffernährung von Nutzpflanzen zu erweitern und damit die effizientere Nutzung von eingesetzten Ressourcen, insbesondere von Pflanzennährstoffen, Wasser und Boden, zu optimieren. Das langfristige Ziel des IAPN ist die Entwicklung von standortangepassten, intelligenten Dünge-managementsystemen, vor allem in Bezug auf die Nährstoffe Kalium, Magnesium und Schwefel. Um wachsende Pflanzenbestände unbeschädigt analysieren zu können, werden am IAPN berührungslose Verfahren zur Früherkennung von Stresssituationen entwickelt. Dazu zählen insbesondere das Auftreten von Trockenheit und

Nährstoffmangel bei Kulturpflanzen. Dafür wurden technische Ansätze wie z.B. die Bestimmung von Pflanzentemperaturen mittels Thermografie, die Analyse von Photosynthese-, Atmungs- und Transpirationsprozessen mittels Gaswechsellmessungen sowie die Stressdetektion mittels Chlorophyllfluoreszenz auf verschiedenen Ebenen – vom einzelnen Blatt bis in den landwirtschaftlichen Bestand – etabliert. Dazu zählt auch der Einsatz von Drohnentechnik zur Übersichts-analyse von größeren Feldbeständen. Der wichtigste Forschungsschwerpunkt des IAPN liegt bei den Funktionen von Nährstoffen, insbesondere von Kalium und Magnesium, in Hinblick auf die Stresstoleranz von Pflanzen. Neben den Arbeiten im Gewächshaus und im Feld werden im IAPN umfassende Laboranalysen durchgeführt. Beispielsweise wird die Produktion von Phytohormonen bei unterschiedlichen Intensitäten von abiotischem Stress auf genetischer und enzymatischer Ebene untersucht..

Die Besonderheit des IAPN ist der enge Kontakt zur landwirtschaftlichen Praxis, um aktuelle Fragen grundlegend zu erforschen und das neu erarbeitete Wissen möglichst rasch in die landwirtschaftliche Praxis zu übertragen. Im IAPN entsteht dabei ein Dialog zwischen Forschung und Praxis, in dem neue Fragestellungen erarbeitet und für die Zukunft wichtige Themen identifiziert werden. Die anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Pflanzenernährung

und Düngung soll so gestärkt werden, um Optimierungen im Bereich der Pflanzennährstoffe zu entwickeln und Beiträge für einen nachhaltigen Pflanzenbau weltweit zu erwirken.

Natürlich spielt der Bereich der Lehre dabei eine wichtige Rolle. Das IAPN als universitäres Forschungsinstitut bietet Studierenden ein gutes Studienprogramm der Ernährungs- und Stressphysiologie von Kulturpflanzen. Dazu gehören neben klassischen Vorlesungen, Seminaren und Praktika auch innovative Lehrformen, die die universitäre Lehre eng mit der aktuellen Forschung und Praxis verknüpfen. Damit ergeben sich für die Studierenden Möglichkeiten, eine Übersicht über die globalen Fragen der Pflanzenernährung zu erhalten. Der Austausch zwischen den Mitarbeitern des IAPN und den Studierenden der Universität sowie mit internationalen Gastwissenschaftlern ist ein weiterer Schwerpunkt des Wissenstransfers am IAPN. Diese bringen oftmals aktuelle Fragestellungen der heimatischen landwirtschaftlichen Praxis zur wissenschaftlichen Bearbeitung mit und erweitern damit den Erfahrungshorizont unserer heimischen Studierenden. Internationale Vernetzung und internationaler Wissenstransfer im Bereich der angewandten Pflanzenernährung sind die Ziele des IAPN, um auch in Zeiten des globalen Wandels einen Beitrag zur Sicherung der Ernährungsgrundlage für möglichst viele Menschen weltweit zu leisten.

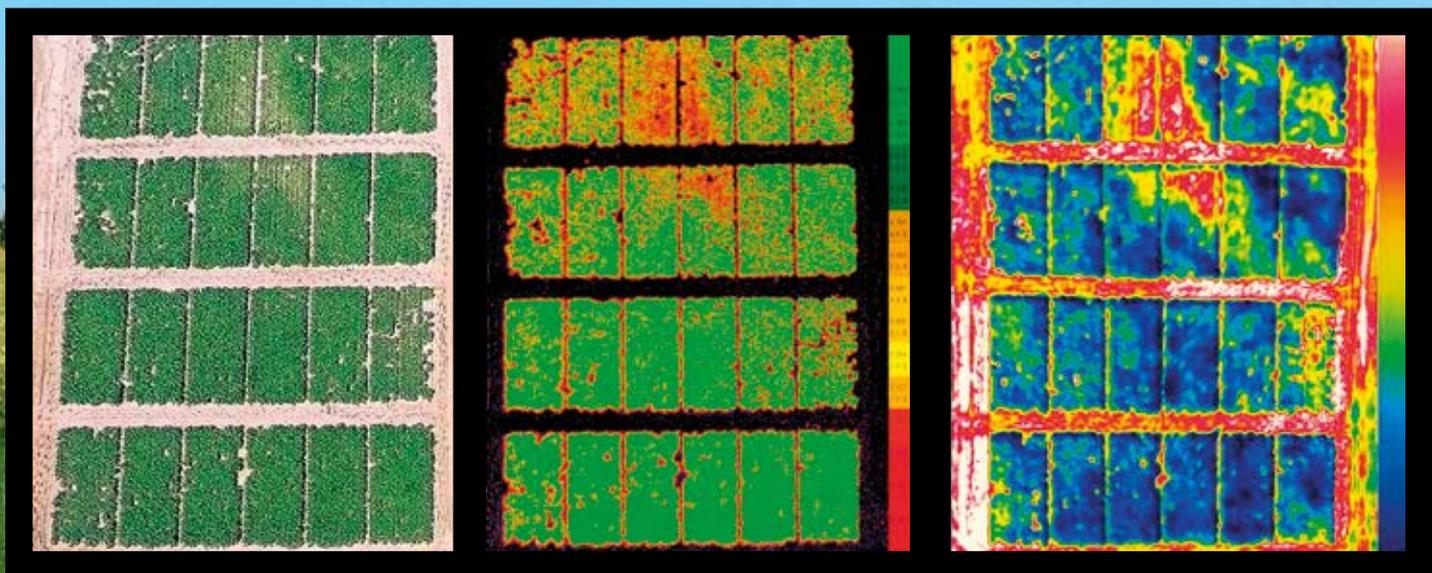
haben. Dieser Vorgang trägt weiterhin dazu bei, die CO₂-Bilanz von Pflanzen und somit deren WUE bei unzureichender Kaliumversorgung zu verringern.

Kalium beeinflusst die Transpiration von Pflanzenbeständen

Für Pflanzen, die in einem Feldbestand wachsen, wirkt sich unzureichende Kaliumversorgung auch auf deren Wasserverbrauch durch Transpiration aus. Vier Prozesse sind für die Menge an Wasser verantwortlich, die ein Pflanzenbestand über die Transpiration verliert: die Wasserverfügbarkeit im Boden, die Öffnungsweite der Stomata, die relative Feuchte der

Luft im und über dem Bestand und die Blattfläche des Bestandes pro Flächeneinheit Boden. Kalium beeinflusst in hohem Grade das Wachstum der Blätter, und bereits milder Kaliummangel führt zu einer geringeren Blattfläche des Bestandes. Unter guter Kaliumversorgung bedeutet eine höhere Blattfläche eine größere Fläche, die für die Transpiration zur Verfügung steht. Dadurch wird der Wasservorrat des Bodens effizienter genutzt als bei Kaliummangelbeständen, was zu einem Absinken des Wassergehalts im Wurzelraum führt. Die Pflanzen nehmen jede noch so kleine Veränderung des Wasserangebots wahr und reagieren mit einer Optimierung der

Stomataöffnung in den Blättern. Somit führt ausreichend Kalium zu einer verringerten Transpiration pro Einheit Blattfläche und somit zu einem verbesserten Verhältnis von Assimilation zu Transpiration und dadurch zu einer verbesserten Blatt-WUE. Ein weiterer Effekt kann die Transpiration in gut mit Kalium versorgten Beständen gegenüber Mangelbeständen verringern. Wegen der höheren Blattfläche ergibt sich eine höhere Dichte der pflanzlichen Biomasse im Bestand. Je dichter der Bestand, desto mehr ist der Austausch von Luft zwischen dem Inneren des Bestandes und der Atmosphäre beeinträchtigt. Das führt zu einem Unterschied im



Mikroklima zwischen dem gut mit Kalium versorgten, dichten Bestand und dem unter Kaliummangel leidenden, weniger dichten Bestand: Der dichte Bestand hält den durch die Blätter transpirierten Wasserdampf sozusagen „gefangen“, die relative Luftfeuchte ist also gegenüber dem weniger dichten Bestand erhöht. Eine geringere Transpiration der Blätter im Bestand ist die Folge. Pflanzenbestände, die gut mit Kalium versorgt sind, verlieren also pro Einheit Blattfläche weniger Wasser. Zusätzlich produzieren solche Bestände mehr Biomasse, da mit einer größeren Blattfläche mehr CO₂ assimiliert werden kann. Dadurch steigt der Ertrag. Alles in

allem führt also eine gute Kaliumversorgung zu mehr Ertrag pro Einheit transpirierten Wassers und damit zu einer Verbesserung der agronomischen WUE. Diese Verbesserung der agronomischen WUE durch Kalium lässt sich auf der Ebene einzelner Blätter nicht wiederfinden. Sie wird durch Atmungsprozesse beeinflusst und durch komplexe Wechselwirkungen von Pflanzenbeständen mit der belebten und der unbelebten Umwelt hervorgerufen. Kalium spielt dabei eine große Rolle. Wir stehen aber gerade erst am Anfang, die vielseitigen Funktionen, die Kalium bei der Regulierung der Wassernutzungseffizienz innehat, zu verstehen.

Quellen

JÁKLI B, TRÄNKNER M, SENBAYRAM M, DITTERT K (2016): Adequate supply of potassium improves plant water-use efficiency but not leaf water-use efficiency of spring wheat. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* in press. DOI: 10.1002/jpln.201600340

JÁKLI B, SENBAYRAM M, MEYER ZUR MÜDEHORST J, FUCHS M, BÖTTCHER F, HERTWIG F, LINGNER A, DITTERT K (2016) Drone-based remote screening of water-use efficiency. 75th Congress of the International Institute for Beet Research (IIRB), 16.–17.02.2016, Brussels, Belgium.



Drohnen können mit unterschiedlichen Kamerasystemen ausgerüstet werden und eröffnen so neue Perspektiven auf landwirtschaftliche Produktionssysteme. Der Quadrocopter Raptor (EagleLive Systems) bei der Befliegung eines Versuchsfeldes bei Cunnersdorf nahe Leipzig. Die Drohne liefert hochauflösende Aufnahmen im sichtbaren Bereich (links), im NDVI-Spektrum (Mitte) sowie als Wärmebild (rechts).

K+S Gruppe

Firmennachrichten

„Wie erwartet, haben die niedrigeren Preise im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte sowie die andauernden Produktionseinschränkungen am Werk Werra Umsatz und Ergebnis im dritten Quartal stark belastet“, sagt der K+S Vorstandsvorsitzende Norbert Steiner. „Mittlerweile haben sich die Kaliumchloridpreise stabilisiert. Die Produktion am Werk Werra gestaltet sich aufgrund der begrenzten Versenkgenehmigung jedoch weiterhin sehr herausfordernd.“

In den ersten neun Monaten des laufenden Jahres sank der Umsatz der **K+S Gruppe** um 22 % auf 2,5 Mrd. € (Vj.: 3,2 Mrd. €). Neben einem niedrigeren Preisniveau im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte wirkten sich vor allem die Produktionseinschränkungen am Werk Werra aus. Der milde Winter 2015/16 führte zudem zu einer verhaltenen Voreinlagerung von Auftausalz. Positiv verlief dagegen das Geschäft mit Salzen für Verbraucher, die Lebensmittelindustrie sowie für Gewerbe- und Industrieanwendungen. Im dritten Quartal 2016 betrug der Umsatz der K+S Gruppe 688 Mio. € (Q 3/15: 891 Mio. €). Auf Ebene des Ergebnisses konnten die Preis- und Mengeneffekte nicht vollständig durch Kosteneinsparungen aufgefangen werden. Das operative Ergebnis EBIT I sank daher in den ersten neun Monaten 2016 um 68 % auf 202 Mio. € (9 M/15: 628 Mio. €) und lag im dritten Quartal bei -31 Mio. € (Q 3/15: 132 Mio. €).

Aufgrund des erwarteten niedrigen Wasserdurchflusses der Werra in den Sommermonaten und der für 2016 zur Verfügung stehenden begrenzten Versenkmenge für Produktionsabwasser kam es im dritten Quartal erneut zu deutlichen Produktionseinschrän-

kungen am Werk Werra. Die dadurch entstandene Minderproduktion kann bis Jahresende nicht mehr aufgeholt werden.

Am 18. August wurde die Genehmigung erteilt, bis zu 200.000 m³ Produktionsabwasser im Grubenfeld Springen (Thüringen) zwischenzulagern. Dadurch ist am Standort Unterbreizbach bis auf Weiteres keine Einschränkung der Produktion zu erwarten. Darüber hinaus hat die niedersächsische Bergbehörde die Nutzung von Haldenwässern u. a. aus dem Werk Werra zur Flutung des stillgelegten Bergwerkes Bergmannsseggen-Hugo (Sehnde, Region Hannover) genehmigt. Nach Sehnde können vom Werk Werra pro Tag 1.500 bis max. 4.000 Kubikmeter Salzwasser transportiert werden (siehe Extrameldung unter K+S KALI GmbH).

K+S arbeitet weiterhin intensiv daran, zusätzliche Maßnahmen zur Abwasserentsorgung zu realisieren. Die sich abzeichnenden Lösungen sind vielversprechend, bedürfen zur Umsetzung aus heutiger Sicht aber noch einiger Zeit. Es sind technische Prüfungen vorzunehmen, infrastrukturelle Anpassungen umzusetzen sowie Genehmigungen notwendig.

Die von der Aufsichtsbehörde übergangsweise genehmigte Versenkmenge von 725.000 m³ für das laufende Jahr wurde bis Ende Oktober aufgebraucht. Ohne weitere Versenkmöglichkeiten bzw. deutlich ansteigende Pegel in der Werra ist kurzfristig keine volle Produktion im hessisch-thüringischen Kalirevier möglich. K+S geht nach wie vor davon aus, dass der im April 2015 beim Regierungspräsidium Kassel eingereichte Antrag auf Fortsetzung der Versenkung bis Ende 2021 in vollem Umfang genehmigungsfähig ist.

Ende August 2016 wurde die Inbetriebnahme der Anlagen des

Legacy-Projekts offiziell gestartet. Die Arbeiten zur Beseitigung des Schadens an einem Prozessbehälter schreiten planmäßig voran. Die Produktion der ersten Tonne Kali dürfte – auf Basis der bisherigen Erkenntnisse – unverändert im zweiten Quartal 2017 erfolgen. K+S geht weiterhin davon aus, die angestrebte Produktionskapazität von zwei Millionen Tonnen Ende 2017 erreichen zu können. Aufgrund des Schadens ist davon auszugehen, dass das Budget von 4,1 Mrd. kanadischen Dollar moderat überschritten wird. Vor dem Hintergrund einer vorteilhaften Währungsentwicklung (insbesondere hinsichtlich des kanadischen Dollars gegenüber dem Euro) dürfte das in 2013 geplante Euro-Budget in Höhe von rund 3,1 Mrd. € jedoch weiterhin Bestand haben.

K+S setzt ihre Management-Agenda weiter konsequent um. Mit dem im Juli bekannt gegebenen Erwerb von Düngemittelaktivitäten in China (Magpower) wird das Spezialitätengeschäft weiter ausgebaut und der Zugang zu den Wachstumsmärkten in Asien verbessert. Das Programm „Fit für die Zukunft“ hat im Berichtsquartal die erwarteten Beiträge geliefert und auch die „Salz-2020“-Wachstumsstrategie ist weiter auf einem guten Weg.

Ausblick 2016: Die Entsorgung der Produktions- und Haldenwässer ist weiter eng an der Wasserführung der Werra auszurichten. Wie viel zu welchem Zeitpunkt in den Fluss eingeleitet werden kann, wird durch die behördlich festgelegten Grenzwerte bestimmt; bei niedriger Wasserführung kann somit weniger eingeleitet werden. Trotz eines effizienten Abwassermanagements im Werk Werra unter Nutzung vorhandener Speicherbecken können weitere Produktionseinschränkungen für den Rest des Jahres nicht ausgeschlossen werden. Vor diesem

Hintergrund sind nunmehr ein EBITDA in einer Spanne von 500 bis 560 Mio.€ (bislang 500 bis 600 Mio. €) und ein EBIT I zwischen 200 und 260 Mio. € (bislang 200 bis 300 Mio. €) für das Gesamtjahr 2016 zu erwarten.

Trotz der zahlreichen Herausforderungen bleibt K+S optimistisch, ein Konzern-EBITDA von rund 1,6 Mrd. € im Jahr 2020 (2015: 1,1 Mrd. €) erreichen zu können. Die „Salz-2020“-Strategie befindet sich bereits auf einem sehr guten Weg, das EBITDA-Ziel von mehr als 400 Mio. € unter der Annahme eines Normalwinters zu erreichen. Im Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte stimmt insbesondere das Legacy-Projekt positiv. Die derzeitige Abschwächung im Kalimarkt wird als nicht nachhaltig angesehen, da die mittel- bis langfristigen Wachstumstrends nach wie vor intakt sind. Darüber hinaus erarbeitet das Unternehmen eine Vielzahl strategischer Initiativen, die zur Erreichung des Ziels beitragen sollen.

Auf Einladung von K+S kamen am 13. Oktober 2016 Experten aus Politik und Wirtschaft, Fachleute aus der Entwicklungszusammenarbeit und Wissenschaftler in Berlin zum zweiten **FUTURE FOOD FORUM** zusammen. Sie berieten, wie das von den Vereinten Nationen ausgegebene Ziel, bis zum Jahr 2030 eine Welt ohne Hunger zu schaffen, erreicht werden kann. Zu den prominenten Rednern zählten Friedensnobelpreisträger Prof. Muhammad Yunus, Prof. Dr. Klaus Töpfer sowie Charles Ogang von der World Farmers Organisation. „Vieles hat sich in den vergangenen Jahren bereits zum Positiven gewendet, die Zahl der Hungernden ist weltweit zurückgegangen“, skizzierte der Gastgeber der Tagung, K+S-Vorstandsvorsitzender Norbert Steiner, die Ausgangssituation. Das Ziel sei allerdings

noch nicht erreicht, denn noch immer hätten fast 800 Millionen Menschen nicht genug zu essen. Zugleich wachse die Weltbevölkerung weiter und mit ihr der globale Bedarf an Nahrungsmitteln. „Weil wir bei K+S meinen, dass dies auch uns in Europa und in Deutschland etwas angeht, haben wir zum **FUTURE FOOD FORUM** nach Berlin eingeladen“, sagte Steiner. Prof. Dr. Klaus Töpfer, früherer Exekutivdirektor des Institute for Advanced Sustainability Studies in Potsdam und langjähriger Leiter des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, erklärte, dass die Beseitigung des Hungers möglich sei. Zwar hätten Unheilspropheten wie beispielsweise der britische Ökonom Thomas Malthus (1766–1834) immer wieder behauptet, dass die Nahrungsmittelproduktion mit dem Anstieg der Weltbevölkerung nicht Schritt halten könne. „Doch Malthus hat nicht mit Liebig gerechnet“, sagte Töpfer. Der Chemiker Justus von Liebig (1803–1873) erkannte die Bedeutung von Kalidünger und revolutionierte damit die Landwirtschaft. „Um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern, ist auch künftig Erfindergeist erforderlich: Wir brauchen wissenschaftlich begründete sowie zugleich verantwortbare technologische Erkenntnisfortschritte.“

Charles Ogang, Präsident des ugandischen Bauernverbandes und zugleich Mitglied im Präsidium des Weltbauernverbandes, schilderte am Beispiel der gegenwärtigen Situation in Afrika, dass es noch großer Anstrengungen bedarf, um die Not vieler Menschen zu lindern. Besonders auf dem Land, wo der Schlüssel zur Lösung des Welthungerproblems liege, mangle es nach wie vor an Know-how und Infrastruktur, zudem seien die Ressourcen an fruchtbarem Boden und Wasser knapp. „Umso mehr kommt es darauf an, die Pro-

duktivität der Landwirtschaft weiter zu erhöhen“, sagte Ogang. Das sei in Afrika darstellbar, aber zugleich auch besonders anspruchsvoll, da die dortige Landwirtschaft hauptsächlich in der Hand von Kleinbauern liege.

Prof. Muhammad Yunus, Friedensnobelpreisträger und Gründer der Grameen Bank, die für die Erfindung so genannter Social-Business- und Mikrokredite steht, plädierte für mehr Unternehmertum zur Abwendung einer möglichen neuen Ernährungs- und Hungerkrise. Am Beispiel der Geschichte seines Unternehmens berichtete er, wie es vor einigen Jahrzehnten nach einer Hungersnot in Bangladesch gelang, Millionen Menschen aus der Armut zu befreien. „Mehr Eigeninitiative in den von Krisen besonders gefährdeten Erdregionen ist notwendig, denn die großen Institutionen haben bislang nicht bewiesen, dass sie in der Lage sind, die grundsätzlichen Probleme unserer Welt wie Armut oder Hunger zu lösen“, so Yunus.

Zu den weiteren Referenten beim international hochkarätig besetzten **FUTURE FOOD FORUM** zählten unter anderem Bärbel Dieckmann (Präsidentin der Welthungerhilfe), Sara Nuru (Stiftung „Menschen für Menschen“), James Shikwati (Entwicklungshilfekritiker aus Nairobi/Kenia), der Dokumentarfilmer Valentin Thurn sowie Experten von der OECD, der GIZ und dem WWF. Darüber hinaus nahmen Agrarwissenschaftler und Praktiker aus Brasilien, Indien und Afrika an den Diskussionen teil.

Das **FUTURE FOOD FORUM** wird alle zwei Jahre im Vorfeld des Welt-ernährungstages (16. Oktober) von der K+S Aktiengesellschaft veranstaltet und bringt Akteure aus der internationalen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammen. Dabei konzentriert sich Aufmerksamkeit schwerpunktmäßig auf die Fragen,

wie der Kampf gegen den Hunger noch effizienter geführt werden kann, wie die internationale Entwicklungszusammenarbeit zu verbessern ist und welchen Beitrag die Land- und Ernährungswirtschaft mit modernen Produktionsmethoden und funktionierenden Distributionskanälen vor Ort leisten muss.

Als Düngemittelproduzent sieht sich K+S bei der Bewältigung des von der UNO ausgegebenen „Zero-Hunger“-Ziels, nach dem der weltweite Hunger bis zum Jahr 2030 besiegt sein soll, auch selbst als Teil der Lösung. Denn die von K+S auf Basis von Kali und Magnesium hergestellten Düngemittel ermöglichen bei ausgewogener Anwendung erhebliche Ertragssteigerungen. Darauf wird es künftig mehr denn je ankommen, denn bis 2050 wird die pro Kopf zur Verfügung stehende Ackerfläche laut den Prognosen der UN-Welternährungsorganisation FAO um fast ein Drittel absinken. Weltweit sind Landwirte daher gefordert, den zur Verfügung stehenden Boden optimal zu nutzen, um genügend Lebensmittel für eine stetig wachsende Weltbevölkerung produzieren zu können.

Am 15. September 2016 wurden die ersten Waggons für die zukünftigen **Kalitransporte vom neuen Legacy-Werk** zum Hafen Vancouver vom kanadischen Hersteller National Steel Car (NSC) an K+S Potash Canada (KSPC) übergeben. „Die Vorbereitungen für den zukünftigen Transport unserer Kaliprodukte zu den Kunden sind ein wichtiger Teil des Legacy-Projekts“, sagt Dr. Ulrich Lamp, Geschäftsführer von K+S Potash Canada. Die eigens für KSPC konzipierten Waggons sind kürzer als herkömmliche Güterwagen, können aber die gleiche Produktmenge von rund 105 Tonnen aufnehmen. Dies erlaubt den Einsatz

einer höheren Anzahl von Waggons pro Güterzug. Durch eine spezielle Öffnungstechnik können die Waggons in Bewegung beladen werden. KSPC hat im ersten Schritt über 500 Güterwaggons bei NSC bestellt. Mit steigender Produktionsmenge soll die Wagenflotte später vergrößert werden. Jeder Güterzug wird aus 177 dieser Waggons bestehen und eine Gesamtlänge von rund 3 Kilometern aufweisen. Das zukünftig im Legacy-Werk produzierte Kali wird mit den Güterzügen aus Saskatchewan über die Rocky Mountains ins etwa 1.800 Kilometer entfernte Port Moody im Hafen von Vancouver transportiert. Dort baut KSPC derzeit gemeinsam mit dem Partner PCT das modernste Kali-Terminal der Welt. In dieser Anlage werden die Kaliprodukte dann auf Schiffe verladen und zu den Kunden befördert. Ein Teil der Waggonflotte wird außerdem für den Transport von Produkten in die USA genutzt.

Das Landgericht Meiningen hat mit einem am 13. September 2016 übermittelten Beschluss die Eröffnung des Hauptverfahrens wegen angeblicher Straftaten bei der **Versenkung in der Gerstunger Mulde** in den Jahren 1999 bis 2007 abgelehnt und zugleich den Antrag der Staatsanwaltschaft zurückgewiesen, die K+S Aktiengesellschaft als Nebenbeteiligte zuzulassen. Das Unternehmen nimmt diese Entscheidung zur Kenntnis. Des Weiteren hat das Landgericht festgestellt, dass die umfangreichen Durchsuchungen von Geschäfts- und Wohnräumen rechtswidrig gewesen sind. Die Beschlagnahmebeschlüsse wurden aufgehoben. Die Entscheidung des Landgerichts bestätigt die Sichtweise von K+S, dass die Vorwürfe unbegründet und die erteilten Genehmigungen zur Versenkung von Salzabwässern rechtmäßig sind.

Mit bis zu 404 neuen, hoch innovativen Schüttgutwagen will K+S bis 2018 einen Teil der veralteten DB-Flotte ersetzen. Die gemeinsam mit der Schweizer Wascosa und WBN Waggonbau Niesky konzipierten Wagen werden im sächsischen Niesky gebaut und von K+S gemietet.

Durch das Projekt **„Schienenlogistik 2018“** wird ein Teil der veralteten Waggons durch innovative neue ersetzt. Zudem wird eine freie Dienstleistungswahl und damit eine teilweise Verlagerung der Bahntransporte in Europa vom langjährigen Vertragspartner DB Cargo auf private Eisenbahnverkehrsunternehmen ermöglicht. Dazu bedarf es bis zu 404 neuer Wagen, die K+S nicht kaufen, sondern mieten wird. Das entwickelte Modell Tanpps kann bis zu 75 Kubikmeter Schüttgut aufnehmen, wird bei der WBN Waggonbau Niesky in Sachsen produziert und erlebte auf der Fachmesse Innotrans in Berlin seinen ersten öffentlichen Auftritt. Der Waggon zeichnet sich durch eine Kombination von mittlerer und seitlicher Entlademöglichkeit aus, erlaubt dadurch einen sehr flexiblen Einsatz und kann sowohl als Ersatz zum Tanoos, Tds und Tads eingesetzt werden.

In die Entwicklung des neuen Schüttgutwagens waren auf Seiten K+S über zwei Jahre hinweg viele Fachleute aus Logistik, Technik, Versand, Verladung und Bahnverkehr von verschiedenen Standorten sowie Warenempfänger und -entlader involviert. Dadurch wurde ein besonderer Fokus auf die Anforderungen der Arbeitssicherheit und das optimale Verhältnis von maximaler Zuladung, minimaler Wagenlänge bei bestmöglicher Entladung gelegt. Im Mai 2017 soll der erste Prototyp des Tanpps über die Schiene rollen, bis April 2018 die komplette neue Flotte ausgeliefert sein.

Personalien

Der Aufsichtsrat der K+S Aktiengesellschaft hat am 7. Oktober 2016 **Dr. Otto Lose** (45) in den Vorstand des Unternehmens berufen. Er wird ab dem 1. Januar 2017 den Geschäftsbereich Kali- und Magnesiumprodukte im Vorstand verantworten. „Wir begrüßen Herrn Dr. Otto Lose ganz herzlich im Team von K+S. Mit ihm haben wir einen Manager mit langjähriger internationaler Erfahrung in der Führung von Unternehmen der Rohstoffindustrie für K+S gewinnen können. Wir sind davon überzeugt, dass wir mit Dr. Lose und seiner Expertise in den Bereichen Marketing, Vertrieb und Technik die Zukunft unseres Geschäftsbereiches Kali- und Magnesiumprodukte erfolgreich gestalten können“, sagt Dr. Ralf Bethke, Aufsichtsratsvorsitzender des Unternehmens.

Dr. Ralf Mertens hat am 1. April 2016 die Leitung der Einheit Corporate Occupational Safety der K+S AG übernommen.

Dr. Hans Georg-Bäthge, Leiter Environment Safety der K+S AG, ist zum 1. Oktober 2016 in den Ruhestand getreten.

Neuer Leiter der Einheit Health, Safety & Environment Operations der K+S AG ist seit 1. Oktober 2016 **Dr. Ludwig Brands**.

esco – european salt company GmbH & Co. KG

Firmennachrichten

Mit einem **Blockheizkraftwerk (BHKW)** der neuesten Generation hat das Salzwerk Bernburg eine besonders umweltfreundliche Energieanlage in Betrieb genommen, in der gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt werden. Das Gemeinschaftsprojekt von esco und Avacon Natur GmbH ergänzt

die bestehende Energieversorgung und wird fast 30 Prozent Erdgas als Primärenergie einsparen. „Die sparsame und hochwirksame Nutzung der wertvollen Ressource Erdgas entlastet nicht nur die Umwelt jedes Jahr um rund 6.500 Tonnen Kohlendioxid und dient damit dem Klimaschutz“, sagte Werkleiter Dr. Markus Cieslik bei der gemeinsamen Inbetriebnahme mit Avacon-Vorstand Dr. Stephan Tenge. „Sie reduziert auch unsere 'Energie-rechnung' und stärkt damit unsere Wettbewerbsfähigkeit – so sieht nachhaltiges Wirtschaften bei esco aus.“

Avacon und ihre Vorgängerunternehmen arbeiten seit Jahrzehnten mit K+S und esco erfolgreich zusammen. Denn Bergbauunternehmen und Energieversorgungsunternehmen haben eins gemeinsam: Die Basis ihrer Geschäftstätigkeit sind langfristige Investitionen. Da aber die technische Entwicklung ständig voranschreitet und sich Rahmenbedingungen stetig ändern, benötigen beide Unternehmen permanente Verbesserungsprozesse. „Wir freuen uns sehr darüber, durch dieses innovative Kraft-Wärme-Kopplungs-Projekt die Zusammenarbeit mit unserem Projektpartner esco weiter ausbauen und vertiefen zu können“, so Alfred Schaper, Geschäftsführer der Avacon Natur GmbH. „Durch die hervorragende Teamarbeit mit unserem Kunden konnte die KWK-Anlage in kürzester Zeit geplant und gebaut werden, noch bevor sich die energierechtlichen Rahmenbedingungen für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen änderten.“

Die Anlage, die innerhalb von knapp elf Monaten auf dem Werksgelände entstanden ist, besteht aus zwei mit Erdgas betriebenen Motoren, deren Leistungsdaten sich sehen lassen können: Mit 40 Zylindern und mehr als 120 Litern Hubraum erzeugen sie insgesamt 3 Megawatt Strom und 3

Megawatt Wärme. Allein die jährliche Strommenge würde ausreichen, um 6.000 Privathaushalte zu versorgen. Während die Stromproduktion von angeschlossenen Generatoren übernommen wird, stammt die erzeugte Wärme jeweils zur Hälfte aus der Motorkühlung und der Restwärme der Abgase. In Form von Dampf und Warmwasser wird sie in die Versorgungsnetze des Werkes eingespeist.

Die Kombination von Strom- und Wärmeerzeugung macht es möglich, die eingesetzte Primärenergie Erdgas fast vollständig zu nutzen. Mit einem Wirkungsgrad von mehr als 86 Prozent ist das Blockheizkraftwerk (BHKW) konventionellen Kraftwerken, die die Wärme nicht nutzen können, haushoch überlegen. Zum Vergleich: der Wirkungsgrad bei Gaskraftwerken beträgt weniger als 50 Prozent, bei Braunkohle ca. 44 und bei Kernkraftwerken rund 33 Prozent.

Mit diesem hohen Wirkungsgrad wird das neue BHKW gemäß Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz als „hocheffiziente Anlage“ eingestuft. Die mit dem Bau der Anlage verbundene Steigerung der Energieeffizienz ist daher eine besonders geeignete Maßnahme, um die in der K+S Gruppe konzernweit gesetzten Ziele im Rahmen eines zertifizierten Energiemanagements nach DIN EN ISO 50001 zu erfüllen.

Das technische und energiewirtschaftliche Konzept der KWK-Anlage (KWK: Kraft-Wärme-Kopplung) Bernburg wurde bereits in einem vergleichbaren Projekt mit der Zuckerindustrie von der Avacon Natur erfolgreich umgesetzt. Die Erfahrungen aus dieser Anlage konnten in erheblichem Umfang für das komplexe KWK-Projekt in Bernburg genutzt werden. Aufgrund der guten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und des fast identischen technischen Konzeptes der Referenzanlage entschied sich

esco, von Avacon Natur eine KWK-Anlage in Bernburg bauen und betreiben zu lassen. Da Avacon Natur über Rahmenverträge zur Beschaffung von KWK-Anlagen verfügt, konnte diese die Anlagenkomponenten sehr schnell und ohne zeitaufwendige Lieferanten-Neuausschreibung beschaffen und somit esco eine kurze Gesamtumsetzungszeit des Projektes garantieren.

Die französische esco-Tochter **Saline Cérébos in Dombasle** feierte in diesem Jahr ihr 150-jähriges Bestehen. Seit der Gründung im Jahr 1866, die per Erlass von Napoléon III. genehmigt wurde, hat der Standort zahlreiche und zum Teil tiefgreifende Veränderungen und Entwicklungen erfahren – sowohl in technologischer und gewerblicher Hinsicht als auch hinsichtlich der Anteilseigner oder Inhaber.

Philippe Couson, Vorsitzender der Saline Cérébos: „Was unseren Standort im Laufe seines langjährigen Bestehens nachhaltig stark gemacht hat, sind in erster Linie die Männer und Frauen, die mit Stolz, Engagement und Innovationskraft ihren Teil zur Standortgeschichte beigetragen haben und beitragen, sowie Werte wie Zusammenhalt, Teamgeist und Wertschätzung.“

Die Feierlichkeiten zum 150-jährigen Bestehen haben im April 2016 mit einem monatlichen Newsletter, einer eigenen Facebook-Seite, einer speziellen Website sowie mit der Teilnahme an verschiedenen lokalen Ereignissen in Partnerschaft mit der Stadt Dombasle begonnen. Einen Höhepunkt fanden sie am 30. Juni, als knapp 200 geladene Gäste vor Ort zu einer Abendveranstaltung mit geführten Touren, festlichen Ansprachen, der Vorführung eines Jubiläumsfilms und anschließendem Dinner-Cocktail unter freiem Himmel zusammenkamen.

Personalien

Jean Michel Devaux, bisher Managing Director der Vatel – Companhia de Produtos Alimentares S.A., übernahm am 1. Juli 2016 seine Funktion als Präsident der esco France S.A.S.

Gerrit Gödecke, bisher Vice President Business Development bei K+S Salt LLC, übernahm am 1. Juli 2016 seine Funktion als Managing Director der K plus S Australia Pty Ltd.

Günter Buttchereit, Leiter der Untertage-Verwertung (UTV) Bernburg, ist zum 31. August 2016 in den Ruhestand getreten. Seine Nachfolge als Leiter UTV Bernburg hat Benjamin Groß, bisher Grubenmaschineningenieur im Werk Zielitz, zum 1. September 2016 angetreten.

K+S KALI GmbH

Firmennachrichten

Die niedersächsische Bergbehörde hat Anfang November K+S die Genehmigung erteilt, **Salzwasser der Werke Werra und Braunschweig-Lüneburg** zur Auffüllung untertägiger Hohlräume in das stillgelegte Bergwerk Bergmannsseggen-Hugo einzuleiten. Die Flutung ist in Niedersachsen zur dauerhaften Sicherung von Salz- und Kalibergwerken vorgeschrieben. Bisher wurden im Bergwerk Bergmannsseggen-Hugo dazu neben Brauchwasser aus dem Mittel-landkanal unter anderem Salzlösungen aus einem inzwischen fast fertiggestellten Erdgas-Kavernenprojekt in Empelde umweltschonend verwertet. Da diese Lösungen ab November nicht mehr zur Verfügung stehen werden, sollen Haldenwässer aus dem Werk Werra sowie dem niedersächsischen Salzbergwerk Braunschweig-Lüneburg (Grasleben bei Helmstedt) die Flutungsmedien ergänzen. Die Entnahme von

Brauchwasser aus dem Mittel-landkanal soll entsprechend der Menge der zugeführten Salzlösungen reduziert werden. Nach Sehnde können vom Werk Werra pro Tag 1.500 bis max. 4.000 Kubikmeter Salzwasser transportiert werden. Das entspricht etwa 10 bis 30 Prozent der dort anfallenden Salzwassermenge. Als Transportmittel werden kurzfristig LKW, später bevorzugt Bahn-Kesselwagen eingesetzt.

Die vom Werk Braunschweig-Lüneburg angelieferten Salzwässer werden bisher noch zur Flutung des Bergwerkes Mariagluck (Landkreis Celle) eingesetzt. Ende dieses Jahres wird die Flutung dieser Grube abgeschlossen sein. Die Verwendung der Salzwässer von K+S-Werken zur Flutung der Grube Bergmannsseggen-Hugo entlastet auch die derzeit eingeschränkten Möglichkeiten, Salzabwässer am Werk Werra zu entsorgen.

Mehr als 12.000 Menschen haben am 8. September 2016 ein beeindruckendes Zeichen für den Kalibergbau im Werratal gesetzt. Mitarbeiter mit Familien, Freunden, Partnerfirmen, Vereinen sowie Vertretern aus der Politik und vielen Unterstützern aus der Region bildeten eine 13 Kilometer lange **Menschenkette** von Unterbreizbach über Philippsthal nach Heringen. So verbanden sie die drei K+S Produktionsstandorte des Verbundwerks Werra in Hessen und Thüringen miteinander.

Harald Döll, Vorsitzender des Betriebsrats im Werk Werra und des K+S Gesamtbetriebsrats, zeigte sich überwältigt von der großen Teilnehmerzahl: „Das ist der lebendige Beweis, dass es hier nicht nur um unsere Arbeitsplätze geht, sondern um die Zukunft der gesamten Region mit vielen Gemeinden in Hessen und Thüringen und die Zukunft des Kalibergbaus in Deutschland insgesamt. Für dieses unübersehbare Signal danke ich allen,

die ihren Beitrag geleistet haben, von Herzen.“

„Heute ist ein Tag der Ermutigung. Ein Tag mit einem starken Signal. Und dieses Signal ist ein ganz eindeutiges Ja zum Kalibergbau“, sagte Michael Vassiliadis, Vorsitzender der IG BCE. In Deutschland werde unter den weltweit besten Arbeitsbedingungen und Umweltstandards Kali gefördert. Es seien bereits viele Millionen in den Gewässer- und Umweltschutz investiert worden, so Vassiliadis. Das sei auch weiterhin nötig und möglich, „aber es kann nicht sein, dass wir auf dem Weg dahin einfach dichtmachen und wir keine Lösung finden, ohne die Beschäftigten in Kurzarbeit zu schicken“.

Döll forderte die politisch Verantwortlichen in den Anrainer-Bundesländern von Werra und Weser zu konsequentem Handeln auf: „Von ihnen erwarten wir – 4.400 Arbeiter und Angestellte in den Bergwerken und Fabriken des Werkes Werra –, dass sie sich für unsere Arbeitsplätze und das Wohl einer ganzen Region einsetzen. Es ist dringend geboten, dass sich die Landespolitiker über Ländergrenzen hinweg im Interesse des Allgemeinwohls zu einem gemeinsamen Vorgehen entschließen.“

Dem Aufruf vom Betriebsrat des Werks Werra und der Industriewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) folgten auch rund 1.700 K+S Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der anderen deutschen K+S Standorte, die mit Bussen ins Werratal gereist waren. In die Menschenkette reihten sich zudem zahlreiche Politiker ein, unter ihnen Thüringens Ministerpräsident Bodo Ramelow und Hessens Umweltministerin Priska Hinz. Als Zeichen ihrer Verbundenheit mit den Kalikumpeln im Werratal ließen die Teilnehmer tausende Luftballons gen Himmel steigen.

Eindeutig zum Standort im Werratal bekannte sich Norbert Steiner, Vorstandsvorsitzender der K+S Aktiengesellschaft, der gemeinsam mit seinen Vorstandskollegen Dr. Burkhard Lohr und Dr. Thomas Nöcker sowie der Geschäftsführung der K+S KALI GmbH an der Menschenkette teilnahm: „Wir kämpfen gemeinsam um den heimischen Bergbau – und wir stehen zum Werk Werra. Unsere Standorte Hattorf, Unterbreizbach und Wintershall leisten einen wesentlichen Beitrag für den Unternehmenserfolg unseres Geschäftsbereiches Kali- und Magnesiumprodukte und damit der gesamten K+S Gruppe. Das Verbundwerk Werra ist ein fester Teil unserer K+S.“

Ebenso wie Döll betonte Steiner die großen Investitionen, die das Unternehmen tätigt, um die Umweltsituation an Werra und Weser weiter zu verbessern. „Das Volumen der Salzabwässer ist seit 2007 halbiert worden; bis 2018 sollen weitere 20 Prozent eingespart werden. Dafür haben wir von 2011 bis 2015 rund 400 Millionen Euro investiert“, sagte Steiner. „Und in den kommenden Jahren wollen wir noch einmal so viel investieren, um die Entsorgungsfragen an der Werra langfristig zu lösen.“

Döll kritisierte zudem: „Selbst Genehmigungen für ergänzende Entsorgungsmöglichkeiten zur kurzfristigen Selbsthilfe gestalten sich äußerst zäh oder werden mit politischem Kalkül blockiert.“ Politik und Behörden müssten ihre Ermessensspielräume endlich wieder nutzen. Anlass für die Aktion von Betriebsrat und IG BCE ist die Situation des Werks Werra, die sich wegen ausstehender Genehmigungen und sehr stark begrenzter Entsorgungsmöglichkeiten in den trockenen Sommermonaten weiter zugespitzt hat.

Seit April 2016 sind bis zu 1.000 der insgesamt 4.400 Beschäftigten immer

wieder in Kurzarbeit. Um Produktionseinschränkungen zu verringern, prüft das Unternehmen ergänzende Möglichkeiten zur Entsorgung salzhaltiger Abwässer, aber auch dafür sind behördliche Genehmigungen notwendig.

Die Georg-August-Universität Göttingen und die K+S KALI GmbH werden ihre Zusammenarbeit im Rahmen des gemeinsamen **Forschungsinstituts IAPN** fortsetzen. Eine entsprechende Vereinbarung wurde nun unterzeichnet und läuft bis zum 1. Oktober 2022, mit Verlängerungsoption.

Rund sechs Jahre nach seiner Gründung hat sich das IAPN erfolgreich in Forschung und Lehre im Bereich der angewandten Pflanzenernährung etabliert und die Erwartungen seiner beiden Trägerorganisationen voll erfüllt. Als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft greift das Institut aktuelle Fragen aus der Praxis auf und gibt neue Erkenntnisse an die Landwirtschaft weiter.

Das IAPN forscht zu Fragen der Ressourceneffizienz. Der Klimawandel führt weltweit zu längeren und extremeren Trockenperioden. Die für die landwirtschaftliche Praxis bedeutende Frage, wie Pflanzen unter anderem in Bezug auf die Nährstoffe Kalium und Magnesium das knappe Wasser besser nutzen können, stand im Mittelpunkt der ersten Forschungsjahre. Es wurden neue Methoden entwickelt, mit denen die Wassernutzungseffizienz landwirtschaftlicher Kulturen untersucht werden kann. „Neben der Grundlagenforschung steht für uns immer die Praxisorientierung im Mittelpunkt“, sagt Prof. Dr. Klaus Dittert, wissenschaftlicher Leiter des IAPN. „Seit Beginn der Arbeit des IAPN haben wir bereits bedeutende Forschungsergebnisse beim Thema Ressourceneffizienz erzielt.“

In diesem Zusammenhang übernimmt auch die K+S KALI GmbH eine wichtige Rolle. „Die Forschungsergebnisse des IAPN werden nicht nur rasch veröffentlicht, sie fließen auch unmittelbar in unsere Produktentwicklung ein und gelangen über unser internationales Agronomen-Netzwerk direkt zu den Landwirten“, erläutert Prof. Dr. Andreas Gransee, Leiter Forschung und Beratung der K+S KALI GmbH und seitens des Unternehmens für das IAPN verantwortlich. „Dadurch können die Praktiker vor Ort zeitnah von den neu gewonnenen Erkenntnissen profitieren.“ Auch der Austausch von Informationen im Bereich der Wissenschaft ist eine wichtige Aufgabe des IAPN, zum Beispiel über Gastaufenthalte internationaler Forscher. Einen interdisziplinären Dialog zur Rolle von Magnesium in der Kulturpflanzenernährung, bei der Qualität von Nahrungsmitteln und in Bezug auf die menschliche Gesundheit hat das IAPN mit zwei Symposien etabliert, die 2012 in Göttingen und 2014 in São Paulo stattfanden. Mit der Veranstaltungsreihe „IAPN im Dialog“ eröffnet das Institut zudem regelmäßig ein Diskussionsforum für Studierende, Wissenschaftler und weitere Gäste.

Die K+S KALI GmbH hat am 5. September 2016 mit der Fujian Agriculture and Forestry University (FAFU) einen Vertrag zur gemeinsamen Gründung des **International Magnesium Institute (IMI)** mit Sitz in Fu Zhou/China abgeschlossen. Die Kooperation sieht den Aufbau von wissenschaftlichem Know-how für die Anwendung des Pflanzennährstoffs Magnesium in der Landwirtschaft in Asien vor. Anhand gemeinsamer Forschungsprojekte sollen zukünftig neue Produkte entwickelt und verbesserte Anwendungsempfehlungen für magnesiumhaltige Düngemittel erarbeitet werden. Die K+S KALI GmbH bringt ihre breite Wissensbasis beim

Thema Magnesium ein, während die FAFU die universitäre Struktur sowie Forschungseinrichtungen vor Ort zur Verfügung stellt.

„In China sowie in anderen Ländern in Asien und Afrika ist das Bewusstsein für die Magnesium-Düngung in der landwirtschaftlichen Praxis noch nicht ausreichend verankert“, erläutert Prof. Dr. Andreas Gransee, Leiter der Anwendungsberatung bei der K+S KALI GmbH, der das Institut von der Unternehmensseite aus steuern wird. „Oft findet dort eine stickstofflastige Düngung statt, da die Potenziale anderer Nährstoffe wie zum Beispiel Kalium oder Magnesium für den Pflanzenertrag und die Qualität der Ernteprodukte unterschätzt werden. Während die Wirkung von Kalium weitgehend erforscht ist, hat insoweit Magnesium bisher eine untergeordnete Rolle gespielt. Mit einer ausgewogenen, bedarfsgerechten Düngung unter Berücksichtigung von Magnesium kann die chinesische Landwirtschaft höhere Erträge und Qualitäten erzielen und die Bodenfruchtbarkeit verbessern. Dies gilt insbesondere für den südlichen Teil Chinas, in dem der geringe Gehalt an Magnesium im Ausgangsgestein der Böden und der Entzug von Magnesium über die Ernteprodukte zu erheblichen Nährstoffdefiziten führen“, so Gransee weiter. Neben Asien soll künftig Afrika ein weiterer Schwerpunkt der geplanten Forschungsaktivitäten mit dem Nährstoff Magnesium werden.

Für ihr Produktportfolio an Magnesiumdüngemitteln sieht die K+S KALI GmbH ein hohes Absatzpotential in China. Dies gilt auch für die lokale Produktion von synthetischem Magnesiumsulfat (SMS), die sich K+S mit der im Juli 2016 erfolgten Übernahme der Düngemittelaktivitäten der Hulusuo Magpower Fertilizers Co., Ltd. erschließt.

Das IMI ist das zweite Private-Public-Partnership der K+S KALI GmbH mit einer Universität. Im Jahr 2010 gründeten die Georg-August-Universität Göttingen und die K+S KALI GmbH das Institute of Applied Plant Nutrition (IAPN). Dieses greift als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft aktuelle Fragen aus der Praxis auf, bündelt vorhandenes Wissen und gibt neue Erkenntnisse an die landwirtschaftliche Praxis weiter. Aktuell forscht das IAPN in erster Linie zum Einfluss von Nährstoffen auf die Wassernutzungseffizienz – ein Thema, das aufgrund des Klimawandels eine große praktische Relevanz für die Landwirtschaft weltweit hat. Weitere Informationen zum IAPN unter www.iapn-goettingen.de.

Personalien

Thorsten Wendt, der neben seiner Tätigkeit als Leiter Supply Chain Management der K+S KALI GmbH im September 2015 temporär die Geschäftsführung der K+S KALI France übernommen hatte, hat seine Tätigkeit als Geschäftsführer der K+S KALI France zum 31. August 2016 wie geplant beendet.

Seine Nachfolge als Geschäftsführer der K+S KALI France hat **Jean Michel Devaux**, bisher Geschäftsführer der VATEL, Portugal, und der esco Spain und seit 1. Juli 2016 Präsident der esco France S.A.S., zum 1. September 2016 übernommen.

Joachim Lodzig, Projektleiter Bergbau der Projektgruppe Siegfried-Giesen, feierte am 1. August 2016 sein 40-jähriges Dienstjubiläum.

Herbert Kress, Leiter Produktion unter Tage im Werk Neuhof-Ellers, ist zum 31.10.2016 in den Ruhestand getreten.

Elke Brauer, bisher Leiterin Personal des Werkes Bergmannsseggen-Hugo, wird

das Unternehmen zum 31. Dezember 2016 verlassen. Ihre Nachfolge übernimmt zum 1. Januar 2017 Stephan Dumblus (bisher Human Resource Manager bei der esco in Hannover).

Alexander Baart, derzeit Leiter der Commercial Unit (CU) Health Care & Nutrition, wird zum 1. Januar 2017 zur K+S Asia Pacific in Singapur entsandt und übernimmt mit Wirkung zum 01.02.2017 die Nachfolge von **Dr. Rolf Hårdter** als Geschäftsführer der K+S Asia Pacific in Singapur. Dr. Rolf Hårdter wird bis zum 30. Juni 2017 weiterhin für K+S Asia Pacific tätig sein und die Integration von MagPower agronomisch begleiten. Mit Wirkung zum 1. April 2017 übernimmt Dr. Hårdter zudem die Funktion als Leiter Agronomy & Advisory bei der K+S KALI GmbH. Zum 30.06.2017 endet die Entsendung von Dr. Hårdter. Ab dem 1. Juli 2017 wird er seine Aufgabe als Leiter Agronomy & Advisory vollständig in Kassel ausüben.

Bastian Siebert, derzeit Leiter Supply Chain Management, übernimmt mit Wirkung zum 1. Januar 2017 die Leitung der CU Health Care & Nutrition.

Prof. Dr. Andreas Gransee, derzeit Leiter Research & Advisory, wird zum 1. Januar 2017 die Leitung der neu geschaffenen Einheit Innovation Lab AgTech & Nutrition übernehmen.

FAB schließt eine Kooperationsvereinbarung mit dem chilenischen Bergbauverband SONAMI

Die Fachvereinigung Auslandsbergbau und internationale Rohstoffaktivitäten (FAB) und der chilenische Bergbauverband SONAMI haben sich im August

auf eine Verstärkung ihrer Zusammenarbeit geeinigt und dies im Rahmen einer gemeinsamen Kooperationsvereinbarung manifestiert. Die Verbändekooperation soll dazu dienen, sich gegenseitig Zugang zu den Leistungen des jeweiligen Verbandes zu verschaffen und einen kontinuierlichen Informationsaustausch zu generieren. Damit soll die Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsunternehmen beider Institutionen gefördert und zur Entwicklung einer stärkeren Geschäftstätigkeit im Bergbau und Dienstleistungssektor zwischen beiden Ländern beigetragen werden.

Der Rohstoffsektor hat in Chile eine wesentlich höhere Bedeutung als in Deutschland und trägt signifikant zum nationalen BIP bei. Deutschland ist vor allem bei den metallischen Rohstoffen, die in der deutschen verarbeitenden Industrie eingesetzt werden, auf Rohstoffimporte aus Chile angewiesen. Aktuell führt in Chile der Preisfall an den Rohstoffmärkten zur Notwendigkeit, die Produktivität und Effizienz von Rohstoffprojekten zu erhöhen. Von deutscher Seite könnte die Bereitstellung von Technologie, Dienstleistung und Erfahrung aus Bergbau und Rohstoffgewinnung dazu beitragen, Rohstoffe in Chile zukünftig möglichst umweltgerecht und nachhaltig gewinnen zu können.

Der Helmuth-Burckhardt-Preis 2016 der Vereinigung Rohstoffe und Bergbau (VRB) geht an den jungen Diplom-Bergingenieur Stephan Szigeti aus Freiberg

Der Fachspitzenverband des deutschen Bergbaus hat dem Jungakademiker anlässlich der Mitgliederversammlung am 29. September 2016 in Berlin den Preis zugesprochen. Der Burck-

hardt-Preis wird seit 1971 jährlich für hervorragende Examensleistungen im Rahmen der Masterprüfung in der Studienrichtung Bergbau und Rohstoffingenieurwesen oder der Großen Staatsprüfung verliehen. Die Auszeichnung soll es dem Preisträger ermöglichen, im Rahmen einer Studienreise weitere Einblicke in den Auslandsbergbau zu gewinnen.



Der Preisträger, Stephan Szigeti, sowie Herr Dr. Lars Kulik, Vorsitzender des Vorstands der VRB, und Herr Prof. Helmut Mischo, TU Bergakademie Freiberg (v. l. n. r.)

Stephan Szigeti hat sein Studium im Studiengang Geotechnik und Bergbau an der TU Bergakademie Freiberg in zehn Semestern mit sehr guten Leistungen abgeschlossen. Als Bergbaubeflissener hat Herr Szigeti die heimische Rohstoffgewinnung in Deutschland insbesondere am Beispiel der Stein- und Braunkohlegewinnung und im Erzbergbau über- und untertage kennengelernt. Auslandserfahrung sammelte Herr Szigeti im Rahmen verschiedener Auslandspraktika, unter anderem in der Braunkohle in Ungarn, im US-amerikanischen Gold- und Molybdän-Bergbau sowie im Kupferbergbau auf Zypern. Seine Praktika hat Herr Szigeti allesamt neben dem Studium absolviert. Sein ehrenamtliches Engagement beim Ring Deutscher Bergingenieure (RDB) und im Berufsverband „Die Führungskräfte“ zeichnet Herrn Szigeti ebenfalls aus. Seit August 2016 arbeitet Herr Szigeti als Nachwuchsingenieur Mining bei der K+S Aktiengesellschaft.



Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.

Herausgeber
Verband der Kali- und Salzindustrie e.V.
Reinhardtstraße 18A
10117 Berlin
Tel. (030) 8 47 10 69.0
Fax (030) 8 47 10 69.21
E-Mail: info.berlin@vks-kalisalz.de
www.vks-kalisalz.de