

Tagung 2022

Aufbereitung und Recycling

10. und 11. November 2022

Tagungsband

UVR-FIA GmbH



VERFAHRENSTECHNIK
FÜR ROHSTOFFE

mit freundlicher Unterstützung von:



GESELLSCHAFT FÜR VERFAHRENSTECHNIK
UVR-FIA e.V. FREIBERG

HiF

HELMHOLTZ-INSTITUT FREIBERG
FÜR RESSOURCENTECHNOLOGIE



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

Schwerpunkte der Tagung 2022 sind:

Mineralische Rohstoffe – Wertstoffe aus Abfall

- A) Maschinen, Apparate und Sensoren
- B) Aufbereitung primärer Rohstoffe
- C) Aufbereitung sekundäre Rohstoffe/Recycling

sowie die Verleihung des Heinrich-Schubert-Preises

Inhalt Tagungsband:

	Seite
Vortragsprogramm	
• Donnerstag, 11.11.2021	3
• Freitag, 12.11.2021	4
Kurzfassungen der Vorträge und Poster	5-31
Organisatorisches	32

Programm

zur Tagung Aufbereitung und Recycling am 10. und 11.11.2022 in Freiberg

	Veranstalter:	UVR-FIA GmbH - Chemnitzer Str. 40 - 09599 Freiberg in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Verfahrenstechnik UVR-FIA e. V. Freiberg, dem HZDR-HIF und der TU Bergakademie Freiberg
--	---------------	--

Donnerstag – 10.11.2022						
			8:00	9:00	Registrierung	
			9:00	9:15	Begrüßung und Organisatorisches	
1	A	Tagungsaufakt	9:15	9:40	Aufbereitung von Aktivkohle von GAK zu PAK für die Trinkwasseraufbereitung Thomas Lucke - Zweckverband Landeswasserversorgung - Langenau/Baden Württemberg Karsten Großmann - UVR-FIA GmbH - Freiberg	
2			9:40	10:05	Fair trade mining von Tantal in Liberia Uwe Bruder - BruderConsult – Hirschau	
	B		10:50	11:00	Verleihung des Heinrich-Schubert-Preises durch den Prodekan der Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik (Fakultät 4) der TU Bergakademie Freiberg Herr Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Bräuer	
			11:00	11:20	Vortrag des Preisträgers/der Preisträgerin	
				11:20	12:00	jeweils 4 Minuten Kurzvorträge aller Posteraussteller
3	C	Recycling I	13:00	13:25	RECOSIC: Technologie für nachhaltige Siliciumcarbid Rohstoffe Matthias Hausmann – ESK SIC GmbH – Frechen	
4				13:25	13:50	Aufbereitung und Charakterisierung von erodierten Partikeln aus der Senkerosion zur Nutzung Additiver Fertigungsprozesse Oliver Voigt – TU BAF MVTAT – Freiberg
5				13:50	14:15	Recycling der Produktionsabfälle aus der Fertigung von Li-Batterien H.-Georg Jäckel – TU BAF IART Agr. Recyclingmaschinen – Freiberg
6	D	Neues aus der Zerkleinerung	15:45	16:10	Energieeffiziente Vermahlung von rCB auf einer Prallsichtermühle Daniel Karhoff – NEUMAN & ESSER Process Technology GmbH – Übach-Palenberg	
7				16:10	16:35	ATEX-konforme Maschinen und Apparate: Vermeidung von Zündquellen entsprechend der Gerätekategorie Joachim Lucas – IBExU Institut für Sicherheitstechnik GmbH – Freiberg
8				16:35	17:00	Smart Grinding – Erweiterung einer containerbasierten naßbetriebenen Rührwerkskugelmühle für den automatisierten Betrieb Benjamin Zeismann – Montanuniversität – Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung – AT-Leoben
9				17:00	17:25	Optimierung von Granulaten durch kamerabasierte Inline Messung der Produkteigenschaften Dr. Andreas Seiler - Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG - Hardheim

Programm

zur Tagung Aufbereitung und Recycling am 10. und 11.11.2022 in Freiberg

	Veranstalter:	UVR-FIA GmbH - Chemnitzer Str. 40 - 09599 Freiberg in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Verfahrenstechnik UVR-FIA e. V. Freiberg, dem HZDR-HIF und der TU Bergakademie Freiberg
--	---------------	--

Freitag – 11.11.2022					
10	E	Neues aus der Flotation	9:00	9:25	<i>Verbesserung der Selektivität der Sulfidflotation von Erzen der Lagerstätte Tellerhäuser durch den Einsatz alternativer Sammler</i> Aleksandra Sidorovich – UVR-FIA GmbH/TU Bergakademie Freiberg
11			9:25	9:50	<i>Einsatz der FTC-Mini-Pilotanlage zur Optimierung von Flotationsprozessen: Vorteile und Grenzen</i> Borhane Ben Said – HZDR-HIF – Freiberg
12			9:50	10:15	<i>Einflußparameter auf die Qualität von Eisenerzpellets</i> Lukas Petzold – Primetals Technologies Austria GmbH AT-Linz
13	F	Recycling II	11:00	11:25	<i>Clever Sortieren und intelligent Analysieren</i> Jenny Götz IAB - INSTITUT FÜR ANGEWANDTE BAUFORSCHUNG WEIMAR g. GmbH - Annett Lipowsky Forschungsbereich Baustoffe FB Spezialbaustoffe - Weimar
14			11:25	11:50	<i>Materialkataster – Analyse- und Informationstool zur Beschreibung der Materialität der gebauten Umwelt und daraus resultierender Materialflüsse in Gegenwart und Zukunft</i> Georg Zinder – Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung – Dresden
15			11:50	12:15	<i>Baustoffrecycling durch gravimetrische und optoelektronische Sortierung</i> Mathias Trojosky - Allgaier Process Technology GmbH – Uhingen
16			12:15	12:40	<i>Verfahren zur Verwertung von Bypassstäuben der Zementindustrie</i> Detlef Edelkott – reco process GmbH – Ehingen

Aufbereitung von Aktivkohle von GAK zu PAL für die Trinkwasseraufbereitung

Autoren:	Dr. Thomas Lucke, Zweckverband Landeswasserversorgung Dipl.-Ing. Karten Großmann, UVR-FIA GmbH
Referenten:	Dr. Thomas Lucke, Zweckverband Landeswasserversorgung Dipl.-Ing. Karten Großmann, UVR-FIA GmbH
E-Mail-Adresse:	lucke.t(at)lw-online.de grossmann(at)uvr-fia.de

Im DVGW-Forschungsprojekt „DoubleActiveDrink“ (DAD) untersucht der Zweckverband Landeswasserversorgung die brancheninterne Verwertung von granulierter Aktivkohle (GAK) durch Mahlen zu Pulveraktivkohle (PAK) und deren Dosierung etwa in eine Flußwasservorreinigung.

In gemeinsamen Untersuchungen mit der UVR-FIA GmbH sollten verschiedene verfahrenstechnische Prozesse für die Herstellung von PAK aus bereits verwendeter GAK getestet und die für die praktische Umsetzung evaluiert werden. Dafür erfolgte im Rahmen einer Realisierungsstudie die Bewertung der Ergebnisse bereits durchgeführter Vorprojekte. Mit Hilfe dieser Studie und der ergänzenden Zerkleinerungsversuche im UVR-FIA Technikum wurde ein Anlagenkonzept zur Aufbereitung der Aktivkohle entwickelt.

Um die hohen Investitionskosten abzusichern, wurden in abschließenden Großversuchen Musterchargen für den Einsatz in einer Wasseraufbereitungsanlage produziert.

Die Präsentation gibt einen Überblick zu den Recherchen zur Aufbereitung von Aktivkohle, den Zerkleinerungsversuchen zur Herstellung von PAK aus GAK und deren Verwertbarkeit bzw. Anwendung in der Trinkwasseraufbereitung.

Fair trade mining von Tantal in Liberia

Autoren:	Dipl.-Ing. Uwe Bruder, Bruder Consult Christian Masurenko, EcTerra
Referent:	Dipl.-Ing. Uwe Bruder
E-Mail-Adresse:	Ubruder(at)bruderconsult.de

Tantal als strategisches Material wird in großem Umfang in Afrika neben den großen Bergbaubetreibern durch small scale mining gewonnen und aufbereitet. Ein großer Teil dieser Aktivitäten erfolgt illegal und unter schwierigsten Bedingungen für die Bergleute.

Der Vortag beschreibt neben der Gewinnung und Aufbereitung von Tantal mit einfachen Mitteln auch wie fair trade Handel mit solchen Mineralien in einem schwierigen Umfeld bewerkstelligt werden kann.

Für die Aufbereitung wurden dazu in Deutschland Versuche mit aus der Goldgewinnung bekannten Geräten gemacht und den Bedingungen der Tantal aufbereitung angepaßt.

Der Vortag beschreibt die Analyse der Tantalgehalte der Konzentrate und der Körnungen direkt vor Ort im tropischen Regenwald.

Heinrich-Schubert-Preis

Am 18. April 2019 beschloss die Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik der TU Bergakademie Freiberg, jährlich den Heinrich-Schubert-Preis zu vergeben. Mit dem Preis wird an das Wirken des ehemaligen Lehrstuhlinhabers Prof. Dr.sc.techn. Drs.h.c. Heinrich Schubert erinnert, der sich im In- und Ausland überragende Verdienste in den Bereichen Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitung erworben hat. Prof. Schubert verstarb am 09.04.2018 im Alter von 92 Jahren.

Mit dem Preis werden Personen ausgezeichnet, die im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit oder Promotion ihre Exzellenz in der Mechanischen Verfahrenstechnik, Mineralaufbereitung oder dem Recycling gezeigt haben. Auch kann damit ehrenamtliches Engagement zum Wohle des Fachbereiches gewürdigt werden.

Die Verleihung des Preises findet durch den Dekan der Fakultät mit Übergabe einer Urkunde, der Schubert-Medaille sowie einem Preisgeld im Rahmen der jährlichen Tagung „Aufbereitung und Recycling“ statt. Vorschlagsberechtigt sind Hochschullehrer der technischen Wissenschaften sowie Vertreter aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen und der Industrie des genannten Fachgebiets.

Näheres bestimmt die Satzung:

<https://tu-freiberg.de/fakult4/mvtat/satzung-zum-heinrich-schubert-preis-erschienen>



*Die Preisgelder **2022** wurden von der Fachgruppe Aufbereitung des Vereins der Freunde und Förderer der TU Bergakademie Freiberg gespendet: Ines Nicolai, Sabine Seupel, Bernd Kubier, Denise Toussaint, Thomas Schwalm, Michael Scheibe, Thomas Mütze*

Weitere Informationen zur diesjährigen Verleihung des Heinrich Schubert Preises an Herrn Dr.-Ing. Bruno Michaux können der Pressemitteilung über folgenden Link abgerufen werden:

<https://tu-freiberg.de/presse/heinrich-schubert-preis-fuer-bruno-michaux>

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Urs Peuker

Dr.-Ing. Thomas Leißner

Vom Rohstoff zum Laborergebnis

Autorin:	Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Oehme, Eurofins Umwelt Ost GmbH Freiberg
Referent:	Dr. Thomas Hoppe (Diplom Mineraloge), Eurofins Umwelt Ost GmbH Freiberg
E-Mail-Adresse	Thomas.Hoppe(at)eurofins.de

Die chemische Analytik mineralischer Rohstoffe und Recyclingbaustoffe nimmt eine immer wichtigere Stellung in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft ein.

Strengere Umweltauflagen aber auch stärker in den Fokus des Gesetzgebers und der Legislative rückende Sonderschadstoffe, deren qualifizierte, fach- und sachgerechte Analytik und nicht zuletzt auch permanent steigende Ansprüche an die Reinheit und Qualität recycelter Materialien erfordern methodisch sehr breit aufgestellte Laboratorien, erfahrene Mitarbeiter sowie eine termin- und qualitätsgerechte Bearbeitung hoher Probenzahlen.

Unser modernes chemisches Labor in Bobritzsch-Hilbersdorf mit 220 produzierenden Mitarbeitern ist derzeit eingerichtet für die Analyse von deutlich mehr als 5000 Proben pro Woche. Insbesondere die Registrierung und Probenaufbereitung verschiedenster mineralischer Proben, wie Boden, Bauschutt, Gips, Steinen und Erden, Erzen, aber auch anderen Recyclingmaterialien, wie Sekundär- bzw. Ersatzbrennstoffen, Altholz und Holzpellets, Kunststoffverpackungen, Bioabfall, u.v.a.m. erfordert ein breites Methodenspektrum und stellt uns täglich vor neue Herausforderungen.

Im Beitrag werden die Wege der Proben im Labor, speziell der zu analysierenden mineralischen Rohstoffe (Steine, Recyclingbaustoffe) gezeigt und detailliert beschrieben, nicht nur um zu zeigen, dass ein Routinelabor keine „black box“ ist, sondern, dass viele gut durchdachte Schritte notwendig sind, um unseren Kunden die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Analyseergebnisse zum gewünschten Termin dauerhaft gewährleisten zu können. Einen breiten Raum nehmen die für die Herstellung einer repräsentativen Laborprobe wichtigen Arbeitsschritte der Probenauf- und -vorbereitung ein.

Sortieren, Fraktionieren, Teilen, Zerkleinern, Sieben, Aufschließen, Eluieren der unterschiedlichsten Materialien sind ausschlaggebend für die später erzielten Analyseergebnisse.

Fehler, die u.U. hier gemacht werden, können durch die folgenden eigentlichen Analysenschritte am Meßgerät nicht mehr behoben werden.

RECYCLING UND LANGZEITSTABILITÄT VON THERMOELEKTRISCHEN UND MAGNETOKALORISCHEN SYSTEMEN („RecycleTEAM“)	
Autor:	Dr. Vicente Pacheco, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Institutsteil Dresden
Referent:	Dr. Vicente Pacheco, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Institutsteil Dresden
E-Mail-Adressen	vicente.pacheco(at)ifam-dd.fraunhofer.de

Im Rahmen dieses laufenden Projektes sollen Grundlagen für das energie- und ressourcenschonende Recycling von tellurhaltigen thermoelektrischen Werkstoffen und Systemen sowie lanthanhaltigen magnetokalorischen Verbindungen gelegt werden. Hierzu gehören die Erörterung der Stoffströme und Rücknahmemöglichkeiten, Studien zu recyclingtauglichem Bauteildesign, die Prozessgenerierung zur energiesparenden mechanischen und chemischen Trennung, sowie die Aufarbeitung der Sekundärelemente inklusive der Einordnung der rechtlichen Rahmenbedingungen.

Neben der Thermoelektrik ist auch die Magnetokalorik eine alternative, innovative Kühltechnologie. Hier soll im Rahmen des Projektes auch die Langzeitstabilität dieser noch in der Entwicklungsphase befindlichen Technologie untersucht werden. Dies soll am zurzeit vielversprechendsten Materialsystem für magnetokalorische Anwendungen - Lanthan-Eisen-Silicium - beispielhaft durchgeführt werden.

Gewinnung von Gipsprodukten aus dem Kalibergbau - PolyGips

Autor:	Simon, Ballüer, Hochschule Nordhausen / Thüringer Innovationszentrum für Wertstoffe
Referent:	Simon Ballüer, Hochschule Nordhausen / Thüringer Innovationszentrum für Wertstoffe
E-Mail-Adresse	simon.ballueer(at)hs-nordhausen.de

Gipsrecycling – Chance für den Südharz

WIR! – Vorhaben Gewinnung von Gipsprodukten aus dem Kalibergbau

Akronym: PolyGips

Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung und dem damit verbundenen Wegfall des REA-Gipses in Deutschland sieht sich die gipsverarbeitende Industrie vor eine große Herausforderung gestellt. In der Vergangenheit wurden bis zu 55% des deutschen Gipsbedarfes über REA-Gips gedeckt.

Um weitere Naturgipsressourcen zu schonen, müssen neue sekundäre Rohstoffquellen für Gips erschlossen werden. Hier setzt das in Kooperation der K-UTECH AG Salt Technologies und der Hochschule Nordhausen durchgeführte WIR!-Verbundprojekt Gewinnung von Gipsprodukten aus dem Kalibergbau (PolyGips, 03WIR0307A, Laufzeit: 11/2020 – 10/2023) an. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es zu überprüfen, ob Calciumsulfat aus dem Mineral Polyhalit gewonnen werden und innerhalb der gipsverarbeitenden Industrie als Sekundärrohstoff Anwendung finden kann.

Die Schwerpunkte innerhalb des Projektes liegen in der Entwicklung eines neuen Aufbereitungsverfahrens, der Qualifizierung des Probenmaterials sowie einer wirtschaftlichen Betrachtung.

Die mineralische Zusammensetzung des Polyhalits zeichnet sich insbesondere durch seine Einzelkomponenten Kalium-, Magnesium- und Calciumsulfat ($K_2SO_4 \times MgSO_4 \times CaSO_4 \times 2 H_2O$) aus. Das aktuell angewendete Aufbereitungsverfahren sieht lediglich eine mechanische Aufbereitung vor, bei dem das Polyhalit auf eine Korngröße von kleiner 2 mm zerkleinert wird und als Langzeit-Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet wird. Der Düngeeffekt wird von dem darin enthaltenen Calciumsulfat nur unwesentlich beeinflusst, kann allerdings als vielversprechende alternative Gipsrohstoffquelle angesehen werden. Das in dem Forschungsprojekt zu entwickelnde neue Aufbereitungsverfahren soll die Möglichkeit bieten, dieses im Polyhalit enthaltene Calciumsulfat gezielter einer höherwertigen Verwertung zuzuführen.

Die zu Beginn des Aufbereitungsprozesses benötigte thermische Aktivierung des Polyhalits wird dazu verwendet, das Mineral aufzuschließen. Die daraus resultierenden Prozessparameter, wie Calciniertemperatur und die Verweilzeit, haben zugleich einen wesentlichen Einfluß auf das spätere Calciumsulfat-Produkt. Weitere einflußgebende Prozeßgrößen sind die Laugungsbedingungen mit ihren Heiß- und Kaltlaugungsschritten sowie die Laugungsdauer. Zuletzt soll die Bildung möglicher Doppelsalze, wie beispielsweise das Syngenit ($K_2SO_4 \times CaSO_4 \times H_2O$) analysiert werden.

Weiterhin wird untersucht, ob der entwickelte Aufbereitungsprozess, neben der im Rahmen des Projektes fokussierten regionalen Lagerstätte „Roßleben“, auch auf andere nationale und internationale Polyhalit-Lagerstätten übertragen werden kann.

PolyGips-Probematerial der Aufbereitungsversuche wird hinsichtlich chemischer, physikalischer und mechanischer Eigenschaften qualifiziert. Erste erfolgsversprechende Analysenwerte dienen im Anschluß zur Optimierung der verwendeten Prozessparameter, um somit das Endprodukt PolyGips in seiner Wertigkeit zu steigern. Diese Bearbeitungsschritte werden durch den assoziierenden Projektpartner der Firma Knauf Gips KG industrienah begleitet und unterstützt.

Charakterisierung von überströmenden Schäumen mittels Ultraschall-Reflektometrie

Autoren:	Knüpfer, Leon ¹ ; Emmerich, Hannes ² ; Büttner, Lars ² ; Czarske, Jürgen ² ; Eckert, Kerstin ^{1,3} ; Heitkam, Sascha ^{1,3} ¹ Institute of Fluid Dynamics, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf ² Laboratory of Measurement and Sensor System Techniques, TU Dresden ³ Institute of Process Engineering and Environmental Technology, TU Dresden
Referent:	Dr. Heitkam, Sascha; Institut für Verfahrens- und Umwelttechnik, TU Dresden
E-Mail-Adresse:	sascha.heitkam(at)tu-dresden.de

Der Einsatz moderner Meßtechnik kann einen wesentlichen Beitrag für den ressourceneffizienten Betrieb von Anlagen für die Schaumflotation leisten. Insbesondere die Kenntnis der Stoffzusammensetzung des überströmenden Schaums kann hilfreich für die optimierte Echtzeit-Steuerung des Flotationsprozesses sein. Aufgrund der komplexen und lichtundurchlässigen Struktur der Schaumphase existieren zum heutigen Zeitpunkt allerdings nur wenige Möglichkeiten die Schaumzusammensetzung in Echtzeit und im Volumen zu bestimmen. Zusätzliche Anforderungen an die Robustheit des Maßsystems entstehen aus den rauen Umgebungsbedingungen in industriellen Anwendungen.

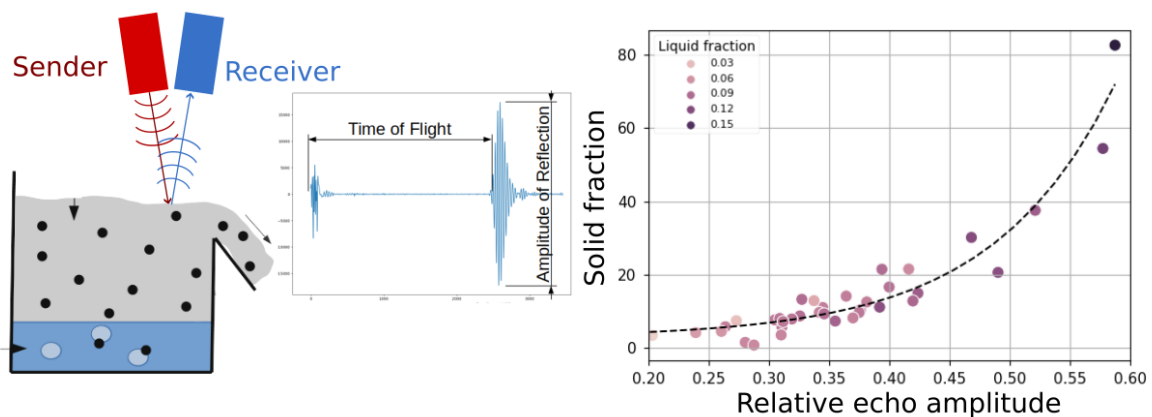


Abb. 1: Setup für Ultraschallreflektometrie an einer Flotationszelle (links), typisches Echosignal (Mitte) und Zusammenhang zwischen Echointensität und Partikelgehalt im Schaum (rechts)

Eine Möglichkeit um Informationen über den aktuellen Zustand des überströmenden Schaums zu erhalten, stellt der Einsatz von Ultraschall-Reflektometrie dar. Dabei werden Ultraschallsensoren oberhalb der Schaumphase platziert (Abbildung 1). Diese senden einen Ultraschall-Puls im niedrigen Frequenzbereich (ca. 135 kHz) auf die Schaumoberfläche. Der Puls wird an der Grenzfläche Schaum/Luft reflektiert und die reflektierte Schallwelle wird von einem weiteren Sensor aufgezeichnet. Anhand der maximalen Amplitude des reflektierten Signals können Informationen über die oberflächennahe Schaumzusammensetzung gewonnen werden (Abbildung 1). Zusätzlich kann aus der Laufzeit des Ultraschalls die vertikale Position der Schaumoberfläche bestimmt werden. Damit besteht die Möglichkeit den Partikelgehalt und die Füllhöhe der Schaumphase nicht-invasiv und in Echtzeit zu bestimmen.

In diesem Beitrag wird die Anwendbarkeit von Ultraschall-Reflektometrie für die Charakterisierung von überströmendem Schaum an einer Flotationszelle im Labormaßstab dargestellt. Durch Vergleich mit Beprobung des Schaums wird gezeigt, dass die gemessene Echointensität einen signifikanten Zusammenhang mit dem Partikelgehalt der Schaumphase zeigt.

Aufbereitungstechnische Untersuchungen an sulfidischen Roherzproben der Grube Clara mit Schwerpunkt auf die Rohgutcharakterisierung und Flotation.	
Autoren:	Dipl.-Ing. Dominic Prem, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Helmut Flachberger, Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Montanuniversität Leoben
Referent:	Dipl.-Ing. Dominic Prem, Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Montanuniversität Leoben
E-Mail-Adresse:	dominic.prem(at)unileoben.ac.at

Die in Hausach im Schwarzwald ansässige Firma Sachtleben Minerals GmbH ist ein traditionsreiches Rohstoffunternehmen, das sich schwerpunktmäßig mit der Gewinnung und Aufbereitung der beiden Industriemineralen Baryt und Fluorit beschäftigt. Der Abbau in der aufgrund ihrer Mineralvielfalt weltweit bekannte Grube Clara in Oberwolfach schreitet in Richtung größerer Teufen voran. Dies macht eine Neubewertung der anstehenden Mineralvergesellschaftung und der im Erz vorliegenden Verwachsungsverhältnisse aus aufbereitungstechnischer Sicht notwendig. Zu beleuchten ist dabei zunächst, wie ein auf die unterschiedlichen Erztypen bestmöglich angepasster Anlagenbetrieb idealerweise auszusehen hat. In weiterer Folge gilt es der forschungsrelevanten Fragestellung nachzugehen, welche Änderungen bzw. Erweiterungen an der derzeitigen Aufbereitungsanlage vorzunehmen sind, um diese den geänderten Rahmenbedingungen anzupassen.

Übergeordnetes Ziel des gemeinsamen mehrjährigen Forschungsvorhabens zwischen der Firma Sachtleben Minerals GmbH und dem Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung der Montanuniversität Leoben ist es, die Auswirkungen dieser sich verändernden Lagerstättenverhältnisse auf das derzeit etablierte Aufbereitungsverfahren mit einem Fokus auf die enthaltenen sulfidischen Mineralphasen zu erforschen.

Die Grundlage der bereits erfolgten bzw. noch durchzuführenden Untersuchungen bildete eine großangelegte Probenahme-Kampagne in unterschiedlichen Abbaublöcken im Rahmen von Streckenvortrieben in ausgewählten künftigen Lagerstättenbereichen. Die solcherart erhaltenen Rohgutproben – es waren insgesamt 7 an der Zahl – wurden selektiv in der Aufbereitungsanlage durchgesetzt und dabei eine aufwendige Beprobung durchgeführt.

Im Zuge der daran angeschlossenen Rohgutcharakterisierung an relevanten, in der Aufbereitungsanlage erzeugten Produktströmen wurden nach der Leobener Schule der Optimierten Zerkleinerungskette die Unterschiede im Zerkleinerungs- und Aufschlussverhalten detektiert. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre erstellte Aufnahmen am Rasterelektronenmikroskop rundeten die Untersuchungen ab.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes liegt in der Erhebung eines auf die geänderten Lagerstättenverhältnisse optimal angepassten Reagenzienregimes für die gesamte Flotationsanlage mit einem gewissen Schwerpunkt auf der Sulfidflotation. Die letztgenannte Sulfidflotation soll derart eingerichtet werden, dass auch nach Implementierung des geänderten bzw. erweiterten Anlagenkonzeptes eine frühzeitige, möglichst vollständige Abreicherung der sulfidischen Mineralphasen sichergestellt werden kann und die vorliegenden Fraktionen in marktauglicher Form vorliegen. Hierzu werden erste Ergebnisse aus Versuchsreihen präsentiert und diskutiert.

Mechanische Prozesse für das Elektrolyseur-Recycling	
Autoren:	Dipl.-Ing. Carlo Kaiser, TU Bergakademie Freiberg / Inst. MVT/AT Dipl.-Ing. Malena Staudacher, TU Bergakademie Freiberg / Inst. MVT/AT
Referentin:	Dipl.-Ing. Malena Staudacher, TU Bergakademie Freiberg / Inst. MVT/AT
E-Mail-Adresse	Carlo.Kaiser(at)mvvat.tu-freiberg.de Malena.Staudacher(at)mvvat.tu-freiberg.de

Die Technologieplattform H2Giga bündelt das Wissen von 24 Verbänden mit insgesamt über 130 Partnern. Über zunächst 4 Jahre soll an der gesamten Wertschöpfungskette und an verschiedenen Elektrolyse-Technologien geforscht werden. Der Verbund „Recycling – Nachhaltige Ressourcennutzung“ beschäftigt sich mit dem Schließen des Wertstoffkreislaufes und der stofflichen Verwertung der alkalischen Elektrolyseure (AEL), Polymerelektrolytmembran (PEM)- und Hochtemperatur (HT)-Elektrolyseure. Im Fokus der 13 Projektpartner in ReNaRe liegen insbesondere die kritischen Elemente, wie Edelmetalle und Seltene Erden, die für die Funktionalität eines Elektrolyseurs erforderlich sind.

Als erster Schritt zum mechanischen Recycling wurden die Elektrolyseure zunächst multiskalig charakterisiert. Dabei werden HT- und PEM- Elektrolyseure betrachtet. Der zweite Schritt beinhaltet Zerkleinerungsversuche der Elektrolyseurzellen und die Untersuchung von Zerkleinerungsverhalten und -produkten.

Mit diesem Beitrag sollen die ersten Ergebnisse des mechanischen Recyclings vorgestellt werden. Aufgrund des Schichtaufbaus der Elektrolyseurzellen mit teils sehr geringen Dicken liegt der Fokus hierbei auf selektiven Entschichtungsansätzen, da diese den nachfolgenden Sortieraufwand verringern. Es wurden Versuche mittels Ultraschalldelaminierung und Hammermühle durchgeführt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sollen für die HT- und PEM-Elektrolysezellen individuelle Verfahren bezüglich des physikalischen Aufschlusses erstellt werden. Die aufgeschlossenen Produkte sollen mit physikalischen Sortierprozessen in definierte Produktströme aufgetrennt werden. Diese Stoffströme können in weiteren Prozessschritten über pyro- und hydrometallurgische Verfahren recycelt und stofflich aufbereitet werden.

RECOSIC: Technologie für nachhaltige Siliciumcarbid Rohstoffe

Autoren:	Matthias Hausmann, ESK SIC GmbH; Jörg Adler, Fraunhofer-IKTS, Stefan Wild, ESK SIC GmbH; Jan Räthel, Fraunhofer-IKTS; Hans-peter Martin, Fraunhofer-IKTS; Yvonne Wolff, ESK SIC GmbH; Heike Heymer, Fraunhofer-IKTS
Referent:	Matthias Hausmann, ESK SIC GmbH
E-Mail-Adresse:	Matthias.hausmann(at)esk-sic.de

Zur Herstellung von RECOSIC, dem weltweit ersten nachhaltigen SiC-Rohmaterial, welches durch stoffliches Recycling erzeugt wird, können nahezu alle Neben- und Abfallstoffe entlang der bisherigen Pulveraufbereitung im SiC-Herstellungsprozess verwendet werden.

Dies umfaßt somit Nebenanfälle des Achesonprozesses ebenso, wie Produktionsabfälle der keramischen Industrie in fortgeschrittenen Wertschöpfungsstufen. Der Prozeß bildet somit die Grundlage eines kreislaufwirtschaftlichen Handelns in der SiC-basierten Keramikindustrie. Die Produkte des Recyclingprozesses durchlaufen im Anschluß an die stoffliche Umwandlung zu technisch hochwertigem SiC mit einer Reinheit > 98 % die etablierten, zumeist mechanischen, Pulveraufbereitungsverfahren.

Sämtliche RECOSIC-Materialkennwerte sind identisch oder verbessert im Vergleich mit den marktgängigen Produkten. Einzig die CO₂-Bilanz zur Herstellung des Materials ist bedeutend verbessert. Zum stofflichen Recycling von 1 t SiC wird weniger als 1 t CO₂ emittiert (Vergleich Acheson: ca. 4,2 t CO₂). Zusätzlich fällt die Rohstoffbilanz deutlich besser aus, da fast vollständig auf den Einsatz von Primärrohstoffen verzichtet werden kann.

Aufbereitung und Charakterisierung von erodierten Partikeln aus der Senkerosion zur Nutzung additiver Fertigungsprozesse

Autoren:	Oliver Voigt, TU Bergakademie Freiberg MVTAT Prof. Dr.-Ing. Urs A. Peuker, TU Bergakademie Freiberg MVTAT
Referent:	Oliver Voigt, TU Bergakademie Freiberg MVTAT
E-Mail-Adressen:	oliver.voigt(at)mvtat.tu-freiberg.de

In der Additiven Fertigung (AM) kommen hochwertige, hochspezifische und hochpreisige Metallpulver zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch enge Partikelgrößenverteilungen, sphärische Partikelformen sowie definierte chemische Zusammensetzungen aus und werden einzig über den kosten- und energieintensiven Prozeß der Pulververdüsung hergestellt. Eine alternative Möglichkeit zur Bereitstellung von AM-Pulvern ist daher unabdingbar. Im Werkzeug- und Formenbau werden ebenfalls spezifische Legierungen verwendet und in dem Prozeß der Senkerosion (EDM, electro discharge machining) bearbeitet. Beim EDM erfolgt die Bearbeitung in einem flüssigen Dielektrikum, wobei es sich entweder um synthetische Kohlenwasserstoffe oder deionisiertes Wasser handelt. Das Prinzip beruht auf einem Materialabtrag bei Anliegen eines elektrischen Potentials infolge der Umwandlung von elektrischer in thermischer Energie. Dabei fallen sogenannte Erodierschlämme als Reststoffe an. Diese enthalten metallische sowie nichtmetallische Partikel in Mineralölderivaten. Erstere genügen durch Aufschmelz- und Wiedererstarrungsprozesse prinzipiell den Anforderungen eines AM-Materials, was Partikelgröße und Partikelform betrifft.

Ziel ist es, die anfallenden Schlämme aufzubereiten und bestenfalls alle drei vorhandenen Komponenten – metallische und nicht-metallische / graphitische Partikel sowie das Dielektrikum – erneut in industriellen Prozessen einsetzen zu können. Hierbei werden zunächst unterschiedliche, reale Abfallströme verschiedener Unternehmen einer Eingangscharakterisierung unterzogen und in der Literatur eingeordnet. Dabei kommt es u.a. zur Anwendung von dynamischer Bildanalyse, Laserbeugung, Rasterelektronenmikroskopie mit Elementaranalyse (REM-EDX), optischer Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP OES), thermogravimetrischer Analyse (TGA-DSC) sowie Infrarotspektroskopie (FTIR).

Nach Entfernung der Ölphase über diverse Filtrations- und Waschversuche mit Hilfe geeigneter Lösungsmittel werden verschiedene Trenn- und Klassierprozesse angewandt, um die Eigenschaften der gewonnenen Pulver zu verbessern. Beim Betrachten der realen Abfallströme ist eine Mischung von bearbeiteten Metallen zu beobachten, die hinsichtlich verschiedener Merkmale voneinander getrennt werden können. Dafür kommen Versuche einer Magnetscheidung sowie einer Dichtentrennung mittels einer Schwereflüssigkeit zum Einsatz. Um die chemische Reinheit der Pulver zu erhöhen, kann ein Energieeintrag mittels Ultraschallbehandlung angewandt werden. Alle Prozess- und Aufbereitungsschritte werden mittels der oben genannten Charakterisierungsmethoden überwacht, um die Anforderungen an AM-Pulver zu gewährleisten sowie Optimierungen aufzuzeigen.

Parallel dazu wird mit einem kommerziellen Referenzmaterial gearbeitet, um einen Vergleich der Materialeigenschaften (Größe, Form, Komposition, Mechanik) zu ziehen und auch schüttgutmechanische Eigenschaften gegenüberzustellen. Schlußendlich soll die Möglichkeit aufgezeigt werden, aufbereitete, recycelte Pulverfraktionen aus Erodierschlämmen in AM-Prozessen einsetzen zu können.

Recycling der Produktionsabfälle aus der Fertigung von Li-Batterien

Autoren:	Dr. H.-G. Jäckel, TU Bergakademie Freiberg IART M. Walch, L. Walch GmbH & Co. KG Baudenbach
Referent:	Dr. H.-G. Jäckel, TU Bergakademie Freiberg IART
E-Mail-Adresse:	Hans-Georg.Jaeckel(at)iart.tu-freiberg.de

Li-basierte Energiespeicherlösungen haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung zugenommen. Die dazu erforderlichen Li-Batteriezellen wurden allerdings überwiegend aus dem asiatischen Wirtschaftsraum (China, Südkorea, Japan) bezogen. Durch die breiten Einsatzmöglichkeiten der LiB in netzunabhängigen Elektrogeräten, Fahrzeugen der Elektromobilität sowie elektrotechnischen Speichersystemen hat sich die Notwendigkeit ergeben, auch in der EU bzw. Deutschland eine leistungsfähige Batteriefertigung zu installieren. Aus diesem Grunde sind aktuell vergleichsweise viele Aktivitäten zu verzeichnen, die den Aufbau sog. „Gigafactories“ betreffen und einen Versuch darstellen, die Wertschöpfung bei den LiB-Zellen zurück nach Europa zu holen.

Ausgehend von einer Klassifizierung der anfallenden Abfälle im Lebenszyklus der Li-Batterien und den Ankündigungen verschiedener Konsortien in der Fachpresse erfolgt einleitend eine grobe Abschätzung der in den nächsten Jahren zu erwartenden Abfallströme aus den verschiedenen Branchen. Die Aufkommensermittlung zeigt, dass nicht nur die End-of-Life-Abfälle, sondern auch die Produktionsabfälle (PA) aus der LiB-Fertigung ein enormes Rohstoffpotential darstellen. Im Gegensatz zu Li-Alt-Batterien sind PA nicht mit organischen Lösungsmitteln und anderen Elektrolytkomponenten belastet, wodurch eine Rückgewinnung qualitativ hochwertiger Metall- bzw. Schichtwerkstoffrecyclate möglich wird. Letztere sind in der Regel vom Hersteller direkt in der Produktion wieder einsetzbar und können so helfen, die durch die aktuellen Entwicklungen angespannte Rohstoffversorgung der Gigafactories zu entspannen.

Bei der Fa. Walch GmbH & Co. KG / Baudenbach stellt die Metallrückgewinnung aus LiB-Produktionsabfällen einen wichtigen Schwerpunkt im Rahmen ihrer Recyclingaktivitäten dar. Die Firma hat hierzu ein mechanisches Aufbereitungsverfahren entwickelt, patentiert und am Standort umgesetzt. Die Produktionsanlage ist in der Lage, in der Fertigung wieder einsetzbare Produktqualitäten bei Anoden- und Kathoden-Schichtwerkstoffen zu erzeugen. Die entstehenden sortenreinen NE-Metallkonzentrate (Cu, Al) werden aktuell an die NE-Metallurgie abgegeben. Parallel dazu laufen Untersuchungen zur Höherveredlung der Kupfer- bzw. Aluminium-Granulate. Nach Abschluss der Verhandlungen mit einem namhaften LiB-Hersteller erfolgt eine umfassende Erweiterung der Produktionskapazitäten am Standort Baudenbach.

Energieeffiziente Vermahlung von rCB auf einer Prallsichtermühle	
Autoren:	Fabian Mertens, NEUMANN & ESSER Process Technology GmbH Dr.-Ing. Daniel-Christian Karhoff, NEUMANN & ESSER Process Technology GmbH
Referent:	Dr.-Ing. Daniel-Christian Karhoff, NEUMANN & ESSER Process Technology GmbH
E-Mail-Adresse:	daniel.karhoff(at)neumann-esser.de

Jedes Jahr werden weltweit fast zwei Milliarden Reifen verbraucht. Durch Recycling ist es möglich, die einzelnen Reifenbestandteile wieder der Produktion und damit der Wertschöpfungskette zuzuführen. Im Laufe der Zeit hat sich eine Entwicklung von recovered Carbon Black in der Industrie von der bloßen Wiederverwendung für Anwendungen wie gummimodifizierten Asphalt oder Gummifüllstoff hin zu effizienterem Recycling abgezeichnet.

Altreifen (end-of-life tires) bieten gut nutzbare Rohstoffe und dienen als Quelle von Mineralöl, Gas, Stahl und Industrieruß (Carbon Black). So kann allein durch die Nutzung von wiedergewonnenem, also recovered Carbon Black (rCB), die Größe des CO₂-Fußabdrucks um 80 % reduziert werden, weshalb viele große Reifenproduzenten versuchen, deutlich mehr rCB zu nutzen, um einen positiven Einfluss auf die Umweltsituation zu haben.

Durch die Pyrolyse von ganzen Reifen oder Reifengranulat entsteht zunächst grobes recovered Carbon Black, das für die weitere Nutzung und Produktion in der Industrie vermahlen werden muss. Die geforderten Partikelfeinheiten liegen dabei im Bereich von 4 - 40 µm (d₉₇). Diese Feinheiten können sowohl auf Strahlmühlen als auch auf Prallsichtermühlen hergestellt werden.

Im Zuge dessen hat die NEUMAN&ESSER Process Technology GmbH eine Prallsichtermühle ICX zur energieeffizienten Feinvermahlung von rCB entwickelt.

Feinstzerkleinerung erfordert eine erhöhte Mahlintensität; daher wurde die Geometrie der Mahlzone entsprechend ausgelegt. Die Größe des Endprodukts wird sowohl durch die Intensität als auch durch die Häufigkeit der Beanspruchung während des Mahlprozesses bestimmt. Diese Faktoren werden beide stark von der Fluidodynamik in der Mühle beeinflusst.

Mindestens ebenso wichtig ist der Weg der Partikel von der Mahlzone zum Sichterrad: Das Mahlgut muss homogen auf den Sichterradströmungsquerschnitt verteilt werden.

Für gute Sichtergebnisse müssen sowohl die radiale als auch die tangentielle Geschwindigkeitskomponente des Prozessgases der Ziel-Trennbedingung am Außendurchmesser des Sichtrades entsprechen. Der Sichterwirkungsgrad hängt stark von den Anströmbedingungen des dynamischen Sichterrades ab. Die Auslegung des Leittrings trägt dieser Anforderung Rechnung. Darüber hinaus wurde das Sichterrad für Feinabschnitte ausgelegt. Das Konstruktionsprinzip sowohl des Sichtrades als auch des Leittringes entspricht der Konstruktion des NEA PMX und des NEA GRC.

Vorversuche mit verschiedenen rCB-Aufgabegütern bestätigen die vorherigen Berechnungen. Feinheit bis zu 6 µm (d₉₇) sind realisierbar.

In der Präsentation werden sowohl die Entwicklung als auch die Versuchsergebnisse und die Betriebsergebnisse dargestellt. Der Vergleich mit alternativen Zerkleinerungsmaschinen wie z. B. Strahlmühlen bestätigt höhere Durchsätze und eine höhere Energieeffizienz für ein breites Spektrum der erforderlichen Feinheiten. Es wird gezeigt, dass die ICX eine Alternative zu den derzeitigen Feinstzerkleinerungsmaschinen darstellt.

ATEX-konforme Maschinen und Apparate: Vermeidung von Zündquellen entsprechend der Gerätekategorie	
Autor:	Dipl.-Ing. Joachim Lucas, IBExU
Referent:	Dipl.-Ing. Joachim Lucas, IBExU
E-Mail-Adresse:	j.lucas(at)ibexu.de

Bei der Aufbereitung vieler Rohstoffe fallen Stäube an bzw. werden diese bewusst hergestellt. Liegt eine ausreichende Feinheit vor, so sind z. B. organische oder metallische brennbare Stäube häufig explosionsfähig. Maschinen und Apparate zur Erzeugung, Verarbeitung oder zum Transport solcher Stäube müssen dann ausreichend sicher sein, damit sie nicht zur Zündquelle für Staubexplosionen oder -brände werden. Das notwendige Maß an Sicherheit hängt dabei vor allem von der Häufigkeit einer explosionsfähigen Atmosphäre ab, die sich in der Einteilung in 3 unterschiedliche Staubzonen ausdrückt (Zone 20, 21 und 22). Auch die Entzündbarkeit des Staubes, die durch sicherheitstechnische Kenngrößen charakterisiert ist, spielt bei der Bewertung eine Rolle.

Je nach vorhandener Zone müssen die Maschinen und Apparate, welche eigene potentielle Zündquellen aufweisen, nach der Richtlinie 2014/34/EU (vormals RL 94/9/EG) einer entsprechenden Gerätekategorie genügen.

Im Vortrag werden die entsprechenden Zusammenhänge dargestellt. Einen Schwerpunkt bildet auch die kategorieabhängige Zündgefahrenbewertung, die der Gerätehersteller für sein Gerät durchführen (lassen) muss. Anhand konkreter Beispiele wird die Vorgehensweise dieser Bewertung gezeigt und das resultierende Ergebnis dargelegt.

Abschließend erfolgt für Altanlagen, die vor dem Inkrafttreten der RL 94/9/EG am 01.07.2003 errichtet wurden, sowie für neuere, nicht explosionsschutztechnisch bescheinigte Anlagen eine Erläuterung der rechtlichen Situation, wenn auf diesen Anlagen explosionsfähige Stäube verarbeitet werden sollen.

Smart Grinding – Erweiterung einer containerbasierten nassbetriebenen Rührwerkskugelmühle für den automatisierten Betrieb	
Autoren:	Dipl.-Ing. Benjamin Zeismann, Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Department Mineral Resources Engineering, Montanuniversität Leoben; Dipl.-Ing. Dr. mont. Andreas Böhm, Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Department Mineral Resources Engineering, Montanuniversität Leoben; Dipl.-Math. Volker Reinsch, GRAINsoft GmbH
Referent:	Dipl.-Ing. Benjamin Zeismann, Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Department Mineral Resources Engineering, Montanuniversität Leoben
E-Mail-Adresse:	benjamin.zeismann(at)unileoben.ac.at

Im Zuge von Forschungsprojekten zur Aufbereitung von LD-Schlacken erweiterte der Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung der Montanuniversität Leoben im Jahr 2020 das Apparate-Repertoire um eine nassbetriebe, containerbasierte Rührwerkskugelmühle. Der Bau sowie die Konzipierung der Mahlanlage wurde in Kooperation mit der Firma CEMTEC Cement and Mining Technology GmbH (kurz: CEMTEC) durchgeführt. Durch die Containerbauweise der Pilotmahlanlage (15 l Mahlgefäßvolumen) kann der Aufstellungsort variabel gewählt werden.

Die Anlage ist mit modernster Sensorik ausgestattet, wodurch der Betriebszustand der Mühle zu jedem Zeitpunkt erfasst wird. Als Beispiel kann mit dem aufgabeseitig verbauten Coriolis-Durchflussmesser der Zustand der Mahltrübe während des Prozesses überwacht werden. Dieser Sensor liefert Echtzeitdaten vom Feststoffinhalt, dem Masse- bzw. Volumenstrom sowie der Trübedichte und der Temperatur der Aufgabetrübe. Ein weiterer Coriolis-Sensor regelt, in Kombination mit einem Druckmesser, die Aufgabe auf den Hydrozyklon und ermöglicht die Kontrolle des Gleichgewichtszustandes.

Erste Mahlversuche mit Spateisenstein im Zuge der Inbetriebnahme im Jahr 2020 erzielten Produkte mit d80-Werten im Bereich zwischen 20 und 40 μm , bei einer maximalen Aufgabekorngröße von 0,2 mm. Bei der Kreislaufzerkleinerung, in Verbindung mit dem derzeit verbauten Hydrozyklon konnte ein konstantes Produkt mit einem d90-Wert von 10 μm erzeugt werden. Die Korngrößenverteilungen wurden am Lehrstuhl mit dem Lasergranulometer Mastersizer 2000 analysiert.

Im Rahmen des Dissertationsprojektes Zeismann wurde die bestehende Anlage im Jahr 2021 um das CEOPS-System (CEmtec Online Particle Size Analyser) der Firma CEMTEC erweitert, mit welchem Mahlproduktströme über Laserdiffraktometrie analysiert und Echtzeitdaten in Form von Korngrößenverteilungen abgebildet werden können. Zusätzlich wurde ein Datenbanksystem eingerichtet, in welches sämtliche Prozessdaten aufgenommen und gespeichert werden.

Ziel des Projektes ist eine Modellentwicklung, die das reale System bestmöglich abbildet und ein energieoptimiertes Mahlen bei einer definierten Produktdispersion ermöglicht. Zu diesem Zweck werden gezielt Mahlversuche durchgeführt, die einen Ansatz auf Basis des Population-Balance-Model zulassen.

Im Vortrag wird der Aufbau, die Leistungsgrenzen sowie die Verwendung der Mahlanlage in einzelnen Forschungsprojekten präsentiert. Diese Projekte umfassen im Wesentlichen die Ermittlung von Zerkleinerungsparametern unterschiedlicher Materialien, die Verwendung der Mühle als kombiniertes Mahl- und Laugwerk im Sinne eines Rührreaktors, sowie die Entwicklung eines mathematischen Modells auf Basis physikalischer Zusammenhänge, durch die eine digitale Abbildung des Mahlprozesses möglich gemacht werden soll.

Optimierung von Granulaten durch kamerabasierte Inline Messung der Produkteigenschaften

Autoren:	Dr.-Ing. Andreas Seiler, Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG
Referent:	Dr.-Ing. Andreas Seiler, Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG
E-Mail-Adresse:	andreas.seiler(at)eirich.de

Die Digitalisierung von Prozessen ist ein industrieller Megatrend, der auch in der Schüttgutindustrie seinen Einzug gehalten hat. Eines der Ziele ist es, die Aufbereitung von Rohstoffen effizienter zu gestalten und die Qualität der Produkte ständig zu dokumentieren. Die quantitative Messung relevanter Produkteigenschaften ist die Grundlage zu modernen Prozessregelungen, die eine gleichmäßig hohe Qualität der Produkte bei möglichst geringem Ressourceneinsatz zum Ziel haben.

Das Granulieren von Gemischen ist ein häufig anzutreffender Aufbereitungsschritt. Die Granulation von Rohstoffen oder Stoffgemischen ermöglicht die staubfreie Weiterverarbeitung und verhindert die Entmischung heterogener Stoffsysteme. Feine Stäube können in Granulaten gebunden und so der Wiederverwertung in der Produktion zugeführt werden.

Kennzeichnend für Granulate ist die Korngrößenverteilung, die Kornform und die Kornstruktur. Mit der Kornform wird die Abweichung der realen Körner von der idealen Kreis- bzw. Kugelform beschrieben. Mit einem Kennwert zur Kornstruktur wird die Oberflächentypologie charakterisiert. Hier kann zwischen lockerer Brombeerstruktur und fest geformten Granulaten unterschieden werden.

Die heute übliche Vorgehensweise ist es, in regelmäßigen Abständen Proben zu nehmen und diese im Labor zu bewerten. Die Zahl der Proben und die zeitliche Aktualität sind hierbei aber begrenzt. Daher werden auch Systeme angeboten, die einen Materialteilstrom im Prozess analysieren und die entsprechenden Kennwerte ermitteln. Die Bereitstellung eines repräsentativen kleinen Teilstroms ist jedoch nicht trivial und erfordert einigen apparativen Aufwand.

Eirich hat in den vergangenen Jahren in Kooperation mit dem Start-up Pro시오 Engineering das kamerabasierte System EIRICH Qualimaster VC1 zur Inline-Messung der genannten Granulateigenschaften entwickelt. Das vollautomatisch arbeitende System wird in der Linie an einem Förderband eingebaut. Es werden die Partikelgrößenverteilung mit den Kennwerten d_{10} , d_{50} und d_{90} sowie ein Formfaktor und Faktor zur Charakterisierung der Kornstruktur mit einer Abtastrate von 10 s ermittelt.

Im Eirich Kamerasystem Qualimaster VC1 arbeiten 2 Hochleistungskameras, die mit dem Förderband mitlaufen und so auch bei hoher Bandgeschwindigkeit für exzellente Bildqualität sorgen. Die Kennwerte werden in Trendkurven permanent in der Leitwarte angezeigt. Das OPC-UA fähige Gerät kann seine Kennwerte an ein übergeordnetes Steuerungssystem weitergeben, das auf der Basis der Kennwerte den Prozess durch Nachjustierung permanent optimiert. Das Gerät wird bereits in einem Werk zur Herstellung von Düngemitteln seit über einem halben Jahr erfolgreich eingesetzt. Der Wartungsaufwand für das Gerät ist äußerst gering und beschränkt sich auf das gelegentliche Reinigen der Sichtscheibe.

Mit den Eirich Qualimaster VC1 können Granulate mit einem Durchmesser von 0,2 bis 15 mm einfach erfasst und sofort ausgewertet werden. Damit sind neue Ansätze zur Dokumentation und zur Optimierung von Prozessen durch KI basierte Assistenzsysteme möglich.

Verbesserung der Selektivität der Sulfidflotation von Erzen in der Lagerstätte Tellerhäuser durch den Einsatz alternativer Sammler	
Autoren:	Aleksandra Sidorovich UVR-FIA GmbH/ TUBAF
Referent:	Aleksandra Sidorovich UVR-FIA GmbH/ TUBAF
E-Mail-Adresse:	Aleksandra.Sidorovich1(at)student.tu-freiberg.de

In einem Skarnerz der Lagerstätte Tellerhäuser im Erzgebirge liegen verschiedene sulfidische Minerale, im Wesentlichen Sphalerit, Chalkopyrit, Arsenopyrit und indiumhaltige Minerale feinverwachsen vor. Mit Hilfe der Flotation lassen sich die Minerale voneinander trennen, um entsprechende Konzentrate für die Metallurgie zur Verfügung zu stellen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Abtrennung von Arsenopyrit, da dieses ein in den Verkaufskonzentraten unerwünschtes Mineral ist.

Diese Arbeit setzt sich damit auseinander, das Flotationsregime für die Sulfiderze dieser Komplexlagerstätte zu verbessern. Vor allem wird näher untersucht, ob die Verwendung alternativer, Xanthogenat-freier Sammler die Selektivität der Trennung erhöhen kann, d.h. Xanthogenate werden entweder vollständig ersetzt oder zumindest die benötigte Menge reduziert. Berücksichtigt werden soll außerdem ein verbessertes Drücken von Arsenopyrit, entweder als Nebenwirkung der neuen Sammler oder als Folge einer Verwendung geeigneter Drücker.

Einsatz der FTC_Mini_Pilotanlage zur Optimierung von Flotationsprozessen: Vorteile und Grenzen	
Autoren:	Borhane Ben Said ¹ , Lucas Pereira ¹ , Dr.-Ing. Martin Rudolph ¹ ¹ Helmholtz Zentrum Dresden-Rossendorf, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcen-technologie
Referent:	Borhane Ben Said, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcen-technologie
E-Mail-Adresse:	b.ben-said(at)hzdr.de

Die Aufbereitung komplexer Erze durch neue Verfahren oder durch den Einsatz neuer oder ungewöhnlicher Reagenzien in der Flotation kann Probleme mit sich bringen. Insbesondere wenn neue Flotationsreagenzien verwendet werden oder ein kompliziertes Fließschema erforderlich ist, lassen sich die Auswirkungen auf den Betrieb anhand von Laborversuchen nicht ausreichend bestimmen. Es ist daher ratsam, Erze im kontinuierlichen Betrieb einer Pilotanlage zu untersuchen, bevor eine Aufbereitungsanlage im industriellen Maßstab installiert wird. Üblicherweise sind konventionelle Pilotanlagen, in denen 100 bis 1.000 kg/h Erzproben verarbeitet werden, eingesetzt, um die Machbarkeit des Verfahrens vor dem industriellen Maßstab zu belegen. Daraus ergeben sich detaillierte technische Daten, die für die Entwicklung eines endgültigen Prozessablaufs und die Dimensionierung der Ausrüstung erforderlich sind. Allerdings sind diese Pilotanlagen teuer in der Errichtung und im Betrieb. Als Alternative entwickelte das Falconbridge Technology Centre (FTC) 1999 in Zusammenarbeit mit Canadian Process Technologies Inc. eine Mini-Pilotanlage. Die FTC-Mini-Pilotanlage hat zunehmend an Bedeutung gewonnen, vor allem wegen der geringeren Probenmenge im Vergleich zur konventionellen Pilotanlage. In diesem Beitrag wird anhand der Ergebnisse der Batch-Flotation einer Fallstudie der Einsatz der FTC-Mini-Pilotanlage Optimierung des Flotationsprozesses von Scheelit unter Verwendung ein neuer Drücker aufgezeigt. Die Vorteile und Grenzen des Betriebs der Mini-Pilotanlage werden erörtert und die Ergebnisse im industriellen Maßstab validiert.

Einflussparameter auf die Qualität von Eisenerzpellets	
Autoren:	Dipl. Ing. Hans-Jörg Baumgartner, Primetals Technologies Austria GmbH; M.Sc. Lukas Petzold, Primetals Technologies Austria GmbH; Dr. Felix Heinicke, Köppern Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG
Referentin:	M.Sc. Lukas Petzold, Primetals Technologies Austria GmbH
E-Mail-Adresse:	lukas.petzold(at)primetals.com

Die Eisen- und Stahlindustrie befindet sich im Wandel hin zu CO₂-reduzierten Prozessen. Die klassische Hochofenroute mit Sinter als Aufgabematerial weist einen höheren CO₂-Fußabdruck auf, als eine Route bei welcher Eisenerzpellets in einer Direktreduktionsanlage zu Eisenschrott verarbeitet werden. In Folge ist ein starker Anstieg der Nachfrage nach hochwertigen Eisenerzkonzentraten in den kommenden Jahrzehnten zu erwarten, die in Pelletieranlagen zu Eisenerzpellets verarbeitet werden.

Primetals Technologies führte in Zusammenarbeit mit der UVR FIA und Köppern Aufbereitungstechnik im Rahmen einer Studie Versuche entlang dieser Prozesskette durch. Für die Versuche wurde ein Magnetit Erz mit Herkunft aus der Kursker Magnetanomalie verwendet. Das Aufgabematerial hatte einen Eisengehalt von 67,9%, einen SiO₂-Gehalt von 5.1% und wies eine spezifische Oberfläche von 1300 cm²/g nach Blaine auf.

Im Verlauf der Studie wurden die folgenden Parameter variiert, die den Pelletierprozess beeinflussen:

Eisengehalt und SiO₂-Gehalt im Konzentrat:

Mittels Flotation wurden zwei verschiedene Konzentrate hergestellt, eines mit Fe > 70% bzw. SiO₂ < 2% und eines mit Fe > 71% bzw. SiO₂ < 1%.

Spezifische Oberfläche:

Mittels Mahlung in einer Gutbettwalzenmühle wurde die spezifische Oberfläche des Konzentrates auf ~1600 cm²/g bzw. 1800 cm²/g angehoben. Die Gutbettmahlung flacht zudem die Partikelverteilungskurve ab.

Konzentratfeuchte, Binderconditionierung und Brennprofil:

Pelletiertests bestehen aus Grünpelletiertests (einer Aufbauagglomeration) und Pellet-Topf-Versuchen (engl. Pellet Pot Grate Tests) bei welchen die grünen Pellets unter Temperaturen bis 1300°C gebrannt werden. Festkörperbrücken, erzeugt durch Schmelz- und Sinterprozesse an den Partikeloberflächen, erzeugen eine Festigkeit von > 250kg je Pellet. Einflussparameter wie Konzentratfeuchte, Binderconditionierung und Brennprofil wurden variiert um die Pellet-Eigenschaften zu optimieren.



Fig 1: Eisenerzflotation im Technikum UVR FIA



Fig 2: Pilotanlage Gutbettwalzenmühle im Technikum der Köppern Aufbereitungstechnik



Fig 3: Gebrannte Eisenerzpellets

Clever Sortieren und intelligent Analysieren	
Autorinnen:	Dr. Jan Rybizki ¹ , M.Sc. Jenny Götz ¹ , Dr. Annett Lipowsky ¹ ¹ IAB – INSTITUT FÜR ANGEWANDTE BAUFORSCHUNG WEIMAR gemeinnützige GmbH
Referentinnen:	M.Sc. Jenny Götz¹, Dr. Annett Lipowsky¹ ¹ IAB – INSTITUT FÜR ANGEWANDTE BAUFORSCHUNG WEIMAR gemeinnützige GmbH
E-Mail-Adresse:	j.goetz(at)iab-weimar.de, a.lipowsky(at)iab-weimar.de

Die Sortierung von Bauschutt nach Stoffarten ist mit den herkömmlichen trockenen oder nas- sen Massenstromsortierverfahren schlecht möglich, weil das dabei genutzte Sortiermerkmal „Dichte“ sich innerhalb der Baustoffe stark überlappt. Sensorbasierte Verfahren könnten Ab- hilfe schaffen. Diese sind bisher allerdings nicht für die Feinkornsortierung geeignet. Dem steht entgegen, dass eine Zerkleinerung auf feine Partikelgrößen erforderlich ist, um Stoffverbünde vor der Sortierung zu trennen.

Für die Aufbereitung von Mauerwerkbruch sollte dieser Widerspruch durch einen völlig neuen technischen Ansatz mit beträchtlicher Innovationshöhe gelöst werden, indem der Paramagne- tismus von Ziegeln als Sortiermerkmal genutzt wird und somit eine Sortierung von Körnungen kleiner 4 mm möglich wird.

Durch Versuche mit einem rare earth roll separator (RER) konnte in der IAB Weimar gGmbH erfolgreich Ziegel- von Betonmaterial getrennt werden. Die Gewinnung eines magnetisch-an- gereichertem Produktes ist dabei möglich, jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig.

Gleichzeitig ist eine Qualitätskontrolle der sortierten Endprodukte notwendig.

Hierfür wurden verschiedenste Methoden getestet.

Zum einen wurde die an der IAB Weimar gGmbH vorhandene LIBS (laserinduzierte Plasmas- spektroskopie) genutzt. Anhand der verschiedenen Spektren der Ausgangsmaterialien und des Sortierproduktes kann die Elementzusammensetzung bestimmt und somit der Sortiererfolg kontrolliert werden.

Zum anderen wurden optische Analysen mittels KI (künstlicher Intelligenz) getestet, um eine optische Qualitätskontrolle der sortierten Produkte zu ermöglichen. Dafür wurde anhand von Trainingsdaten ein tiefes neuronales Netz aufgebaut, um die einzelnen Partikel zu klassifizie- ren und den Sortiererfolg abschätzen zu können.

Materialkataster – Analyse- und Informationstool zur Beschreibung der Materialität der gebauten Umwelt und daraus resultierender Materialflüsse in Gegenwart und Zukunft	
Autor:	Georg Zinder, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Referent:	Georg Zinder, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
E-Mail-Adresse:	g.zinder(at)ioer.de

Die Transformation der sächsischen Bauwirtschaft von einem linearen in ein zirkuläres System befindet sich in einem frühen Stadium. Bemühungen zur Schonung der natürlichen Ressourcen durch den Einsatz von rezyklierten Baumaterialien stehen schwierigen Rahmenbedingungen gegenüber. Komplexe Akteursnetzwerke, wenig aufschlussreiche Daten aus Erhebungen der öffentlichen Hand sowie aufwändige Genehmigungs- und Zulassungsverfahren für Aufbereitungsanlagen stellen große Herausforderungen dar und lassen das System in seinem derzeitigen Status verharren.

Das Projekt „Integral“ zielt auf einen deutlichen Ausbau regionaler Kreisläufe mineralischer Baustoffe ab, um damit natürliche Rohstoffe zu schonen und materialinduzierte Emissionen zu vermeiden. Es dient dem Aufbau und der Stärkung von Strukturen, die tiefgreifende Veränderungen im Handeln von Akteuren hin zu einer zirkulären Entwicklung des Bauwerksbestandes in Stadtregionen erwirken. So soll der derzeitige Zustand, zwischen mangelnder Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Sekundärmaterialien auf der einen und fehlender Nachfrage nach RC-Baumaterial aus der Bautätigkeit auf der anderen Seite, überwunden werden. Dazu sind Kenntnisse über die in der Region durch Abbruch und Neubau stattfindenden Materialflüsse von Bedeutung. Sie bilden die Basis, um für das Recycling geeignete Abbruchmaterialien sowie beim Neubau mögliche RC-Baumaterialien abschätzen zu können.

Zentraler Ansatz zum Erreichen dieser Ziele ist die Bereitstellung von Informationen zu regional vorhandenen Recyclingmaterialien, deren Dynamik und Qualität. Zu diesem Zweck wurde für die Beispielstadt Dresden auf Basis einer Bottom-Up-Materialflussanalyse ein Materialkataster erstellt, welches die in Gebäuden und Infrastrukturen gebundenen Baumaterialien im Stadtgebiet abbildet. Durch die Formulierung von Dynamikparametern für die Bautätigkeit vergangener und kommender Jahre sowie die Betrachtung von RC-Prozessketten vor allem mineralischer Abbruchmaterialien, können Mengen an Bauabfällen, potenzielle Bedarfe an Neubaumaterial sowie mögliche Sekundärmaterialanteile für die Zukunft ermittelt werden. Als Resultat entsteht eine vergleichende Darstellung von Angebot, Nachfrage, die die Nutzung von RC-Baumaterialien integriert.

Im Beitrag werden das Vorgehen zur Erstellung und erste Ergebnisse der Bottom-Up-Materialflussanalyse präsentiert. Es werden Gründe für die zähe Entwicklung zur Zirkularität aufgezeigt sowie eine Beta-Version des Analyse- und Informationstool präsentiert. Dieses bietet regionalen Akteuren der Bau- und Entsorgungswirtschaft sowie anderen tangierenden Stakeholdern durch konkrete detaillierte Informationen zu Abbruchmengen, Neubaubedarfen und möglichen RC-Mengen Unterstützung bei der Entwicklung und Planung von innovativen Aufbereitungs- und Einbautechniken. Diese Informationen sind Voraussetzung, um mögliche RC-Prozessketten mit der Bautätigkeit zu verbinden. So können bislang ungenutzte Bestandteile des Baustoffabgangs identifiziert, quantifiziert und erneut der Wertschöpfung zugeführt werden. Das schont natürliche Ressourcen und trägt zur Vermeidung von Emissionen bei.

Baustoffrecycling durch gravimetrische und opto-elektronische Sortierung	
Autoren:	Peter Sinesi ¹ , Dr.-Ing Mathias Trojosky ¹ , Manuel Sebastian ¹ , Thomas Oberer ¹ , Thomas Rupp ¹ ¹ Allgaier Process Technology GmbH
Referent:	Dr.-Ing Mathias Trojosky, Allgaier Process Technology GmbH
E-Mail-Adresse:	mathias.trojosky(at)allgaier-group.com

Abfälle der Bauindustrie stellen den größten Anteil des gesamten Abfallstroms dar und müssen aufgrund schwieriger Sortierbarkeit häufig deponiert werden.

Da die Verfügbarkeit und die Preisentwicklung von frischen Bau-Rohstoffen und die steigende Bautätigkeit sowie die steigenden Mengen an Abbruchmaterial und die ebenfalls steigenden Deponiepreise sich gegenläufig verhalten, verschärft sich der Bedarf nach einem effizienten Recycling von Baureststoffen.

Ein Großteil des anfallenden Bauschutts kann zu hochwertigen Gesteinskörnungen aufbereitet und in der Frischbetonherstellung wiederverwendet werden. Dafür muss der Schutt aufbereitet und von Störstoffen befreit werden. Ein häufig verwendetes Separationskriterium ist die Partikelrohichte.

Allgaier hat ein Verfahren zur Aufbereitung und Sortierung von Bauschutt zum Patent angemeldet. Das zentrale Gerät der technologischen Lösung ist der gravimetrische Trenntisch GSort[®]. Mit diesem lassen sich Schüttgüter in einem wasserfreien, also trockenen Verfahren nach ihrer Dichte sortieren. Es fanden Versuche mit unterschiedlich stark verunreinigtem Bauschutt der Körnung 2-16 mm statt. Für ein gutes Trennergebnis mussten die Bandbreiten der Fraktionen enger gefasst werden. Es wurden unterschiedliche Trennschnitte hergestellt und getestet. Dabei konnte ermittelt werden, dass der Trennschnitt 2-6 mm, 6-10 mm und 10-16 mm bei der Trennung einen guten Kompromiss aus Produktqualität, Durchsatzleistung und notwendigen Investitionskosten bietet. Die Produktreinheit konnte von ca. 88 % auf gute 93% gesteigert werden.

Ein weiteres Problem des Bauschuttrecyclings ist enthaltener Asphalt, welcher nicht über die gravimetrische Sortierung entfernt werden kann. Deshalb wurden Versuche mit dem opto-elektronischen Sortiergerät MSort[®] durchgeführt. Die Möglichkeit zur Asphalterkennung und Sortierung wurde bestätigt, wodurch die Produktreinheit nochmals gesteigert werden konnte. In Zusammenarbeit mit einem lokalen Bauschutt-Recycling-Unternehmen wurde eine praxistaugliche Anlagenkonfiguration erarbeitet, die in sinnvoller Weise Brecher, Siebmaschinen, Schwimm-Sink-Trennung sowie die oben genannten gravimetrischen Sortiergeräte und opto-elektronischen Sortierer kombiniert, um durch eine moderate Investsumme eine Anlage bereit zu stellen, die preiswerte und für die Frischbetonherstellung optimal verwertbare Produkte herstellt.

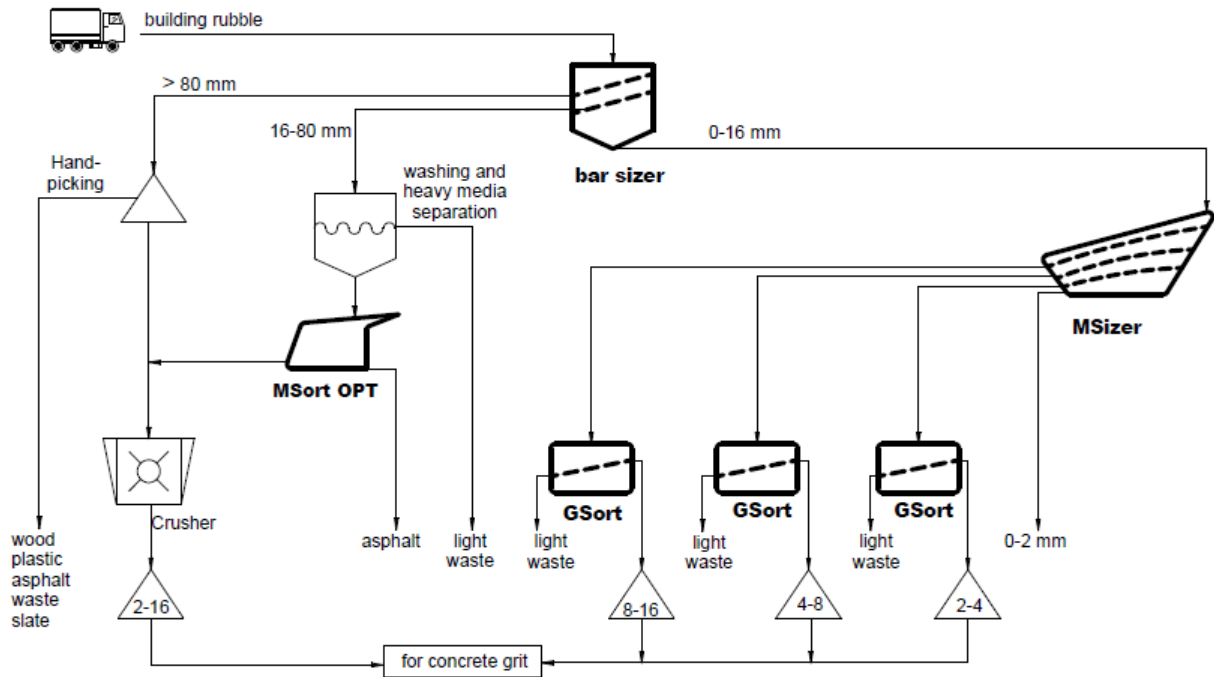


Bild 1: Grundprinzip einer anlagentechnischen Lösung zum Baustoff-Recycling

- [1] A. Müller, *Baustoffrecycling: Entstehung - Aufbereitung - Verwertung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
- [2] R. Bunge, *Mechanische Aufbereitung: Primär- und Sekundärrohstoffe*, 1. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH, 2012.
- [3] F. Knappe, G. Dehoust, U. Petschow und G. Jakkubowski, „Steigerung von Akzeptanz und Einsatz mineralischer Sekundärrohstoffe unter Berücksichtigung schutzgutbezogener und anwendungsbezogener Anforderungen, des potenziellen, volkswirtschaftlichen Nutzens sowie branchenbezogener, ökonomischer Anreizinstrumente“, IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH, Dessau-Roßlau, 2012. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4305.pdf>. Zugriff am: 29. August 2021.
- [4] *Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen*, DIN 4226-101:2017-08, DIN e.V. (Hrsg.), Berlin, Aug. 2017.

Verfahren zur Verwertung von Bypassstäuben der Zementindustrie	
Autor:	Dr.-Ing. Detlef Edelkott, reco process GmbH
Referent:	Dr.-Ing. Detlef Edelkott, reco process GmbH
E-Mail-Adresse:	detlef.edelkott(at)recoprocess.de

In Deutschland werden jährlich ca. 30 Mio. t Zement hergestellt, bei dessen Produktion in modernen Zementwerken als Nebenprodukt ein sog. Bypassstaub anfällt. Dieser Staub, ein nahezu CO₂-freies salzhaltiges Gesteinsmehl, wird aus dem Drehofen ausgeschleust, um den Brennprozess zu stabilisieren und von störenden Salzen zu entlasten.

Bei der Produktion von einer Tonne Zement fallen durchschnittlich 10 – 15 kg dieses Staubes an, in ganz Deutschland somit ca. 300.000 – 450.000 t Bypassstaub pro Jahr. Diese Stäube können aus Qualitätsgründen nur zu einem geringen Anteil als Zuschlagstoff in den Zementen verwertet werden, sodass ein in den letzten Jahren wachsender Mengenstrom nicht mehr befriedigend verwertet werden kann.

Ein neues Verfahren ermöglicht einen ökologisch und auch ökonomisch attraktiven Verwertungsweg der Bypassstäube, bei dem durch einem Waschprozess einerseits ein marktfähiges Produkt (Kaliumchlorid) und andererseits eine calcinierte und CO₂-freie Rohstoffkomponente für den Klinkerbrennprozess gewonnen werden. Somit werden aus einem wertlosen Nebenprodukt des Klinkerbrennprozesses zwei Wertstoffe gewonnen, die als Einsatzstoffe in industriellen Produktionsprozessen erhebliche Mengen an Primärrohstoffen substituieren und CO₂-Emissionen vermeiden.

Mit dem im Rahmen eines von der Deutschen Bundestiftung Umwelt geförderten Entwicklungsprojektes konnte im Labor- und auch im halbtechnischen Maßstab der stoffliche Ansatz des Verfahrens bestätigt werden. Die Entsalzung der Bypassstäube von über 95 % sowie die erfolgreich getestete elektrochemische Fällung der Schwermetalle aus der Salzsole zeigten, dass sowohl die Rückführung des entsalzten Filterkuchens in den Brennprozess als auch die Verwertung der entstehenden Salze, beispielsweise als Komponente eines mineralischen Mischdüngers, uneingeschränkt möglich ist. Damit wurden auch die geplanten Umwelteffekte des Vorhabens bestätigt, die neben einer erhöhten Ressourceneffizienz insbesondere auch eine erhebliche Vermeidung von CO₂-Emissionen umfassen.

Bezüglich der Betriebssicherheit zeigten die Ergebnisse des gemeinsam mit dem Verein Deutscher Zementwerke in einem Zementwerk durchgeführten mehrwöchigen halbtechnischen Versuchsbetriebs jedoch noch einen deutlichen Optimierungsbedarf, der nur durch eine grundsätzliche Überarbeitung der für die Fest-Flüssig-Trennung eingesetzten Verfahrenstechnik erreicht werden konnte. Dazu wurde für die Auswaschung der wasserlöslichen Salze an Stelle der ursprünglich eingesetzten Bandfilteranlage, an der durch unkontrollierte Ausfällungen wiederholt Betriebsstörungen auftraten, eine Gegenstrom-Kaskade aus drei Decanter-Zentrifugen vorgesehen.

Ergänzend zu dem ursprünglichen Entwicklungsprojekt wurden im Frühjahr 2022 bei der UVR-FIA in Freiberg an einer mobilen Versuchsanlage weitere halbtechnische Tests durchgeführt, mit denen die Eignung der Decanter-Technik für die vorgesehene Fest-Flüssig-Trennung bei der Auswaschung der Salze nachgewiesen und auch die Grundlagen für die Auslegung der für die Behandlung der Bypassstäube benötigten Anlagen ermittelt wurden.

Damit steht nun ein in allen Komponenten getestetes dreistufiges Verwertungsverfahren zur Verfügung, in dem die Bypassstäube zunächst gewaschen und somit entsalzt werden, anschließend die resultierende Salzlauge durch Fällung der gelösten Schwermetalle gereinigt und gefiltert wird und letztlich die Salze aus der Lauge kristallisiert und getrocknet werden.

Derzeit wird in einem deutschen Zementwerk eine großtechnische Pilot-Installation vorbereitet. Parallel wird geprüft, inwieweit das entwickelte Verfahren auch für die Behandlung anderer mineralischer Stäube anwendbar ist, bei denen durch Abtrennung des wasserlöslichen Anteils eine stoffliche Verwertung ermöglicht oder vereinfacht werden kann.

Die nächste *Tagung Aufbereitung und Recycling* wird am
16. und 17. November 2023 stattfinden.

Bitte reichen Sie Ihren Vortrag rechtzeitig ein.
Das Formular und Termine werden demnächst veröffentlicht.

Tagungsorganisation

UVR-FIA GmbH
Chemnitzer Str. 40
09599 Freiberg
Deutschland
Telefon: + 49 (0)3731 1621220
Fax: + 49 (0)3731 1621299
E-Mail: [tagung \(at\) uvr-fia.de](mailto:tagung@uvr-fia.de)

Wir bedanken uns bei der Gesellschaft für Verfahrenstechnik UVR-FIA e.V., dem HZDR-HIF und der TU-Bergakademie für die freundliche Unterstützung bei der Ausrichtung der Tagung „Aufbereitung und Recycling 2021“.

*Auf ein Wiedersehen 2023,
Glück Auf!*