

Tagung 2016

„Aufbereitung und Recycling“

9. und 10. November 2016
Freiberg

Tagungsband

Veranstalter:



Gesellschaft für Verfahrenstechnik
UVR-FIA e.V.
Freiberg



Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

INSTITUT FÜR MECHANISCHE
VERFAHRENSTECHNIK UND
AUFBEREITUNGSTECHNIK



Schwerpunkte der Tagung 2016 sind:

***Mineralische Rohstoffe - Wertstoffe aus dem Abfall -
Forschungsergebnisse - industrielle Praxis -
Apparate und Verfahren***

Inhalt Tagungsband:

	Seite
Vortragsprogramm* (*die vollständigen Informationen zu den Autoren finden Sie bei den Kurzfassungen)	3
Kurzfassungen der Vorträge	6
Übersicht der Posteraussteller	36
Kurzfassungen der Poster	37
Übersicht Firmenpräsentationen	47
Firmenpräsentationen	48
Vorankündigung der Tagung „Aufbereitung und Recycling“ 2017	51

Programm am Mittwoch, den 9.11.2016 (Vormittag)

8:00	Registrierung	Nr.	Seite
9:00	Begrüßung		
9:15	<p>Zusammenfassung der Beiträge eines Sonderheftes im International Journal of Mineral Processing zum 90. Geburtstag von Prof. Heinrich Schubert</p> <p>Referenten: Martin Rudolph¹, Urs A. Peuker² ¹Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie ²TU Bergakademie Freiberg, Institut für MVT/AT)</p>	V1	6
9:45	<p>Das Explorationsprojekt Hämmerlein-Tellerhäuser – Herausforderungen und Lösungsansätze für die Aufbereitung der komplexen Skarnerze</p> <p>Referent: Marco Roscher Saxore Bergbau GmbH</p>	V2	7
10:15	<p>Flotation von Kupfererz der Lagerstätte Rudna</p> <p>Referentin: Juliane Schaefer UVR-FIA GmbH</p>	V3	8
10:45	Kaffeepause		
11:15	<p>ResourceApp: Innovativer Ansatz zur Erkennung und Erschließung von Rohstoffen im Hochbau sowie künftige Handlungs- und Forschungsbedarfe beim Bauschuttrecycling</p> <p>Referent: Christian Stier Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT</p>	V4	9
11:40	<p>PARFORCE-Technologie – Entwicklung eines innovativen, industriellen Verfahrens zur Phosphatgewinnung aus Sekundärrohstoffen</p> <p>Referent: Peter Fröhlich TU Bergakademie Freiberg, Institut für Technische Chemie</p>	V5	10
12:05	<p>Recycling von Frischbeton in der Betonproduktion</p> <p>Referent: Johannes Haufe RWTH Aachen University, Institut für Bauforschung und Lehrstuhl für Baustoffkunde, Fakultät für Bauingenieurwesen</p>	V6	11
12:30	<p>Erzeugung wertvoller Kunststofffraktionen aus Elektronikschrott-Abfällen</p> <p>Referent: Rainer Köhnlechner WERSAG GmbH & Co. KG, Großschirma</p>	V7	13
12:55	Mittagsimbiss		

Programm am Mittwoch, den 9.11.2016

		Nr.	Seite
14:00	<i>Visualisierung von Partikelbewegungen in einem Abweiseradsichter</i> Referent: Christian Spötter <i>Technische Universität Clausthal, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik</i>	V8	14
14:25	<i>Entmischungsphänomene beim Windsichten</i> Referent: Thomas Mütze <i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für MVT/AT</i>	V9	16
14:50	<i>Auswirkungen der Desagglomeration bei der Korngrößenanalyse von Produkten aus Gutbettwalzenmühlen</i> Referent: Tony Lyon <i>TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik</i>	V10	18
15:15	<i>Beitrag zur Charakterisierung des Wandreibungswinkels</i> Referent: Karl Krüger <i>TU Bergakademie Freiberg – Institut für MVT/AT</i>	V11	19
15:40	<i>Kaffeepause und Posterschau</i>		
16:30	<i>Die neue Horizontal Schichtrollenmühle- Rückblick und letzter Entwicklungsstand</i> Referent: Fritz Feige <i>Herausgeber der Zeitschrift CEMENT INTERNATIONAL</i>	V12	20
16:55	<i>Betrieb einer Exzentrerschwingmühle unter inerten Bedingungen zur Herstellung von pulvertechnologischen Produkten</i> Referent: Roland Scholl <i>UVR-FIA GmbH</i>	V13	22
17:20	<i>Optimierung der Auslegung von Prallmühlen für die Feinstvermahlung von Zucker</i> Referent: Raphael Sperberg <i>Hochschule Anhalt</i>	V14	23
18:45	<i>Abendveranstaltung im Schankhaus 1863 (vorherige Anmeldung erforderlich)</i>		

Programm am Donnerstag, den 10.11.2016

		Nr.	Seite
9:00	Immobilisierung von TiO₂-Pulvern für die photokatalytische Abwasser-Nachreinigung Referentin: Regine Sojref <i>Bundesanstalt für Materialforschung und- prüfung Berlin</i>	V15	25
9:25	Investigation on the fine particle flotation of a carbonate-rich apatite ore from Vietnam Referent: H. H. Doung <i>Hanoi University of Mining and Geology Department of Mineral Processing, HIF, TU BAF</i>	V16	26
9:50	Application of the hybrid flotation in iron ore - pneumatic flotation for removal of sulfur Referent: Lukas Petzold <i>Primetals Technologies Austria GmbH</i>	V17	27
10:15	Vergleichende Betrachtung von Feinstflotationsansätzen Referent: Markus Buchmann <i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für MVT/AT</i>	V18	28
10:40	Kaffeepause		
11:15	Benefits of Regular Grindability review: BGM Case Study Referent: Alphonse Wikedzi <i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für MVT/AT</i>	V19	29
11:40	Effiziente Aufbereitung metallurgischer Schlacken durch Einsatz von Schockwellentechnologie Referent: Stefan Eisert <i>Impuls Tec GmbH</i>	V20	30
12:05	B.O.M. @ Biologisch, Organischer, Mineralischer Dünger hergestellt aus: Gülle, Silage und / oder Papierschlamm sowie mineralischen Additiven Referent: Dirk A. Osing <i>DOS Consulting Meerbusch</i>	V21	31
12:30	Eisen aus der Spree??? Referentin: Simona Schwarz <i>Leibniz-Institut für Polymer-forschung Dresden e.V.</i>	V22	32
12:55	Mittagsimbiss		
14:00	Verfahrens- und Apparateentwicklung zum Thermosensitiven Sortieren Referentin: Miriam Labbert <i>Hochschule Zittau/Görlitz – Institut für Verfahrensentwicklung, Torf- und Naturstoff-Forschung</i>	V23	33
14:25	Rückgewinnung von Kupfer und weiteren NE-Metallen aus MVA-Rostaschen < 2 mm Referent: Boris Breitenstein <i>TU Clausthal, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik</i>	V24	34
14:50	Probleme des Recyclings von Windkraftanlagen Referent: Hans-Georg Jäckel <i>TU Bergakademie Freiberg, IMB/RM</i>	V25	35
15:15	Verabschiedung		

Journal of Mineral Processing zum 90. Geburtstag von Prof. Heinrich Schubert	
Martin Rudolph¹ , Urs A. Peuker ²	
¹ <i>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i> , ² <i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik</i>	
m.rudolph@hzdr.de	

Zu Beginn des Jahres feierte Prof. Heinrich Schubert seinen 90. Geburtstag. Ihm zu Ehren wurde in der renommierten Fachzeitschrift *International Journal of Mineral Processing* ein Sonderheft zusammengestellt mit Beiträgen aus aller Welt und mit Bezug zu Prof. Schuberts Wirken. Ein besonderes Augenmerk liegt auf neuesten Beiträgen im Bereich der turbulenten hydrodynamischen Betrachtung des Flotationsprozesses, einer Entwicklung in der Forschung, die von Prof. Schuberts Beiträgen inspiriert wurden und immer mehr Beachtung finden. Der Vortrag fasst die Beiträge zusammen und gibt somit einen Überblick über das nachhaltige Wirken von innovativen Ideen und Ansätzen der „Freiberger Schule“ um Prof. Schubert.

Sonderheft:

International Journal of Mineral Processing, Heft 156, 2016
ISSN 0301-7516

Das Explorationsprojekt Hämmerlein-Tellerhäuser – Herausforderungen und Lösungsansätze für die Aufbereitung der komplexen Skarnerze	V2
Dr. Marco Roscher , Lars Starke, Tony Truelove	
<i>Saxore Bergbau GmbH</i>	
marco.roscher@saxorebergbau.com	

Die Komplexlagerstätte Westerzgebirge ist in mehrere Teillagerstätten aufgegliedert. Dabei sind die Lagerstättenteile Hämmerlein und Tellerhäuser durch die Grube Pöhla verbunden und teilweise aufgeschlossen.

Durch die Arbeiten der SDAG Wismut ist die Lagerstätte sehr gut erkundet. Darauf aufbauend wurde nach internationalem Standard (JORC) eine neue Vorratsberechnung durchgeführt. Diese bestätigte das die Lagerstätten Hämmerlein und Tellerhäuser zusammen, im Weltmaßstab gesehen, hervorragende Gehalte und Tonnagen haben. Für Zinn sind das 22,1 Mt @ 0,46 % Sn für 101,500 t Sn-Metall, für Zink 18,0 Mt @ 1,12 % Zn für 200,400 t Zn-Metall und für Indium 15,9 Mt @ 127 pm In für 2.023 t In-Metall.

Das größte Problem dieses Projektes war und ist die Aufbereitung dieser komplexen Skarnerze. Die kleinräumigen Verwachsungen, lateralen und horizontalen Schwankungen der Gehalte sowie die ständig wechselnden mineralogischen und lithologischen Wechsel im Erz erschweren die Aufbereitung. Intensive Untersuchungen zur Zinnaufbereitung in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts konnten ein Ausbringen von 70 % in ein 5-10 %iges Konzentrat nachweisen. Für eine wirtschaftliche Verhüttung sind Gehalte von mehr als 40 % Sn im Konzentrat wünschenswert. Da sich die Möglichkeiten der Aufbereitung auf der technischen Ebene, sowie die mineralogischen Untersuchungsmethoden in den letzten 30 Jahren erheblich verbessert haben, muss die Aufbereikbaarheit dieser Komplexerze neu bewertet werden.

Derzeit arbeitet die Saxore Bergbau GmbH mit mehreren Forschungsprojekten aus dem R4 Aufruf der FONA Förderung des BMBF sowie dem europäischen FAME Projekt zusammen um neue Methoden der Aufbereitung dieser Erze zu erforschen. Dabei werden neue Ansätze der Vorsortierung (sensorgestützte Sortierung) für die Bergevorabscheidung untersucht, sowie verschiedene mögliche Kombination klassischer Verfahren der Magnet- und Dichtentrennung in unterschiedlichsten Korngrößenfraktionen neu auf den Prüfstand gestellt. Die Abtrennung feinsten Partikel wird durch multi-g Separatoren und neue Flotationsverfahren erforscht.

Flotation von Kupfererz der Lagerstätte Rudna	V3
Juliane Schaefer , Andreas Kamradt*	
<i>UVR-FIA GmbH, *Martin-Luther-Universität Halle</i>	
schaefer@uvr-fia.de	

Im Rahmen des BMBF-Projektes „Ressourceneffizienz Deutschland-Frankreich: Verbundvorhaben EcoMetals – Innovative umweltschonende Prozesse für die Gewinnung strategischer und seltener Metalle aus primären und sekundären Ressourcen“ untersucht die UVR-FIA GmbH die Zerkleinerung und Flotation von Kupferschiefer.

Bei dem beschriebenen Material handelt es sich um Kupfererz der Lagerstätte Rudna: Hier treten die drei Lithotypen Karbonat, Sandstein und Schiefer auf. Ein Ausgangsgehalt von 3,5 % Kupfer bietet zunächst die Basis für einen lohnenden Abbau. Die Herausforderung liegt jedoch in der sehr feinen Verwachsung der Wertminerale und dem gleichzeitigen Auftreten von organischen Kohlenstoffbestandteilen mit durchschnittlich ca. 7 %.

Ziel des Projektes ist es zu zeigen, dass eine flotative Anreicherung von Kupfer- und ggf. anderen Wertmineralen auch aus dem Lithotyp Schiefer möglich ist und welche Auswirkungen die Aufgabe von Mischungen der drei Lithotypen auf die Flotation zeigt.

Der Vortrag erläutert die Ergebnisse der Flotationsversuche. Bei bisherigen Laborversuchen hat sich bereits gezeigt, dass bei einer einstufigen Flotation in einer mechanischen Flotationsmaschine ein Konzentrat mit 10 % Kupfergehalt bei einem Ausbringen von mehr als 70 % erreicht werden kann. Durch nähere Untersuchungen des Aufschlusses der Wertminerale und die Anpassung der Flotationsbedingungen an den Kohlenstoffgehalt wird der Anreicherungsprozess auch in Hinsicht auf Lithotypenmischungen weiter optimiert.

ResourceApp: Innovativer Ansatz zur Erkennung und Erschließung von Rohstoffen im Hochbau sowie künftige Handlungs- und Forschungsbedarfe beim Bauschuttrecycling	V4
Christian Stier¹ , Ansilla Bayha ¹ , Jens Forberger ¹ , Neyir Sevilmis ² , Rebekka Volk ³	
<i>¹Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, ²Fraunhofer-Institut für Grafische Datenverarbeitung IGD, ³Karlsruher Institut für Technologie KIT, Institut für Industrie-betriebslehre und Industrielle Produktion IIP</i>	
christian.stier@ict.fraunhofer.de	

Der Anteil an Bau- und Abbruchabfällen beträgt mit rund 200 Mio. t mehr als 50 % der jährlich anfallenden Abfälle in Deutschland.¹ Dabei sind Rückbau- und Abbruchprojekte durch einen großen Zeit- und Kostendruck gekennzeichnet. Bei der heute üblichen Erfassung von Rückbauobjekten durch Begehung werden die verbauten, oft werthaltigen Materialien grob geschätzt, was zu einer großen Abweichung von der tatsächlichen Materialzusammensetzung führen kann. Dennoch dienen diese Schätzwerte derzeit als Grundlage für das Angebot und die Projektplanung der Rückbauunternehmer.

Im Projekt ResourceApp wurde ein Demonstrator entwickelt, der erstmals die mobile, dreidimensionale und semantische Erfassung von Gebäuden und Bauteilen in Echtzeit ermöglicht. Dazu werden über einen Kinect Sensor Tiefeninformationen und Bilddaten auf einen Laptop übertragen. Softwareseitig werden die Information hinsichtlich 3D-Daten und Bilderkennung ausgewertet. Mittels einer Schnittstelle werden die Daten an das Inventarisierungs- und Planungsmodul transferiert. Darin ermöglicht der Demonstrator die Ermittlung des Rohstoffinventars des aufgenommenen Gebäudes in unterschiedlichem Detaillierungsgrad je nach Bauteil und Material. Basierend auf dem Gebäuderohstoffinventar werden nachfolgend Aktivitäten zur Separierung, zum Rückbau und zur Sortierung erzeugt, welche erforderlich sind um die Bauteile und betreffenden Zielwertstoffe wiederzugewinnen. Diese werden ressourcenoptimal auf die zur Verfügung stehenden Mitarbeiter (Maschinenführer, Arbeiter) und Maschinen (z. B. Hydraulikbagger 220 kW, Seilbagger oder handgeführter Elektrohammer) geplant. Durch hinterlegte Recycling- und Entsorgungskosten je Tonne Material (bislang exemplarisch für den Raum Niedersachsen), ist es möglich, ergänzend zu den reinen Rückbaukosten, auch die Recycling- und Entsorgungskosten des gesamten Projekts zu berechnen. In durchgeführten Praxistests zur Verifizierung der Ergebnisse der Gebäudeaufnahme und der Gebäudeinventarisierung wurden verschiedene Büroräume, ein Einfamilienhaus, sowie der Teil eines Krankenhauses aufgenommen und anschließend analysiert. Damit konnte die Datengrundlage erheblich erweitert bzw. angepasst werden. Der Teil des Krankenhauses wurde bei der Entkernung sortiert und gewogen, um das durch das ResourceApp System identifizierte Potenzial dem tatsächlichen Rohstoffpotenzial gegenüberzustellen.

Im Rahmen der Forschungsaktivitäten gemeinsam mit Partnern aus der Praxis, wurden weitere Problemstellungen erkannt aus welchen sich künftige Handlungs- und Forschungsbedarfe beim Bauschuttrecycling ableiten lassen.

¹http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb10_jahrtabu12.asp; 31.07.2016

PARFORCE-Technologie – Entwicklung eines innovativen, industriellen Verfahrens zur Phosphatgewinnung aus Sekundärrohstoffen	V5
Peter Fröhlich* , Jürgen Eschment, Reinhard Lohmeier, Gunther Martin	
<i>TU Bergakademie Freiberg – Institut für Technische Chemie</i>	
peter.froehlich@chemie.tu-freiberg.de	

Die Phosphatgewinnung aus Sekundärrohstoffen ist rohstoffpolitisch für Deutschland unverzichtbar, stellt die Abfallwirtschaft aber vor große technologische Herausforderungen. Mit Beschluss des deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess) durch das Bundeskabinett am 29.02.2012 wird die Rückgewinnung von Phosphor eingehend diskutiert und Förderprogramme zur Phosphorrückgewinnung aufgelegt. Hinzu kommt, dass die landwirtschaftliche Verwertung und Mitverbrennung von Klärschlämmen bis 2025 durch gesetzliche Rahmenbedingungen stark eingeschränkt wird. Dieses Mehraufkommen an Klärschlämmen soll über die thermische Verwertung in Monoverbrennungsanlagen abgefangen werden, um das enthaltene Phosphat dem Wertstoffkreislauf in möglichst hoher Rückgewinnungsrate wieder zuzuführen. Bisher wurden einige Phosphorrecycling-Verfahren im Labor- und Technikumsmaßstab entwickelt, jedoch sind diese Verfahren noch sehr kosten- und energieintensiv sowie großtechnisch nicht etabliert. Eine nicht unbedeutende Anforderung an gegenwärtigen Recyclingverfahren ist der Nachweis des Endes der Abfalleigenschaft nach KrWG. In Anlehnung an den Bericht der Landesarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) von 2012 sind dazu konkrete Anforderungen zu entwickeln und auch die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung der produzierten Stoffe nach REACH notwendig. An der TU Bergakademie Freiberg wurde darauf aufbauend das PARFORCE-Verfahren entwickelt, welches die Phosphorrückgewinnung aus phosphorreichen Klärschlammaschen als auch anderen industriellen und tierischen Phosphatquellen ermöglicht. Nachteile, wie hohe Chemikalienkosten, fehlende Prozesssicherheit und der Zwangsanfall nicht marktgängiger Koppelprodukte entfallen. Als Produkt entsteht Phosphorsäure in unterschiedlicher Qualität, die bereits nach REACH zertifiziert ist und somit keiner zusätzlichen Überprüfung bedarf. Im Vergleich zu anderen P-Recycling-Verfahren verbraucht die PARFORCE-Technologie hauptsächlich elektrische Energie und lässt sich innerhalb weniger Minuten vollständig ab- und zuschalten. Das ermöglicht den Einsatz der PARFORCE-Technologie zur Bereitstellung von Regelenergie im Stromnetz. Derzeit erfolgt Rahmen eines Ausgründungsprojekts die Skalierung der Technologie auf einen Eduktumsatz bis zu einer Tonne am Tag zur Demonstration der industriellen Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Recycling von Frischbeton in der Betonproduktion	V6 1/2
J. Haufe , C. Nobis, A. Vollpracht	
<i>Institut für Bauforschung und Lehrstuhl für Baustoffkunde, Fakultät für Bauingenieurwesen, RWTH Aachen University</i>	
haufe@ibac.rwth-aachen.de	

Auf der Baustelle nicht eingebauter Frischbeton kann mit verschiedenen Recyclingmethoden aufbereitet und für die Herstellung von neuem Beton verwendet werden. In Deutschland wurden im Jahr 2014 ca. 47 Mio. m³ Transportbeton hergestellt /BTB15/. Geht man von davon aus, dass ca. 3 % /Ric01/ nicht verbraucht werden können, betrug die Gesamtmenge des dabei angefallenen Restbetons 1,4 Mio m³. Beim Recycling von Frischbetonresten wird im Vergleich zu der Aufbereitung von Bauschutt oder Straßenaufbruch eine wesentlich homogenere RC-Gesteinskörnung gewonnen, da das Ausgangsmaterial sortenrein vorliegt. Eine teilweise in den Niederlanden genutzte Möglichkeit die Restbetonmassen wiederzuverwerten ist es, Beton auf einer Lagerfläche er härten zu lassen und diesen in regelmäßigen Abständen mechanisch zu Betonbruch aufzuarbeiten. Diese Vorgehensweise erfordert allerdings schweres Gerät und verursacht erhebliche Kosten.

Eine Alternative ist die unmittelbare Aufbereitung des noch nicht erstarrten Frischbetons. In Deutschland werden üblicherweise Frischbetonreste in Gesteinskörnung und Restwasser - eine wässrige Suspension von Zement und Feinststoffen bis zu einer Korngröße von 0,25 mm - getrennt. Hierzu wird der Restbeton einer Auswaschanlage zugeführt. Unter Zufuhr von Frischwasser und/oder Brauchwasser werden die Feinteile aufgeschwemmt und so von der groben Gesteinskörnung getrennt. Die wiedergewonnene Gesteinskörnung darf keine Kornbindung aufweisen. Das dabei anfallende Restwasser darf nach dem Wasserhaushaltsgesetz /WHG09/ nicht in Gewässer eingeleitet werden. Eine Einspeisung von Flüssigkeiten mit einem pH-Wert von mehr als 9,5 in die Kanalisation ist nicht zulässig, so dass zusätzliche Anlagen zur pH-Wert-Neutralisierung bereitgestellt werden müssen, wenn das Restwasser entsorgt werden soll. Die Wiederverwendung von Restwasser für die Betonherstellung ist somit aus ökologischen und ökonomischen Gründen zu bevorzugen. Bei Einhaltung der geltenden Regeln zum Einsatz von Restwasser wird die Qualität der damit hergestellten Betone i. d. R. nicht gemindert /Son02/. Allerdings ist diese Recyclingmethode kostenintensiv und erfordert einen hohen Wassereinsatz.

In einem anderen, gebräuchlichen Verfahren wird dem Waschwasser bei der Reinigung eines leeren, aber verschmutzten Betonmischers Recyclinghilfe zudosiert, das den Hydratationsprozess der Zementreste verzögert. Das Waschwasser verbleibt dabei im Transportbetonfahrzeug. Das Fahrzeug mit dem verzögerten Restwasser wird anschließend mit einer Betonmischung bestückt, bei der die Restwassermenge im Fahrzeug berücksichtigt wurde.

>>> nächste Seite >>>

Recycling von Frischbeton in der Betonproduktion	V6 2/2
J. Haufe , C. Nobis, A. Vollpracht	
<i>Institut für Bauforschung und Lehrstuhl für Baustoffkunde, Fakultät für Bauingenieurwesen, RWTH Aachen University</i>	
haufe@ibac.rwth-aachen.de	

>>> Fortsetzung >>>

Die direkte Wiederverwendung von Restbeton kann nach ebenfalls mit einer Recyclinghilfe realisiert werden /Ött00/. Hierbei wird der Restbeton insgesamt um bis zu drei Tage verzögert. Er kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder aktiviert und mit frisch hergestelltem Beton, der mindestens die vierfache Menge des Restbetons aufweist, im Transportbetonfahrzeug vermengt werden /Ric04/. Dieser Beton ist in seinen Frisch- und Festbetoneigenschaften gleichwertig mit einem Beton ohne Recyclinghilfe. Die Recyclinghilfe lässt sich zudem zur Reinigung der Mischtrommeln der Transportbetonfahrzeuge nutzen. Für dieses Verfahren ist eine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich.

Bei einer alternativen Methode, die 2010 zum Patent angemeldet und inzwischen in Deutschland bauaufsichtlich zugelassen wurde, wird der Restbeton direkt im Fahrmischer zu Granulaten aus Gesteinskörnung und Zementstein aufbereitet /Fer10/. Zwei pulverförmige Zusatzmittel werden nacheinander im Fahrmischer zugegeben. Bei der ersten Komponente handelt es sich um ein superabsorbierendes Polymer, dass dem Frischbeton das freie Wasser entzieht. Nachdem der Frischbeton in der Trommel für wenige Minuten gemischt wurde, wird eine zweite, beschleunigende Komponente dazugegeben. Der so granulierten Beton wird nach einem weiteren Mischvorgang entladen. Das Betongranulat erhärtet wie ein normaler Beton, wobei das Material während der nächsten 24 Stunden ein- bis zweimal bewegt werden soll, um eine Agglomeration der Granulate zu verhindern.

Der Inhalt des Beitrags basiert auf dem Sachstandsbericht "Verwendung von Recyclingmaterial in der Betonproduktion – Sachstand" des Instituts für Bauforschung aus dem Jahr 2015 /Nob15/.

- /BTB15/ Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e. V. (BTB): Jahresbericht 2014/2015. In Bewegung. Berlin, 2015
- /Ric01/ Rickert, J.; Grube, H.: Analyse von Restwasserinhaltsstoffen. In: Beton-technische Berichte (1998-2000) (Thielen G. (Hrsg.)), Düsseldorf: Verlag Bau + Technik, 2001
- /WHG09/ Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. November 2014 (BGBl. I S. 1724) geändert worden ist. Stand: Geändert durch Art. 2 G v. 15.11.2014 I 1724
- /Son02/ Sonnenberg, R.: Recycling von Frischbeton-Restmengen. In: Beton 52 (2002), Nr. 6, S. 292-295
- /Ött00/ Öttl, C.: Reuse of fresh concrete by adding a recycling aid. In: Otto Graf Journal. Annual journal on research and testing of materials (2000), Nr. 11, S. 181-190
- /Ric04/ Rickert, J.: Zum Einfluß von Langzeitverzögerern auf der Basis von Phosphorsäure auf die Hydratation einzelner Klinkerphasen, Portlandzementklinker und Portlandzemente. Düsseldorf: Verlag Bau + Technik. - In: Schriftenreihe der Zementindustrie (2004), Nr. 65
- /Fer10/ Ferrari, G.; Surico, F.; Brocchi, A.; Banfi, E.; Maltese, C.; Squinzi, M.: Method for recycling concrete - European Patent Office - EP 2468695 A1. Angemeldet durch Mapei S.p.A.
- /Nob15/ Nobis, C.; Vollpracht, A.: Verwendung von Recyclingmaterial in der Betonproduktion - Sachstand. Aachen : Institut für Bauforschung, RWTH Aachen University, 2015. - Forschungsbericht Nr. F 7099

Erzeugung wertvoller Kunststofffraktionen aus Elektronikschrott-Abfällen	V7
<u>Rainer Köhnlechner</u>	
<i>WERSAG GmbH & Co. KG, Großschirma</i>	
dr.k@hamos.com	

Elektronikschrott ist der mit am schnellsten wachsende Abfallberg. Für das Jahr 2019 wird in Europa mit einem Aufkommen von über 10 Millionen Tonnen an Altgeräten gerechnet. In diesen Geräten sind als Wertstoffe aber nicht nur Metalle, sondern im Durchschnitt auch ca. 20 Prozent Kunststoffe enthalten.

Während es für die Rückgewinnung der Metallfraktionen bewährte Lösungen gibt, stellt das Recycling der gemischten Kunststoffe zu sauberen, verwertbaren Produkten ein großes Problem dar. Ursachen dafür sind insbesondere die hohe Komplexität des Kunststoffgemisches und dass der überwiegende Anteil der Kunststoffe aus dem Elektronikschrott schwarz eingefärbt ist.

Die WERSAG hat in Zusammenarbeit mit der Schwesterfirma, der Hamos GmbH eine Technologie entwickelt, mit der es gelingt, aus diesen gemischten Kunststoff-Abfällen sortenreine Produkte zu erzeugen. Man verwendet dazu eine Kombination aus nassen und trockenen Aufbereitungsverfahren. Dabei gelingt es insbesondere, nahezu 100 % saubere Fraktionen aus PS, ABS oder PP zu erzeugen. Diese Materialien können anschließend wieder zum Beispiel bei der Produktion neuer elektronischer Geräte eingesetzt werden. Selbstverständlich entsprechen die Materialqualitäten den hohen Standards, wie sie beispielsweise durch die RoHS- Richtlinien vorgegebenen werden.

Im Vortrag wird auf die Technologie zur Aufbereitung der Kunststoffe eingegangen. Zentrales Thema ist dabei die elektrostatische Separationstechnik, die als einzige der derzeit auf dem Markt angebotenen Technologien in der Lage ist, gemischte schwarze Kunststoffe sortenrein zu separieren.

Des Weiteren werden Möglichkeiten zur Vermarktung und zum Wiedereinsatz der großen anfallenden Kunststoffmengen aufgezeigt.

Visualisierung von Partikelbewegungen in einem Abweiseradsichter	V8 1/2
Christian Spötter , Kurt Legenhausen, Alfred. P. Weber	
<i>Technische Universität Clausthal - Institut für Mechanische Verfahrenstechnik</i>	
christian.spoetter@tu-clausthal.de	

Der Abweiseradsichter ist besonders im industriellen Bereich bei der Trennung von feinkörnigen Partikelfractionen von großer Bedeutung. Bisherige Modelle für die Berechnung des Trenngrades beruhen hauptsächlich auf der Lösung einer einfachen Gleichung für Trennverfahren. Hier wird der eindimensionale Fall unter Vernachlässigung von Quellen- und Senken-Termen verwendet, welcher durch den so genannten Markov-Prozess beschrieben wird (1):

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} (c_i \cdot v_i) - D_i \cdot \frac{\partial^2 c_i}{\partial y^2} \quad (1)$$

wobei $c_i(y, t)$ die Konzentration an der Stelle y zum Zeitpunkt t einer Größenklasse i und v_i die Geschwindigkeit der Teilchen in dieser Größenklasse sind und D_i den Diffusionskoeffizienten bezeichnet. Die von Molerus, Rumpf, Sender, Schubert und Husemann entwickelten Modelle für die Berechnung des Trenngrades eines Abweiseradsichters beschreiben eine Trennung des Aufgabegutes in eine Grob- und eine Feinfraktion nur anhand der an der Außenkante des Sichtrades auftretenden Kräfte. Hierbei werden jedoch auftretende Partikel-Partikel- und Partikel-Wand-Wechselwirkungen sowie eine eventuelle Strähnenbildung um das Sichtrad vernachlässigt.

Am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Clausthal wurde ein Abweiseradsichter so umgestaltet, dass ein optischer Zugang auf das Sichtrad und somit auf den Klassifizierungsprozess ermöglicht wurde. Dieser Umbau erlaubt es, unter Verwendung einer Hochgeschwindigkeitskamera für ein Kalksteinaufgabegut die Partikelbewegungen sowie Sichtluftströmungen zwischen den Sichtschaufeln aufzunehmen. Zur Veranschaulichung der Gasströmung wurde ein Aufgabegut mit einem x_{50} von $2,15 \mu\text{m}$ verwendet. Zur Darstellung der Partikelbewegung zwischen den Schaufeln wurde ein Aufgabegut mit einem x_{50} von $59,86 \mu\text{m}$ verwendet.

Die während dieser Versuchsreihen erstellten Kameraaufnahmen ermöglichten es, die Strömung der Sichtluft (vgl. Abbildung 1) sowie die Partikelbewegung zwischen den Schaufeln eines Abweiseradsichters aufzuzeigen. Es konnte ermittelt werden, dass sich drehzahlabhängig ein Sichtluftströmungswirbel zwischen den Schaufeln bildet, welcher zunehmend die Bewegungsbahn der Partikel beeinflusst. Der Partikelstrom zwischen den Schaufeln wird durch den hier entstehenden Sichtluftwirbel zunehmend eingeschnürt, was zu einer erhöhten Partikelanzahl im eingeschnürten Strom und somit zu erhöhten Partikel-Partikel und Partikel-Wand-Wechselwirkungen führt.

>>> nächste Seite >>>

Visualisierung von Partikelbewegungen in einem Abweiseradsichter	V8 2/2
Christian Spötter , Kurt Legenhausen, Alfred. P. Weber	
<i>Technische Universität Clausthal - Institut für Mechanische Verfahrenstechnik</i>	
christian.spoetter@tu-clausthal.de	

>>> Fortsetzung >>>

Erste Beobachtungen der Peripherie des Sichtrades zeigten, dass sich aus den abgewiesenen Partikel und den nachfolgenden Aufgabegutpartikeln Strähnen ausbilden. Diese Strähnen üben eine zusätzliche Sieb-/Filterwirkung auf die einströmende Aufgabegutpartikelfraktion aus, welches einen weiteren Einfluss auf das Trennergebnis zur Folge hat.

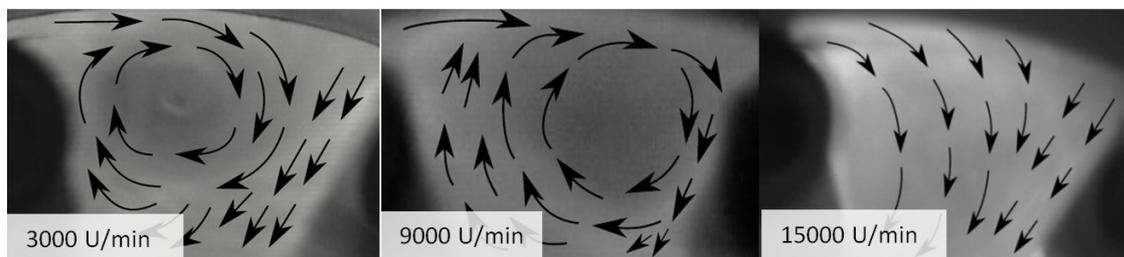


Abbildung 1: Visualisierung der Gasströmung zwischen zwei Sichtschaufeln für ansteigende Drehzahlen von 3000 bis 15000 U/min

Entmischungsphänomene beim Windsichten	V9 1/2
Gunnar Kretschmar ¹ , Thomas Mütze ² , Thomas Leißner ² , Frank van der Meer ³	
¹ Knauf Gips KG, ² TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, ³ WEIR Minerals, Thomas.Muetze@mvtat.tu-freiberg.de	

Windsichter sind Klassiermaschinen, in denen Partikel unter Ausnutzung unterschiedlicher Bewegungsbahnen in einer Gasströmung getrennt werden. Neben dem Volumenstrom der Gasströmung und der wirkenden Feldkraft hängt das Klassierergebnis vom Dispersitätszustand in der Trennzone und damit von der Strömungsgeometrie, der Turbulenz sowie interpartikulären Wechselwirkungen ab. Trennmerkmal ist die Sinkgeschwindigkeit der Partikel. Im vorliegenden Beitrag wird auf das Sichten heterogener Stoffgemische eingegangen, bei denen Wert- und Bergemineraldeutliche Dichteunterschiede aufweisen.

Als Versuchsmaterial dienten unterschiedlich feuchte Eisenerzproben, die neben Mineralogie und Granulometrie umfassend hinsichtlich der Bindung der Feuchtigkeit im Material und deren Auswirkung auf die Festigkeit der zu klassierenden Partikel und Agglomerate charakterisiert wurden. Als Sichter wurde ein Laborabweiseradsichter 100 MZR (Fa. Alpine) verwendet, der mit repräsentativen Erzproben kleiner 315 µm beschickt und auf eine Trennkorngröße von 45 µm eingestellt wurde. Ausgehend von getrockneten Materialproben erfolgte eine gezielt abgestufte Wiederbefeuchtung des Aufgabematerials auf bis zu 6 Ma.%. Neben der Feuchtigkeit der Produkte sowie der Ausbeute an Feingut als Produktfraktion einer entsprechenden Aufbereitungsanlage wurde die Qualität der Sichtung anhand von Teilungsmenge, Trennkorngröße und Trennschärfe beurteilt. Eine automatisierte mineralische Aufschlussanalyse (MLA) lieferte Informationen zur Anreicherung und Entmischung der einzelnen Mineralphasen des Erzes in den Sichtprodukten.

Grundsätzlich können auch feuchte Aufgabematerialien in Abweiseradsichtern trennscharf klassiert werden. Dabei nehmen bis zu einem anlagenspezifischen kritischen Wert mit steigender Feuchtigkeit des Aufgabematerials die Teilungsmenge, d.h. der Anteil ungesichtet ins Grobgut ausgetragener Agglomerate, zu und entsprechend das Feingutmasseausbringen und die Ausbeute feinkörniger Partikel ab [1]. Anhand der automatischen mineralogischen Analyse (MLA) der Sichtprodukte wird die selektive Zerkleinerung der Mineralphasen und speziell die Übermahlung der Wertmineralkörner erkennbar. Auch wird so erstmals die Bewertung der Trennung einzelner Mineralphasen und ein Vergleich zur klassischen Bewertung mittels Partikelgrößenanalysen möglich (siehe Abbildung).

>>> nächste Seite >>>

Entmischungsphänomene beim Windsichten		V9 2/2
Gunnar Kretschmar ¹ , Thomas Mütze ² , Thomas Leibner ² , Frank van der Meer ³		
¹ Knauf Gips KG, ² TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, ³ WEIR Minerals,		
Thomas.Muetze@mvtat.tu-freiberg.de		

>>> Fortsetzung >>>

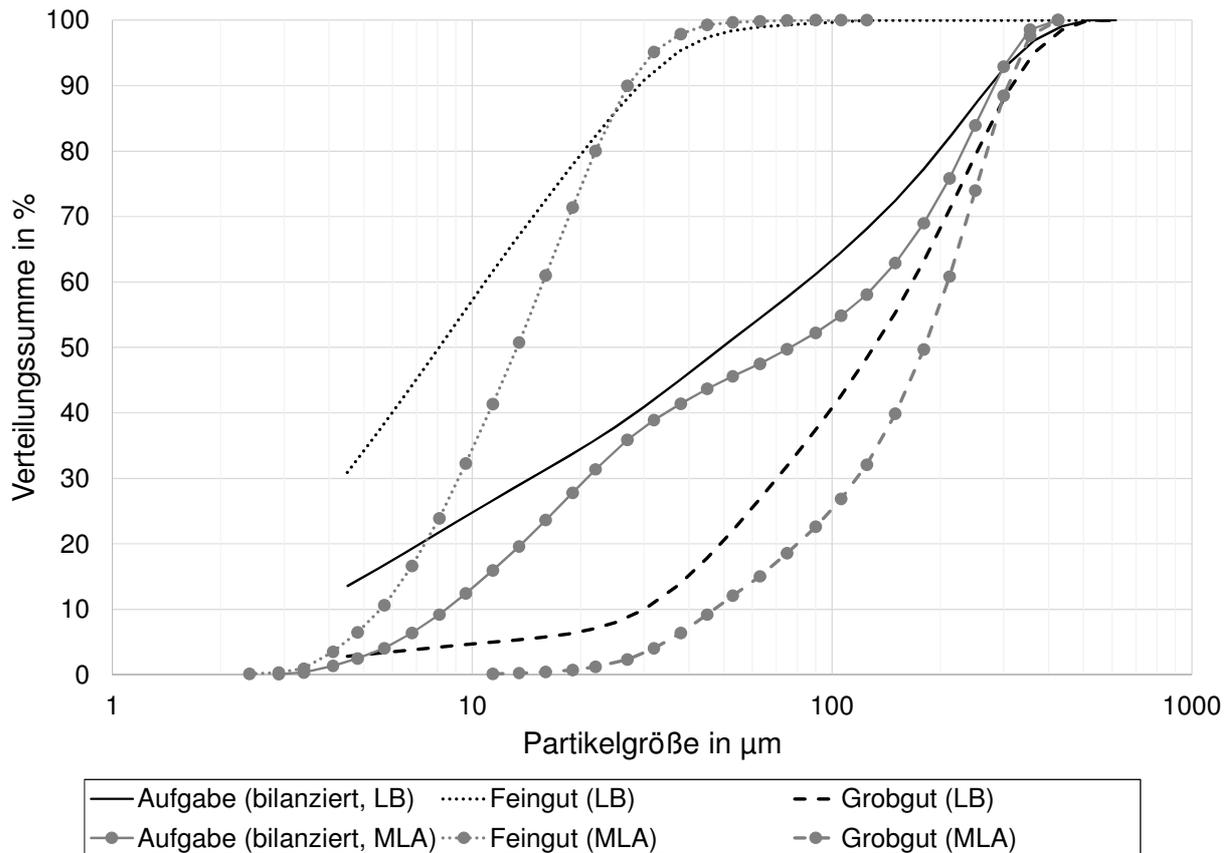


Abbildung: Vergleich von Ergebnissen der Laserbeugung (LB) und MLA-Analyse (MLA) beim Windsichten (Feuchte Aufgabematerial 0 %)

[1] G. Kretschmar et al.: Zum Einfluss der Materialfeuchte auf das Klassierergebnis von Windsichtern. Aufbereitung und Recycling, Freiberg, 2015

Auswirkungen der Desagglomeration bei der Korngrößenanalyse von Produkten aus Gutbettwalzenmühlen	V10
Tony Lyon¹ , Andre Kamptner ² , Marcel Pfeifer ³ , Felix Heinicke ³	
¹ <i>Technische Universität Freiberg, Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik</i> , ² <i>UVR-FIA GmbH</i> , ³ <i>Köppern Aufbereitungstechnik GmbH & Co.KG</i>	
info@koeppern-kat.de	

Die Vermahlung in Gutbettwalzenmühlen (GBWM) gilt seit mehreren Jahren als hervorragende Methode, um Klinker in Zementanlagen auf die gewünschte Produktfeinheit zu vermahlen. Durch Optimierung des Verschleißverhaltens der Mühlen eröffnen sich in neuerer Zeit weitere Anwendungsmöglichkeiten im Gebiet der Aufbereitungsindustrie, z. B. für die Zerkleinerung von Festgestein wie Kupfer- und Eisenerz.

Für einige Erzarten ist es möglich, dass durch die Vermahlung in der Gutbettwalzenmühle Agglomerate in Form von Schülpen entstehen. Bei anschließenden Analysen werden, abhängig von der jeweiligen Messmethode und der damit verbundenen Probenvorbereitung, solche Agglomerate unterschiedlich stark beansprucht. Wenn die aus einer großen Anzahl Feinstpartikel bestehenden Agglomerate dabei nur unzureichend desagglomert werden, ordnen sich die Primärpartikel bei der Korngrößenanalyse in gröbere Kornklassen ein. Analysenfehler solchen Ursprungs sollten minimiert werden, um die entstandenen Produkte realistisch bewerten und mit Mahlprodukten z.B. aus Kugel- oder Wälzmühlen vergleichen zu können.

Während für die Anwendung bei der Grobmahlung von Erzen und zur Zementmahlung verschiedene Untersuchungen vorliegen, steht die Einordnung der Desagglomeration bei der Feinmahlung von Eisenerzkonzentraten noch aus.

Dieser Beitrag stellt Ergebnisse grundlegender Untersuchungen der Firmen UVR-FIA und Köppern Aufbereitungstechnik dar. Dabei wird die Auswirkung der Desagglomeration in einer Laborkugelmühle auf die Messung mit trockener und nasser Laserdiffraktometrie untersucht. Ebenfalls werden die Ergebnisse von Luftstrahl- und Nass-Siebanalysen evaluiert. Der Beitrag schließt mit der Bewertung für die Oberflächenmessung nach Blaine sowie der Darstellung der Auswirkung der Analysenfehler auf die industrielle Praxis bei der Vermahlung von Eisenerzkonzentraten mit Gutbettwalzenmühlen ab.

Beitrag zur Charakterisierung des Wandreibungswinkels	V11
Karl Krüger , Thomas Mütze, Urs A. Peuker	
<i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik</i>	
Karl.Krueger@mvtat.tu-freiberg.de	

Für eine verfahrenstechnische Silodimensionierung werden neben der Charakterisierung der Schüttguteigenschaften auch die Reibungsverhältnisse zwischen Schüttgut und Silowand bestimmt. Konventionell werden hierzu mittels Wandreibungsmessungen ein Wandfließort, daraus der Wandreibungswinkel und die äußeren Reibungsverhältnisse ermittelt. Bei der Messung wird eine unter einer zu variierender Normalspannung belastete Schüttgutprobe über eine Wandmaterialprobe geschert. Aus den Messwerten von Scher- und Normalspannung ergibt sich eine Kurve, die in den meisten Fällen gut durch eine Gerade beschrieben werden kann. Aus der Steigung der Kurve ergibt sich der Wandreibungswinkel φ_w . Je größer der Winkel, desto größer ist die Reibung zwischen Schüttgut und Wandmaterial.

Bisherige Untersuchungen zeigen Abhängigkeiten zu ingenieurstechnisch relevanten Größen wie Oberflächenrauheit und Partikelgröße. Als Messgröße für die Wandmaterialrauheit lässt sich die Mittenrauheit R_a , als Rauheit für ein pulverförmiges Schüttgut die mittlere Korngröße x_{50} finden. Es kann beschrieben werden, dass sich eine Abhängigkeit des Wandreibungswinkels von der Ausrichtung des für die Silowand verwendeten Wandmaterials ausbildet. Möglich wird dies durch herstellungsbedingte Prozesse, wie zum Beispiel Schleifen, Walzen und Oberflächenbehandlung.

Bisherige Untersuchungen zeigen zunehmende Reibwinkel bei zunehmender Wandmaterialrauheit. Mit dem vorliegenden Beitrag soll ein Einblick zur Charakterisierung der äußeren Reibungsverhältnisse gegeben werden. Gestützt durch aktuelle Untersuchungen kann gezeigt werden, dass eine pauschale Aussage über die Abhängigkeit zwischen Rauheit und Reibungsverhältnisse nicht erfolgen kann. Auch mit abnehmender Mittenrauheit bilden sich zunehmende Werte für den Wandreibungswinkel aus. Durchgeführt wurden die Untersuchungen mit verschiedenen modifizierten Weizenstärkeprodukten mit einer mittleren Korngröße von $x_{50} = 35 \mu\text{m}$ in einer Jenike-Scherzelle unter Variation der Wandmaterialart und der -rauigkeit.

Die neue Horizontal Schichtrollenmühle - Rückblick und letzter Entwicklungsstand	V12 1/2
<u>Fritz Feige</u>	
<i>Herausgeber der Zeitschrift CEMENT INTERNATIONAL</i>	
fritz.feige@gmx.de	

Die Verbesserung der Energieausnutzung bei der Feinmahlung von harten und spröden Materialien war schon in der Vergangenheit ein bevorzugtes Ziel von Entwicklungsarbeiten. Trotz der zwischenzeitlich erreichten Fortschritte ist jedoch beispielsweise in der Zementindustrie der spezifische Energieaufwand für die Klinker- und Hüttensandmahlung je nach Zementsorte und angewandtem Mahlverfahren mit 30 bis 80 kWh pro Tonne Fertiggut immer noch relativ hoch. Angeregt durch die Arbeiten von Professor Rumpf in den 1960er Jahren, aber auch veranlasst durch eine kritische Prozessanalyse der Vertikal-Rollenmühle, kam es Ende 1969, acht Jahre vor dem Bekanntwerden der so genannten Gutbett-Walzenmühle, zu einer Patentanmeldung, welcher die Idee der Feinmahlung zwischen zwei Rollen zugrunde lag.

Nach ersten orientierenden Versuchen, bei denen übrigens erstmalig auch die Druckverläufe in der Beanspruchungszone gemessen wurden, konnte bei weiteren Versuchen im Jahre 1990 die wichtige Erkenntnis gewonnen werden, dass die zwischenzeitlich in den Markt eingeführte und nach dem Kompaktierprinzip betriebene Gutbett-Walzenmühle ein denkbar ungünstiges Betriebsverhalten besitzt. Systembedingt lassen sich bei dieser Mühle die das Zerkleinerungsergebnis bestimmenden Parameter der Materialschichtdicke und der Mahlkraft sowie auch der Durchsatz nicht voneinander unabhängig einstellen und verändern, abgesehen davon, dass die Umfangsgeschwindigkeiten der Rollen auf ca. 1,0 m/s begrenzt sind und die Mahlkraft zur Gewährleistung eines bestimmten Beanspruchungsspalts mit allen negativen Auswirkungen auf Verschleiß und Energieverbrauch wesentlich höher als erforderlich, eingestellt werden müssen.

Alle diese Nachteile vermeidet die neue Horizontal Schichtrollenmühle, die aus zwei horizontal gelagerten Rollen besteht, von denen die größere Rolle mit pneumatischer Anstellung unter einem bestimmten Winkel nach unten verlagert angeordnet ist, mit einer determinierten Materialschicht beaufschlagt und im Reibschluss durch die angetriebene kleinere Rolle geschleppt wird. Eine so aufgebaute Zerkleinerungsvorrichtung kann bei geschwindigkeitsproportionaler Beaufschlagung mit Umfangsgeschwindigkeiten bis zu 4,0 m/s und darüber betrieben werden, arbeitet im gesamten Geschwindigkeitsbereich vibrationsfrei und liefert durch den vorhandenen Scraping-Effekt nach nur einmaliger Beanspruchung bereits ein Zerkleinerungsprodukt mit einem beachtlichen Fertiggutanteil.

>>> nächste Seite >>>

Die neue Horizontal Schichtrollenmühle - Rückblick und letzter Entwicklungsstand	V12 2/2
<u>Fritz Feige</u>	
<i>Herausgeber der Zeitschrift CEMENT INTERNATIONAL</i>	
fritz.feige@gmx.de	

>>> Fortsetzung >>>

Seit Mitte 2011 befindet sich die erste Horizontal Schichtrollenmühle in der Doppelfunktion als Industriemühle zur Feinmahlung von Glasbruch und als Versuchsmühle für die verfahrens- und maschinentechnische Weiterentwicklung sowie Materialtestung bei einem Recyclingunternehmen erfolgreich im Betrieb. Die Mühle, mit den praxisrelevanten Rollendurchmessern von 0,75/1,00 m und einer Beanspruchungsbreite von 100 mm, ist im Kreislauf mit einem Hochleistungssichter geschaltet und war als Ersatzinvestition für eine Doppelrohr-Schwingmühle errichtet worden. Bei einer Mahlfeinheit, entsprechend einem R63-Rückstand von < 25 % liefert die Mühle einen Durchsatz von 4,0 t/h bei einem spezifischen Energiebedarf von < 10 kWh/t, der bei der Schwingmühle fünfmal höher lag. Mit bezogenen Mahlkräften von 4.000 kN/m² wird der Glasbruch fast geräuschlos und staubfrei zerkleinert. Inzwischen befinden sich weitere Mühlen für die Feinmahlung von Zementklinker, Hüttensand und gebranntem Kalk erfolgreich im Betrieb. Die größte bisher gelieferte Mühle mit einer Beanspruchungsbreite von 500 mm wurde für das Upgrading einer vorhandenen Zementmahanlage bereits im europäischen Ausland eingesetzt. Die Horizontal Schichtrollenmühle ist energetisch der Gutbett-Walzenmühle überlegen und halbiert den spezifischen Energieaufwand des Mahltellerantriebs einer Vertikal-Rollenmühle. Das Betriebsverhalten der neuen Mühle ist einzigartig und wird weder von der Gutbett-Walzenmühle noch von jeder anderen Mühle übertroffen.

Betrieb einer Exzentrerschwingmühle unter inerten Bedingungen zur Herstellung von pulvertechnologischen Produkten	V13
<u>Roland Scholl</u>	
<i>UVR-FIA GmbH</i>	
Scholl@uvr-fia.de	

Auf der Basis von Exzentrerschwingmühlen (ESM324; ESM654) der Fa. Siebtechnik wurde ein neuartiges Konzept der Pulveraufbereitung entwickelt, das insbesondere Werkstoffe mit einer hohen Reaktivität gegenüber Luft sicher verarbeiten lässt. Mit Hilfe der sehr robusten und zuverlässigen Maschinen, die bisher bevorzugt für die energieeffiziente Rohstoffaufbereitung genutzt werden, wurden sowohl eine Technikums- als auch eine Produktionsanlage entwickelt, die spezifischen Anforderungen der Pulvertechnologie gerecht werden. Im Unterschied zur üblichen Nutzung derartiger Mühlen werden die neuartigen Mahlanlagen bevorzugt im Batch-Betrieb und unter Inertgas betrieben. Dies ist erforderlich, wenn eine enge Beanspruchungsspektrum, lange Verweilzeiten oder eine anwendungs- und verarbeitungsgerechte Spezifikation erforderlich wird, um reproduzierbar die Partikelmorphologie/ Verpressbarkeit, innere Spannungen (Sinteraktivität) sowie die mechano-chemische Reaktivität einzustellen.

Da es sich um geschlossene Anlagen handelt, lassen sich physikalische und chemische Reaktionen durch in-situ Gasdruck- und Temperaturmessungen einfach bestimmen. Auf diese Weise können mechano-chemischen Reaktionen in ihrem Prozessfortschritt aufgrund der gemessenen Wärmetönung und etwaige Gasreaktionen verfolgt werden. Mit diesem Wissen lassen sich zum Beispiel metastabile Werkstoffzustände einstellen, die im physikalischen und/ oder chemischen Sinne für technische Anwendungen (Katalysatoren) von besonderem Interesse sein können.

Am Beispiel der „Direktgranulation von Pulvern“ und der „Feinzerkleinerung duktiler Legierungspulver“ soll die besondere Qualität der erzeugten Produkte erläutert werden.

Derzeit wird bei der UVR-FIA GmbH eine Technikumsanlage betrieben mit der Produktmenge von 50 bis 100 kg für Versuchszwecke bereitgestellt werden können. Bis zum Ende des Jahres soll eine vollautomatische Anlage in den Probetrieb gehen, die eine Kapazität von 50 bis über 100 t pro Jahr erreichen wird.

Optimierung der Auslegung von Prallmühlen für die Feinstvermahlung von Zucker	V14 1/2
Raphael Sperberg ^{1,2} , Sebastian Kleinschmidt ¹ , Thomas Kleinschmidt ¹ , Stefan Jäckel ²	
¹ Hochschule Anhalt, Fachbereich Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Köthen; ² Gebrüder Jehmlich GmbH, Nossen	
sperberg@jehmlich.info	

Als Spezialist für industrielle Zerkleinerungstechnik bietet das Unternehmen Gebrüder Jehmlich GmbH Lösungen für eine große Breite an Zerkleinerungsaufgaben. Neben der Aufbereitung und dem Recycling von Rohstoffen finden die Universalmühlen der REKORD-Serie auch in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Mit dem Ziel schneller auf die spezifischen Kundenanfragen aus der Zuckerindustrie reagieren zu können, wird in Zusammenarbeit mit der Hochschule Anhalt der Einfluss von Durchsatz und Beanspruchungsgeschwindigkeit auf die Partikelgröße sowie die spezifische Zerkleinerungsenergie während der Zuckervermahlung untersucht.

Die in den Untersuchungen verwendete Feinprallmühle vom Typ REKORD 224 lässt sich mit verschiedenen Mahlwerkzeugen bestücken, welche in Abhängigkeit der Beanspruchungsgeschwindigkeit und des Durchsatzes spezifische Ergebnisse hinsichtlich der erreichbaren Partikelgrößenverteilung, der spezifischen Zerkleinerungsenergie sowie der Wärmeentwicklung während der Vermahlung generieren. Die Partikelgrößenverteilungen wurden mittels Laserbeugung (HELOS, Sympatec) ermittelt. Anhand von Kennfeldern können die Ergebnisse zusammengefasst, die verwendeten Mahlwerkzeuge hinsichtlich der Effizienz der Zerkleinerung bewertet, sowie Eingangsgrößen für das Upscale der Anlagentechnik bestimmt werden. Durch eine Approximation der Kennfelder lassen sich optimale Betriebsparameter ermitteln. Zudem haben Kunden mit diesem Tool die Möglichkeit die Partikelgröße durch Änderung der Parameter ohne weitere Versuche flexibel zu variieren.

Im Endeffekt zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit der Partikelgröße des Mahlproduktes von der Umfangsgeschwindigkeit der Rotoren und des Durchsatzes. Bei zunehmender Geschwindigkeit und abnehmendem Massenstrom nehmen die Partikelgrößen d_{50} und d_{90} ab tendenziell bei allen Rotoren ab. Für einen 2-reihigen Stiftrotor mit Stiftdurchmessern von 7 mm ist die Abhängigkeit in Abbildung 1 aufgezeigt. Die approximierte Potenzfunktion, die den Zusammenhang mathematisch beschreibt, ist grau hinterlegt.

>>> nächste Seite >>>

Optimierung der Auslegung von Prallmühlen für die Feinstvermahlung von Zucker	V14 2/2
Raphael Sperberg ^{1,2} , Sebastian Kleinschmidt ¹ , Thomas Kleinschmidt ¹ , Stefan Jäckel ²	
¹ Hochschule Anhalt, Fachbereich Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Köthen; ² Gebrüder Jehmlich GmbH, Nossen	
sperberg@jehmlich.info	

>>> Fortsetzung >>>

Die spezifische Zerkleinerungsenergie erreicht ein Maximum bei der höchsten Drehzahl und dem größten Durchsatz, wie in Abbildung 2 beispielhaft für den 2-reihigen Stiftrotor mit Stiftdurchmessern von 7 mm dargestellt ist. Mithilfe der Approximationsfunktion (graue Fläche) ist der Zusammenhang wiederum modelliert worden. Die Zunahme der spezifischen Zerkleinerungsenergie bei steigender Umfangsgeschwindigkeit ist leicht erkennbar. Die Abhängigkeit der spezifischen Zerkleinerungsenergie vom Massendurchsatz ist dagegen kaum ausgeprägt.

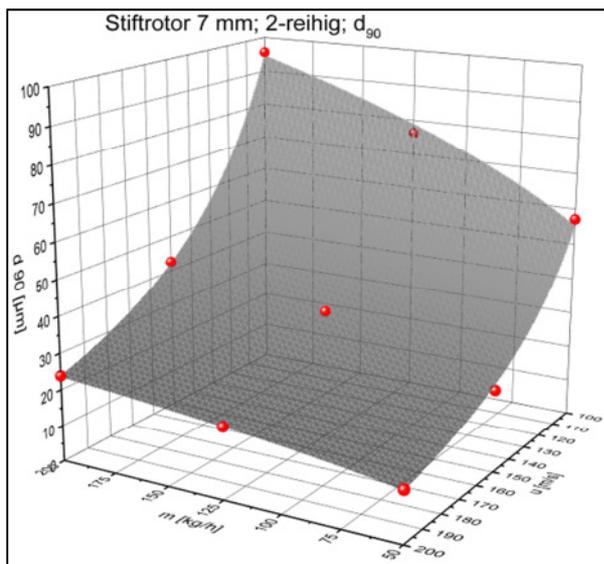


Abb. 3: Partikelgröße d_{90} in Abhängigkeit des Durchsatzes \dot{m} und der Geschwindigkeit u bei der Vermahlung mit einem Stiftrotor (Stiftdurchmesser 7 mm; 2 Stiftreihen) und Approximation durch ein Potenzansatz

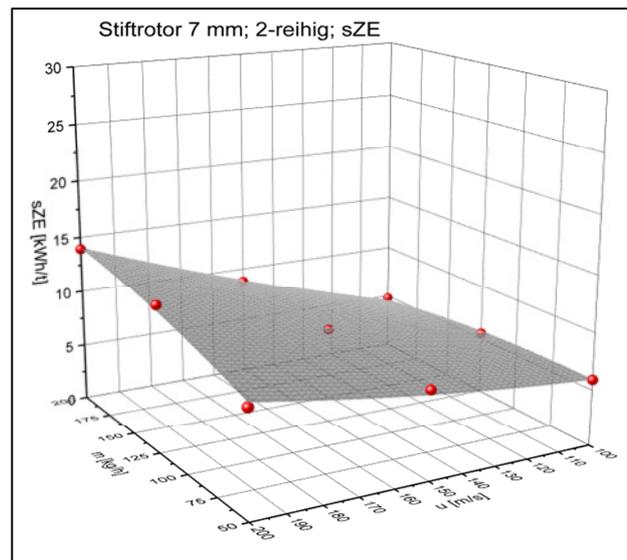


Abb. 2: Spezifische Zerkleinerungsenergie sZE in Abhängigkeit des Durchsatzes \dot{m} und der Geschwindigkeit u bei der Vermahlung mit einem Stiftrotor (Stiftdurchmesser 7 mm; 2 Stiftreihen) und Approximation durch ein quadratisches Polynom

Das Zerkleinerungsergebnis der verschiedenen Rotoren unterscheidet sich je nach Typ und Stifanordnung. Zum Vergleich der Rotoren untereinander ist die spezifische Zerkleinerungsenergie in Bezug zur erreichbaren Partikelgröße zu setzen. Optimal unter energetischen Gesichtspunkten sind leichte Rotoren, die eine geringere Zerkleinerungsenergie bei feinstmöglicher Partikelgröße aufweisen.

Immobilisierung von TiO₂-Pulvern für die photokatalytische Abwasser-Nachreinigung	V15
Caroline Goedecke, <u>Regine Sojref</u>	
<i>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin</i>	
caroline.goedecke@bam.de (regine.sojref@bam.de)	

Aufgrund der demographischen Entwicklung und dem damit verbundenen gesteigertem Bedarf an Medikamenten besteht in Deutschland das Problem des Eintrags von Rückständen und Transformationsprodukten über das Abwasser in die Umwelt. In herkömmlichen Reinigungsverfahren werden Medikamentenrückstände häufig unvollständig entfernt oder in andere teilweise toxischere Verbindungen umgewandelt (z. B. durch Ozonierung). Eine perspektivisch aussichtsreiche Möglichkeit zur Beseitigung dieser Schadstoffe ist die Oxidation zu Wasser und Kohlendioxid durch Bestrahlung des vorgeklärten Abwassers mit UV-Licht in Gegenwart von Photokatalysatoren wie z. B. TiO₂.

Für vergleichende Untersuchungen der photokatalytischen Aktivität von TiO₂-Submikro- und Nanopulvern im Labormaßstab wurde Methylenblau als Modellsubstanz gewählt. Kommerziell erhältliche TiO₂-Pulver wurden Testlösungen zugesetzt und der zeitlich fortschreitende Abbau von Methylenblau unter Bestrahlung mit UV-Licht in beobachtet. Für die technische Nutzung der photokatalytischen Abwasserreinigung ist die Immobilisierung der eingesetzten Pulver mit der Möglichkeit der Rückgewinnung erforderlich, sowohl aus Umweltschutzgründen als auch für die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

Aufbaugranulation wurde als ein prinzipiell auch großtechnisch realisierbares Verfahren der Immobilisierung gewählt. In einem Intensivmischer wurden Granulate auf der Basis von Submikrometer-SiO₂ unter Verwendung eines anorganischen Binders hergestellt. Das photokatalytisch aktive TiO₂ wurde in Anteilen von 10-25 Ma.-% entweder dem Ausgangspulver zugemischt oder am Ende des Granulierprozesses als Granulat-Coating aufgebracht. Eine Temperung der Granalien bei Temperaturen von maximal 300°C – 500°C erwies sich als ausreichend, um deren Stabilität beim Einsatz in Methylenblau-Lösung im Batch-Verfahren zu gewährleisten.

Tests zum Einsatz der SiO₂-TiO₂-Granulate als Photokatalysatoren zum Abbau von Methylenblau-Lösungen unter UV-Bestrahlung verliefen erfolgreich. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Granalien nach erfolgtem Farbstoffstoff-Abbau aus den Lösungen rückgewinnen und erneut verwenden ließen. Die recycelten Granulate wiesen eine ähnliche photokatalytische Aktivität wie frisch hergestellte auf.

Investigation on the fine particle flotation of a carbonate-rich apatite ore from Vietnam	
H. H. Duong ^{1,2,3} , M. Rudolph ² and H. Schubert ¹	
¹ <i>Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institute of Mechanical Process Engineering and Mineral Processing, ²Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Helmholtz-Institute Freiberg for Resource Technology, ³Department of Mineral Processing, Faculty of Mining, Hanoi University of Mining and Geology</i>	V16
d.hoang@hzdr.de; hoanghd@mailserver.tu-freiberg.de	

The phosphate beneficiation process is facing a lot of challenges, especially in case of flotation of an apatite ore which is rich in carbonate and sedimentary finely disseminated phosphate minerals. The effect of mineral fineness combined with the presence of carbonate minerals which have mineralogical similarities with phosphate minerals is the reason for reduced selectivity of separation and low recoveries in froth flotation. The fine intergrowths in complex phosphate ores require very fine grinding for liberation in flotation. However, high fineness strongly effects the bubble-particle collisions and the attachment processes, a negative effect on the rheological properties of the slurry, a decrease of the flotation kinetics, and an increase of the entrainment of fine gangue particles.

In order to find out the suitable flotation process for the separation of carbonates from the finely disseminated sedimentary phosphate ores, two process complexes are distinguished: the reagent regime and the hydrodynamics of the three-phase system. Especially the turbulent conditions are key to get high collision and attachment between particles and bubbles. The hydrodynamics of the three-phase system relate directly to many sub-processes of the flotation, such as air dispersion, mixing of the slurry and particle-bubble collision and attachment in the high-turbulent rotor stream. In flotation research and practice the control of the hydrodynamics has been a neglected field for a long time, above all for the flotation of fine and finest particles.

In this study, the effects of some important hydrodynamics parameters such as solid content, impeller speed, and air flow rate on the flotation performance were investigated and evaluated.

The flotation rate constant is measured experimentally and compared to the flotation rate kinetic models. Bubble size and energy distribution rate are measured for calculation based on the flotation kinetic model to understand the influence of these factors on flotation behaviour.

Application of the hybrid flotation in iron ore - pneumatic flotation for removal of sulfur	V17
Lukas Petzold , Jan Martens	
<i>Primetals Technologies Austria GmbH</i>	
lukas.petzold@primetals.com	

Primetals Technologies is a worldwide leading engineering, plant-building and lifecycle partner for the entire production chain in the metals industry. This covers every step of the iron and steel production from the raw materials to the finished product.

Global demand for iron and steel is constantly changing, while at the same time prices for raw materials, energy, and transport continue to be a challenge. In this dynamic environment, completely new strategies are required for both metallurgical plant builders and steel producers.

Primetals successfully established the Hybrid Flotation Technology, which differs from the standard pneumatic flotation cells, on the non-ferrous mining market. The growing demands for high grade pellet feed with low content of silica and sulfur also makes that technology very interesting for the use in iron ore beneficiation.

Primetals conducted a laboratory flotation campaign. The test campaign was set up to identify the performance of the sulfur reduction with the in-house Hybrid Flotation Technology.

To achieve this target the test campaign consisted of the following two parts.

1. General research about the floatability of the iron ore feed material included a characterization of the feed-material and numerous pre-tests with a conventional laboratory flotation cell. Chemical reagents could be identified as well as the benchmark for the Hybrid Flotation Cell was generated.
2. Hybrid Flotation tests were conducted to identify the performance of this technology.

The raw material used for the test campaign was an iron concentrate containing 67 % iron and 1.3% sulfur. 80 % of the mass were smaller than 97µm while 30% of the mass were smaller than 20µm.

The target was to reduce the sulfur content in the final iron concentrate to less than 0.4% by meeting a Fe-recovery of at least 95 %.

The test results show an overachievement of the target and the potential of the Hybrid Flotation applied as rougher-cleaner combination to produce an iron concentrate with significantly reduced sulfur content.

Vergleichende Betrachtung von Feinstflotationsansätzen	V18
Markus Buchmann ¹ , Alexander Knöppel ¹ , Tom Leistner ² , Martin Rudolph ² , Urs A. Peuker ¹	
¹ TU Bergakademie Freiberg Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, ² Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	
Markus.Buchmann@mvtat.tu-freiberg.de	

Die Aufbereitungstechnik ist zunehmend mit immer feinkörnigeren Einsatzmaterialien konfrontiert. Beispielsweise erfordern komplexe, stark verwachsene Erze einen sehr feinen Aufschluss und damit verbunden vergleichsweise geringe Partikelgrößen. Die meisten Trennverfahren zur Anreicherung eines bestimmten Wertminerals besitzen jedoch einen optimalen Bereich bezüglich der Partikelgröße, unterhalb zeigen sie nur noch eine ungenügende Trenneffizienz.

Bei der Flotation werden die unterschiedlichen Benetzungseigenschaften der Mineralbestandteile eines Erzes für die Trennung in Wertmaterial und Berge ausgenutzt. Der optimale Partikelgrößenbereich für diesen Sortierprozess befindet sich zwischen ca. 25 und 75 µm für konventionelle Methoden. Die Flotation von ultrafeinen Materialien im Partikelgrößenbereich unter 10 µm ist problematisch. Die Selektivität und die damit verbundene Anreicherung der Wertstoffe sind bei den herkömmlichen Verfahren in diesem Größenbereich nur unzureichend. Geeignete Methoden, die bspw. die Wahrscheinlichkeit für den Kontakt zwischen Blase und Partikel steigern oder die Partikelgröße der eingesetzten Materialien durch Agglomeration in für den Sortierprozess günstigere Größenordnungen verschieben, bieten Möglichkeiten zur Verbesserung der Flotierbarkeit dieser feinkörnigen Einsatzstoffe. Eine konkrete Variante zur Effizienzsteigerung der Trennung von Wertstoff und Gangmaterial stellt der zusätzliche Einsatz von Mikroblasen bei der herkömmlichen Schaumflotation dar. Weiterhin bieten die ölbasierte Flüssig-Flüssig-Flotation oder die Agglomeratflotation Möglichkeiten zur Steigerung der Selektivität bei der Trennung ultrafeiner Partikelgemische.

Am Beispiel eines synthetischen Stoffgemischs aus Magnetit und Quarz, das eine Partikelgrößenverteilung unter 20 µm aufweist, wurden die genannten Methoden hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Feinstflotation in der Flotationssäule untersucht und verglichen. Die Untersuchungen fokussierten sich auf die prinzipielle Anwendbarkeit der einzelnen Varianten und einen Vergleich der Effizienz dieser Verfahrensweisen untereinander. Weiterhin wurden unterschiedliche Anordnungen bezüglich der Mikroblasen- bzw. Öltropfenzugabe und Kombinationen der verschiedenen Feinstflotationsansätze hinsichtlich des Einflusses auf den Sortiererfolg untersucht. Anhand der gewonnenen Ergebnisse lassen sich die prinzipielle Einsatzmöglichkeit der untersuchten Technologien und eine potentielle Selektivitätssteigerung unter bestimmten Bedingungen abschätzen.

Benefits of Regular Grindability review: BGM Case Study	V19
Alphonse Wikedzi , Thomas Mütze, Urs A. Peuker	
¹ <i>TU Bergakademie Freiberg Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik</i>	
Alphonse-Wendelin.Wikedzi@mvtat.tu-freiberg.de	

Crushing and milling processes are designed based on material specific parameters such as hardness, modal mineralogy and work indices. These parameters are established from metallurgical test works conducted during final feasibility study of the mining project. Later the material specific parameters are reviewed and modified during commissioning stage. Regular review of the ore variability for operating deposits have to be recognized also. The change in ore hardness for example has an effect on specific energy consumption for the milling process, while, on the other hand, changes in mineralogy can bring challenges to downstream beneficiation processes such as leaching and flotation.

The milling process at Buzwagi Gold Mine (BGM) in Tanzania is experiencing problems in achieving the optimum final product fineness during operation. In order to improve the mine operation, several efforts have been carried out including a recent survey of the crushing and milling circuit. This survey revealed several process inefficiency and significant differences of the key circuit parameters between the original circuit design and the current practice.

This study presents observations noted from the review of the grindability of three ore blends currently milled at BGM. Three category of laboratory tests were conducted; standard Bond ball mill tests to determine grindability and work index, batch kinetic grinding tests to determine breakage rate and selection function, and standard ball mill tests for mineral liberation characterization. The tests utilized feed material which was first prepared using laboratory Jaw and Cone crushers ($X_{P, 100} < 5$ mm). The Bond test protocol requires feed size, $X_{F, 80} \leq 2$ mm, which was also fulfilled in this study. Four mono size fractions (i.e. -2+1 mm, -1+0.5 mm, -0.5+0.315 mm and -0.315+0.2 mm) prepared from Cone crusher product were used for batch kinetic grinding tests. For each fraction, grinding tests were run at four different time periods (i.e. 1, 2, 4 and 8 minutes). A screen ball mill was used to prepare samples for mineral liberation analysis. The screen mill product was sieved into five fractions (i.e. -1+0.5 mm, -0.5+0.25 mm, -0.25+0.125 mm, -0.125+0.063 mm and -0.063 mm), which were used for mineral liberation analysis using an automated scanning electron microscope (SEM). The data generated from the three category of tests were used to evaluate the influence of the material on the milling performance at BGM in terms of throughput, energy input and product fineness. Also the ore variability is compared between the current and design stage in terms of specific characteristics such as work index and energy input. However, only few aspects of mineral liberation characteristics of the material will be included in the present study.

Effiziente Aufbereitung metallurgischer Schlacken durch den Einsatz der Schockwellentechnologie	V20
Norbert Berg ¹ , Stefan Eisert ¹ , Gunther Pieplow ²	
¹ ImpulsTec GmbH, ² Mineral Projekt	
stefan.eisert@impulstec.com	

Mit Hilfe der Schockwellentechnologie kann ein selektiver Aufschluss metallurgischer Schlacken realisiert werden. Die damit verbundene Freilegung und Anreicherung von wertstoffhaltigen Bestandteilen ermöglicht die nachgeschaltete Sortierung der Mehrphasensysteme und bietet damit vielfältige ökonomische und ökologische Vorteile bei der Weiterverarbeitung und Verwertung der Schlacke-Bestandteile.

Die ImpulsTec GmbH ist ein junges HighTech-Unternehmen mit dem Fokus auf der Entwicklung und Produktion von Schockwellenzerkleinerungsanlagen für die stoffliche Trennung von komplexen Industriematerialien wie z.B. Solarmodulen, Elektroschrott, metallurgische Schlacken, hochreine Halbleitermaterialien und Mineralien.

Mineral Projekt ist eine Ingenieurgesellschaft mit langjähriger Erfahrung im Bergbau und in der Aufbereitung von primären und sekundären Rohstoffen. Mineral Projekt entwickelt Systemlösungen für die ganzheitlichen Verwertung von industriellen Masserückständen und arbeitet intensiv an deren stofflichen Verwertung.

In gemeinsamen Untersuchungen von Mineral Projekt und ImpulsTec werden die Vorteile der Schockwellentechnologie bei der Zerkleinerung von spröden Materialien und metallurgischen Schlacken untersucht.

Gezielte Hochspannungsentladungen unter Wasser erzeugen intensive, mechanische Druckwellen, die ihre fragmentierende Wirkung gezielt an Materialgrenzflächen und damit vorzugsweise an Übergängen unterschiedlicher mineralogischer Phasen der Schlacken entfalten.

An ausgewählten metallurgischen Zwischenprodukten aus der Eisen-, Zink- und stahlveredelnden Metallurgie wird die effiziente Behandlung mittels dieses innovativen Aufbereitungsansatzes mit konventionellen Zerkleinerungs- und Sortierverfahren verglichen. Dabei werden vor allem folgende Anwendungsvorteile herausgearbeitet

- Effiziente Zerkleinerung von harten und spröden Materialien
- Hohe Phasenselektivität verbessert die hydrometallurgische Weiterverarbeitung
- Freilegung von Störstoffen für eine verbesserte pyrometallurgische Nachbearbeitung
- Vereinfachte Sortierbarkeit der Materialbestandteile nach dem Aufschlussprozess

Das Aufbereitungsverfahren ermöglicht dabei die gezielte Anpassung der Prozessparameter an die stoffliche Zusammensetzung und die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Materialien. Dadurch können in Schlacken eingelagerte Störstoffe freigelegt und anschließend einfach abgetrennt werden, wodurch sich vielfältige neue Ansätze bei der metallurgischen Nachbearbeitung und der wirtschaftlichen Verwertung der Materialien ergeben.

B.O.M. ® Biologisch, Organischer, Mineralischer Dünger hergestellt aus: Gülle, Silage und / oder Papierschlamm sowie mineralischen Additiven	V21
<u>Dirk A. Osing</u>	
<i>DOS-CONSULTING</i>	
dos-consulting@t-online.de	

Nicht nur Deutschland, sondern auch unsere Nachbarstaaten haben ein seit Jahren sich zuspitzendes Umweltproblem:

***Verseuchung des Grundwassers mit Nitrat, Nitrit und Radioaktivität
und damit einhergehend
eine schleichende Vergiftung der Bevölkerung.***

Bereits im Dezember **1991** erließ der Rat der Europäischen Gemeinschaften eine Richtlinie: „zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen“ (91 / 676 / EWG)

Nach 27 Jahren hat die Kommission nun ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland wegen mangelhafter Umsetzung der EG-Nitrat-Richtlinie eingeleitet. Bei Verurteilung drohen Deutschland:

- empfindliche hohe finanzielle Strafen
- scharfe Umsetzungsauflagen in Verfolgung der EU Richtlinien.

Agrarflächen in West-/Ostdeutschland, in Osteuropa aber auch große Gebiete in Mittel- und Südeuropa sind zu **mager**, um ausreichende Ernteerträge für die wachsende Bevölkerung zu gewährleisten.

Durch Bewässerung und Düngung mit Kunstdünger (UREA) alter / neuer Agrarflächen besonders in den warmen und heißen Regionen, versalzen die Böden innerhalb von 2-3 Jahren und gehen somit dem nachhaltigen Anbau von Nahrungsmitteln verloren.

Nur ein ausreichendes Angebot an biologischen und organischen Substanzen im Boden bietet Bakterienstämmen den Nährboden für eine intensive Humusbildung. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist der Fasergehalt von B.O.M.® der Wasser aufnehmen und über einen gewissen Zeitraum speichern kann. B.O.M.® bietet herausragende Eigenschaften zur Ansiedlung von Bakterienstämmen im Boden. Basis für eine gute Humusbildung.

Zur Herstellung von B.O.M.® werden tierische Exkremate besonders in Form von Gülle, Geflügelkot, sowie Silage und / oder Papierschlamm benötigt. Deren Eigenschaften (Konsistenz) Mengenverfügbarkeit und Analyse bestimmen Art und Menge der mineralischen Zuschläge wie feinkörnige Flugaschen, Kalke oder auch Schlacken der eisenschaffenden Industrie, mineralische Bodenverbesserer.

In einem Zwangsmischer werden die Komponenten intensiv vermischt / homogenisiert und ein rieselfähiges Produkt erzeugt. Das Produkt B.O.M.® wird anschließend auf eine bestimmte Körnung gesiebt und kann als Bulk- oder Sackware gelagert und verkauft werden.

Eisen aus der Spree???	V22
<u>Simona Schwarz</u>	
<i>Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V.</i>	
simsch@ipfdd.de	

Als Folgeerscheinung des Bergbaus gelangen sowohl Schwermetallionen als auch verschiedene Anionen, wie Sulfat, Phosphat etc., in die Umwelt und kontaminieren damit Grund- und Oberflächenwässer. Durch die Stilllegung vieler Tagebaue und deren Flutung steigt das Grundwasser wieder an und spült aus Kippengebieten und natürlich vorkommenden Pyritschichten Eisensalze und Eisenhydroxid aus. Das führte zu einer deutlichen Belastung der Oberflächenwasser (Verockerung der Spree). Für die Verockerung ist Eisenhydroxid in Form eines rotbraunen Ockerschlamms verantwortlich. Zusätzlich tritt im Spreewald zunehmende Versauerung durch stetig steigende Sulfatbelastung ein. Bisher wurde das Eisen als Eisenoxid/hydroxid mit Kalk gefällt und liegt als lockeres Aggregat auf dem Boden der jeweiligen Flüsse. Im fließenden Wasser findet man so zwar einerseits kaum noch Eisenionen, aber Sulfationen, welche unsichtbar sind, werden zu hohen Gehalten weiterhin in den Gewässern gefunden.

Zur Beseitigung der Rückstände und zur Erhöhung der Wasserqualität können Chitosanpartikel eingesetzt werden. Chitosan ist ein natürlich vorkommendes, ökologisches Biopolymer mit den Eigenschaften eines Superadsorbers. Erstmals konnten mit Chitosan sowohl Eisenionen als auch Sulfationen gleichzeitig abgetrennt werden. Diese wachsen als Eisensulfat- und Eisenhydroxid-Aggregate auf der Chitosanoberfläche. Mittels dieses innovativen biologischen Adsorbermaterials ist eine gleichzeitige Abtrennung von Eisen- und Sulfationen aus der Spree so effektiv möglich, dass mit einem letztendlichen Eisengehalt von ca. 40 % eine Verhüttung des Materials anstrebenswert ist. So könnten die gewonnenen Metalle durch Verhüttung zu Neuprodukten führen.

Verfahrens- und Apparateentwicklung zum Thermosensitiven Sortieren	
Miriam Labbert^a , Toni Baloun ^a , Jürgen Schoenherr ^a , Christian Winkler ^b , Michael Zocher ^b	
<i>Hochschule Zittau/Görlitz ^aInstitut für Verfahrensentwicklung, Torf- und Naturstoff-Forschung; ^bFakultät Elektrotechnik und Informatik</i>	V23
m.labbert@hszg.de	

Polymere Werkstoffe finden auf Grund ihrer Eigenschaftsvielfalt zunehmenden Einsatz und sind heute in vielen Gebrauchsgütern des täglichen Lebens gegenwärtig. Einhergehend mit der steigenden Produktionsmenge erhöht sich auch das Abfallaufkommen. Zum Schutz der Umwelt und zur Schonung natürlicher Ressourcen wird eine stoffliche Verwertung forciert, jedoch stehen insbesondere für disperse Kunststoffabfallgemische, wie z. B. aus dem Kabel-, Elektronikschrott-, Haushaltegeräte- und Automobilrecycling, bis heute keine geschlossenen Systeme zur sortenreinen Trennung und einem qualitativ hochwertigen Recycling zur Verfügung. Dies ist auf einen Mangel an geeigneten Trennmerkmalen zurückzuführen, welcher durch sich überlappende bzw. sehr geringe Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften der einzelnen Polymerarten hervorgerufen wird. Erschwerend kommt die Variation der Eigenschaften durch Beimengung verschiedener Zusatzstoffe hinzu. Es ist daher notwendig weitere Trennmerkmale zu identifizieren und entsprechende Sortiersysteme zu entwickeln, um diese Lücke im Stoffkreislauf zu schließen.

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes mit dem Titel „Thermosensitives Sortieren von Kunststoffen mittels dielektrischer Erwärmung“ (Förderkennzeichen: 17032 X 11) wurde ein Sortierverfahren untersucht, welchem die Mikrowellenerwärmbarkeit von Kunststoffen, die auf deren unterschiedlichen dielektrischen Eigenschaften beruht, als Trennmerkmal zugrunde liegt. In dem kontinuierlichen Bandprozess werden die Kunststoffe innerhalb eines Gemisches zunächst in einem Mikrowellenapplikator selektiv erwärmt. Anschließend werden die von den einzelnen Teilchen erreichten Temperaturen berührungslos mittels Infrarot-Detektion ermittelt. Anhand der Temperaturen erfolgt die Einteilung in die Trennmerkmalsklassen und mittels Luftdüsen die Separation in die Sortierfraktionen. Zielstellung des Projektes war zum einen die Identifikation verschiedener Einflussfaktoren auf die Mikrowellenerwärmung und zum anderen die Entwicklung einer Mikrowellenerwärmungsanlage im kleintechnischen Maßstab.

In diesem Beitrag werden die für den Prozess bedeutsamen Einflussparameter aufgezeigt und die Entwicklung der Mikrowellenerwärmungsanlage dargestellt. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf weitere mögliche Anwendungen des Prozesses gegeben.

Rückgewinnung von Kupfer und weiteren NE-Metallen aus MVA-Rostaschen < 2 mm	V24
Boris Breitenstein , Daniel Goldmann	
<i>TU Clausthal, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik, Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften</i>	
boris.breitenstein@tu-clausthal.de	

Unterschiedliche Untersuchungen haben gezeigt, dass mit Stand der Technik Aufbereitungsverfahren große Mengen NE-Metalle aus grobkörnigen Fraktionen von MVA-Rostaschen zurückgewonnen werden können. Dennoch verbleiben in den feinkörnigen Fraktionen < 2 mm erhebliche Mengen Kupfer, Aluminium und Zink. Die Rückgewinnung dieser Wertmetalle aus den Fraktionen < 2 mm wird bisher durch starke Verwachsungen der Metalle mit der umgebenden Matrix und weiteren Metallen verhindert. Von besonderer Relevanz sind an dieser Stelle Kupfer-Eisenphasen, welche eine Ausschleusung großer Teile der Kupferfracht in die im Rahmen der Aufbereitung erzeugten magnetischen Fraktionen fördern. Da die NE-Metallabtrennung meistens über Wirbelstromscheider erfolgt, können die Partikeln, welche Kupfer-Eisenphasen aufweisen, nicht zurückgewonnen werden. Um einer Sortierung dieser fein verwachsenen NE-Metalle, insbesondere des Kupfers erreichen zu können, müssen die starken Verwachsungen zwischen Metall- und Mineralphasen mechanisch, durch Zerkleinerung, aufgeschlossen werden.

Eine Möglichkeit für die Rückgewinnung der Wertmetallbestandteile aus solchen feinkörnigen Materialien ist das RENE-Verfahren bzw. dessen Weiterentwicklung, das RENE-Adapt-Verfahren. Beide Verfahren sind in 3 Stufen (trocken-mechanisch, nass-mechanisch, hydrometallurgisch) unterteilt und können eine Rückgewinnung der enthaltenen NE-Metalle bis in einen Bereich < 100 µm erreichen.

Mittels der beiden mechanischen Stufen konnten aus MVA-Rostaschen < 2 mm erhebliche Mengen Aluminium und Kupfer separiert werden. Insbesondere ist es durch die selektive Zerkleinerung der Materialien in der zweiten Stufe möglich die beschriebenen Kupfer-Eisen-Mineral-Phasen sowie Kupfer-Mineral-Phasen so aufzuschließen, dass eine Sortierung der Wertmetallbestandteile ermöglicht wird. Folglich werden in den Konzentraten der ersten zwei Stufen mehr als 65 % der Kupferfracht mit einer Kupferkonzentrationen > 20 % ausgebracht.

Als Rückstand der mechanischen Aufbereitung verbleibt der mineralische Hauptmassenstrom. Dieser wird mit hydrometallurgischen Verfahren weiter aufbereitet und das Kupferausbringen auf über 85 % gesteigert. Folglich kann der mineralische Rückstand so konditioniert werden, dass die Feststoffgrenzwerte Z2 nach LAGA sowie Vorgaben der Zementindustrie teils eingehalten werden. Aufgrund der feinen Körnung der verbleibenden Rückstände werden jedoch neue mineralische Anwendungen benötigt, die eine Verwertung ermöglichen. An dieser Stelle bieten sich unterschiedliche Verwertungsmöglichkeiten an, welche Gegenstand aktueller Forschung sind. Insbesondere der Einsatz als teilentsauerter Calciumträger in der Bindemittelindustrie wird angestrebt, da einerseits das Ca-Al-Si-Verhältnis vorteilhaft ist sowie ein immenser Beitrag zur Klimaschutz geleistet werden kann.

„Probleme des Recyclings von Windkraftanlagen“	V25
Hans-Georg Jäckel , Lutz Wuschke	
<i>TU Bergakademie Freiberg - IMB/RM</i>	
hjaeckel@iam.tu-freiberg.de	

Die Bestrebungen zum Ersatz der konventionellen Energieerzeugungsanlagen durch regenerative Systeme haben in letzter Zeit zu einem Boom insbesondere der Windkraftanlagen (WKA) geführt. Unter dem Label „Grüne Energie“ spricht man davon, dass in den kommenden Jahren veraltete Großkraftwerke (Kern-, Kohle-, Gaskraftwerke) durch eine Vielzahl derartiger Anlagen zu ersetzen sind. Im Allgemeinen wird dabei davon ausgegangen, dass die gewinnbare Energie nahezu „zum Nulltarif“ zu haben ist, weil der Wind, wenn er denn weht, in der Regel kostenlos erhältlich ist.

Moderne WKA haben aktuell einen sehr hohen Entwicklungsstand erreicht, wobei zunehmend eine Tendenz zum Gigantismus festzustellen ist. Um die mittlerweile sehr aufwändigen Genehmigungsverfahren zu umgehen und den Anteil der regenerativen Energien an der Gesamtenergieerzeugung weiter zu steigern, wird gegenwärtig eine Vielzahl der kleineren älteren Windräder durch deutlich größere Anlagen ersetzt. Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit erscheint es jedoch gerechtfertigt, in die üblichen Bilanzen auch die Rückbauproblematik und den Aufwand für das Recycling einzubeziehen. Hierbei ist wie bei anderen Industrieanlagen davon auszugehen, dass der Rückbau nicht nur den sichtbaren oberirdischen Teil, sondern auch die aufwändige, stahlbewehrte Fundamentierung einschließt.

Ausgehend von den verfügbaren Analysen der stofflichen Zusammensetzung von WKA wird im Vortrag auf die vorhandene Verteilung der WKA-Baugrößen in Deutschland und die Entwicklungstendenzen eingegangen. Im Weiteren erfolgen eine Zusammenfassung der verschiedenen Rückbauszenarien zur Zerlegung der WKA sowie eine Bilanzierung des Masseanfalls der Hauptkomponenten. Neben den Demontagekosten werden insbesondere die Aufbereitungs- und Entsorgungskosten für die Fundament- und Rotorflügelwerkstoffe oft ignoriert. Auf der Basis bekannter Energieverbräuche wird abschließend für eine mittelgroße WKA der zu erwartende Energieaufwand zur Erzeugung stofflich verwertbarer Produkte abgeschätzt und dem Bruttoenergieertrag bezogen auf die Lebensdauer gegenübergestellt. Das Ergebnis erlaubt eine überschlägliche Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von WKA unter Berücksichtigung der Recyclingaufwendungen.

	Nr.	Seite
<i>Einfluss der Sichtradgeometrie auf den Trennprozess eines Abweiseradsichters</i> Christian Spötter, Kurt Legenhausen, <u>Alfred. P. Weber</u> <i>Technische Universität Clausthal</i>	P1	37
<i>Untersuchung von dynamischen Schaumeigenschaften der Flotation – Stabilität, Struktur und Wassergehalt</i> <u>Martin Rudolph</u> , Karin Klöpfel, Bruno Michaux <i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i>	P2	38
<i>Measuring the axial grinding media distribution to deduce operation guidelines for a stirred media mill</i> <u>D. Schons</u> , A. Kwade <i>Technische Universität Braunschweig, Institut für Partikeltechnik</i>	P3	39
<i>A lab scale froth flotation study of tungsten bearing tailings of the Barruecopardo mine (Spain)</i> <u>Sterbik N.</u> , Compañero R.J., Rudolph M <i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i>	P4	40
<i>Bioflotation mit Siderophoren</i> <u>Sylvi Schrader</u> , Sabine Kutschke, Katrin Pollmann, und Martin Rudolph <i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Abteilung Aufbereitung, Gruppe Biotechnologie</i>	P5	41
<i>Verringerung des Frischwasser- und Polymerbedarfs durch Optimierung der Lösetechnologie für Polyelektrolyte, insbesondere PAA-Granulate (PAA), am Beispiel der Papierherstellung</i> <u>Simona Schwarz</u> ¹ , Gudrun Petzold ¹ , Mandy Mende ¹ , Arvid Killenberg ² , Bernhard Borchers ² , Wolfram Palitzsch ² ¹ Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., ² Losser Chemie GmbH	P6	42
<i>Zum Einfluss der Granulometrie des Adsorptionsmaterials auf das Trennverhalten von Seltenen Erdelementen</i> <u>Anja Grohme</u> , Lieven Schützenmeister, Urs A. Peuker <i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik</i>	P7	43
<i>Das ERZLABOR: Ressourcenanalytik für komplexe Rohstoffe</i> <u>Dirk Sandmann</u> , Petya Atanasova, Andreas Bartzsch <i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i>	P8	44
<i>Isolierung von Zellkernen aus Thymus-Gewebe</i> Maria Schäfer ^a , Anett Kupka ^a , Janine Heinrich ^b , Jürgen I. Schoenherr ^a , Thomas Wiegert ^b , Matthias Kinne ^c <i>a und b Hochschule Zittau/Görlitz und c EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG</i> <i>a Institut für Verfahrensentwicklung, Torf- und Naturstoff-Forschung</i> <i>b Fakultät Umwelt- und Naturwissenschaften Bereich Biotechnologie</i>	P9	45
<i>Recycling von Kompositmaterialien mit Fokus Windkraftrotorblatt - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt ReKomp</i> Elisa Seiler ^{1,2} , Prof. Dr.-Ing. Ulrich Teipel ^{1,2} ¹ Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT; ² Fraunhofer Forschungsgruppe Partikeltechnologie, Rohstoffinnovationen und Ressourceneffizienz an der TU Nürnberg	P10	46

Poster 1	<i>Einfluss der Sichtradgeometrie auf den Trennprozess eines Abweiseradsichters</i>
	Christian Spötter, Kurt Legenhausen, Alfred. P. Weber
	<i>Technische Universität Clausthal, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik</i>
	weber@mvt.tu-clausthal.de

Einer der wichtigsten verfahrenstechnischen Schritte zur Herstellung vieler industriell hergestellter Produkte ist die Windsichtung. Hierbei ist es die Aufgabe der Windsichtung ein Gemisch aus Partikeln unterschiedlicher Größe in ein Fein- und ein Grobgutprodukt zu klassieren. Um einen Abweiseradsichter optimal betreiben zu können und somit eine konstante Produktqualität zu gewährleisten ist es unerlässlich, seine Trenncharakteristiken bei stationären Bedingungen zu kennen. Legenhausen hat in seiner Dissertation anhand eines Wassermodells aufgezeigt, dass sich ein Sichtluftwirbel zwischen den Schaufeln ausbildet. An realen Abweiseradsichtern haben Stender und Spötter mittels Hochgeschwindigkeitsaufnahmen festgestellt, dass dieser Wirbel einen Einfluss auf die Partikelbewegung zwischen den Sichtschaufeln und somit auf die Partikel-Partikel- und Partikel-Wand-Wechselwirkungen ausübt.

Um über die reine Erfassung des Strömungsprofils und der Partikelbewegung hinaus zu gehen, wurden am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Clausthal die gezielte Veränderung der Strömung zwischen den Schaufeln betrachtet. Dazu wurden Sichträder mit verschiedenen Schaufelgeometrien konstruiert. Hierbei wurden unter anderem zwei Schaufelgeometrien (vgl. Abbildung 1) derart konstruiert, dass sie die aus Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen bekannten Sichtluft- und Partikelbewegungen gezielt verändern. Im Beitrag sollen mögliche Verbesserungspotenziale der Trenncharakteristik in Abhängigkeit der Sichtradgeometrie aufgedeckt und vorgestellt werden.



Abbildung 1: Beispiele von verwendeten Schaufelgeometrie.
a) Trapez b) Rechteck

Poster 2	Untersuchung von dynamischen Schaumeigenschaften der Flotation – Stabilität, Struktur und Wassergehalt
	Martin Rudolph , Karin Klöpfel, Bruno Michaux
	<i>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i>
	m.rudolph@hzdr.de

Die Eigenschaften der Schaumphase in der Schaumflotation sind entscheidend für den Erfolg der Trennung und Anreicherung von Partikeln im Gesamtprozess der Flotation. Einige Autoren betrachten gar die Schaumphase als eigene Trennzone. Neben der Schaumhöhe und der mittleren Verweilzeit von Blasen spielen die Blasengrößenverteilung und der Wassergehalt, beide als Funktion der Höhe, eine wichtige Rolle. In der Masterarbeit von Frau Karin Klöpfel wurden Schaumeigenschaften von flotationsrelevanten Systemen das erste Mal mit dem dynamischen Schaumanalysator DFA 100 der Firma Krüss untersucht. Es wurden drei unterschiedliche Messprinzipien kombiniert, nämlich die zeitabhängige Auswertung der Schaumhöhe (Lokalität der Grenzflächen Trübe-Schaum und Schaum-Luft) sowie die zeit- und höhenabhängigen Bestimmungen von Blasengrößenverteilungen und Wassergehalten. Im Rahmen der Studie wurde die Komplexität des Systems sukzessive erhöht. Zu Beginn werden unterschiedliche Schäumermoleküle ohne Partikel verglichen. Es folgt eine Diskussion von spezifischen Ioneneffekten auf die Schäumwirkung. Nachfolgend werden den Schäumer-systemen entweder hydrophile oder hydrophobe sphärische Glaspartikel zugefügt. Zum Abschluss der Untersuchungen wird eine akademische binäre Mischung von Mineralen unterschiedlicher selektiver Hydrophobierung und Größenklassen betrachtet.

Poster 3	Measuring the axial grinding media distribution to deduce operation guidelines for a stirred media mill
	D. Schons, A. Kwade
	<i>Technische Universität Braunschweig, Institut für Partikeltechnik</i>
	d.schons@tu-braunschweig.de

The IsaMill™ technology with its internal classifier allows an operation in a wide range for the fine grinding of minerals in an open circuit. Even though a lot of experience in the IsaMill™ processing was gained in the last two decades, an unsatisfied operation on site can still occur due to a lack in understanding the transport phenomena inside the mill. Especially when the feed to the mill changes, i.e. the rheological behaviour of the slurry or the mass flow, the product quality is influenced. Furthermore, a change in the frame conditions could lead to a grinding media packing at the feed end or a loss of competent media at the discharge. For a quick adjustment of the mill operation the impact of the operating parameters and the slurry properties on the axial grinding media distribution has to be known. Therefore, the axial grinding media distribution at different conditions is measured in a lab scale IsaMill™ using gamma radiation. This technology enables the determination of local filling ratios by a correlation of the attenuation of gamma radiation of a Cs¹³⁷ nuclide. A series of tests has been carried out, varying the stirrer tip speed, the grinding media size and density, the overall filling ratio, the fluid viscosity and other parameters in order to investigate their effects on the axial grinding media distribution in the IsaMill™. These results are used to draft operation guidelines for the fine grinding in the industrial scale ensuring an adequate setting of the process.

gefördert durch:



Poster 4	A lab scale froth flotation study of tungsten bearing tailings of the Barruecopardo mine (Spain)
	Sterbik N. , Compañero R.J., Rudolph M.
	<i>Helmholtz Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf</i>
	<i>n.sterbik@hzdr.de</i>

The “OptimOre” project, as part of the EU Horizon 2020, proposes the research and development of improved modelling and control technologies of tantalum and tungsten ore processing using advanced sensing and artificial intelligence techniques. The Helmholtz Institute Freiberg for Resource Technology is responsible for the Work Package „Froth flotation”.

Within the frame of the OptimOre project, a lab scale froth flotation study was conducted on the tailings of the Barruecopardo mine (Spain) with scheelite as the main tungsten-bearing mineral and a feed grade of 0,025% tungsten. Barruecopardo is part of the world-class tungsten deposits and is being redeveloped for mining.

The reagent system is the main focus of this study, with an emphasis on the influence of depressant combinations aimed at depressing silicates in the gangue. Two collectors at four dosages, two frothers and four depressant combinations were tested at two different pH.

The results show that a higher pH usually stabilizes the froth regardless of the frother and increases the mass pull but does not impact the tungsten recovery. The depressant combination is highly relevant in grade, as expected, but also in recovery. It can hinder it badly or increase it tremendously. Furthermore, the performance of the first collector without depressant is significantly higher than after adding depressant. On the contrary, the second collector that performed poorly in a depressant-less environment yields the best results in presence of depressants. The presence of sodium carbonate (Na_2CO_3) enhances that effect. Possible interpretations for these observations are given.

Poster 5	Bioflotation mit Siderophoren
	Sylvi Schrader , Sabine Kutschke, Katrin Pollmann, Martin Rudolph
	<i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie, Abteilung Aufbereitung, Gruppe Biotechnologie</i>
	<i>s.schrader@hzdr.de</i>

Siderophoren stellen organische Verbindungen niedrigen Molekulargewichts dar, die eine hohe Affinität zur selektiven Komplexierung von Eisen(III)-Ionen aufweisen. Mikroorganismen, wie aerobe Bakterien oder Pilze, bilden diese Moleküle, um die geringe Bioverfügbarkeit des in der Natur vorkommenden Eisens zu kompensieren.

Mit Hilfe der biotechnologischen Herstellung von Siderophoren besteht die Möglichkeit, diese in unterschiedlichen Anwendungsgebieten zu nutzen. Neben dem medizinischen Einsatz zur Behandlung übermäßiger Eisenaufnahme und Schwermetallvergiftungen, liegt eine weitere Applikation in der (Rück)-Gewinnung des Rohstoffes Eisen, sowie anderer Metalle, die gleichermaßen durch Siderophoren gebunden werden können. Ein weiteres potenzielles Anwendungsgebiet ist ihr Einsatz in Flotationsprozessen. Der Vorteil in der Verwendung biotechnologisch hergestellter Siderophoren liegt in der strukturellen Vielfalt, die diese aufweisen. So sind u.a. Hydroxamate als chelatisierende Gruppen weit verbreitet und finden umgekehrt als Kollektoren in zahlreichen Flotationsprozessen Anwendung. Siderophoren sollten daher ebenfalls als Kollektoren wirken können. Vor allem die Klasse der amphiphilen Siderophoren, die sowohl einen hydrophoben, als auch hydrophilen Bereich besitzen, ist von großem Interesse. Die damit verbundene natürliche Hydrophobie der Moleküle könnte den häufig notwendigen und zusätzlichen Schritt der Hydrophobierung der Mineralpartikel in Flotationsprozessen unnötig machen.

Da bereits eine Vielzahl von Mikroorganismen und den von ihnen produzierten Siderophoren identifiziert und auch strukturell analysiert wurden, existiert ein großes Potenzial möglicher Liganden, welche im Prozess der Flotation Anwendung finden könnten. Neben dem Nachweis der prinzipiellen Eignung von Siderophoren als Flotationsreagenz, besteht allerdings noch die Notwendigkeit der Optimierung sowohl der biotechnologischen Produktion, als auch des Flotationsprozesses, sowie der genaueren Untersuchung und Charakterisierung der Bindungseigenschaften innerhalb dieses Verfahrens.

Poster 6	Verringerung des Frischwasser- und Polymerbedarfs durch Optimierung der Lösetechnologie für Polyelektrolyte, insbesondere PAA-Granulate (PAA), am Beispiel der Papierherstellung
	Simona Schwarz ¹ , Gudrun Petzold ¹ , Mandy Mende ¹ , Arvid Killenberg ² , Bernhard Borchers ² , Wolfram Palitzsch ²
	¹ Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., ² Loser Chemie GmbH
	simsch@ipfdd.de

Es werden Mittel und Wege für eine nachhaltige Frischwassereinsparung vorgestellt, die gleichzeitig an eine Reduktion des Flockungsmittelbedarfs gekoppelt ist. Steigende Materialkosten stellen einen beträchtlichen Kostenfaktor bei der Herstellung von Papier dar. Ein wesentlicher Anteil wird durch die Frischwasserkosten und Flockungsmittel verursacht. Während 1970 noch ca. 200 m³ Wasser pro t Papier verbraucht wurden, sind es heute lediglich < 15 m³/t, einige Fabriken fertigen heute schon in geschlossenen Wasserkreisläufen. Nur das bei der Trocknung verdampfte Wasser muss ergänzt werden. Ein Ausschleusen von belastenden, nicht am Faserstoff adsorbierten Substanzen (Störstoffen), ist unmöglich. Andererseits wird Frischwasser zum Auflösen von Flockungsmittel benötigt.

Poster 7	Zum Einfluss der Granulometrie des Adsorptionsmaterials auf das Trennverhalten von Seltenen Erdelementen
	Anja Grohme , Lieven Schützenmeister, Urs A. Peuker
	<i>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik</i>
	Anja.Grohme@mvtat.tu-freiberg.de

Die Trennung von Seltenen Erdelementen ist seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung. Im Ergebnis dessen wird heutzutage für die Produktion hochreiner Metalle (>99,99 %) fast ausschließlich die Solventextraktion eingesetzt. Um das Gefahrenpotential, welches von den dort eingesetzten Chemikalien ausgeht, und den technologischen Aufwand zu verringern, werden neue, alternative Trennverfahren benötigt. Eine Alternative stellt die Extraktionschromatographie¹ dar.

Bei der Extraktionschromatographie wird ein Adsorptionsmaterial eingesetzt, das in einer Trennsäule ein Gemisch Seltener Erden in die einzelnen Komponenten oder Komponentengruppen aufspaltet. Die Art des Adsorptionsmaterials und die Wahl der Prozessparameter, mit der die Trennsäule betrieben wird, spielen hinsichtlich des Trennerfolgs die entscheidende Rolle. Wichtige Parameter sind dabei pH-Wert, Fließgeschwindigkeiten und Partikelgröße.

Bislang wurde Amberlite XAD 7 HP mit Di-(2-ethylhexyl)-Phosphorsäure imprägniert und als ein geeignetes Adsorptionsmaterial untersucht. In diesem Beitrag wird der Einfluss der Partikelgröße dieses Adsorptionsmaterials auf die Leistungsfähigkeit der Trennsäule vorgestellt. Dazu wurde das Material zunächst zerkleinert und fraktioniert. Durch die Aufnahme von Extraktionskinetiken der einzelnen Fraktion wurden die Aufnahmekapazitäten bestimmt und der Einfluss der Partikelgröße sichtbar gemacht. Im Ergebnis konnten somit für verschiedene Fraktionen des Adsorptionsmaterials Trennstufenhöhen und optimale Prozessparameter ermittelt und Trennungen von Zwei- Komponentensystemen erfolgreich demonstriert werden.

¹ Lee, G. S., et al., *Separation of major impurities Ce, Pr, Nd, Sm, Al, Ca, Fe, and Zn from La using bis(2-ethylhexyl)phosphoric acid (D2EHPA)-impregnated resin in a hydrochloric acid medium*. Separation and Purification Technology, 2010. 71(2): p. 186–191.

Poster 8	Das ERZLABOR: Ressourcenanalytik für komplexe Rohstoffe
	Dirk Sandmann , Petya Atanasova, Andreas Bartzsch
	<i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie</i>
	<i>d.sandmann@hzdr.de</i>

Im Recyclingsektor wie auch im Bergbausektor nehmen die Diversität und die Komplexität der Rohstoffe, die aufbereitet und verarbeitet werden müssen, immer weiter zu. Ein detailliertes und quantitatives Materialverständnis ist unabdingbare Voraussetzung für das Erreichen maximaler Ressourceneffizienz. Dies ermöglicht der rohstofffördernden und -verarbeitenden Industrie die Minimierung des Gesamtrisikos sowie die gleichzeitige Maximierung des Netto-Kapitalwertes bei neuen Projekten sowie die Optimierung von bestehenden Projekten. Prozess-, Energie- und Produktionskosten können gesenkt und Rohstoffverluste reduziert werden.

Das Erzlabor ist ein Ausgründungsvorhaben des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie, welches sich der Bereitstellung von hochmoderner Ressourcenanalytik für die rohstoffverarbeitende Industrie widmet. Besonderer methodischer Schwerpunkt des Erzlabors ist Automatisierte Mineralogie, eine Analysemethode auf der Basis der Rasterelektronenmikroskopie und der energiedispersiven Röntgenspektroskopie. Sie findet breite Anwendung im Bereich der gesamten Rohstoff-Wertschöpfungskette, von der Exploration bis zur Wiedergewinnung (Recycling). Das Leistungsspektrum der Automatisierten Mineralogie umfasst die Charakterisierung von festen natürlichen und künstlichen Materialien, wie z.B. Gesteine, Minerale, Erze, Aufbereitungsprodukte, Spezialgläser und Recyclingmaterialien. Im Ergebnis ist die Bestimmung einer Vielzahl von Parametern, wie z.B.: modaler Mineral-/Phasenbestand, kalkulierter Elementgehalt, Elementverteilungen, Mineral-assoziationen, Größenverteilungen von Partikeln und Mineralkörnern, Partikeldichtenverteilungen, Freisetzungsgrad von Mineralkörnern nach Partikelzusammen-setzung oder freier Oberfläche und theoretische Gehalt vs. Ausbringen-Kurven für Minerale und Elemente möglich. Weiterhin lassen sich Proben-Übersichtsbilder („Mineralkarten“) sowie Bilder bestimmter Mineralgruppen extrahieren.

Logistisch verbunden mit der Automatisierten Mineralogie ist der zweite Schwerpunkt des Erzlabors - die Probenpräparation. Diese ermöglicht die Herstellung von polierten Präparaten unterschiedlicher Formate und Größen aus festen oder granularen Materialien. Auf Anfrage werden fachspezifische Schulungen und Beratungen in den Dienstleistungsbereichen Probenpräparation und Automatisierte Mineralogie angeboten.

Weitere Informationen: <http://hzdr-innovation.de/leistungen/automatisierte-mineralogie/> und service@erzlabor.com

Poster 9	Isolierung von Zellkernen aus Thymus-Gewebe
	Maria Schäfer^a , Anett Kupka ^a , Janine Heinrich ^b , Jürgen I. Schoenherr ^a , Thomas Wiegert ^b , Matthias Kinne ^c
	<i>a und b Hochschule Zittau/Görlitz und c EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG</i>
	<i>a Institut für Verfahrensentwicklung, Torf- und Naturstoff-Forschung b Fakultät Umwelt- und Naturwissenschaften Bereich Biotechnologie c Maria.Schaefer@hszg.de</i>

In der Immundiagnostik werden aufgereinigte Proteine zum Nachweis von Antikörpern bei Autoimmun- und Infektionskrankheiten sowie bei Allergien eingesetzt. Besonders die Produktion hochreiner Proteinpräparationen nativen Ursprungs stellt nach wie vor ein grundsätzliches Problem in der industriellen Biotechnologie dar: Die Lokalisation in einer komplexen Matrix, d. h. in der Zelle oder in Zellorganellen, und die geringen Mengen der Proteine im Biomaterial machen aufwendige und kostenintensive Aufreinigungsprozesse notwendig, die zudem noch nicht standardisierbar sind. Beispielsweise sind die Verfahrensschritte zur Aufreinigung nativer Proteine aus Kalbsthymus zahlreich und zeit- und personalaufwändig. Dem mechanischen Zellaufschluss folgen mehrere Zentrifugations- und Chromatographieschritte. Die besonderen Herausforderungen liegen dabei in den geringen physiologischen Konzentrationen der Zielproteine (mg pro kg Gewebe) und in der unterschiedlichen Qualität der Matrices (Organe von verschiedenen Tieren und Bezugsquellen, unterschiedliches Alter der Tiere).

Ziel des EFRE-geförderten Projektes ist es, Prozesse zu entwickeln, welche die schonende und effiziente Abscheidung von Zellkernen aus tierischen Geweben in großem Maßstab gewährleisten. Dabei sollen Aufbereitungstechnologien der klassischen mechanischen Verfahrenstechnik in der Biotechnologie zur Anwendung kommen.

Im Rahmen des Beitrages werden die Aufbereitung des Thymus-Gewebes sowie die Konzentrierung der Zellkerne aus dem Thymus-Homogenisat vorgestellt. Die Bewertung der Prozesse erfolgt über eine Kombination von biotechnologischen und verfahrenstechnischen Parametern, welche in jedem Prozessschritt bestimmt werden. Im Beitrag wird ein Vergleich der bisherigen Aufbereitung des Thymusgewebes im Labormaßstab bei der EUROIMMUN Medizinische Labordiagnostika AG zur neu entwickelten Prozesskette dargestellt.

Dieses Projekt wird gefördert durch:



Europäische Union

Europa fördert Sachsen.



Poster 10	Recycling von Kompositmaterialien mit Fokus Windkraftrotorblatt - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt ReKomp
	Elisa Seiler ^{1,2} , Ulrich Teipel ^{1,2}
	¹ <i>Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT</i>
	² <i>Fraunhofer Forschungsgruppe Partikeltechnologie, Rohstoffinnovationen und Ressourceneffizienz an der TH Nürnberg</i>
	Elisa.Seiler@ict.fraunhofer.de

Zur Entwicklung einer ökonomischen und ökologischen Recyclinglösung für Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen muss die gesamte Recyclingkette von der Demontage über die Aufbereitung bis hin zur Bereitstellung von verarbeitungsfähigen Sekundärrohstoffen betrachtet werden. Ziel des ForCycle Projekt – „Recycling von Kompositmaterialien - ReKomp“ war deshalb die Forschung und Entwicklung einer neuen Demontagetechologie sowie Untersuchungen zur mechanischen Aufbereitung der Rotorblattmaterialien und ggf. Kombination einzelner Prozessschritte.

Bei der bislang eingesetzten Technologie zur Grobzerkleinerung von Rotorblättern, wird das Material an der Windkraftanlage mit einer diamantbesetzten Seilsägen durch Querschnitte in Stücke unterschiedlicher Größe zerkleinert. Die Neuheit des Lösungsansatzes im Projekt ReKomp liegt in der Trennung in die unterschiedlichen Materialfraktionen mittels Explosivstoffen. Bei der energetischen Demontage wird ähnlich wie im Abbruchbereich, das Material mittels Explosivstoffen an der vorher definierten Demontagelinie getrennt. Am Fraunhofer ICT finden dazu Versuche mit Rotorblattmaterial statt. Ziel ist eine exakte Abstimmung der Menge und Art des Explosivstoffes auf das faserverstärkte Kunststoffmaterial, da dazu bislang noch keine Untersuchungen durchgeführt wurden.

Mit der energetischen Demontage können so die einzelnen Fraktionen genau an den Materialgrenzen getrennt und einer materialspezifischen Aufbereitung zugeführt werden. Die aktuell zur Entsorgung anfallenden Rotorblätter bestehen aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff in Sandwichbauweise mit Kunststoffschaum oder Balsaholz als Füllstoff. In den neueren Rotorblattgenerationen sind vereinzelt und je nach Hersteller auch carbonfaserverstärkte Kunststoffe in den besonders belasteten Bereichen verbaut. Im zweiten Teil des Projektes werden die Möglichkeiten zur materialspezifischen Aufbereitung der einzelnen Fraktionen untersucht. Der Fokus der Untersuchungen liegt dabei auf der mechanischen Zerkleinerung und Faser-Matrix Separation mit überkritischem Wasser als umweltschonendes Lösungsmittel.

Firmenpräsentationen:

- *EIRICH (Industrievertretung der Fa. Eirich)* 48
- *EUROFINS UMWELT OST GmbH* 49



Industrievertretung der Fa. Eirich:

Ingenieurbüro Dill, Misch- und Verfahrenstechnik

Dipl.-Ing. Stefan Dill

Wackenroder-Str. 14

07745 Jena

Telefon 03641 / 347 347

Telefax 03641 / 347 346

E-Mail: stefan.dill@ingenieurbuero-dill.de

Die Unternehmen der Eirich-Gruppe sind Anbieter von Maschinen, Anlagen und Dienstleistungen für die Aufbereitung von schüttfähigen Stoffen, Schlickern und Schlämmen. Die Schwerpunkte liegen bei kontinuierlichen und diskontinuierlichen Prozessen zu Mischtechnik, Granulieren/Pelletieren, Trocknen und Feinmahltechnik. Hauptanwendungsgebiete sind Beton, Trockenmörtel, Putze, Baumarktprodukte, Kalksandstein, Keramik, Feuerfest, Glas, Kohlenstoffmassen, Reibbeläge, Akku- und Batteriemassen, Metallurgie, Gießereiformsand und der Umweltschutz. Die enge Kooperation unserer eigenen Technikzentren weltweit und die Zusammenarbeit mit Forschung und Lehre sind Basis für die Entwicklung innovativer, wirtschaftlicher Produkte und Verfahren.

Die komplette Lösung aus einer Hand

Aus einer Hand bedeutet beim Anlagenbau mit Eirich tatsächlich nur ein Partner - aber mit einem deutlichen Mehr an Leistungen, als ein "normaler" Anlagenbauer bieten kann. Jeder Investor kann ein Leistungsspektrum in Anspruch nehmen, das ihn von der ersten Idee bis zur Inbetriebnahme – und darüber hinaus – begleitet.

Verfahren Engineering Maschinen und Geräte Service

Eirich bietet Anlagenkonzepte für alle genannten Bauvorhaben mit einer geringstmöglichen Anzahl von organisatorischen Schnittstellen. Das sichert eine sehr effiziente Projektabwicklung, die von der Planung bis zur Inbetriebnahme durchgängig realisiert werden kann. Gleichzeitig wird damit ein weltweit gültiger Qualitätsstandard gesichert.

Eirich ist in der Lage, wenn die Voraussetzungen vor Ort es möglich machen, völlig neue Technologien auch bei laufendem Betrieb zu installieren. Die Nutzung zeitgemäßer Anlagen-Modultechnik bietet darüber hinaus zusätzliche Vorteile, die den Aufwand für Montage- und Inbetriebnahme drastisch reduzieren können.



Analytik von Rohstoffen, Abfällen, Brennstoffen und Aufbereitungsprodukten

Axel Ulbricht

Eurofins Umwelt Ost GmbH, Niederlassung Freiberg

1. Problemorientierte Planung

Neben den routinemäßigen Umwelt- und Brennstoffproben werden in Freiberg auch Rohstoffe und Produkte analysiert. Dies bedarf einer genauen Absprache mit dem Auftraggeber. Problemorientiert muss entschieden werden:

- Was ist zu analysieren (Welche Elemente)?
- Wie liegen die Elemente vor (Welche Matrix)?
- Gibt es Erwartungen (Hohe Gehalte)?

2. Metallanalytik

2.1 Aufschluss

Ein Aufschluss dient zur Überführung der Feststoffprobe in eine messfertige Lösung. Unter Einfluss von Säuregemischen werden die Metalle in Lösung gebracht und die Matrix zerstört. Aufschlüsse sind nicht immer vollständig, das Resultat ist abhängig von der Matrix und der Bindungsform der Metalle.

- Königswasseraufschluss

Routinemethode mit hohem Probendurchsatz, kein vollständiger Aufschluss, Extraktion der Schwermetalle, viele Edelmetalle / Seltene Erden werden erfasst, hohe Einwaage möglich, somit auch für inhomogene Proben geeignet (z.B. Elektronikschrott)



- Mikrowellendruckaufschluss (klassisch)

Aufschluss bei hoher Temperatur (200 °C) mit Flusssäurezusatz möglich, Silikate und viele Oxide werden aufgeschlossen, nur geringe Einwaage möglich (0,05 bis 0,5 g), durch geschlossene Gefäße kein Verlust an Analyten möglich, viele Seltene Erden bilden schwerlösliche Fluoride



- Mikrowellendruckaufschluss (Autoklav)

Aufschluss bei hoher Temperatur (300 °C) mit Flusssäurezusatz möglich, kürzere Aufschlusszeiten, nur geringe Einwaage möglich (0,05 bis 0,5 g), viele Seltene Erden bilden schwerlösliche Fluoride



- Schmelzaufschlüsse

Im automatisierten Schmelzaufschlussgerät bei 1050 °C mit einem geeigneten Schmelzmittel, z.B. Lithiummetaborat, vollständiger Aufschluss der Probe, Geringe Einwaage (0,05-0,2 g), Proben werden in Lösung ausgegossen, auch Herstellung von Schmelztabletten für die RFA mgl., Probe muss mineralisch vorliegen (oder vorher verascht werden), Verlust einiger flüchtiger Verbindungen aufgrund der hohen Temperatur, Seltene Erden werden vollständig erfasst.



2.1 Messung

- ICP-MS

Hohe Empfindlichkeit für alle Elemente Bestimmungsgrenzen bis 0,01 mg/kg möglich, Multielementmethode zur Bestimmung von:

- Seltenen Erden (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)
- Spurenelementen (z.B. As, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn),
- Refraktionärelementen (z.B. Nb, Ta, Zr, Hf)
- Edelmetallen (z.B. Ag, Au, Pt, Pd)



- ICP-OES

Weniger empfindlich als ICP-MS, Messbereich wenige mg/kg bis wenige Ma-%, Routinemethode zur Zusammensetzung von Gesteinen (Hauptelemente), Multielementmethode zur Bestimmung der Hauptelemente (Al, Si, Ca, Fe, Mg, K, Na, P, Ti, Mn, Ba, S), Hohe Gehalte von Spurenelementen in Erzen und Aufbereitungsprodukten



Weitere Analysenmethoden:

- Gravimetrie
- Volumetrie

Diese Methoden sind für höhere Gehalte im %-Bereich sehr genau. Sie erfordern oft eine aufwendige Vorbereitung der Probe, z.B. einen speziellen Aufschluss und die Abtrennung störender Verbindungen.

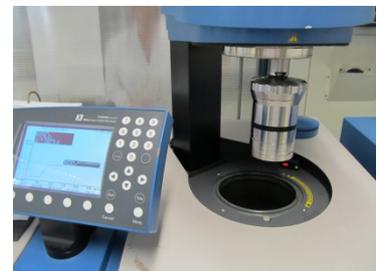
Beispiele: Ca und Mg im Kalk, Fluorid im Flussspat, Zn im Zinkerz



3. Brennstoffanalytik

- Bombenverbrennung

- Verbrennung der Probe im Sauerstoff unter adiabatischen Bedingungen
- Bestimmung Brennwert
- Bestimmung von Chlor, Brom, Schwefel, Fluor aus Verbrennungsprodukten mittels Ionenchromatographie

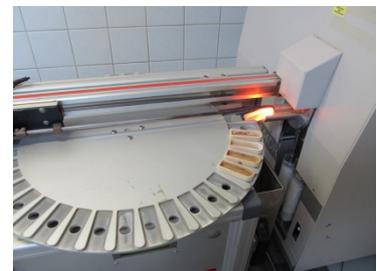


- Ionenchromatographie

- Bestimmung von Chlor, Brom, Schwefel, Fluor aus Verbrennungsprodukten
- Trennung der Elemente anhand ihrer Ladung

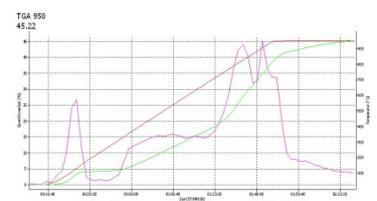
- SC- Analysator

- Hochtemperaturverbrennung im Sauerstoffstrom bei > 1300 °C
- Bestimmung von C und S durch Infrarotdetektion der Verbrennungsgase



- Thermo – Gravimetrie - Analysator

- Bestimmung von Wassergehalt und Aschegehalt bei verschiedenen Temperaturen
- Aufnahme von Temperatur- und Gewichtsverläufen



<http://www.eurofins-umwelt-ost.de>

info_freiberg@eurofins.de

Die nächste Vortragsveranstaltung unter dem Leitthema
Aufbereitung und Recycling

**findet voraussichtlich am 8. und 9. November 2017
in Freiberg statt.**

Terminplan

- Ende April 2017: **Einladung mit der Aufforderung zur Einreichung von Vorschlägen für Tagungsbeiträge (Vortrag bzw. Poster)**
- Ende Juli 2017: **Ablauf der Einreichungsfrist für Tagungsbeiträge
Übermittlung der entsprechenden Kurzfassungen
(Vortrag bzw. Poster)**
- Anfang September 2017: **Versand der Einladung mit Tagungsprogramm und Freischaltung des online-Anmeldeformulars**

Tagungsorganisation

UVR-FIA GmbH
Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg
Telefon: 03731 1621220
Fax: 03731 1621299
E-Mail: tagung@uvr-fia.de
www.uvr-fia.de