



# Aufbereitung und Recycling

**11. und 12. November 2009**

**Freiberg**

**Veranstalter:**

**Gesellschaft für Umweltverfahrenstechnik und Recycling e.V. Freiberg - UVR**

**Wiss.- techn. Gesellschaft für Verfahrenstechnik Freiberg - FIA - e.V.**

**in Kooperation mit dem  
Fachausschuss für Aufbereitung und Umwelttechnik der GDMB**

**Tagungsorganisation**

UVR-FIA GmbH

Prof. Dr. habil. Hanspeter Heegn  
Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg

Telefon 03731 1621256

Fax 03731 1621299

E-Mail: [info@uvr-fia.de](mailto:info@uvr-fia.de)

[www.uvr-fia.de](http://www.uvr-fia.de)

## Vortragsprogramm

### Tagung Aufbereitung und Recycling am 11. und 12. November 2009

#### Mittwoch 11.11.2009

#### Vortragsreihe A 9.30-11.00 Uhr

##### Eröffnung

**Dr. Werner Hintz<sup>1</sup>, Thomas Günther<sup>2</sup>, Guido Kache<sup>3</sup>, Prof. Dr. Jürgen Tomas<sup>1</sup>**  
(<sup>1</sup>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Verfahrenstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, <sup>2</sup>Dyckerhoff AG Wiesbaden, <sup>3</sup>Polysius AG Beckum): Entwicklung eines hydrometallurgischen Recyclingverfahrens für metallhaltige Stahlwerkstäube zur Gewinnung von Zink, Blei und Eisen

**Dipl.-Ing. Marco Steinberg, Dr. Wolfgang Rubarth** (AKW Apparate und Verfahren Hirschau): Schlackeaufbereitung mit gravimetrischen Sortierverfahren.

**Dipl.-Ing. Ferdinand Doppstadt** (USG Umweltservice Velbert), **Dr. Metodi Zlatev** (HAVER & BOECKER OHG Maschinenfabrik / Engineering Works Münster): Aufbereitung von kontaminierten Sedimenten/Schlamm in einem Teilbereich der Lagune von Venedig

**Dr. Katrin Mackenzie, Steffen Bleyl, Prof. Dr. Frank-Dieter Kopinke** (UFZ Leipzig): Eisen-Kohlenstoff-Komposite zur Grundwasserreinigung

#### **Pause 11.00-11.30 Uhr**

#### Vortragsreihe B 11.30-13.00 Uhr

**Dipl.-Ing. Schnellert, Dipl.-Ing. Kati Kehr, Prof. Dr.-Ing. habil. Annette Müller** (Bauhaus Universität Weimar, Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung): Entwicklung eines Trennverfahrens für gipskontaminierten Betonbruch

**Dr. Michael Kapphahn** (Holcim AG Lägerdorf), **Armin Schlintl** (Omya GmbH Gummern, Österreich): Entwicklung einer semimobilen Schlämmeinheit für Kreide

**Dipl.-Ing. Sascha Füchsel, Prof. Dr.-Ing. Urs Peuker, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann** (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik): Technische Aerosole mittels trockener Dispergierung

#### **Pause/Posterausstellung/Besichtigung UVR-FIA GmbH 13.00-14.30 Uhr**

#### **GDMB-Sitzung 14.00-14.30 Uhr**

#### Vortragsreihe C 14.30-16.00 Uhr

**Dr. Sergej Aman, Prof. Dr. Jürgen Tomas** (Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg): Die Bruchwahrscheinlichkeit bei der Kompression von einzelnen, irregulär geformten Partikeln

**Dipl. Ing. (FH) Katrin Schmidt, Dr.-Ing. Andre Kamptner, Dipl.-Ing. Mathias Polster** (UVR-FIA GmbH), **Dipl.-Ing. Bernd Ebertz** (CeramTec-ETEC GmbH, Lohmar): Feinmahlung in Trommelmühlen mit keramischen Klassierpanzerungen

**Dipl.-Ing. Felix Heinicke** (Polysius AG Beckum): Die Stempelpresse als Scale-up Grundlage für moderne Gutbettwalzenmühlen?

**Dr. Jürgen Stein** (Hosokawa Alpine AG, Augsburg): Aufbereitungstechnik für kleinste Produktmengen in Forschung und Labor

**Pause 16.00-16.30 Uhr**

**Vortragsreihe D 16.30-18.00 Uhr**

**Dipl.-Ing. Karl-Heinz Ohrdorf** (I.B.O. – Ingenieurbüro für Bentonit-Technologie Dipl.-Ing. Ohrdorf, Wiesbaden), **Univ. Prof. Dr. mont. Helmut Flachberger** (Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, MONTANUNIVERSITÄT Leoben): Alkalische Aktivierung von Bentoniten – Korrelation von anwendungstechnischen Eigenschaften und der Aktivierungskurve

**Prof. Dr.-Ing. habil. Halit Ziya Kuyumcu** (FG Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitung, Technische Universität Berlin): Biokoagulation - Bildungsmechanismen und Anwendungsmöglichkeiten in der Mineral-Biotechnologie

**Dipl.-Ing. Matthias Moritz** (Commodas Mining GmbH Wedel/Hamburg): Neuer Trend in der Aufbereitung mineralischer Primärrohstoffe mittels sensorgestützter Sortierung

**Dr.-Ing. Wolfgang Schubert** (Titania A/S, Hauge i Dalane Norwegen): Der Aufbereitungsbetrieb des Ilmenitbergwerks Titania A/S, Norwegen

**Abendveranstaltung 18.00-22.00 Uhr**

**Donnerstag 12.11.2009**

**Vortragsreihe E 9.00-10.30 Uhr**

**Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann** (TU Clausthal Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik): Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch intelligente Verknüpfung moderner Abfallaufbereitungs- und Verwertungsprozesse mittels Nutzung hochaufbereiteter Sekundärrohstoffe in der Grundstoff- und Energiewirtschaft

**Ansilla Bayha, Dr. Jörg Woidasky, Dipl.-Ing. Andreas Stolzenberg** (Fraunhofer ICT Pfinztal): Bewährte Technik in neuer Verfahrensanwendung

**Prof. Dr.-Ing. Sylvia Schade-Dannewitz, Dr. Jürgen Poerschke, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Döring** (FH Nordhausen; Studiengang Umwelt- und Recyclingtechnik): Möglichkeiten zur experimentellen Analytik von Ersatzbrennstoffen mittels Pressbohrmethode

**Dipl.-Phys. Jörg Bold** (Bold-Technoconsult Kaiserslautern): Abfallaufbereitung und -Trennung mit dem Atritor-Scott Turboseparator und Mahltrocknungs- und Sichertmühlen von Atritor, wenig bekannt in Deutschland

**Pause 10.30-11.00 Uhr**

**Vortragsreihe F 11.00-12.30 Uhr**

**Prof. Dr. Ulrich Teipel, H. Winter** (Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg, Mechanische Verfahrenstechnik/Partikeltechnologie), **G. Unkelbach, R. Schweppe** (Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) Pfinztal): Aufbereitung von nachwachsenden Rohstoffen

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Hein** (BHS Sonthofen): Aufschließen von Shredder Leicht durch eine kombinierte Zerkleinerung

**Dr. Siegmund Schäfer, Dipl.-Ing. Andre Schäfer** (MeWa Recycling Maschinen und Anlagenbau GmbH, Niederlassung Freiberg): Neue Einsatzgebiete für den Universal-Querstromzersetzer QZ beim Recycling

**Dipl. Ing. Thomas Krampitz<sup>1</sup>, Dr. Georg Timmel<sup>2</sup>, Dr. H.- Georg Jäckel<sup>1</sup>** (<sup>1</sup>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen, <sup>2</sup>REMONDIS Assets & Services Anlagentechnik, Lünen): Beitrag zur Auslegung von Trommelsiebmaschinen in der Abfallaufbereitung

**Pause 12.30-13.30 Uhr**

**Vortragsreihe G 13.30-15.00 Uhr**

**Dipl.-Ing. Martin Steuer, Dr.-Ing. Thomas Folgner** (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen): Sortierung von Partikeln nach der Kornform

**Dr. Ing. Ulrich Kohaupt** (STEINERT Elektromagnetbau GmbH Köln): Einfluss von Sensorsortiersystemen auf die Verfahrenschema in der Aufbereitungstechnik

**Dr. Udo Jakobs** (Dr. Jakobs GmbH, Simbach/Inn), **Dr. Ian Sherrell** (Outotec Inc. USA): The SLon magnetic separator – advances in wet magnetic separation

**Ferdinand Schmalholz** (R-CON-GmbH Marktoberdorf): EXSOR – Metallsortierung mit Spitzenwerten – Innovation „Made in Germany“

**Schlusswort 15.00 Uhr**

**Poster und Präsentationen (Anmeldungen bis Oktober 2009) Seite 42-55**

**Adressen der Autoren der Tagung "Aufbereitung und Recycling" Seite 56-59**

**Aktuelle Arbeitsgebiete der UVR-FIA GmbH Seite 60-61**

**Vorankündigung der Tagung Aufbereitung und Recycling 2010 Seite 62**

# Entwicklung eines hydrometallurgischen Recyclingverfahrens für metallhaltige Stahlwerkstäube zur Gewinnung von Zink, Blei und Eisen

Werner Hintz<sup>1</sup>, Thomas Günther<sup>2</sup>, Guido Kache<sup>3</sup>, Jürgen Tomas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Verfahrenstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik

<sup>2</sup>Dyckerhoff AG Wiesbaden

<sup>3</sup>Polysius AG Beckum

Die europäischen Stahlproduzenten konnten ihre weltweite Wettbewerbsfähigkeit durch den Einsatz von elektrischen Lichtbogenöfen bei der Stahlproduktion sichern. Im Jahre 2010 werden etwa 40 % der flüssigen Stahlproduktion in elektrischen Lichtbogenöfen erzeugt werden, dieser Anteil wird in den kommenden Jahren weiter steigen. In diesen Öfen fallen Stahlwerkstäube bei der Rohstahlerzeugung, beim Einschmelzen von Schrotten (z.B. Autokarosserien) in großen Mengen (ca. 1 Mt/a in der EU) an. Die metallhaltigen Stäube werden in Abgasfilteranlagen abgetrennt. Der Staub ist ein Stoffgemisch aus Oxiden verschiedener Metalle, wobei Zink (20-45 %), Eisen (20-35 %) und Blei (1-2 %) als die Hauptkomponenten zu nennen sind.

Es wird ein innovatives hydrometallurgischen Verfahrens zur selektiven Rückgewinnung dieser Metalle und deren Rückführung in den Stoffkreislauf vorgestellt. Der Stahlwerkstaub wird in einer Ammoniak-Ammoniumcarbonat-Lösung (AAC-Prozess) suspendiert und der Mahlung unterzogen, wobei eine *zeitgleiche integrierte mechanisch aktivierende Mahlung und Laugung* erfolgt. Die Wertstoffe werden dabei zuerst möglichst vollständig in die flüssige Phase überführt und in einem nachfolgenden kombinierten Zementations- und Fällungsprozess selektiv als Zinkcarbonat und metallisches Blei abgeschieden. Alternativ ist eine elektrochemische Abscheidung von Zink aus der flüssigen Phase möglich. Anschließend können die Wertstoffe in die technischen Stoffkreisläufe zurückgeführt werden. Die vorliegenden experimentellen Untersuchungen gestatten die Einführung einer Recyclingtechnologie für den bei der Stahlproduktion mit elektrischen Lichtbogenöfen anfallenden Flugstaub, die geringere Kosten verursacht als die Stahlwerke gegenwärtig für die Verwertung und Beseitigung bezahlen. Der bei der Stahlproduktion anfallende Flugstaub wird dabei so vollständig wie möglich wiederaufbereitet, anstatt wie bisher die Abfalldeponien zusätzlich zu belasten. Die erfolgreiche Wiederverwertung der Wertstoffe (Eisen, Zink und Blei), die im Flugstaub enthalten sind, wird sowohl zur Ressourcenerhaltung als auch zur Verringerung der Probleme bei der Abfallbeseitigung führen.

## Schlackeaufbereitung mit gravimetrischen Sortierverfahren

Dipl.-Ing. Marco Steinberg, Dr. Wolfgang Rubarth

AKW Apparate und Verfahren Hirschau

Die Aufbereitung von Schlacken aus pyrometallurgischen Prozessen, wie sie beispielsweise in der Stahl- und Edeltahlerzeugung anfallen, hat in den letzten Jahren international zunehmend Bedeutung gewonnen. Die konventionelle Schlackeaufbereitung besteht im wesentlichen aus Verfahrensschritten der Zerkleinerung, Klassierung und Magnetscheidung im Trockenen. Dabei wurde bislang die feinkörnige Fraktion ( $< 5$  mm) nicht aufbereitet.

Aufgrund von steigenden Rohstoffpreisen sowie wirtschaftlichen und umweltpolitischen Gründen ist die Industrie zunehmend an einer höheren Recyclingquote/maximale Ausbringung der Metalle interessiert. Des weiteren werden immer höhere Anforderungen an das Koppelprodukt, die Berge der Aufbereitung, gestellt, um es einer höherwertigen Verwendung in der Baustoffindustrie zuzuführen.

In vielen Schlackenaufbereitungen sind für die Körnung  $> 5$  mm entsprechend trockene Verfahren bereits erfolgreich umgesetzt. Daher soll nachfolgend der Feinkornbereich  $< 5$  mm vorgestellt werden. Die Aufbereitung des Feinkorns erfolgt traditionell naßmechanisch mit den folgenden Prozeßschritten:

- Zerkleinerung
- Klassierung
- Mahlung
- gravimetrische Sortierung
- Magnetscheidung.

Neueste Entwicklungen, insbesondere im Bereich der trockenen Dichtesortierung zeigen, daß auch trocken eine wirtschaftliche Rückgewinnung erfolgen kann. Die AKW A+V ist derzeit mit der industriellen Einführung des trockenen Dichtesortierers AKA-FLOW beschäftigt.

Im Vortrag werden die wesentlichen Gesichtspunkte hinsichtlich der Art der Aufbereitung (trocken oder naß) dargestellt und erläutert. Des weiteren werden Beispiele aus bereits realisierten Projekten dargestellt sowie Denkanstöße für zukünftige Aufbereitung gegeben.

## **Aufbereitung von kontaminierten Sedimenten/Schlamm in einem Teilbereich der Lagune von Venedig**

**Dipl.-Ing. Ferdinand Doppstadt<sup>1</sup>, Dr. Metodi Zlatev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>USG Umweltservice Velbert

<sup>2</sup>HAYER & BOECKER OHG Maschinenfabrik / Engineering Works Münster

Die USG Umweltservice GmbH & Co. KG ist bereits jahrzehntelang auf dem Gebiet des Umweltservice tätig. Unser Geschäftsfeld reicht von Dienstleistungen unter anderem in Wassergewinnungsanlagen, Betrieb mobiler Waschanlagen, Schlamm- und Schlickaufbereitung, bis hin zu Altlastensanierungen, Deponiebau, Kompostierungsarbeiten, Recycling und andere vergleichbare Arbeiten.

HAYER & BOECKER ist als Drahtweberei seit 1887 und als Maschinenfabrik seit 1925 auf dem Gebiet der Aufbereitungstechnik tätig. Nach über 75 jähriger Erfahrung im Siebmaschinenbau hat HAYER & BOECKER Ende der 80er Jahre das Hochdruckwaschsystem HAYER-Hydro-Clean® entwickelt welches durch den Einsatz von Hochdruckwasserstrahlen effizient und verschleißarm Rohstoffe primärer und sekundärer Herkunft zu verkaufsfähigen Produkten aufbereitet.

Auf Grund dieser Kompetenz sind wir in Zusammenarbeit mit HAYER & BOECKER, dem Anbieter innovativer Aufbereitungstechniksysteme, mit der nachfolgenden Aufgabenstellung beauftragt worden:

Abgraben und Sichern eines kontaminierten Teilbereichs der Lagune von Venedig. Das Material soll aufgelöst, klassiert und mit einem Flockungsmittel behandelt werden, so dass die Schadstoffe möglichst gebunden werden. Das abgegrabene Sediment soll zu einer konstanten, homogenen Emulsion zur Übergabe und Einspeisung des Flockungsmittels aufbereitet werden. (Spezifisches Gewicht des Aufgabematerials: 1,2 – 2,0 kg/dm<sup>3</sup>, spezifisches Gewicht des fertigen Materials: 1,130– 1,150 kg/dm<sup>3</sup>).

Eine Entwässerung und Lagerung des Schlammes soll anhand überdimensionaler Big-Bags stattfinden. Der entwässerte Schlamm aus den Big-Bags soll, im letzten Schritt, auf einer Deponie gelagert werden. Die komplette Anlage sollte für den Einsatz von Seewasser ausgelegt werden.

Der zu bearbeitende Bereich erstreckt sich über eine Fläche von ca. 100.000 m<sup>2</sup> mit einer Mächtigkeit von 80-100 cm, dies ergab ein zu behandelndes Volumen einer ungelösten Masse von ca. 80.000 m<sup>3</sup>. Tagesleistung an aufbereiteter Emulsion: mindestens 1500 m<sup>3</sup>, aufgegebenes Material: 500 m<sup>3</sup>.

### **Verfahrensbeschreibung:**

Das Aufgabematerial wird mittels Hydraulikbagger, die auf Pontons positioniert sind, abgegraben. Die Abnahmestärke liegt bei 80-100 cm. Der Abtransport zum Vorlagebecken der Aufbereitungsanlage erfolgt durch LKWs welche mit speziellen schlammichten Mulden ausgestattet sind.

Die Beschickung der Aufbereitungsanlage erfolgt durch einen Separatorenschaufel (siehe Abbildung). Somit wird das Aufgabematerial vorkonditioniert und gröbere Stücke (>60 mm) abgeschieden. Das Material < 60 mm wird in einen Aufgabebunker gegeben und von dort mit Förderschnecken dosiert in die Waschanlage geleitet.

Das Auflösen (Verflüssigen) des Sediment-Schlammgemisches wird mit Hilfe eines HAYER-Hydro-Clean® (Hochdruckwascheinheit) von HAYER & BOECKER realisiert. Um das Sediment- Schlammgemisch kontrolliert behandeln zu können wird ein Stützkorn 8-24 mm eingesetzt, welches im Kreislauf gefahren wird.

Die Zugabe und Vermischung des Stützkorns mit dem Sediment-Schlammgemisches erfolgt im Aufgabetrichter des HAVER-Hydro-Clean®.

Das gelöste Gemisch aus Schlamm und Stützkorn wird auf ein Dreifraktionensieb gegeben, wo anhand einer gesteuerten Bebrausung der exakte Wassergehalt der Emulsion eingestellt wird.

Auf dem Oberdeck werden mit einer 30er Siebmasche Fremdstoffe abgetrennt.

Auf dem unteren Siebdeck wird die Emulsion von dem Stützkorn mit einer 5mm Siebmasche getrennt.

Die fertige Emulsion wird direkt in einen Zwischenbehälter mit 2 Rührwerken und einem Fassungsvermögen von 1.000 m<sup>3</sup> zur weiteren Verarbeitung übergeben.

Um die Dichte des fertigen Materials in einem derartig engen Toleranzbereich (30 g/dm<sup>3</sup>) zu halten wird eine komplexe SPS-Steuerung eingesetzt. Diese wird über eine Dichtemesseinheit im Outputstrom überwacht. Das aus den überdimensionalen Entwässerungs-Big-Bags stammende Wasser wird als Prozesswasser für die gesamte Anlage wieder verwendet. Durch entsprechende Filterung ist eine Nutzung des Prozesswassers im geschlossenen Kreislauf (geringste Belastung für und durch die Umwelt) realisiert worden.

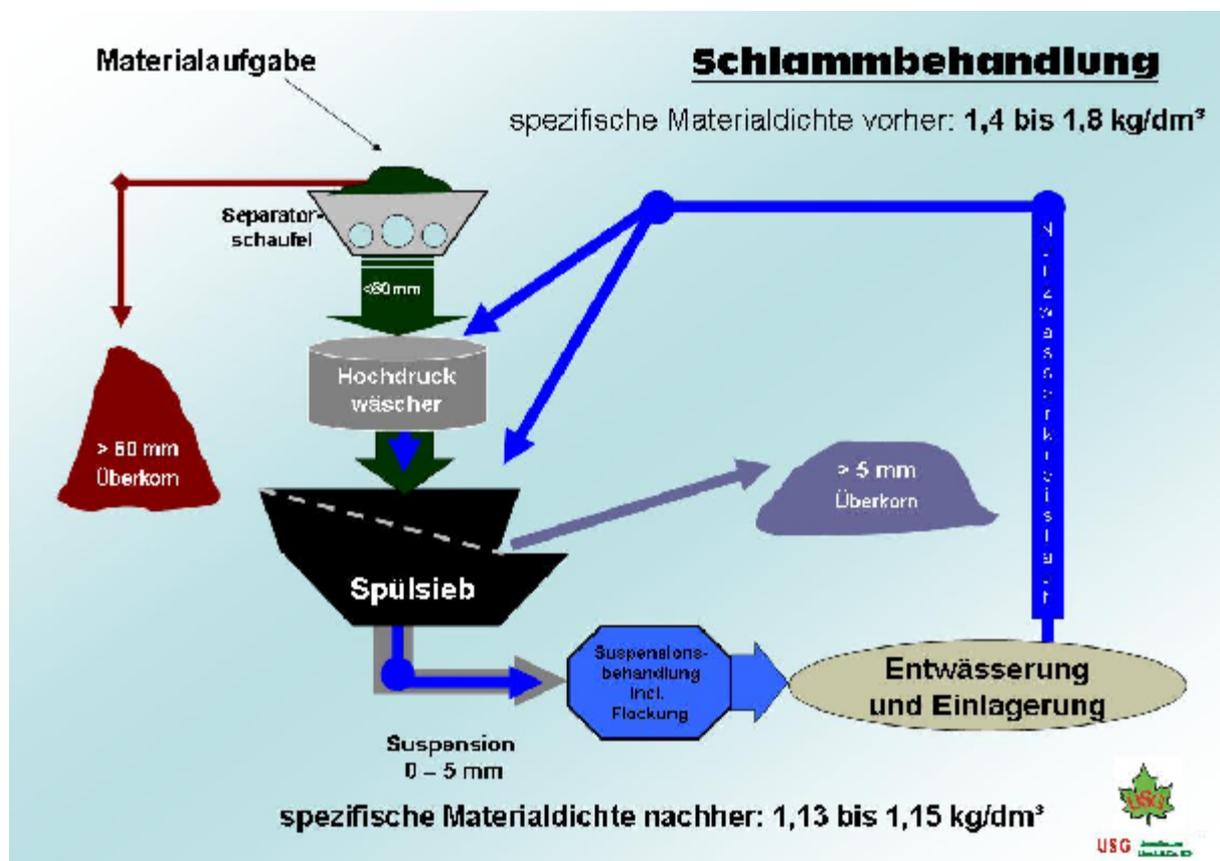


Abbildung: Verfahrensschema der Schlammaufbereitungsanlage

Das Projekt ist im Jahr 2008 realisiert worden. Die erreichte Tagesleistung lag zwischen 1500 und 2800 m<sup>3</sup> fertiger Emulsion pro Tag.

## Eisen-Kohlenstoff-Komposite zur Grundwasserreinigung

Dr. Katrin Mackenzie, Steffen Bleyl, Prof. Dr. Frank-Dieter Kopinke

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Abteilung für Umwelttechnologie,  
Leipzig

Für CKW-Schäden und Schwermetallkontaminationen in Grundwasserleitern haben sich durchströmte Reinigungswände auf Eisen(0)-Basis als wirksam und kostengünstig erwiesen. Daraus abgeleitet wird das injizierbare nano-Eisen zum *In-situ*-Aufbau der Eisenwände in den letzten Jahren besonders intensiv beforscht. Suspensionen aus reinem nano-Eisen sind allerdings unter Aquiferbedingungen nicht in ausreichendem Maße mobil und damit nicht in der Lage, breite reaktive Zonen in den Fließwegen des Grundwasserleiters zu erzeugen. Auch der Zusatz größerer Mengen an Kolloidstabilisatoren oder das Verpressen der Suspensionen in den Grundwasserleiter erbringen nur unbefriedigende Resultate.

Schon in einfachen Säulenexperimenten zeigt sich der deutliche Unterschied in der Mobilität zwischen nano-Eisenpartikeln und dem Eisen-Kohlenstoff-Kompositmaterial Carbo-Iron® (Abb. 1). Mit Carbo-Iron konnten wir ein neuartiges *in-situ*-geeignetes Reagenz zur Grundwasserreinigung vorstellen, das gegenüber dem bekannten nano-Eisen deutliche Vorteile aufweist. Durch Kombination kolloidaler (Mikro)Aktivkohle ( $d_p \approx 0,5$  bis  $2 \mu\text{m}$ ) und darauf geträgertem metallischen Eisen (10...25 Ma-% Fe) wird ein starkes und umweltfreundliches Reduktionsmittel erzeugt. Die enge Verbindung der Aktivkohle und der Eisen(0)-Strukturen im Kompositmaterial Carbo-Iron wirkt sich vorteilhaft auf die Oberflächeneigenschaften des Reduktionsmittels aus.



Die Sammlerfunktion der Aktivkohle erhöht die am reaktiven Zentrum zur Verfügung stehende Schadstoffkonzentration und damit die Effizienz des Reduktionsmittels. Gleichzeitig erniedrigt sich die Netto-Oberflächenladung durch Kombination von Eisen und Aktivkohle im Vergleich zu nano-Eisen, was sich günstig auf die Transporteigenschaften im Aquifer beim Aufbau der reaktiven Zone auswirkt.

Aktivkohle kann aber nicht nur hydrophobe gelöste Schadstoffe „einsammeln“, sondern ist durch die eigene hydrophobe Natur auch in der Lage, sich bevorzugt an ungelöst vorliegende Schadstoffreste (so genannte Quellen oder Phasen) anzulagern und damit gezielt zur Quellensanierung beizutragen.

Um das volle Potenzial von Eisen-Kohlenstoff-Kompositen für die Grundwasserreinigung ausnutzen zu können, muss das Material preiswert, schnell herzustellen und sicher und bequem handhabbar sein. Im vorliegenden Beitrag wird über die Optimierung der Carbo-Iron-Herstellung und die Variation der Ausgangsstoffe berichtet. Thermisch hergestelltes fein verteiltes Fe(0) ist in aller Regel pyrophor, was

zu einem Mehraufwand für Verpackung, Transport und letztendlich auch beim Einsatz führt. Handelsübliches nano-Eisen der Fa. Toda-Kogyo wird deshalb als wässrige Suspension vertrieben, was allerdings zu einem Teilverlust an Fe(0) führt. Die Magnetithülle des Toda-Eisens übt zusätzlich eine Schutzfunktion für den Eisenkern aus (core-shell particle).

Im Vortrag wird die Wirksamkeit verschiedener eisenkonsumierender Methoden zum Erzeugen von oxidischen oder sulfidischen Schutzhüllen um die Fe(0)-Zentren im Carbo-Iron und Methoden, bei denen durch Zersetzung auf dem Eisen nicht-eisenbasierte C-haltige und SiO<sub>2</sub>-haltige Schutzschichten erzeugt werden, vorgestellt und diskutiert.

Aktivkohle im Verbund mit Eisen wird mechanischen Legierungen aus Kohlenstoff und Eisen gegenübergestellt, die jeweils durch Vermahlung der beiden Komponenten erzeugt wurden. Die vorgestellten Ansätze zur Optimierung von nano-Eisen als *In-situ*-Reagenz werden ab 2010 durch zwei BMBF-geförderte Projekte im Call NanoNature in enger Kooperation bearbeitet.

## Entwicklung eines Trennverfahrens für gipskontaminierten Betonbruch

Dipl.-Ing. Thomas Schnellert, Dipl.-Ing. Kati Kehr, Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller

Bauhaus Universität Weimar, Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung

Gipsmaterialien finden in der bautechnischen Anwendung eine zunehmende Verbreitung und die Produktionszahlen entwickeln sich überdurchschnittlich im Vergleich zu anderen Baustoffen. Will man Abbruchmassen aus dem Hochbau einer Wiederverwendung oder Verwertung zuführen, müssen die Gipsanteile separiert werden. Im Beitrag soll gezeigt werden, dass eine Trennung von Beton-Gips-Gemischen mit Hilfe der Nasssetztechnik möglich ist. Grundsätzlich ist bei diesem Verfahren der Dichteunterschied der einzelnen Materialien als Trennkriterium maßgeblich. Bei geringen Unterschieden der wirksamen Dichten stößt das Verfahren allerdings an Grenzen. Diese Grenzen sollen mit einer modifizierten Setztechnik, die in einem Forschungsprojekt erstmals für die Gipsabtrennung zur Anwendung kam, neu definiert werden.

Mit der Nasssetzmaschine Triple A der Firma AGS Anlagen und Verfahren GmbH ist es möglich asymmetrische Setzhubdiagramme zu erzeugen, wobei die dadurch induzierten Partikelbewegungen geeignet sind, Gemische mit geringen Dichteunterschieden zu trennen. Das Funktionsmuster der Setzmaschine wurde bei den Stadtwerken am Standort des Bauabfallrecyclingzentrums in Erfurt-Schwerborn einschließlich der Versorgungseinheiten installiert und in Betrieb genommen.

Die zum Einsatz kommende Anlage zur Abtrennung des Gipsanteils aus dem Betonbruch besteht aus der eigentlichen Nasssetzmaschine, einem Klärbehälter, einem Pumpensumpf, einem Entwässerungssieb sowie einer Linatex 80 Pumpe. Bei voller Auslastung erreicht die Setzmaschine einen Materialdurchsatz von 5-7 t/h. Das Setzbett der Maschine hat die Abmaße 400 x 1000 mm<sup>2</sup>. Die Absetzbecken verfügen jeweils über ein Fassungsvermögen von ca. 1 m<sup>3</sup> Wasser. Die Linatex Pumpe fördert ca. 50 m<sup>3</sup> Prozesswasser pro Stunde im Kreislauf.

Das Untersuchungsmaterial stammte von dem Bauabfallrecyclingzentrum der SWE Erfurt GmbH. Für die Versuche zur Beton-Gips-Trennung wurden drei Materialien zunächst sortenrein gesammelt, gelagert und anschließend zerkleinert und abgesiebt. Das Ausgangsmaterial, das für die Versuche bereit gestellt wurde, zeigt Abbildung 1.



Betonsorte A

Rohdichte: 2,40 g/cm<sup>3</sup>



Gipsbaustoffe aus  
Fußbodenestrich A

Rohdichte: 1,56 g/cm<sup>3</sup>



Gipsbaustoffe aus  
Badzelle

Rohdichte: 1,89 g/cm<sup>3</sup>

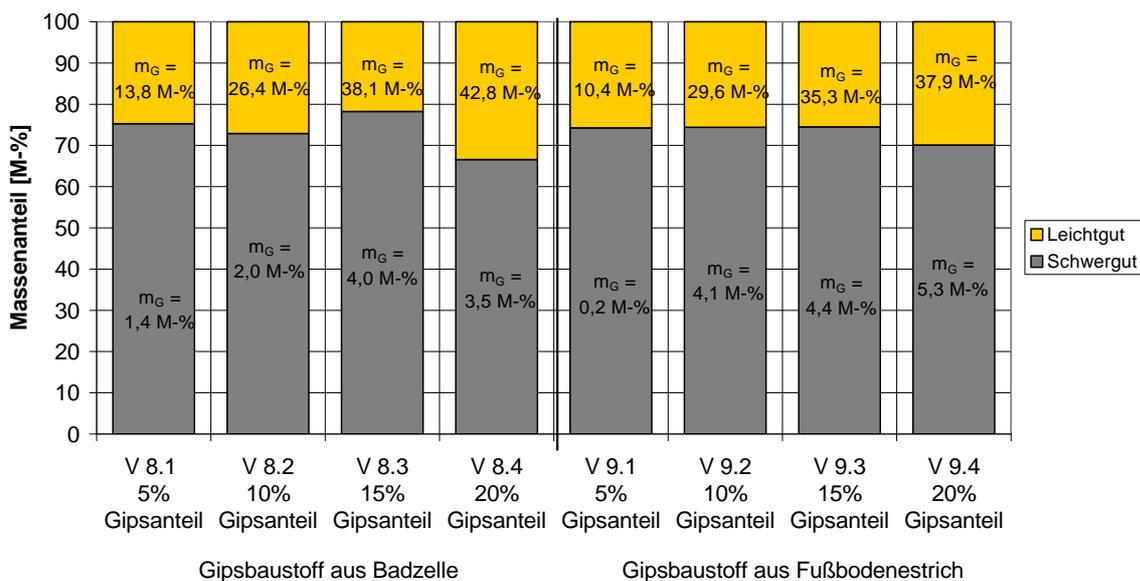
Abbildung 1: Untersuchtes Ausgangsmaterial

Die Gesamtmenge an Probematerial, das in der Setzmaschine behandelt wurde, lag bei etwa 5 t. Von den Ausgangsmaterialien wurden 100 kg vor dem Versuchsbeginn für die Charakterisierung entnommen. Da die Nasssetztechnik bei geringen Dichteunterschieden der zu trennenden Stoffe an ihre Grenzen stößt, galt es dies bei der Auswahl der Ausgangsmaterialien zu berücksichtigen. Neben dem Beton wurden zwei Gipsbaustoffe mit unterschiedlichen Dichten gewählt, aus denen definierte Mischungen Beton und Gips mit ansteigenden Gipskonzentrationen bis 20 Masse-% hergestellt wurden. Anschließend durchliefen diese Mischungen den Nasssetzprozess mit jeweils gleichbleibenden Versuchsbedingungen.

Für die Charakterisierung des Ausgangsmaterials sowie der Produkte Schwergut und Leichtgut aus der Setzmaschine wurden Massenbilanzen, Sieb-, Sortier und Rohdichteanalysen durchgeführt. Für die Ausgangsstoffe und ausgewählte Gipsbestandteile wurden außerdem chemische Kennwerte bestimmt.

## Ergebnisse

Die Massebilanzen im Diagramm 1 zeigen sowohl die prozentuale Verteilung von Schwer- und Leichtgut als auch die jeweiligen Massegehalt an Gips ( $m_G$ ) in diesem Stoffströmen. Deutlich wird, dass die Nasssetzmaschine - unabhängig von den Ausganggehalten an Gips und deren Rohdichte - ein stabiles Masseausbringen realisiert. Variierende Gipsgehalte führen nicht zum Scheitern der Trennung. Deutlich wird allerdings auch, dass keine 100% -ige Trennung erreicht werden kann.



### Versuche

Diagramm 1: Massenbilanzen mit Gehalten an Gipsbaustoffen im Leicht- und Schwergut

Die Qualität der Trennung wird erst mit Blick auf die Sortieranalyse deutlich (Diagramme 2 und 3) Es ist zu erkennen, dass sich die Gipsbaustoffe im Leichtgut an- bzw. im Schwergut abreichern.

Es gelingt durchweg den Gipsgehalt im Produktstrom signifikant zu verringern. Der Trennerfolg von Beton und Gips unterschiedlicher Herkunft ist hervorragend. Obwohl die Dichten der zu trennenden Ausgangsmaterialien nah beieinander liegen, ist der Trennerfolg als sehr gut zu bewerten.

Als positiver Nebeneffekt des Nasssetzens gilt die Verbesserung der Korngrößenverteilung, da sich nicht nur die Leichtstoffe sondern in gewissen Mengen auch Feinbestandteile abtrennen lassen. Die Korngrößenverteilungen der

Leichtstoffe sind durchgehend im feineren Kornbereich als die des Schwergutes wiederzufinden.

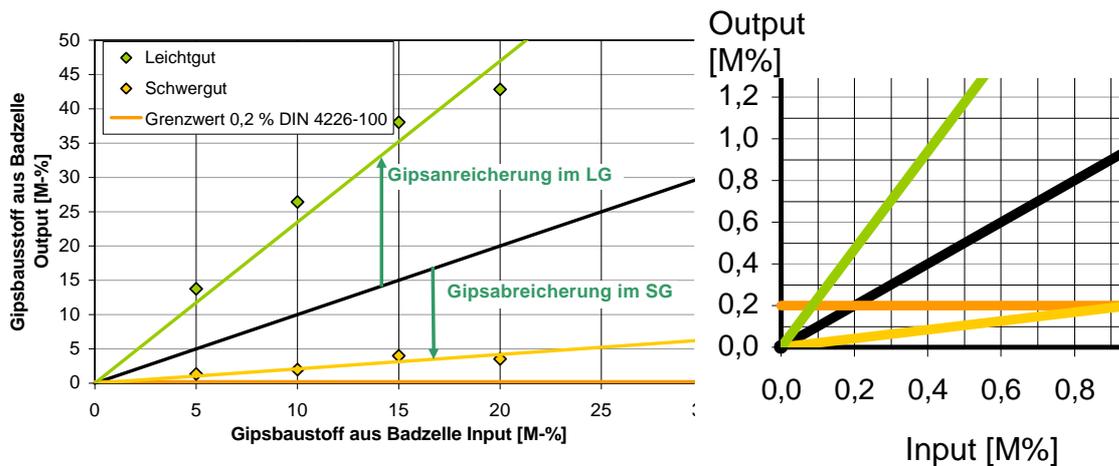


Diagramm 2: Gipsgehalte im Schwer- und Leichtgut nach der Behandlung von Gemischen mit definierten Gipsgehalten - Gips aus Sanitärraumzelle

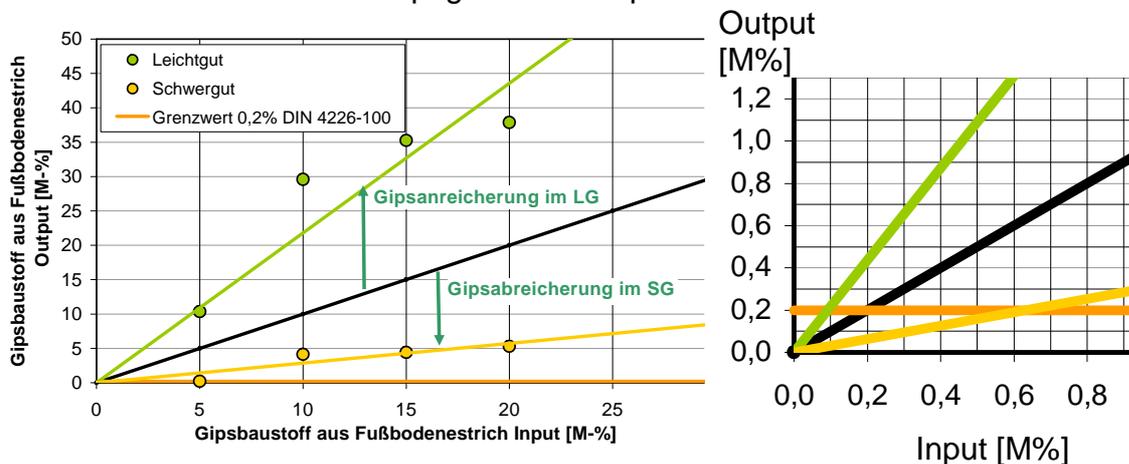


Diagramm 3: Gipsgehalte im Schwer- und Leichtgut nach der Behandlung von Gemischen mit definierten Gipsgehalten - Gips aus Fußbodenestrich

### Zusammenfassung

Die Verwertung von gipskontaminiertem Betonabbruchmaterial ist aus bautechnischer und ökologischer Sicht ausgeschlossen. Aus Sicht einer nachhaltigen Sekundärrohstoffwirtschaft ist es unabdingbar ein geeignetes Verfahren zur Beton-Gips-Trennung zu etablieren. Hierbei ist es zweitrangig, dass Verfahren nach seiner Ökonomie zu beurteilen, da eine Deponierung der wachsenden Abbruchmassen, die Gips als Störstoffe enthalten, keine Alternative darstellt.

Das vorgestellte Nasssetzverfahren zeigt sehr gute Ergebnisse. Mit dem Verfahren ist es möglich Gipsgehalte in Betonmassen so zu reduzieren, dass eine Verwertung möglich wird. Der angestrebte Grenzwert von 0,2 M-% partikelförmigem Gips in Rezyklaten, wie in DIN 4226-100 gefordert wird, gilt für rezyklierte Gesteinskörnungen, die zur Betonherstellung eingesetzt werden sollen. Dieser Wert konnte in den Versuchen nicht erreicht werden. Wenn von üblichen Praxisgemischen beispielsweise aus dem Plattenbau mit Gipsgehalten von 2 - 4 M-% ausgegangen wird, ggf. Mehrfachdurchläufe erforderlich, um diesen Grenzwert zu realisieren. Neben der Absenkung des Gipsgehaltes auf ein gefordertes Niveau, erreicht die Nasssetztechnik zusätzlich eine Verbesserung des Produktes über eine Anhebung der Rohdichte und die Abtrennung von Feinbestandteilen des Produktes.

## Entwicklung einer semimobilen Schlämmeinheit für Kreide

**Dr. Michael Kappahn**  
Holcim (Deutschland) AG, Lägerdorf

**Armin Schlintl**  
OMYA GmbH, Gummern, Österreich

Schreibkreide ist ein weicher (<5 MPa) und feuchter (15-28% H<sub>2</sub>O) Kalkstein, der die Rohstoffgrundlage für die Herstellung von diversen Füllstoffen, Pigmenten, Kalk und Zement darstellt.

Die Materialeigenschaften dieses „unfertigen“ Kalkgesteins unterscheiden sich stark von denen herkömmlicher Kalksteine. Schreibkreide ist gewissermaßen ein auf natürliche Weise durch aufliegenden Gebirgsdruck entwässerter Kalkschlamm mit filterkuchenähnlicher Konsistenz. Mechanisch beansprucht, suspendiert sie bei ausreichendem Wasserangebot („Kreide schlämmt auf“). Die hohe Bergfeuchte und die leichte Schlammbarkeit von Kreide haben einen – bis auf wenige Ausnahmen – nassen Aufbereitungsweg vorgezeichnet.

Zum Kreideabbau eignen sich fast alle Baggertypen. In Lägerdorf haben sich hochproduktive Schaufelradbagger (SRB) bewährt und durchgesetzt. Der Materialabtransport erfolgt über Stetigförderer, die als rückbare Strossenbänder ausgeführt sind.

Förderbänder haben jedoch eine Reihe von Nachteilen:

- nur unflexibler Abbau entlang vorgegebener Bandtrassen möglich,
- aufwendige Vorbereitung und Pflege der Bandtrassen erforderlich,
- arbeitsintensives Bandrücken/-verlängern/-kürzen/-schwenken unvermeidlich,
- im Betrieb (Schieflauf, Verschleiß, Materialabrieb, Frostempfindlichkeit, Arbeitsschutzvorkehrungen) aufwendig,
- Lärmemissionen (polternde Übergaben!) schwer beherrschbar.

Die Grundidee für die Entwicklung eines mobilen Schlämmers ist simpel: anstelle eines verzweigten Förderbandsystems wird beim mobilen Schlämmer die Kreide direkt hinter dem Abbaupunkt geschlämmt und hydraulisch über eine Schlauchleitung abtransportiert.

Zur Umsetzung dieser Idee wurde nach ersten Feldversuchen bei Holcim (2005) ein gemeinsames Projekt mit der OMYA gestartet (2007). In nur 1,5 Jahren wurde durch OMYA nach Machbarkeitsuntersuchungen eine Pilotanlage für 150 t/h entwickelt, gebaut und im August 2009 in Betrieb genommen.

Das Kernstück der Anlage ist ein konventioneller Doppelwellenhammerbrecher (Typ Novorotor der Fa. HAZEMAG), in dem die Kreidebrocken zerkleinert und unter gleichzeitiger Wasserzugabe aufsuspendiert werden.

Da im Mobilschlämmer sofort der finale Wassergehalt von 40-45 % eingestellt werden soll, ist ein Kastenbeschicker als Puffer vorgeschaltet, der Förderschwankungen des SRB abfängt und damit die Wasserregelung erleichtert.

Durch einen entsprechend fein gewählten Brecherkorb wird eine ausreichend vollständige Suspendierung der Kreide sichergestellt. Nur so ist eine sichere hydraulische Förderung mit minimaler Sedimentationsneigung möglich.

Die hydraulische Förderung erfolgt über flexible, druckfeste ø150 mm-Gummischläuche in einen 40 m<sup>3</sup> Tank am Rand der Grubensohle. Von da aus übernehmen vier in Reihe geschaltete Kreiselpumpen den sich anschließenden vertikalen Transport (115 m) aus der Grube heraus zur weiteren Aufbereitung in das 2 km entfernte Kreidewerk Dammann der OMYA.

Der SRB hat in Kombination mit einem Bandwagen einen ausreichenden Aktionsradius um den Mobilschlämmer herum. Ein Nachfahren des Mobilschlämmers ist nur sporadisch erforderlich, daher die Bezeichnung semimobiler Schlämmer.

Die Vorteile dieser neuen Technik liegen in

- der weitaus höheren Flexibilität des Baggerbetriebs losgelöst von festen Bandtrassen,
- dem dadurch möglichen Erschließen früher unzugänglicher Kreidemengen (im Fall Lägerdorf schätzungsweise 30-40 Millionen Tonnen Kreide!),
- der höheren Verfügbarkeit und Unanfälligkeit des Systems,
- der besseren Frostbeständigkeit des Mobilschlämmer-Betriebes.

Die seit August 2009 durch OMYA betriebene Pilotanlage für 150 t/h wird gegenwärtig im Dauerbetrieb getestet und an ihre Leistungsgrenzen geführt.

In etwa einem Jahr soll nun genügend Betriebserfahrung gesammelt worden sein, um darauf basierend eine belastbare Entscheidung für den mittelfristigen Umstieg des Holcim-Grubenbetriebes mit seinen 800-1200 t/h auf diese neue Technik treffen zu können.

## **Technische Aerosole mittels trockener Dispergierung**

**Dipl.-Ing. Sascha Füchsel, Prof. Dr.-Ing. Urs Peuker  
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann**

TU Bergakademie Freiberg  
Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik

Im Rahmen des AiF-Forschungsvorhabens „Erzeugung stabiler Aerosole hoher Feststoffbeladung mittels trockener Dispergierung“ wird am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU Bergakademie Freiberg das trockene Dispergieren pyrogener Kieselsäuren zu einem elektrostatisch stabilisierten Aerosol mit Partikelgrößen kleiner als ein Mikrometer untersucht. In einem ersten Prozessschritt erfolgt dabei das trockene Dispergieren des nanoskaligen, agglomeriert vorliegenden Ausgangsmaterials in einer Fließbettgegenstrahlmühle, in einem zweiten Prozessschritt wird das so hergestellte Aerosol elektrostatisch stabilisiert.

Im Beitrag wird auf Erfahrungen und Ergebnisse beim trockenen Dispergieren eingegangen. Diese umfassen neben der Dispergierwirkung des gewählten Verfahrens auf das Produktaerosol und somit dem Nachweis des Dispergiererfolgs mittels Online-Messung von Partikelgröße und Beladung auch anlagentechnische, von der Norm abweichende Faktoren (u. a. Strömungsverhältnisse in der Anlage, Dosierverhalten der Modellschubstanz). Die ersten beiden Punkte beziehen sich vor allem auf den Einfluss der beiden wichtigsten Prozessparameter Dispergierluftdruck und Sichtraddrehzahl. So wird auch darauf aufmerksam gemacht, dass eine Überwachung der prozessrelevanten Größen in Abhängigkeit vom zeitlichen Verhalten bei einem bestimmten Sollwert von Dispergierluftdruck und Sichtraddrehzahl für die Produktion eines gleichmäßigen, stabilen Prozessaerosols von entscheidender Bedeutung ist. Bezüglich der anlagentechnischen Faktoren wird gezeigt, dass die Defizite der Standardmahlanlage durch ein auf das nanoskalige Material und sein Dispergierverfahren angepasstes und im Beitrag vorgestelltes Anlagenkonzept ausgeglichen und das so erzeugte Aerosol im weiteren studiert und stabilisiert werden kann.

# Die Bruchwahrscheinlichkeit bei der Kompression von einzelnen, irregulär geformten Partikeln

Dr. Sergej Aman, Prof. Dr. Jürgen Tomas

Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Untersuchungen der Bruchwahrscheinlichkeit bei der Kompression von einzelnen, irregulär geformten Partikel aus Glas, Salz (Natriumchlorid NaCl), Zucker, Basalt und Marmor wurden durchgeführt. Der Bruchtest besteht aus einer Kompression von ca. 100 ausgewählten Partikeln einer Partikelfraktion bis zum Bruch. Fünf Partikelfraktionen eines jeden Materials mit einer Korngröße zwischen 1 mm und 5 mm wurden untersucht. Der Bruchpunkt wurde durch das Kraft-Weg-Verhältnis bestimmt. Die Bruchkraft entspricht der maximalen Kraft der Kraft-Weg-Kurve. Die Bruchenergie wurde durch die numerische Integration der Kraft-Weg-Kurve bis zum Bruchpunkt berechnet. Die Beanspruchung der Partikel einer jeden Korngröße wurde mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten - von 4,5 mm/s und 9 mm/s, durchgeführt.

Das Verhältnis der gewonnen fünfzig Bruchkraftverteilungen und der entsprechenden fünfzig Bruchenergieverteilungen wurde analysiert. Dabei wurde zuerst das Verhältnis zwischen den Erwartungswerten der Kraft- und Energieverteilungen untersucht. Eine lineare Abhängigkeit der durchschnittlichen Energie von der durchschnittlichen Kraft wurde für jedes getestetes Material festgestellt.

Weiterhin wurden die Verteilungen in eine dimensionslose Form umgewandelt. Dabei wurden die einzelnen Werte einer jeden gewonnen Verteilung durch die entsprechende Erwartungswert der Kraft bzw. Energie dividiert.

Alle gewonnen experimentellen Verteilungen lassen sich mit einer logarithmischen Normalverteilungsfunktion approximieren. Die Parameter dieser dimensionslosen Näherungsfunktionen der Kraftverteilungen, gekennzeichnet durch die Erwartungswerte und Standardabweichungen, lassen sich mit Hilfe des System zweier linearer Gleichungen der entsprechenden Parametern der Energieverteilungen berechnen. Die Koeffizienten dieses Gleichungssystems bleiben für alle Partikelgrößen und Materialien unverändert. Demzufolge kann die Bruchenergieverteilung durch eine bekannte Bruchkraftverteilung gefunden werden und umgekehrt.

## **Feinmahlung in Trommelmühlen mit keramischen Klassierpanzerungen**

**Dipl. Ing. (FH) Katrin Schmidt, Dr.-Ing. Andre Kamptner,  
Dipl.-Ing. Mathias Polster**  
UVR-FIA GmbH Freiberg

**Dipl.-Ing. Bernd Ebertz**  
CeramTec-ETEC GmbH, Lohmar

Mahlprozesse sind von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Verwiesen sei hier z.B. auf die Erzeugung von Bindebaustoffen, die Verarbeitung von Erzen, Industriemineralien oder Kohle, chemischen Produkten, die Erzeugung von Metallpulvern und andere. Allein in Deutschland beträgt der jährliche Durchsatz bei der Mahlung von derartigen Massengütern etwa auf Feinheiten  $\leq 100 \mu\text{m}$  mehrere 100 Millionen Tonnen, wobei in Abhängigkeit vom konkreten Einsatzfall der spezifische Elektroenergiebedarf in der Größenordnung 5 ... 100 kWh/t beträgt.

Für die Mahlung der genannten Materialien sind vor allem Trommelmühlen mit Zylinderpanzerungen aus Stahl im Einsatz. Diese sind bei Mühlen entsprechender Länge (Rohrmühlen) entweder als reine Hubpanzerungen oder auch als Klassierpanzerungen konzipiert. Bei letzteren wird durch eine spezielle Mantelplattengeometrie eine axiale Mahlkörperbewegung erreicht. Dadurch wird eine Anpassung der Mahlkörpergröße an die entlang der Mahlbahn der Mühle zunehmende Mahlgutfeinheit bewirkt.

Mit derartigen Panzerungen können in Abhängigkeit von den konkreten Randbedingungen der Mahlung Senkungen des spezifischen Elektroenergiebedarfs von 10 bis 25 % bzw. entsprechende höhere Durchsatzleistungen erreicht werden.

Bei hochwertigen Spezialprodukten wie Füllstoffen, Glasuren, Glas- und Keramikrohstoffen, Pigmenten u. ä. muss für die Mahlprodukte ein bestimmter Weißgrad gewährleistet werden, das heißt, eine Verunreinigung mit färbendem Metallabrieb aus Mühlenpanzerung und Mahlkörpern ist auszuschließen. In diesem Fall kommen vorzugsweise Mahlelemente zum Einsatz, deren Abrieb im Mahlprodukt nicht oder nur wenig stört. In den meisten Fällen ist dies hochfeste Spezialkeramik, meist auf  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Basis. Mühlenauskleidungen aus diesem Material werden bisher vorwiegend als Glatt- und Hubpanzerung ohne bzw. mit gering profilierten und abgerundeten Hubelementen ausgeführt. Stärker profilierte Panzerungen wurden vermieden, da das keramische Material hier zu erhöhten Verschleiß und an Kanten sogar zu Abplatzungen neigt. Klassierpanzerungen aus Keramik sind daher bislang nicht im Einsatz.

Zielstellung eines Forschungsprojektes der UVR-FIA GmbH war es, die energetischen und verfahrenstechnischen Vorteile von Klassierpanzerungen auch für die Fein- und Feinstmahlung von hochwertigen, reinen Spezialprodukten zu nutzen.

In enger Zusammenarbeit mit der Fa. CeramTec-ETEC GmbH wurde eine klassierende Panzerung aus Aluminiumoxid entwickelt und in einer halbtechnischen Trommelmühle (Durchmesser 0,71 x Länge 2,0 m) getestet. Es wurden umfangreiche Mahlversuche mit Quarzsand und Kalkstein durchgeführt, in denen die axiale Mahlkugelverteilung, die Korngrößenverteilung entlang der Mahlbahn und der Mahlprodukte sowie der spezifische Energiebedarf ermittelt wurden. Variiert wurden dabei der Durchsatz, die Mühlendrehzahl und die Mahlkörperfüllungsgrad.

Die neu entwickelte Panzerung zeigte eine sehr gute Klassierwirkung mit Keramikmahlkugeln. In Vergleichsversuchen mit herkömmlichen nicht klassierenden Panzerungen konnte nachgewiesen werden, dass dadurch der Durchsatz um bis zu

9 % gesteigert oder bis 15 % Energie eingespart werden können. Damit werden ähnliche Vorteile erzielt wie mit Klassierpanzerungen aus Stahl.

Anhand einer Kosten – Nutzen – Rechnung wurde gezeigt, dass ein wirtschaftlicher Einsatz vor allem bei abrasiven, schwer mahlbaren Einsatzmaterialien möglich ist.

Die Untersuchungen wurden durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des Programms INNO-WATT gefördert.

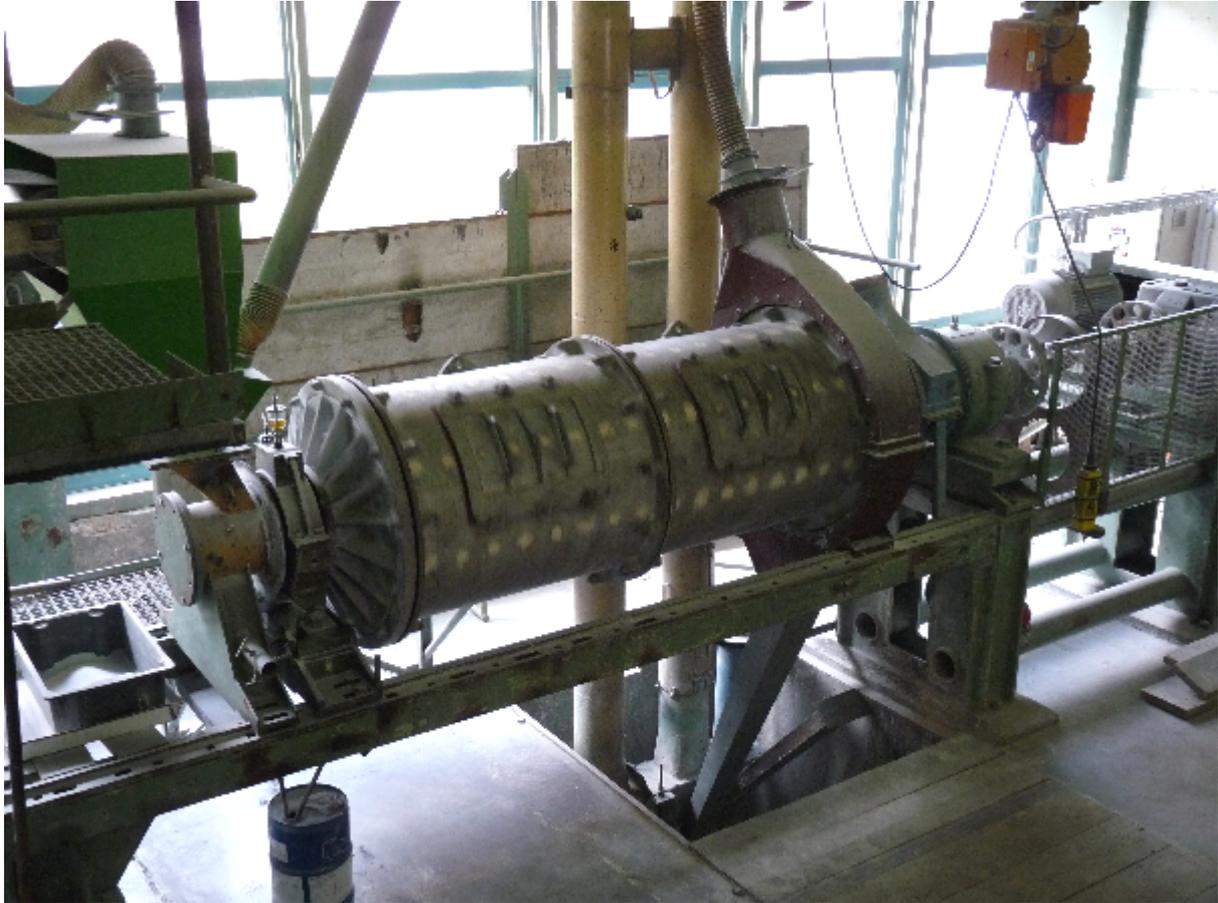


Bild 1: Technikumsmahlanlage mit 0,71 m Mühlendurchmesser und 2,0 m Mahlbahnlänge

## Die Stempelpresse als Scale-up Grundlage für moderne Gutbettwalzenmühlen?

Dipl.-Ing. Felix Heinicke  
Polysius AG

Gutbettwalzenmühlen, auch Walzenpressen genannt, erlangen seit ihrer industriellen Einführung im Jahr 1985 immer mehr an Bedeutung im Bereich der Zerkleinerungsprozesse. In Hinblick auf die ökonomischen und ökologischen Aspekte macht diese Mahltechnik Einsparungen von bis zu 50 % gegenüber konventionellen Zerkleinerungsverfahren (Kugel- und SAG-Mühlen) möglich. Durch Entwicklungen auf dem Gebiet des Verschleißschutzes eröffneten sich weitere Anwendungsgebiete im Bereich der Aufbereitungsindustrie für Hartgesteine wie z.B. Kupfer-, Platin- und Eisenerze.

Die derzeit größten Maschinen verarbeiten bis zu 3000 t/h bei 6000 kW installierter Leistung. Standard ist, die Vorhersagen in Bezug auf erreichbare Korngrößenverteilungen, Durchsatz, Verschleiß etc. anhand von halbtechnischen Versuchen zu treffen. Limitierend dabei die verfügbare Probenmasse, u. a. wegen der Kosten für die Gewinnung von Bohrkernen bei Neuanlagen.

Durch die vielen Grundlagenforschungen mit Stempelpressen zur Gutbettzerkleinerung ist die Wirkung der wesentlichen Parameter wie Pressdruck, Feuchte, Beanspruchungsgeometrie, etc. im wesentlichen als gesichert angesehen. Fraglich bleibt, in wie weit eine Übertragbarkeit des Stempelpressprozesses auf moderne Gutbettwalzenmühlen mit Durchmessern bis zu 2,4 m möglich ist und bleibt.

Der Vortrag stellt neben dem Stand der Technik für Gutbettwalzenmühlen der Firma Polysius Versuchsergebnisse aus Stempelpressuntersuchungen dar. Betrachtet werden weiterhin das Scale-up auf halbtechnische Anlagen und die damit verbundenen Erkenntnisse bei einer Übertragung auf große Industriemaschinen.



???



## Aufbereitungstechnik für kleinste Produktmengen in Forschung und Labor

**Dr.- Ing. Jürgen Stein**

Hosokawa Alpine AG, Augsburg

Bereits in der Forschung und Produktentwicklung werden die Weichen für spätere Fertigungsverfahren gestellt. Ein in der Entwicklung festgelegter Aufbereitungsprozess wird mit großer Wahrscheinlichkeit auch als Produktionsverfahren eingesetzt. Es ist daher hilfreich, bereits in der frühesten Phase einer Produktentwicklung die entsprechenden Maschinen im Entwicklungslabor verfügbar zu haben.

Der Trend geht außerdem immer mehr zu sehr teuren Materialien z.B. im Bereich der Nano-Technik, der Pharmazie und der Spezialitätenchemie; dem Forscher stehen dort in seinen Versuchsreihen keine großen Produktmengen zur Verfügung. Auch werden oft zahlreiche Produktmuster mit kleinen Variationen getestet, auch dadurch reduziert sich die für jede Produktvariante verfügbare Materialmenge. Für einen Versuch auf den üblichen Labormaschinen werden in der Regel einige hundert Gramm bis zu mehreren Kilogramm eines Materials benötigt, was unter den oben genannten Umständen nicht praktikabel ist.

Mit der Entwicklung der "Alpine Picoline" sind nun auch Maschinen einer sehr kleinen Baugröße für Batches von unter 1 Gramm bis zu mehreren Gramm auf dem Markt verfügbar. Die Serie umfasst neun Einzelmaschinen zum Feinmahlen, Sichten oder Mischen von Pulvern und Suspensionen. Diese Maschinen sind alle aus den bekannten Baureihen der Produktionsanlagen abgeleitet. Das verfahrenstechnische Design und die Arbeitsweise der Pico-Maschinen entsprechen ihrem großen Pendant. Man erhält daher eine recht hohe Sicherheit, dass sich ein so entwickeltes Herstellungsverfahren später auch auf den Produktionsmaßstab übertragen lässt.



Auf einer für alle Maschinen einheitlichen Plattform können Strahlmühlen, Prallmühlen, Rührwerksmühlen, Sichter und Mischer austauschbar adaptiert werden. Alle Bauteile sind einfach und schnell zerlegbar, die guten Reinigungsmöglichkeiten erlauben einen Einsatz in sauberer Umgebung. Alle Versorgungseinrichtungen und eine moderne Touch-Panel-Bedienung sind in der Plattform integriert.

Anwendung finden die Kleinstmaschinen in Forschungsinstituten sowie Entwicklungsabteilungen von Unternehmen in folgenden industriellen Betätigungsfeldern: Pharma, Chemie, Kunststoffe, Keramik, Brennstoffzellen, Batterien, Nanotechnik, Funktionswerkstoffe.

## **Alkalische Aktivierung von Bentoniten – Korrelation von anwendungstechnischen Eigenschaften und der Aktivierungskurve**

**Dipl.-Ing. Karl-Heinz Ohrdorf<sup>1</sup> und Prof. Dr.-Ing. Helmut Flachberger<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>I.B.O. Ingenieurbüro für Bentonit-Technologie, Wiesbaden

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Montanuniversität Leoben

Im vergangenen Jahr wurden die Ergebnisse umfangreicher Untersuchungsreihen zur Auffindung des Aktivierungsoptimums mittels einer speziellen Form der Fließgrenzenmessung von Bentonitsuspensionen vorgestellt. Dabei wurde – ausgehend von der 1. Hypothese, dass das Fließgrenzenmaximum einer Lagerstätte mit dem Aktivierungsoptimum gleichzusetzen ist – der Beweis dafür durch Untersuchungen an sechs verschiedenen Lagerstätten der Hauptförderregionen Bayern (D), Milos (GR) und Sardinien (I) erbracht.

Die darauf aufbauenden und im Rahmen der heurigen Tagung vorzustellende 2. Hypothese geht von der Vorstellung aus, dass die anwendungstechnisch relevanten Eigenschaften von Bentoniten mit dem Grad der Desagglomeration der Montmorillonitkristalle direkt korrelieren und erst bei Erreichen des Aktivierungsoptimums eine vollständige Desagglomeration möglich ist. Eine Unteraktivierung sollte sich daher in vergleichbar geringeren Produkteigenschaften ausdrücken. Auf Grund von pH-Wert abhängigen Änderungen der elektrischen Ladungen der Kristallkanten sollten sich die Eigenschaften auch bei einer Überaktivierung dem Grunde nach ebenfalls negativ auswirken.

Gemäß den Hauptanwendungsgebieten von aktivierten Bentoniten in Europa wurden die Eigenschaften am allgemeinen Kriterium des Quellvolumens und von Gießerei- sowie Bohrbentoniten im Sinne der Verifizierung der 2. Hypothese mit praxisnahen Prüfmethode untersucht und die sich aus der neuen Aktivierungstechnik ergebenden Vorteile bei den industriellen Anwendern evaluiert.

## Biokoagulation - Bildungsmechanismen und Anwendungsmöglichkeiten in der Mineral-Biotechnologie

Prof. Dr.-Ing. habil. Halit Ziya Kuyumcu

FG Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitung, Technische Universität Berlin

Vielfältige Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und gelösten und festdispersen Phasen bilden interessante biotechnologische Ansätze für Stoffwandlungsprozesse in der Mineralaufbereitung.

Die Wechselwirkungen zwischen gelösten Stoffen, z.B. Metallionen und Mikroben als Biosorption und Bioakkumulation sind zwecks Stofftrennungen bzw. – anreicherungen aus Lösungen heraus seit längerem Gegenstand umfangreicher Forschungen und zunehmend auch der praktischen Anwendungen.

Dagegen sind die Wechselwirkungsmechanismen zwischen festen Mikropartikeln < 10 µm, beispielsweise metallhaltiger Minerale und Mikroorganismen noch wenig erforscht. Gerade dieser auf Adhäsion zwischen Feststoffpartikeln und Mikroben beruhende Mechanismus der Biokoagulation weist hohes Anwendungspotential auf. Dessen wissenschaftliche Durchdringung begründet ein spezielles aufbereitungstechnisches Forschungsgebiet als „Mineral-Biotechnologie disperser Systeme“.

Das Fachgebiet Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitung an der Technischen Universität Berlin hat sich mit dem Thema Biokoagulation am umfangreichen Europäischen Forschungsverbund „Biomine – Biotechnologies for metal bearing materials in Europa“ in 2005 bis 2008 beteiligt. Die dabei erarbeiteten Ergebnisse geben derzeitigen Stand der Forschung wieder.

In dem angekündigten Beitrag soll nach einem Überblick über die Stellung der Biokoagulation und ihrer Bildungsbedingungen Ergebnisse aus experimenteller Arbeit mit Erzmineralen wie *Galenit* und *Sphalerit* in Wechselwirkung mit Hefezellen *Yarrowia lipolytica* und *Saccharomyces cerevisiae* vorgestellt werden.

Es soll gezeigt werden, dass Biokoagulation zwischen Mineralpartikeln und Hefezellen möglich ist und dieser Prozess selektiv gestaltet werden kann. Daraus kann ein Sortierprozess für Anwendungen im Bereich < 10 µm konzipiert werden.

Durch Laborergebnisse konnte die Arbeitshypothese bestätigt werden.

## **Neuer Trend in der Aufbereitung mineralischer Primärrohstoffe mittels sensorgestützter Sortierung**

**Dipl.-Ing. Matthias Moritz**

CommoDaS Mining GmbH Wedel/Hamburg

Der ersten sensorgestützten Sortiermaschinen wurden von CommoDaS 1993 zur automatisch Trennung von Kalziumkarbonat von Bergegesteinen zur Erzeugung eines qualitativ hochwertigen Produkts installiert. Heute wird diese Technologie in verschiedenen Gebieten der Mineralindustrie mit ungefähr 100 Sortiermaschinen angewandt. Die Fa. CommoDaS bietet sensorgestützte Sortiermaschinen für einen breiten Teilchengrößenbereich von 1 mm bis 300 mm mit Partikelmassen bis zu 30 kg an.

Sensorgestützte Sortiermaschinen können Material trennen, das nicht durch traditionelle Methoden zu behandeln ist. In vielen Fällen sind dabei die Kosten weit geringer als mit anderen traditionellen Vorkonzentrieremethoden. Sensorgestützte Sortiermaschinen können untertage vor eingesetzt werden. Andere Sortiermaschinen-Typen können direkt nach primärem, sekundärem oder tertiärem Brechen vor dem Mahlen installiert werden.

Im Allgemeinen kann durch das Vorkonzentrieren ein großer ökonomischer Nutzen bei der Aufbereitung erzielt werden. Um eine Tonne Berge abzutrennen braucht eine sensorgestützte Sortiermaschine nur ein Zehntel der Energie, die notwendig ist, für die Zerkleinerung auf Flotationskorngröße und das Flotieren dieser Tonne Material. Vor-Konzentration mit sensorgestützter Sortierung bewirkt:

- Erniedrigung der Kosten der Mineralaufbereitung durch:
  - Reduzierung des Energieverbrauchs und der Transportkosten,
  - Verbesserung der Qualität und Vergrößern der Ausbeute,
  - Minimierung der Aufwendungen für Brechen und Mahlen,
  - reduzierte Verwendung chemischer Substanzen
- bessere Nutzung geringwertiger Ressourcen und damit Verlängerung der Lebensdauer des Bergwerks
- Verringerung von Umwelt Wirkungen der Bergehalden.

Der Vortrag informiert über sensorgestütztes Sortieren von Systemen, mit optischen, Röntgenstrahl- und NE-Metall-Sensoren. Als Beispiel werden einige Anwendungen präsentiert:

- Das Sortieren von Cu-Oxid-Erz von Berggestein mit optischen Sortierer
- Gewinnung von Cu-Metall aus einer Cu-Schlacke mittels Röntgen-Transmission
- Gewinnung von Edelstahl aus Abfallschlacke mit NE-Metall-Sensor.

Gute Ergebnisse wurden erreicht durch Vorkonzentrieren von Basismetallen (Mangan, Nickel, Zink), Edelmetallen (Gold und PGM), Industrie-Mineralien (Kalkstein, Calcite). Die neue Röntgenstrahl-Technologie erlaubt eine trockene Verarbeitung von Kohle, indem Berge abgetrennt werden. Das riesige Potential für sensorgestützte Sortierung ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Zunehmende Preise für Rohstoffe und strengere Umwelt-Regulierungen sind die Triebkräfte für das Einführen von neuen Technologien. Um aber weitere Erfolge zu erreichen ist es erforderlich, dass Bergbau- und Verarbeitungsfirmen bereit sind, die neuen Technologien zu unterstützen und in Pilot-Projekte zu investieren.

## **Der Aufbereitungsbetrieb des Ilmenitbergwerks Titania A/S Norwegen**

**Dr.-Ing. Wolfgang Schubert**

Titania A/S, Hauge i Dalane Norwegen

Das Tellnes-Vorkommen wurde 1954 durch geophysikalische Messungen vom Flugzeug aus in der Nähe des Jøssingfjords entdeckt. Die Länge des Erzfeldes beträgt ca. 2,7 km und die Probebohrungen bestätigten ein Vorkommen von mehr als 300 Mill. Tonnen Ilmeniterz. Es ist damit einer der größten Lagerstätten an Titaneisenstein in Europa. Im Oktober 1960, nach 3-jähriger Bauzeit, starteten der Abbau im Tagebau sowie der Aufbereitungsbetrieb.

Schon im Tagebau werden die verschiedenen Erzqualitäten entsprechend ihres Chrom- und Titangehaltes gemischt. Ein computergestütztes Datenanalysesystem ermöglicht eine vorausschauende und auf Kundenwünsche reagierende Abbautechnologie.

Das Aufbereitungsverfahren ist relativ komplex, da der Wertstoff Ilmenit fein verwachsen mit Feldspat, Pyroxen und Glimmer vorliegt. Das harte Erz erfordert eine vierstufige Zerkleinerung: Steilkegelbrecher - 2 Stufen Flachkegelbrecher - Kugelmühlen (nass) sowie eine Nachmahlung der nicht aufgeschlossenen Partikel. Die dabei erzielte Erzfeinheit liegt bei 80% <200 µm. Nach einer vorhergehenden Ausscheidung des magnetischen Magnetits wird die gröbere Erzfraktion >100 µm durch Dichtentrennung in Wendelscheidern in eine Wertstofffraktion (Ilmenit und Sulfide) und in eine Bergefraktion (Feldspat, Glimmer) getrennt. Die feinere Erzfraktion <100 µm wird nach vorhergehender Entschlammung bei 10 µm mit Tallöl und Parafin konditioniert und anschließend flotiert, wobei das Ilmenit im Schwimmprodukt ausgetragen wird.

Die Konzentrate werden gemeinsam durch eine 3 km lange Leitung zur Trocknungsanlage am Jøssingfjord gepumpt, wo durch Schwefelsäure der Apatit herausgelöst und anschließend die Sulfide ausflotiert werden. Entwässerung, Trocknung und Lagerung schließen das Verfahren ab. Als Nebenprodukte entstehen der Magnetit und Kupfer-, Nickel- und Kobaltsulfide. Ilmenit wird vorrangig zu den Pigmentwerken des Kronoskonzerns, Fredrikstad (Norwegen), Leverkusen und Nordenham (beide BRD) geliefert, woraus das weiße Farbpigment Titandioxid hergestellt wird. Ein anderer Teil geht zum Schmelzstandort Tyssedal (Norwegen).

Titania A/S präsentiert sich heutzutage als modernes Bergwerk, welches durch stetige Anpassung an den Stand der Technik seine Konkurrenzfähigkeit bewahrt hat.

## **Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch intelligente Verknüpfung moderner Abfallaufbereitungs- und Verwertungsprozesse mittels Nutzung hochaufbereiteter Sekundärrohstoffe in der Grundstoff- und Energiewirtschaft**

**Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann**

TU Clausthal Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik

Durch eine effiziente Verwertung von Abfällen können über die gesamte Wirtschaftskette große Mengen primärer Rohstoffe und Energieträger eingespart werden. Intelligente Steuerung von Stoffströmen, differenzierte Aufbereitung von Abfällen und optimale Nutzung erzeugter Sekundärrohstoffe bergen auch ein erhebliches Potential zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

Der Paradigmenwechsel, Abfälle nicht mehr nur aus der Entsorgungs- sondern verstärkt aus der Rohstoff-Versorgungssicht zu sehen führt zu neuen Einsichten. Erste Ansätze einer neuen Art „Lagerstättenkunde der anthropogenen Lagerstätten“ ermöglichen im Verbund mit der Adaption klassischer Aufbereitungsverfahren an Abfallströme sowie der Ausweitung geeigneter Absatzkanäle für die erzeugten Sekundärrohstoffe technisch, wirtschaftlich und ökologisch tragfähige Lösungen.

Beispielhaft werden in dem Vortrag die Entwicklungen von Verwertungsstrukturen für Altfahrzeuge, Elektroschrotte und Verpackungsabfälle hin zur Erzeugung und Nutzung hochaufbereiteter Kunststoff- und Faserfraktionen dargestellt. Kunststoff-Granulate und -Agglomerate mit Qualitäten, die einen Einsatz als Sekundärreduktionsmittel im Hochofenprozess erlauben lassen sich aus bisher unzureichend separierten Abfällen gewinnen und entlasten dabei durch Abtrennung heizwertreicher Fraktionen effiziente Müllheizkraftwerke. Ähnliche hohe Effekte lassen sich bei der Substitution primärer Entwässerungshilfsmittel durch abfall-abgeleitete Faserfraktionen bei der Entwässerung und energetischen Verwertung von Klärschlämmen erreichen.

Basierend auf der industriellen Umsetzung effizienter Technologien lassen sich erste quantifizierbare Aussagen zum Einsparungspotential von CO<sub>2</sub> machen.

## **Bewährte Technik in neuer Verfahrensanwendung**

**Ansilla Bayha, Dr. Jörg Woidasky, Dipl.-Ing. Andreas Stolzenberg**

Fraunhofer ICT Pfinztal

Basis sämtlicher etablierter Aufbereitungsverfahren für Kunststoffabfälle sind Prozesse und Verfahren, die ursprünglich aus der Mineralaufbereitung stammen und durch Maschinen- und Prozessdesign an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst wurden.

Die Grundlage aller Sortierungen, die Handklaubung, wurde Ende der 80iger Jahren auf die Sortierung von Abfallströmen übertragen. Heute haben Anreicherungsstufen auf Basis NIR Spektroskopie diese Aufgabe weitestgehend übernommen; trotz allem bleibt die Handklaubung zur Erreichung bestimmter Qualitäten im Bereich der Sortierung LVP unerlässlich und gilt für den im folgenden behandelten Massenstrom, MISCHPET Fraktion 325.

PET hat in vielen Anwendungen andere Polymere verdrängt und ist neben den Polyolefinen einer der wesentlichsten Polymere im Bereich der Haushaltsverpackungen geworden. Warum gerade PET diesen Siegeszug erfahren hat, wird im Weiteren dargestellt.

Fraunhofer ICT hat im Rahmen eines F&E-Verbundforschungsvorhaben einen Verfahrensstammbaum entwickelt und durch technische Umsetzung im 10 t Maßstab auch die Funktionalität nachgewiesen.

Der Verfahrensstammbaum besteht aus den Stufen Materialaufschluss, mehrstufige Sortierungen trocken- und nassmechanischer Art, Wäsche und mehrstufiger Entwässerung.

Im Weiteren ist das Verfahren 2-stufig aufgebaut. Das technisch sortenreine PET-Flake wird unter Zugabe eines ausgewählten Additivpaketes compoundingiert und schmelzegefiltert. Im nachfolgenden Schritt erfolgt die Weiterverarbeitung des Compounds zu Spritzgussteilen; entsprechende Beispiele werden vorgestellt. Hervorzuheben ist, dass in den vorgestellten Anwendungen Primärware im Verhältnis 1:1 ausgetauscht wurde.

Die an den Bauteilen ermittelten Werkstoffkennwerte erlauben einen großflächigen Einsatz und Verwendung des Materials.

## **Möglichkeiten zur experimentellen Analytik von Ersatzbrennstoffen mittels Pressbohrmethode**

**Prof. Dr.-Ing. Sylvia Schade-Dannewitz, Dr. rer. nat. Jürgen Poerschke,  
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Döring**

Fachhochschule Nordhausen, Studiengang Umwelt- und Recyclingtechnik

An der Fachhochschule Nordhausen wurde eine neue Methode zur Probenentnahme für Ersatzbrennstoffe zur Gewinnung von Labor- und Analysenproben entwickelt, die sogenannte „Pressbohrmethode“. Es konnte nachgewiesen werden, dass der Fehler im Prozess der Probenahme im Vergleich zu den bisherigen Standardmethoden für Ersatzbrennstoffe deutlich geringer ist. Die Entwicklung der Pressbohrmethode basiert auf der Grundidee der Komprimierung des Probematerials in einer geometrisch definierten Form [1]. Neu ist der Ansatz, die nachfolgende wahrscheinlichkeits-proportionale Probenentnahme mittels Bohrungen direkt aus dem verpressten Zustand vorzunehmen [2]. Im Vordergrund der Entwicklung steht die praxistaugliche Entnahme von Proben durch Bohrungen. Die Pressbohrmethode ist für Sekundärstoffe geringer Schüttdichte mit Korngrößen bis etwa 50 mm direkt (ohne Vorzerkleinerung) zur Gewinnung von Laborproben geeignet. Für eine lückenlose Anwendung der Pressbohrmethode ergänzt der so genannte Mini-P die Geometrie der Zylinder für die Probenentnahme. Der Mini-P ist zur Entnahme von Bohrgut von ca. 5 g zur Herstellung insbesondere der Analysenprobe konstruiert [3]. Bei Ersatzbrennstoffen mit höheren Wassergehalten ist die Abführung von Pressflüssigkeit durch die Art der Konstruktion des Presszylinders gewährleistet. Dies erlaubt neue Ansätze zur getrennten Analytik der festen und flüssigen Phase. Im Hinblick auf relevante Analyseparameter wie z.B. den Chlorgehalt werden im Vortrag Möglichkeiten zur experimentellen Analytik mittels Pressbohrmethode vorgestellt. Des Weiteren werden Untersuchungen zur Extraktion von EBS im Hinblick auf eine getrennte Analytik von organischen und anorganischen Chloranteilen diskutiert.

[1] ZWISELE, B.: Entwicklung einer neuen Probenahmemethode für heterogene Abfälle geringer Schüttdichte. Dissertation. TU Berlin. Rhombos Verlag, 2004, ISBN 3-937231-42-0

[2] SCHADE-DANNEWITZ, S.; POERSCHKE, J.: Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Analysenproben aus einem heterogenen Schüttgut geringer Dichte. Patent P 03772 DE, 2008

[3] SCHADE-DANNEWITZ, S.; POERSCHKE, J.; DÖRING, S.: Pressbohrmethode – eine Methode zur Entnahme von Analysenproben aus Ersatzbrennstoffen. Müllhandbuch Band 2 Juli 2009, Erich Schmidt Verlag

## Abfallaufbereitung und -Trennung mit dem Atritor-Scott Turboseparator und Mahltrocknungs- und Sichter­mü­hlen von Atritor, wenig bekannt in Deutschland

**Dipl.-Phys. Jörg Bold**

Bold-Technoconsult Kaiserslautern

### - Abfallaufbereitung und -Trennung mit dem Atritor-Scott Turboseparator

Der Turboseparator ist ein Gerät welches es erlaubt ein Gemisch von verschiedenen Stoffen zu trennen. Trennkriterien sind Größe, Härte, Textur, Dichte Aggregatzustand u.ä. Seine besondere Stärke liegt in der Trennung von Verpackungen vom Inhalt.

Als Einsatzgebiet bietet sich deshalb besonders die Entsorgung und Verwertung von abgelaufenen Lebensmitteln an. So können sie Inhalte in einen Biogas Digester verwertet oder zu Tierfutter verarbeitet werden. Die Verpackungen sind oftmals Wertstoffe z. B. Metall von Dosen, PET von Flaschen u.a.

Der Turboseparator besteht aus einer mit Mahlwerkzeugen und Paddeln bestückten Achse, die sich in einem horizontalen Rohr dreht. Das Rohr ist in oberen Teil mit Mahlstangen und im unteren Teil mit Siebböden versehen.

Über die Drehzahl, die Bestückung mit Werkzeugen, den Abstand Werkzeug-Mahlbahn, die Zahl, Größe und Stellung der Paddel sowie die Auslegung der Siebböden kann die Wirkung für eine bestimmte Aufgabe optimiert werden.

Typische Anwendungen sind: Entpacken von: Brot, Cerealien, Gemüse, Fleischprodukte, Getränke, Dosen, Zigaretten, Fertiggerichte, und vieles andere mehr.

Es gibt aber auch Anwendungen zum Recycling von Baustoffen, z.B. Gipskartonplatte, glasfaserverstärkte Kunststoffpaneele, Rückstände aus der Papierindustrie. Im non-food Bereich ist sicher noch ein weites Feld für weitere Anwendungen.

der Bereich Abfallbehandlung wird bei Atritor ergänzt durch den Turbotrockner, der zur Schnell­troch­nung von Schläm­men geeignet ist.

Atritor betreibt in Coventry eine Versuchsanlage mit einem full-scale Turboseparator.

### - Mahltrocknungs- und Sichter­mü­hlen von Atritor, wenig bekannt in Deutschland.

Als die Atritor Kohlemühle in den 30er des letzten Jahrhunderts von der Alfred Herbert Machine Tool Company angeboten, wurde sie schnell zu einer der beliebtesten Mühlen für diesen Zweck. Sie erlaubte feuchten Kohlegries in einem Arbeitsgang zu Trocknen, zu vermahlen und direkt in die Feuerung zu blasen.

1983 musste die Firma aufgeben, da sie der Konkurrenz aus Japan und Deutschland bei den Werkzeugmaschinen nicht mehr gewachsen war. Die Mühlenabteilung wurde von Herrn Sebastian Rosin (Sohn des bekannten Rosin vom RRS Diagramm) übernommen. Er erkannte das Potential des einzigartigen Konzeptes. Der Name der Mühle wurde für die neue Firma gewählt. Die Mühle wurde weiterentwickelt.

Heute bietet Atritor Ltd. eine Reihe von verschiedenen Mühlen an. Alle sind Luftstrommühlen mit oder ohne Trocknungsfunktion mit oder ohne Sichterfunktion.

Hier sollen die verschiedenen Mühltypen mit ihren typischen Anwendungen vorgestellt werden. Dabei wird besonders Augenmerk gelegt auf den Atritor Mahltrockner der ein einmaliges Konzept verwirklicht. Er vereint Trocknen, Vorbrechen, Feinmahlen und Sichten in einem einzigen Gerät. Die Funktionen sind weitgehend unabhängig voneinander steuerbar.

Vorbrechen und aktives Sichten sind Optionen.

Die Atritor Mahltrocknungsmühle verträgt Produkte bis zu einer Mohshärte von ca. 4,5. Darüber hinaus wird Verschleiß ein Problem. Der Mahltrockner kann auch Explosions-gefährdete Produkte trocknen indem durch gezieltes im Kreis führen der Luft der Sauerstoffgehalt im Trockner stark reduziert wird. Klebrige Produkte können durch einen Rückmischungskreislauf geführt werden.

Typische Anwendungen: PCC, Bentonit, aktivierter Bentonit, Talk, Graphit, Gips, Klärschlamm, Industrieschlamm, Papierrückstände, Stärke, Kaffeesatz, Kakao, Farben, Pigmente, Eisenoxide, Holzpulpe, Celluloseacetat, Kohle, Petrolkoks, Kaolin, Kalkstein, Kreide, Dolomit, Branntkalk, Baryt, Flussspat.

Zwei der anderen Mühlentypen werden ebenfalls kurz besprochen: „Cellmill“ eine Wirbelstrommühle, „DCM“ eine Dynamische Sichtertermühle.

Atritor betreibt in Coventry eine Versuchsanlage mit allen beschriebenen Mühlentypen.

## **Aufbereitung von nachwachsenden Rohstoffen**

**Prof. Dr. Ulrich Teipel, H. Winter**

Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg, Mechanische  
Verfahrenstechnik/Partikeltechnologie

**G. Unkelbach, R. Schweppe**

Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) Pfinztal

Nachwachsende Rohstoffe werden derzeit insbesondere zur Erzeugung von Energie eingesetzt. Durch die Entwicklung innovativer Technologien sollen nachwachsende Rohstoffe in Zukunft auch für die Herstellung von speziellen Materialien, Feinchemikalien oder chemischer Vorprodukte Anwendung finden. Für beide Anwendungsgebiete und Technologien ist die Steigerung der Rohstoffeffizienz von besonderer Bedeutung. Eine Produktgruppe die zukünftig immer mehr Bedeutung gewinnt, sind lignocellulosehaltige Rohstoffe, die insbesondere zur Gewinnung von Zellstoff eingesetzt werden. Hier ist nur die enthaltene Cellulose von Interesse. Die weiteren Hauptbestandteile -Hemicellulose und Lignin- bleiben oft ungenutzt.

Holz ist einer der wichtigsten in Deutschland vorkommenden lignocellulosehaltigen Rohstoffe. Er besteht je nach Holzart aus ca. 40 - 50 % Cellulose, 20 – 30 % Hemicellulose, 20 – 30 % Lignin und 2 – 6 % weiteren Inhaltsstoffen. Um diese Bestandteile technisch nutzbar zu machen, sind neue innovative Systemlösungen erforderlich. Zu Beginn dieser neuen Prozesstechnologien ist auf jeden Fall eine speziell entwickelte Aufbereitungstechnik erforderlich, so dass eine signifikante Verbesserungen der nachfolgenden Stoffumwandlungsprozesse (chemisch oder biotechnologisch) zu erwarten ist. Dies führt zu einer deutlichen Steigerung der Rohstoffeffizienz. Möglicherweise können durch den Aufbereitungsprozess z. B. Strukturänderungen des Lignins erzielt werden, so dass in den folgenden Prozessschritten eine Erhöhung des Umsatzes ermöglicht wird, oder der Aufschluss des Materials verbessert sich drastisch, so dass eine vollständige Nutzung wirtschaftlich wird. Im Rahmen dieses Beitrags wird die Aufbereitung von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel von Holz durch verschiedene Zerkleinerungsprozesse vorgestellt und diskutiert.

## Aufschließen von Shredder Leicht durch eine kombinierte Zerkleinerung

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Hein  
BHS Sonthofen

### Problematik der Shredder- Leicht Aufbereitung

Wenn man von Shredder-Leicht Aufbereitung spricht, dann ist dies ein recht vielfältiges Thema. Je nachdem wie der Prozess am Großshredder durchgeführt wird, ändert sich die Zusammensetzung und somit die Eigenschaften des Shredder-Leicht Materials. Art des Inputmaterials, Shreddertyp, Füllgrad des Shredders und auch Intensität der Absaugung sind nur einige wichtige Indikatoren, welche die Zusammensetzung der SLF beeinflussen. Somit sind wichtige SLF-Parameter wie z.B. Schüttdichte, TOC-Gehalt (organischer Kohlenstoff), Feuchtigkeit und Schwermetallbelastung im Zeitablauf sehr unterschiedlich. Zusammenfassend kann man sagen, dass SLF als ein sehr inhomogenes Material anzusehen ist und somit die Aufbereitung entsprechend flexibel gestaltet werden muss.

### Vorteile einer weiteren Zerkleinerung

Es hat sich gezeigt, dass eine Sortierung ohne vorherige mechanische Beanspruchung nicht zum gewünschten Ergebnis geführt hat. Speziell das feinkörnige bis staubige Material hat eine hohe Affinität, sich in Schaumstoff fest zu setzen oder an Plastik oder Metall anzuhafte. Somit ist es äußerst schwierig mit einer alleinigen Siebung, Sichtung und Separierung diese Haftgrenzen zu lösen.

Dies hat zur Folge dass die Trennaggregate nicht optimal auf das inhomogene Material adaptiert werden können und dies Einbußen bei den Produktqualitäten und den Rückgewinnungsquoten nach sich zieht.

Vorrangiges Ziel der Zerkleinerungstechniken bei der Aufbereitung von SLF ist die Herstellung sortier- und klassierfähiger Zwischenprodukte. Eine kombinierte Zerkleinerung von Prall, Schlag und Scheerkräften ermöglicht es das inhomogene SLF Gemisch zu entzerren und zu homogenisieren.

Ein weiterer Vorteil der bei der Zerkleinerung genützt wird, ist die Ausnutzung des selektiven Zerkleinerungsverhaltens, was sich positiv auf die weitere Aufbereitung auswirkt. Durch diese Änderung der Kornform (je nach Materialtyp), eröffnen sich neue Möglichkeiten bei der Separierung und Sortierung. Je nach Sortiertiefe entstehen somit verschiedene Endfraktionen, die jeweils definierte und weitgehend homogene Eigenschaften aufweisen.



Siebfraction ohne Zerkleinerung



aufgeschlossene Siebfraction  
mit Rotorshredder

## Neue Einsatzgebiete für den Universal-Querstromzerspaner QZ beim Recycling

Dr. Siegmар Schäfer, Dipl.-Ing. Andre Schäfer

MeWa Recycling Maschinen und Anlagenbau GmbH, Niederlassung Freiberg

Mit der Entwicklung des patentierten Universal-Querstromzerspaners UNI-CUT® QZ konnte auf dem Gebiet des Wertstoffrecyclings eine neue, vom Prinzip her einfache und hinsichtlich des Aufbereitungsergebnisses äußerst effektive Recyclingtechnik zur Verfügung gestellt werden.

In der ersten Phase des QZ-Einsatzes gelang es, das Recycling der Kühlgeräte bei Einhaltung höchster Umweltstandards zu revolutionieren. Durch die nur einstufige Zerlegung werden hochwertige Metallfraktionen und eine weiterverarbeitbare Kunststoff-Fraktion erzeugt. Das für die Umwelt problematische FCKW kann man bis auf Restgehalte  $< 0,2\%$  aus dem PUR-Schaum separieren und zurückgewinnen.

Bild 1 zeigt einen Universal-Querstromzerspaner der Serie UNI-CUT® QZ, der durch eine kompakte Bauweise gekennzeichnet ist und mit Arbeitsraumdurchmessern von 900 bis 2500 mm sowie Antriebsnennleistungen von 55 bis 315 kW hergestellt wird.



Bild 1: Universal-Querstromzerspaner Serie UNI-CUT® QZ

Kennzeichnend für das Wirkprinzip des Querstromzerspaners ist der Energieeintrag durch flexible drehende Werkzeuge bzw. Arbeitsorgane, die das Aufgabegut beschleunigen und eine spezielle Gutbewegung im zylinderförmigen Arbeitsraum erzeugen.

Im Bild 2 ist das Arbeitsorgan bzw. Beschleunigungselement des QZ in der Grundform dargestellt.



Bild 2: QZ-Arbeitsorgan bzw. Beschleunigungselement – Grundform

Der Aufschluss von Verbunden erfolgt ganz wesentlich durch Stossvorgänge zwischen den Gutpartikeln. Die sich innerhalb des QZ einstellende Gutbewegung vollzieht sich auf Bahnen, welche durch Variation der Beanspruchungsgeschwindigkeit beeinflussbar sind. Unterschiedliche Eigenschaften der Gutkomponenten können gezielt zur Erreichung des Aufbereitungsergebnisses genutzt werden. Dabei bestimmen die Betriebsart der Maschine (Chargen- oder Durchlassbetrieb), die Rotordrehzahl und die Verweildauer des Gutes im Arbeitsraum die Form und Stückgröße sowie den Aufschlussgrad des Endproduktes.

Eine zweite Phase des QZ-Einsatzes war gekennzeichnet durch die Anwendung dieses Aggregates bei der Aufbereitung von Elektro- und Elektronikschrott. Hier wurde die schonende Zerlegung des Aufgabegutes mit nur einer Maschine möglich. Die in den Anlagen durch spezielle Sortierstufen und Trennprozesse hergestellten Wertstoff-Fractionen lassen sich gewinnbringend vermarkten.

Die dritte Etappe der Nutzung des Querstromzerspaners, die auch als Phase der Intensivierung des QZ-Einsatzes bezeichnet werden kann, ist vor allem durch die gezielte Suche und Erschließung neuer Einsatzgebiete gekennzeichnet. Auf der Grundlage umfangreicher Versuchsserien und gezielter verfahrenstechnischer Untersuchungen konnten als neue Einsatzgebiete für den Querstromzerspaner beim Recycling gefunden werden:

- Aufbereitung von Metall-Kunststoff-Fractionen aus MBA und EBS-Anlagen,
- Reinigung der Stahl- und NE-Metallschrotte aus Verbrennungsanlagen,
- Aufbereitung von Dosenschrott aus dem DSD,
- Trennung von Verbunden aus Altholz/Metall,
- Aufschluss von Wertstoff-Fractionen aus der Altautoaufbereitung (Katalysatoren, Metall-Kunststoff-Verbunde) und anderer Abfallfraktionen sowie
- Optimierung der Aufbereitung von Bioabfällen und nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro) im Vorfeld von Biogasanlagen.

Im Vortrag wird speziell auf die Nutzung des QZ bei der Aufbereitung von Metall-Kunststoff-Fractionen und der optimierten Aufbereitung von Bioabfällen und Nawaro für Biogasanlagen eingegangen.

Die Metall-Kunststoff-Fractionen, die in Recyclinganlagen sehr häufig bei der Prozessstufe Metallabscheidung aufgrund des noch nicht ausreichenden Aufchlusses der vorhandenen Gutkomponenten entstehen, besitzen Metallgehalte von ca. 30 bis 60 %. Durch Verarbeitung im QZ und individuelle Maschinen- und Anlagenlösungen werden aus diesen Abfallfraktionen vermarktungsfähige Schrotte erzeugt.

Erste Anwendungen des Querstromzerspanners bei der optimierten Aufbereitung von Biomasse im Vorfeld der Biogasanlagen haben im Ergebnis verbesserter Eigenschaften des im QZ aufbereiteten Gutes die Gasausbeute der Anlagen erhöht und die Palette verarbeitbarer Bioabfälle erweitert. Auf diesem speziellen Einsatzgebiet sind die Möglichkeiten der QZ-Nutzung noch lange nicht ausgeschöpft.

Zusammenfassend lassen sich die hauptsächlichen Vorteile des QZ-Einsatzes wie folgt charakterisieren:

- Beachtliche Palette von Einsatzmöglichkeiten für den QZ.
- Unempfindlichkeit gegenüber massiven Störstoffen im Aufgabegut.
- Niedrige spezifische Verschleißkosten.
- Einfacher und schneller Werkzeugwechsel.
- Schutzbegasung des Arbeitsraumes und damit Verarbeitung von Problemgut in inertisierter Atmosphäre realisierbar.
- Variation der maschinen- und verfahrenstechnischen Parameter der Gutverarbeitung sehr gut möglich.

## **Beitrag zur Auslegung von Trommelsiebmaschinen in der Abfallaufbereitung**

**Dipl. Ing. Thomas Krampitz<sup>1</sup>, Dr. Georg Timmel<sup>2</sup>, Dr. H.- Georg Jäckel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen

<sup>2</sup>REMONDIS Assets & Services Anlagentechnik, Lünen

Mit zunehmender Gewinnung von potentiellen Wertstoffen bei der Aufbereitung von Abfällen aus Gewerbeabfällen oder Leichtverpackungen (LVP) steigen die Anforderungen an die Aufbereitungsprozesse. Dabei nimmt die Bedeutung der Siebklassierung als vorbereitende Prozessstufe für die anschließende Sortierung weiter zu. Die Siebklassierung wird zunehmend zum Engpass in der Aufbereitung.

In den Aufbereitungsanlagen sind die Trommelsiebmaschinen Stand der Technik und gehören zum festen Bestandteil des Aufbereitungsverfahrens. Ein Ersatz durch Kreisschwingsiebmaschinen ist in den bestehenden Anlagen aus diversen Gründen nicht immer möglich. Daher wird eine Optimierung der bestehenden Maschinen angestrebt. Konstruktive Parameter wie die Trommellänge oder der Trommeldurchmesser sind dabei als gegeben anzunehmen.

Die bisherige Auslegung der Trommelsiebmaschinen orientiert sich an den Grundlagen der Mineralaufbereitung (z.B. nach Höffl). Zudem erfolgten je nach Hersteller verschiedene Modifikationen für Abfälle. Die zu verarbeitenden Stoffgemische weisen extreme granulometrische und stoffliche Eigenschaften auf. Als besonders siebschwierige Güter haben sich Stoffgemische mit Gehalten an Draht und nicht formstabilen Stoffen wie Folien oder Textilien gezeigt, die in Gewerbeabfällen oder Leichtverpackungen enthalten sind. Beim Siebprozess treten speziell in der rotierenden Siebtrommel immer wieder Störungen durch Erblindung der Siebfläche oder Knäulbildung auf. In deren Folge eine Reduktion des Trennerfolges oder der Verfügbarkeit zu verzeichnen ist. Die in den Aufbereitungsanlagen bisher eingesetzten und durch den Hersteller modifizierten Trommelsiebmaschinen zeigen in Abhängigkeit von den Betriebsparametern gute, zum Teil aber auch ungenügende Funktionstüchtigkeit.

In der Zusammenarbeit der TU Bergakademie Freiberg mit der Fa. Remondis/ Lünen wurden verschieden modifizierte Trommelsiebmaschinen unter Betriebsbedingungen untersucht. Parallel wurden Technikumsuntersuchungen durchgeführt. Für den Anlagenbetreiber wurden daraufhin Auslegungsgrundlagen und Betriebsbedingungen optimiert. Als Aufgabenstellung für das Projekt werden eine Reduktion des Feingutausbringens sowie eine Erhöhung der Verfügbarkeit angestrebt. Im Vortrag werden ausgewählte Ergebnisse zur Verbesserung des Betriebsregimes und damit zur Auslegung von Trommelsiebmaschinen im Betriebseinsatz am Beispiel der Klassierung siebschwieriger Abfälle (Gewerbeabfall, LVP) vorgestellt.

## Sortierung von Partikeln nach der Kornform

Dipl.-Ing. Martin Steuer, Dr.-Ing. Thomas Folgner

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen

### Einleitung

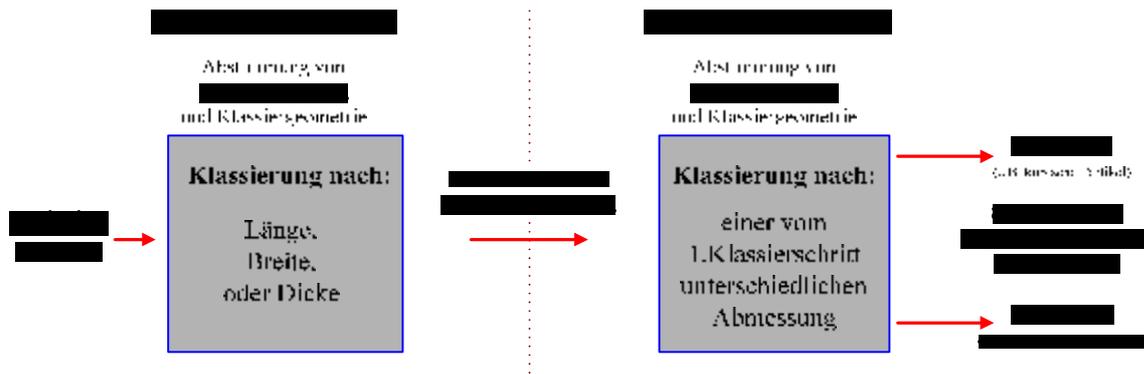
Die Kornform spielt in vielen Produktionsprozessen eine wichtige Rolle. Ob in der Steine-Erden-Industrie bei der Produktion von Edelsplitt oder im Stoffrecycling bei der Trennung von fehlförmigen Partikeln aus Produkten definierter Form (z.B. Aussortieren von Fehlstanzen). In vielen Bereichen gelten bezüglich der Kornform strenge Qualitätsanforderungen. Des Weiteren hängen viele Materialeigenschaften, wie z.B. die Förder- und Fließfähigkeit, die Durchströmbarkeit oder die Reaktionsfähigkeit u. a. von der Kornform ab. Im Bereich der Lebens- und Genussmittelindustrie spielt die „optische Schönheit“ von z.B. Getreidekörnern, Früchten oder anderen Nahrungsmitteln eine wichtige Rolle. Im nachfolgenden Artikel sollen daher Kornformdefinitionen, Messmethoden sowie ausgewählte Sortiermethoden vorgestellt werden. Am Institut für Aufbereitungsmaschinen der TU Bergakademie Freiberg wurden spezielle an der Entwicklung von Kornformsortiermethoden unter Verwendung geometrischer Trennmerkmale geforscht. Das innerhalb eines Forschungsprojektes entwickelte neuartige, durchsatz- und leistungsstarke Kornformsortierprinzip „*Serielle Klassierung*“ wird in diesem Artikel näher vorgestellt. Bei dieser Sortiermethode wird durch zeitlich und räumlich getrenntes Klassieren nach mindestens zwei charakteristischen Partikelabmessungen nach der Kornform sortiert. Dabei kann dieses Verfahren so ausgelegt werden, dass wahlweise nach der Länglichkeit, der Kubizität oder der Plattigkeit sortiert werden kann.

### Funktionsbeschreibung des Kornformsortierverfahrens „*Serielle Klassierung*“

Der verfahrenstechnische Grundgedanke der Methode der „*Seriellen Klassierung*“ besteht darin, dass durch ein zeitlich und räumlich getrenntes Klassieren nach mindestens zwei unterschiedlichen Partikelabmessungen nach der Kornform sortiert werden kann. Unter dieser Voraussetzung kann zum Beispiel eine Sortierung von kubischen und nicht-kubischen Partikeln erfolgen. In diesem Fall wird der Sortierprozess als „*Zweifache Serielle Klassierung*“ bezeichnet. Erfolgt eine zeitliche und räumliche Klassierung eines Schüttgutes nach drei unterschiedlichen Partikelabmessungen, so wird dieser Vorgang „*Dreifache Serielle Klassierung*“ genannt. Auf diese Weise kann die Sortierung zwischen nadeligen, plattigen Partikel und nicht-nadeligen bzw. nicht-plattigen Partikeln erfolgen. Dieses neuartige Kornformsortierverfahren wurde zum Patent angemeldet und bereits industriell umgesetzt. Zurzeit wird nach weiteren Anwendungsmöglichkeiten gesucht.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung des Sortierprinzips am Beispiel einer „*Zweifachen Serielle Klassierung*“.

Für den Sortiererfolg der Serielle Klassierung ist eine geschickte Abstimmung von Klassiergeometrie und Bewegungsverhalten der Partikel der beiden zeitlich und räumlich getrennt ablaufenden Klassierschritte notwendig.

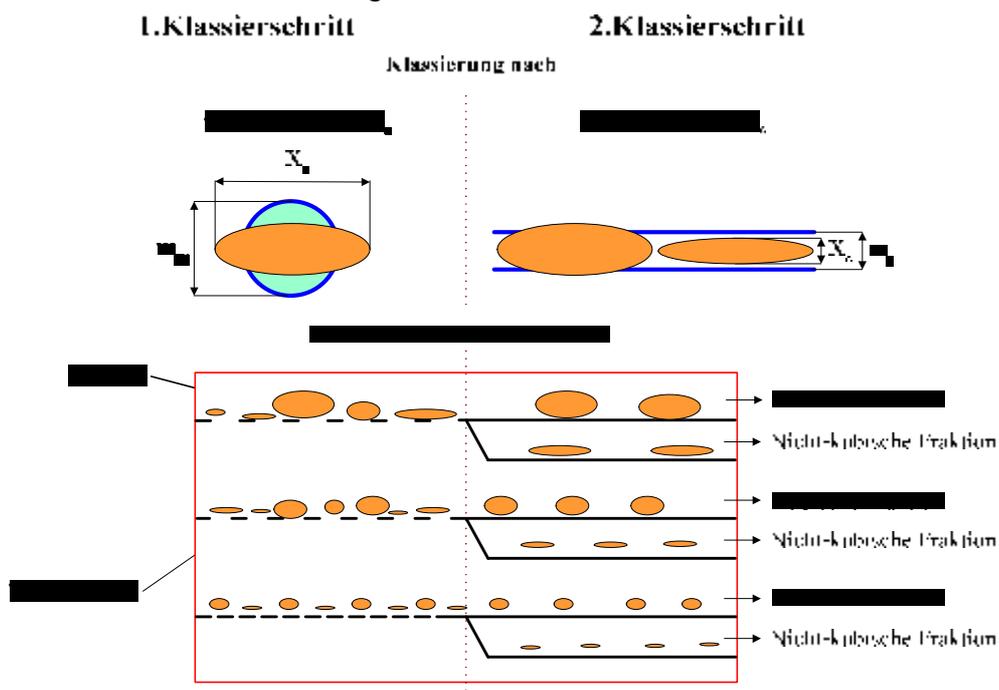


**Abbildung 1:** Schematische Darstellung des Prinzips der „Zweifachen Seriellen Klassierung“

Das Verfahren der „Zweifachen Seriellen Klassierung“ bietet die Möglichkeit nach zwei von drei unterschiedlichen Partikelabmessungen zu sortieren. Damit lassen sich nachfolgende drei Sortieraufgaben realisieren:

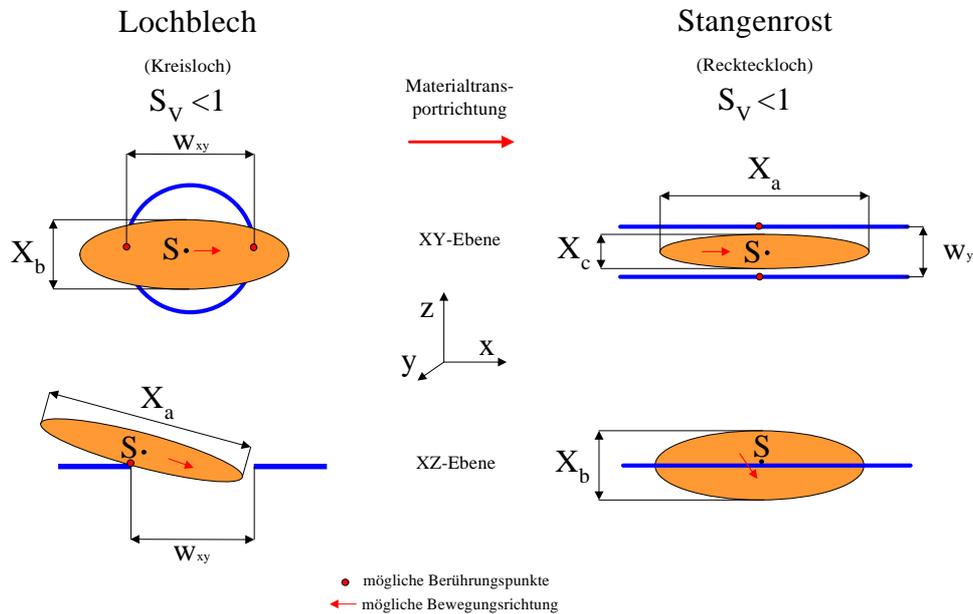
- Wird nach der Partikellänge und –breite räumlich und zeitlich getrennt klassiert, so kann nach der Länglichkeit (Kornformkennwert  $\Psi_L$ ) getrennt werden.
- Wird nach der Partikellänge und –dicke räumlich und zeitlich getrennt klassiert, so kann nach der Kubizität (Kornformkennwert  $\Psi_K$ ) getrennt werden.
- Wird nach der Partikelbreite und –dicke räumlich und zeitlich getrennt klassiert, so kann nach der Plattigkeit (Kornformkennwert  $\Psi_P$ ) getrennt werden.

Das Sortieren nach der Kornform wird nachfolgend am Beispiel der Sortierung nach der Kubizität  $\Psi_K$  dargestellt. Sollen Partikel nach der Kubizität sortiert werden, so muss eine „Zweifache Serielle Klassierung“ mit einer zeitlich und räumlich getrennt ablaufenden Klassierung nach den Größtabmessungen  $X_a$  und  $X_c$  durchgeführt werden. Abbildung 2 zeigt eine Prinzipskizze einer „Zweifachen Seriellen Klassierung“ nach der Kubizität, bei der Schüttgut in einer Dreideckanordnung in eine kubische und eine nicht-kubische Fraktion getrennt wird.



**Abbildung 2:** Prinzipskizze zur „Zweifachen Seriellen Klassierung“ nach der Kubizität

Nachfolgend wird die verfahrenstechnische Funktion der einzelnen Klassierschritte dargestellt. Abbildung 3 zeigt schematisch die Funktion des Klassierens nach der Größtabmessung  $X_a$  (Länge) bzw.  $X_c$  (Dicke) unter Verwendung eines Lochbleches bzw. eines Stangenrostes bei einer Siebkennziffer von  $S_V < 1$ .



**Abbildung 3:** Schematische Darstellung der Klassierung nach den Größtabmessungen  $X_a$  und  $X_c$

Bei einer gleitenden Bewegung der Partikel über die Klassierebene mit Kreislöchern entscheidet die Größtabmessung  $X_a$  und die Schwerpunktlage  $S$  des Partikels über die Wahrscheinlichkeit des Durchtretens des Partikels durch die Öffnungsgeometrie. In Abbildung 3 ist eine mögliche Bewegungsrichtung des Partikels dargestellt. Bei Verwendung von Stangenrosten für die Klassierung, richten sich die Partikel mit ihrer längsten Abmessung parallel zu den Stangen des Rostes aus. Die Partikeldicke  $X_c$  entscheidet über das Durchtreten des Partikels durch die Öffnungsgeometrie. Analog zu dieser Betrachtung kann nach der Länglichkeit durch zeitlich und räumlich getrenntes Klassieren nach den Größtabmessungen  $X_a$  und  $X_b$  oder nach der Plattigkeit durch zeitlich und räumlich getrenntes Klassieren nach den Größtabmessungen  $X_b$  und  $X_c$  klassiert werden.

## **Einfluss von Sensorsortiersystemen auf die Verfahrenschema in der Aufbereitungstechnik**

**Dr. Ing. Ulrich Kohaupt, Thomas Müller**

STEINERT Elektromagnetbau GmbH Köln

Seit Jahren sind sensorbasierte Sortiersysteme, die automatisierte Klaubung, in zahlreichen Aufbereitungsanlagen, vornehmlich bei Sekundärrohstoffen zu finden. Die Mineralienwirtschaft ist hier noch zögerlich, prüft aber in wachsendem Maße deren Einsatzfähigkeit. In dem Vortrag sollen u.a. einigen Beispiele davon gegeben werden, wie sich Aufbereitungsverfahren verändern können bzw. bereits verändert haben. Natürlich wird auch auf die Wirkmechanismen dieser im Vergleich zur bergbaulichen Tradition neuen Technologie eingegangen werden.

## **The SLon magnetic separator – advances in wet magnetic separation**

**Dr. Udo Jakobs**

Dr. Jakobs GmbH, Simbach/Inn

**Dr. Ian Sherrell**

Outotec Inc. USA

The SLon Vertical Ring and Pulsating High Gradient Magnetic Separator was developed in order to overcome the disadvantages of the traditional Wet High Intensity Magnetic Separators. The continuous separation process avoids matrix plugging and particle entrapment, and also allows high capacities when processing fines. The field of application is wide – from recovering iron ores to industrial minerals as silica sand nepheline syenite

The paper will discuss the working principle of the SLon magnetic separator and demonstrate the application in iron ore and quartz processing.



Picture: SLon© magnetic separator (Outotec (USA) Inc.

## EXSOR – Metallsortierung mit Spitzenwerten Innovation „Made in Germany“

**Ferdinand Schmalholz**  
R-CON-GmbH Marktoberdorf

Die von **EXSOR** neu entwickelte EX-900 bietet durch innovative Sensoren mit EMCAM<sup>®</sup> Technologie ein Maschinenkonzept, welches höchste Leistung und niedrigen Energieverbrauch bietet. **EXSOR** – ein in Hamburg ansässiges Unternehmen hat mit dieser Neuentwicklung beste Ergebnisse in verschiedenen Anwendungsbereichen erzielen können und die solide Verarbeitung der Maschine überzeugt auch im harten Einsatz bei der Aufbereitung von Schlacken (bis 50 to/h) und Ersatzbrennstoffen (bis 10 t/h).

Das Aufgabematerial (6 – 80 mm) wird über eine Vibrorinne auf die Maschine geführt und läuft dann über ein Förderband (Breite 900 mm) mit einer Geschwindigkeit von 3,2 m/sec. Unter diesem Förderband befindet sich der EMCAM<sup>®</sup> - Sensor, der alle vorhandenen Materialien erkennt und entsprechende Informationen an die nachfolgende Düsenleiste mit 150 Hochleistungsventilen sendet. Mit bis zu 2000 Schuss/sec werden die Fraktionen ausgeschossen und über eine Trennkante vom Restmaterial getrennt. Unabhängig von Oberflächenqualitäten, Beschichtungen, Feuchtigkeit, Temperatur oder auch Oberflächen – Korrosionen erkennt das System alle leitenden Materialien und fasst diese in der integrierten Hardware zu einem in Echtzeit laufenden „Film“ numerisch zusammen. Die Rechenleistung des EMCAM<sup>®</sup> - Sensors übertrifft selbst leistungsstarke PCs um ein Vielfaches. Der PMIT-Sensor mit integriertem Sortierrechner (EMCAM<sup>®</sup> = ElectroMagneticCAMera) ist als Marke angemeldet, das physikalische Ortungsprinzip sowie eine Vielzahl von innovativen Ideen während der Entwicklung des Gesamtsystems sind als PCT-Patente angemeldet – Innovation und Qualität „Made in Germany“.

Die EX-900 separiert Nichteisenmetalle, FE-Metalle und VA-Stähle aus vorzerkleinerten Fraktionen mit einer bis dato noch nicht bekannten Geschwindigkeit und Präzision. Dabei ist der Energieverbrauch (Druckluft) signifikant geringer als bei bisherigen Systemen.

**EXSOR** bietet auf Wunsch auch eine komplette Druckluftversorgungsanlage mit an. Über ein touchpanel können vorgegebene Selektionskriterien ausgewählt werden und die Sensitivität des Sensorsystems eingestellt werden – die Steuerung ist hochmodern und dennoch für den jeweiligen Anwender leicht verständlich.

Auf Wunsch kann auch eine online Verbindung für Service und Wartung angeboten werden.

Das System prüft sich automatisch und gibt umfangreiche Informationen zur Auswertung und für Serviceintervalle.

Eine solide Verarbeitung aller Bauteile ermöglicht den Dauereinsatz der EX-900. Dies zeigt sich in den bestehenden Referenzanlagen und es können auch Versuche im Technikum von **EXSOR** in Hamburg angeboten werden.

## Poster und Firmenrepräsentationen

### Rückgewinnung von Wertstoffen aus nichtwässrigen Suspensionen mit Hilfe neuartiger Polykationen

G. Petzold <sup>1</sup>, A. Lieske <sup>2</sup>, S. Schwarz <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e.V.

<sup>2</sup>Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung Golm

Die mechanische Fest-Flüssig-Trennung mit Hilfe polymerer Flockungshilfsmittel, wie sie z.B. in der Abwassertechnologie und in vielen technischen Prozessen in der Industrie auftritt ist Gegenstand unserer Forschung [1-3]. Neben wässrigen Suspensionen anorganischer Partikel (z.B. Kieswaschwässer), treten zunehmend komplexe, schwer zu trennende Stoffgemische in den Vordergrund. Beispiele sind Abwässer der Textilindustrie oder gefärbte Schlämme aus Lebensmittel- oder pharmazeutischer Industrie. Darüber hinaus stellen Abwässer mit organischen Bestandteilen eine besondere Herausforderung dar. Diese Trennprobleme sind bisher wenig untersucht und erfordern den Einsatz neuartiger Flockungsmittel. Die vorgestellten Forschungsarbeiten betreffen die Monoflockung mit neu entwickelten Polykationen (PDADMAC) hoher Molmasse oder auch mit hydrophoben Molekülanteilen.

Mit einer analytischen Zentrifugation (L.U.M.i Fuge, LUM Berlin) lässt sich die Trennung stabiler, partikelhaltiger anorganisch-organischer Stoffsysteme beschleunigen und mittels Transmissionsprofilen und Sedimentationsgeschwindigkeiten quantitativ auswerten. An konkreten, z.T. glycolhaltigen Suspensionen (z.B. negativ geladen, pH-8; ca. 30 % Feststoff; Oberflächenspannung 29,1 mN/m) aus dem Produktionsprozess der Industrie wird gezeigt, dass die neuartigen Polykationen mit sehr hohen Molmassen bei optimaler Dosierung zur vollständigen Abtrennung der Feststoffe geeignet sind. Damit lässt sich sowohl der Partikel- als auch der Glycolanteil in den Prozess zurückführen, was zusätzlich erhebliche Kosten für die Entsorgung der gebrauchten Prozessflüssigkeiten einspart [4].

[1] Schwarz, S.; Jaeger, W.; Petzold, G.; Bratskaya, S.; Heinze, T.; Liebert, T.; Krentz, O.; Kulicke, W.-M.; Paulke, B.-R.; Chemie Ingenieur Technik 78 (2006) 1093-1099

[2] Petzold, G.; Schwarz, S.; Mende, M.; J. Appl. Pol. Sci. 104 (2007) 1342-1349

[3] Mende, M.; Schwarz, S.; Petzold, G.; Jaeger, W.; J. Appl. Pol. Sci. 103 (2006) 3776-3784

[4] Verfahren zur Fest-Flüssig-Trennung von überwiegend nichtwässrigen Suspensionen; Patentanmeldung hinterlegt

## Herstellung von MFP® via Recycling von weichmagnetischem Ferritabfall

Dr. rer. nat. Silvio Gablenz, Dipl. Ing. (FH) Marko Kloucek

TRIDELTA Weichferrite GmbH, Hermsdorf (Thüringen)

Mit Einführung der Marke MFP® ist es der in Thüringen angesiedelten TRIDELTA Weichferrite GmbH, einem Unternehmen der TRIDELTA-Gruppe, gelungen, eine neuartige Werkstoffklasse mit Anfangspermeabilitäten  $\mu_i$  zwischen 5 und 500 (Abbildung 1) auf Basis von weichmagnetischem Manganzinkferrit zu entwickeln.

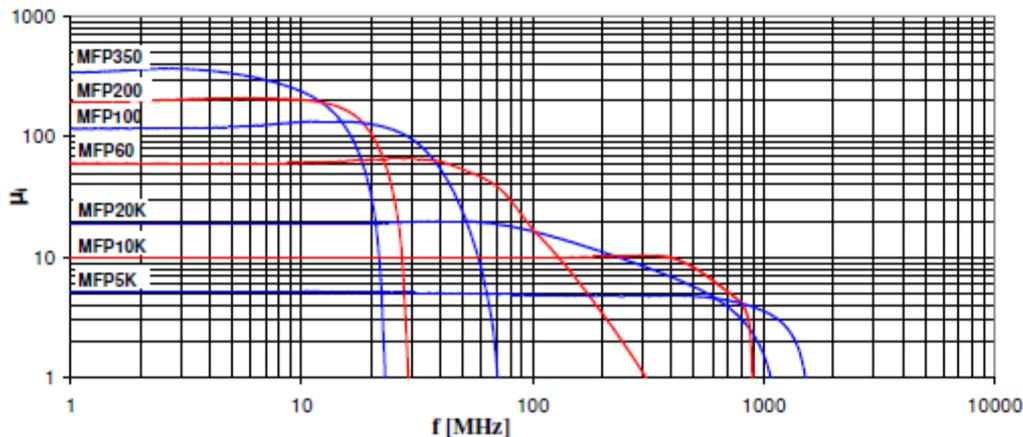


Abb. 1 Darstellung der Anfangspermeabilitäten  $\mu_i$  in Abhängigkeit von der Arbeitsfrequenz  $f$  als Kriterium für die Typenvarianz innerhalb der Werkstoffklasse MFP® (MFP5K...Materialien mit polymeren Bindern)

Das materialspezifische Charakteristikum von MFP® liegt in der patentierten [1] Integration intergranularer Luftspalte zwischen kompaktierten und verfestigten MnZn-Ferrit-Pulverteilchen (MFP®). Als Quelle zur Bereitung der stofflichen sowie magnetisch prädisponierten Ausgangskomponenten eignen sich qualitativ ausgesonderte weichferritische MnZn-Ferritkerne, die im Zuge der technologischen Großfertigung generiert, separiert und folglich recycelt werden können. Dieser so genannte Sinterschrott wird einer Basistechnologie zugeführt, die sich in 5 modulare Segmente untergliedern lässt:

- Präparation der magnetischen Komponenten;
- Mischen;
- Sprühgranulieren;
- Pressen;
- Verfestigen.

Die Technologie wurde im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes „Herstellung und Formgebung nanoskaliger Ferritwerkstoffe (NANOFER)“, Förderkennzeichen 03WKF22C, im Verbundvorhaben „Nanotechnologie zur Funktionalisierung keramischer Materialien für neue Systemprodukte (fanimat-nano)“ entwickelt.

Die potenziell möglichen Arbeitsfrequenzen von bis zu 2 GHz übersteigen den üblichen Frequenzbereich herkömmlicher Manganzinkferrite erheblich. Die Erweiterung dieses für Applikationen maßgeblichen Einsatzkriteriums verdeutlicht das große Potenzial von MFP® als partielles Substitut für auf Nickelzinkferrit basierende Erzeugnisse, die wesentlich teurer und deren Herstellung bzw. Entsorgung aufgrund der vergleichsweise hohen Toxizität erheblich problematischer

sind. MFP<sup>®</sup> lässt sich zudem als Alternative in Bauteilen zur Leistungsübertragung einsetzen, bei denen u. a. Ringkerne aus gesintertem Manganzinkferrit mit eingeschnittenen Luftspalt als magnetische Komponente fungieren. Dieser lokal konzentrierte, im hohen Maße Streuverluste erzeugende Luftspalt, kann durch die in MFP<sup>®</sup> homogen verteilten Luftspalte substituiert werden.

Potenzielle Anwendung findet MFP<sup>®</sup> bei der Konstruktion induktiver Sensoren und als Material für Komponenten in EMV – Applikationen.

[1] S. Gablenz, M. Kloucek; EU-Pat. EP09160189.8 (2009).

## **Nassmechanische Aufbereitung von Photovoltaik-Dünnschichtmodulen: Erste Ergebnisse eines AiF-Projektes**

**W. Berger, A. Bredow, J. Freywald, S. Lang, K. Meißner**

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin  
Fachgruppe IV.3 Abfallbehandlung und Altlastensanierung

Trotz der erwarteten Lebensdauer für Photovoltaik- Dünnschichtmodule auf der Basis von Cadmium-Tellurid (CdTe) und Kupfer-Indium-Diselenid/Disulfid (CIS) von 25 bis 35 Jahren sind schon heute geeignete Recyclingstrategien erforderlich, welche ökologischen und ökonomischen Ansprüchen genügen. Etablierte Recyclingverfahren, z.B. von First Solar, beruhen auf dem nasschemischen Aufschluss zerkleinerter CdTe-Module, was mit dem Einsatz großer Mengen an Säuren und Fällungsmitteln einher geht. Nachhaltigen und Ressourcen schonenden Strategien sollte zukünftig der Vorrang gegeben werden.

Das von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) geförderte Projekt „Recycling von PV-Dünnschichtsolarmodulen mittels Saugstrahlverfahren“ wird gemeinsam durch die GP innovation GmbH Lübbenau (GPI), die BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung Berlin sowie den Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus (BTU) ausgeführt. Von GPI wurden zunächst Vakuum-Saugstrahlversuche zum Abtragen der Dünnschichten durchgeführt, welche im Verlaufe des Projektes optimiert werden. BAM und BTU führen u.a. (nass-) und (trocken-) mechanische Aufbereitungsversuche durch, um aus dem Gemisch aus Halbleitermaterialien, Glasabrieb und Strahlmitteln möglichst effektiv die Wertstoffe insbesondere Tellur und Indium anzureichern.

Ziel der Arbeiten der BAM ist neben der Durchführung begleitender materialwissenschaftlicher Untersuchungen zur Bewertung der Strahlergebnisse, des Trennwirkungsgrades, der Aufkonzentration der Wertstoffe sowie zum Grad der Dekontamination der Trägermaterialien die nassmechanische Aufbereitung des abgestrahlten Gutes mit Hilfe der Flotation.

Die Flotationsversuche wurden mit Hilfe einer Laborflotationsmaschine der Firma Humboldt Wedag Coal & Minerals Technology GmbH durchgeführt. Die Versuche erfolgten bei einem konstanten Zellvolumen von 2 Litern. Die Einsatzmenge an abgestrahltem Material variierte zwischen 700 und 850 g. Es wurden unterschiedliche Flotationsreagenzien eingesetzt. Der Trennerfolg einer Flotation wird durch die Kriterien Massenausbringung  $R_M$ , Wertstoffausbringung  $R_C$  und Anreicherungsfaktor  $i$  beschrieben.

Die bisher besten Ergebnisse wurden mit dem Einsatz des Schäumers Kalium-amyloxanthat (KAX) für die Anreicherung von Indium aus dem Gemisch aus CIS-Halbleitermaterial, Glas und Strahlmittel (Glaskugeln  $< 50\mu\text{m}$ ) erzielt. Der Anreicherungsfaktor  $i$  betrug hier über 20.

Eine Verbesserung der Anreicherung wird mit Hilfe einer Mehrstufen-Flotation angestrebt.

## **Recycling von Photovoltaik-Dünnschichtmodulen mit Hilfe eines Vakuum-Saugstrahlverfahrens**

**Jürgen Wolf<sup>1</sup>, Wolfgang Berger<sup>2</sup>, Ulrich Riebel<sup>3</sup>, Sigurd Ruhland<sup>1</sup>,  
Kerstin Meißner<sup>2</sup>, Jörg Perwin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> GP innovation GmbH (GPI), Lübbenau

<sup>2</sup> BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin

<sup>3</sup> Brandenburgische Technische Universität (BTU), Cottbus

Die Technologie der Photovoltaik basiert auf dem Prinzip der Nachhaltigkeit, wobei Ressourcenverfügbarkeit und Umweltverträglichkeit von Bedeutung sind. Bei Dünnschichttechnologien finden u.a. Tellur und Indium Anwendung, deren natürliche Vorkommen begrenzt sind und die Rohstoffpreise in den letzten Jahren deutlich angestiegen sind. Aus diesem Grund sind geeignete Recyclingstrategien erforderlich, um zur Schonung von Ressourcen sowie zur umweltfreundlichen Wiedergewinnung von Wertstoffen beizutragen.

Im Rahmen eines von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) geförderten Projektes, welches gemeinsam durch die GPI Lübbenau, die Fachgruppe IV.3 Abfallbehandlung und Altlastensanierung der BAM Berlin sowie den Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik der BTU Cottbus ausgeführt wird, soll eine praxistaugliche Technologie für das Recycling von Photovoltaik-Dünnschichtmodulen (Cadmium-Tellurid- (CdTe-) und Kupfer-Indium-Disulfid/-selenid- (CIS-) Modulen entwickelt werden. Dabei stehen das Abtragen der Halbleiterschichten, die Abscheidung und Aufkonzentration der in den Schichten enthaltenen Wertstoffe bei gleichzeitiger Dekontamination des Trägerglases im Vordergrund.

Das Abtragen der Halbleiterschichten basiert auf der Vakuum-Saugstrahltechnologie, wofür eine Pilotanlage zu entwickeln, zu bauen und erproben ist (GPI). Für das Abstrahlen der Halbleitermaterialien können komplette offene (nicht laminierte) Module z.B. Produktionsausschuss oder thermisch geöffnete Module eingesetzt werden. Ziel ist es durch geeignete Strahltechniken (Entwicklung von geeigneten Stahlhauben/-Lanzen, Variation der Strahlgeschwindigkeit, Einsatz optimaler Strahlmittel etc.) die Wertstoffe bei möglichst geringem Abrieb der Trägermaterialien rück gewinnen zu können. Die Rückgewinnung der Wertstoffe soll umweltverträglich in einem geschlossenen Kreislauf erfolgen.

Das Teilprojekt der BTU enthält Untersuchungen zur effektiven Trennung von Wertstoffen, Glasabrieb und Strahlmitteln auf der Grundlage von (trocken-) mechanischen Aufbereitungstechniken unter Berücksichtigung geeigneter Filtertechniken. Gegenstand der Arbeiten der BAM sind begleitende materialwissenschaftliche Untersuchungen zur Bewertung der Strahlergebnisse, des Trennwirkungsgrades, der Aufkonzentration der Wertstoffe sowie zum Grad der Dekontamination der Trägermaterialien mit Hilfe chemischer und optischer Verfahren. Darüber hinaus werden Untersuchungen zur (nass-) mechanischen Aufbereitung der Wertstoffkomponenten mit Hilfe der Flotation durchgeführt.

Es wird ein Überblick über die komplexen Arbeitsinhalte gegeben.

## **Analysis of the Grinding Media Movement and Energy Distribution in Stirred Media Mills and Planetary Balls Mills**

**S. Strege, S. Rosenkranz, S. Breitung-Faes, A. Kwade**

Institute for Particle Technology, TU Braunschweig, Germany

The presented poster gives an overview of research projects at the Institute for Particle Technology using DEM simulation software. An important research area is the investigation of grinding processes for minerals and other materials. Especially the production of micro- and nanoscaled particles using mills with free moving balls is constantly gaining importance and is successfully being analysed and employed. The progress of comminution within the milling process particularly depends on the frequency and the intensity of stress on the particles [1]. As these parameters are not directly accessible in real mills, discrete element models are used to describe the movement of the grinding media inside the milling chamber. The calculated frequencies as well as the intensities and the contact energy distributions of the grinding balls are precious contributions to the analysis of milling processes.

An important step of the simulation work is the identification of reliable simulation parameters such as the coefficients of restitution and friction. Thus, different experimental methods for calibrating the simulation models are presented. After a full set of simulation parameters is identified the milling processes are simulated. In stirred media mills both dry and by applying a special contact model also wet milling processes are considered [2].

Here the simulated movement of the grinding media and hence the intensity and frequency of contacts provide an insight on the contact energies and the grinding work. The simulation results are in good correspondence with measurements of the power input and the bead motion.

Moreover, the movement and the stress energy distribution of the grinding media in a planetary ball mill in dry condition is being analysed [3]. The superimposed rotations of the sun wheel and the milling chamber result in a complex movement of the grinding balls depending on the operating conditions. The simulation results are compared to the actual movement of the grinding media, which is accessible by videotaping the charge inside the milling chamber. The presented comparison of the simulated and experimental results indicates that the influence of the product particles can be considered by adjusting the coefficients of friction without simulating actually the fine product particles between the balls.

1] Kwade, A.: Physical model to describe and select comminution and dispersion processes, Proceedings of the 3rd European Congress of Chemical Engineering, Nürnberg, Germany 2001

[2] Piechatzek, T.; Kwade, A.: DEM approach for numerical investigation of grinding media motion in stirred media mills. Partec 2007 Conf. Proc., Nürnberg, Germany

[3] Rosenkranz, S.; Kwade, A. (2008) Analysis of Grinding

## Maschinen für die Zerkleinerung und das Recycling von Kunststoffen

**Siegfried Engel**

Herbold Meckesheim GmbH (Engineering, Herstellung, Lieferung)

Herbold Meckesheim GmbH ist einer der führenden Hersteller von Maschinen für die Zerkleinerung und das Recycling von Kunststoffen. Sitz der Firma ist Meckesheim/Deutschland. In Meckesheim arbeiten wir mit ca. 120 Mitarbeitern, in den USA mit einer Niederlassung in Smithfield bei Boston und weltweit mit Vertretungen in über 50 Ländern. Unsere Maschinen verkaufen wir in Deutschland, Europa und in die ganze Welt. Rund um den Globus präsentieren wir unsere Produkte auf ca. 15 Kunststoffmessen im Jahr.



Unsere Produktpalette besteht aus:

- Schneidmühlen
- Feinmahanlagen
- Schneidwalzenzerkleinerer
- Prallscheibenmühlen
- Prallhammermühlen
- Granulatoren
- Plastkompaktoren
- Waschanlagen und Komponenten

Spezialisiert haben wir uns auf die Aufbereitung von Abfällen der kunststoffverarbeitenden Industrie, die Aufbereitung von gebrauchten, vermischten und verschmutzten Kunststoffen, die Feinmahlung von Kunststoffgranulaten und -abfällen und zahlreiche andere Anwendungen unserer Maschinen in der Abfallaufbereitung, Rohstoffrückgewinnung und Materialvorbereitung verschiedener industrieller Prozesse.

Wir bieten Service und Ersatzteile für unsere Maschinen und ähnliche Maschinen zahlreicher Wettbewerbsfabrikate an. Für Tests unserer Maschinen mit kundenspezifischen Materialien steht ein Technikum zur Verfügung.

**NEWS****1) Nassschneidmühle mit Friktionswäscher**

Nassschneidmühle Typ SML 60/145 SX5-2, 110 kW mit  
Friktionswäscher Typ FA 3000, 22 kW

**Anwendung:** Nassmahlen von post-consumer Abfällen, Folie, Flaschen, Flaschenkästen, PET Flaschen.

Unsere Aufbereitungsanlagen für verschmutzte Kunststoffabfälle sind nach dem Baukastenprinzip konzipiert. Je nach Bedarf können sie stufenweise aufgebaut sowie durch Modifikation oder Erweiterung veränderten Aufgabenstellungen angepasst werden. Da die wasserführenden Bauelemente jeder Anlage leicht auszuklammern und schnell umrüstbar sind, ist auch eine wirtschaftliche Verarbeitung sauberer Abfälle möglich. Hohlkörper, Brocken oder Spritzgußteile sind problemlos zu verarbeiten.

**2) PET- Flaschen Waschanlage in Modulbauweise**

Modulare Waschanlage

HERBOLD Meckesheim, mit über 20-jähriger Erfahrung im Bau von Mühlen und Wasch/Trennanlagen, bietet seine Recyclinganlage für PET-Flaschen jetzt in Modulbauweise an: mit relativ geringen Anfangsinvestitionen kann bereits eine einfache Mahl/Wasch/Trennanlage aufgebaut werden, die vielen Qualitätsanforderungen entspricht. Durch weitere Module, z.B. Heißwäsche, Mehrstufentrennung, Farbsortierung, usw. kann eine solche Anlage aufgerüstet werden, um höchsten Ansprüchen zu genügen, die an die Reinheit von PET Flakes gestellt werden. HERBOLD Meckesheim hat auch einen Plastkompaktor im Programm, der mit minimaler Degradierung ein rieselfähiges Mahlgut hoher Schüttdichte herstellt, wie es z.B. für den Einsatz von Recycling-PET für Verpackungsbänder gebraucht wird.

## Präsentation der Dr. Jakobs GmbH, Simbach/Inn

Die Dr. Jakobs GmbH ist spezialisiert auf physikalisch und physiko-chemische Trennverfahren:

### Magnetscheidung - Elektroscheidung – Flotation

Die Dr. Jakobs GmbH vertritt die Firmen Outotec (USA) Inc. mit dem Schwerpunkt Trennung/Aufbereitung von Mineralen/Recycling.

#### Magnetscheidung:

Dr. Jakobs GmbH ist Partner in Sachen Magnetscheidung. Unsere Erfahrung in der Aufbereitung von Glassanden, hochwertigen Feldspatprodukten und Zirkonsanden ist Ihr Vorteil.

In der Prozessabfolge zur Herstellung von hochreinen Mineralen ist die Magnetscheidung in den meisten Fällen unabdingbar. Die Abtrennung schwach magnetischer Bestandteile aus Sanden ist unsere Kernkompetenz, zusätzlich haben wir einen hohen Erfahrungsschatz zur Reinigung von Mineralmehlen mit Hilfe neuester Technologien.

Die Magnetscheidung ist ein Schlüsselprozess in der Aufbereitung von hochreinem Quarz. Neuentwicklungen in der Magnetscheidertechnik gewährleisten heutzutage beste Ergebnisse in der Abscheidung von schwachmagnetischen Partikeln.

Eine speziell entwickelte Labor-Magnetscheideeinheit mit spezieller Rollenkonfiguration für die Aufbereitung von HPQ steht für Versuche zur Verfügung.

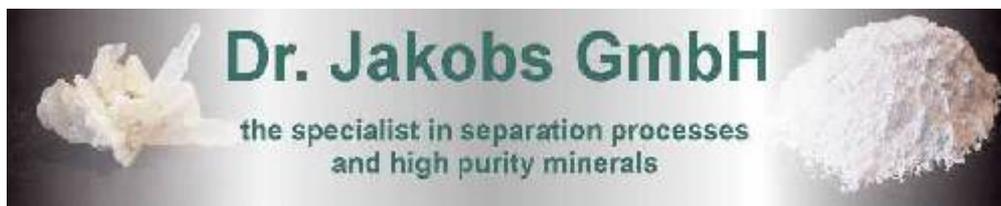
Eine Neuentwicklung der Dr. Jakobs GmbH ist der so genannte Powder-Separator. Dieser erzielt speziell bei Mehlen < 100 µm eine Abscheidung von eisenhaltigen Partikeln mit extrem hohen Abscheideraten und hohem Wertstoffausbringen.

#### Elektrostatische Separation:

Bisher war die elektrostatische Separation von Feldspat und Quarz nur nach Aktivierung des Materials mit der so genannten "HF-Methode" möglich. Nunmehr ist die Separation nach Abbrauchen von HF bei erhöhter Temperatur möglich.

#### Flotation:

Zur flotativen Aufbereitung von Industriemineralen erfolgten Verfahrensentwicklungen und es bestehen seit 1989 kontinuierliche Erfahrungen in Feldspat-Quarz-Kaolin-Flotation. Dazu gehören: fluss-säurefreie Feldspat/Quarz-Flotationsvarianten, Abreicherung von verunreinigenden Mineralien, Optimierung bestehender Flotationsanlagen und online-Tensidmessung



## Präsentation der Firma GRAINsoft GmbH Freiberg

GRAINsoft GmbH - Computereinsatz in Umwelt- und Verfahrenstechnik



### Verfahrenstechnische Modellierung von Mahlkreisläufen

Dipl.-Math. Volker Reinsch

Die GRAINsoft GmbH hat mit der Software PMP (Particulate Materials Processing) ein effektives Toolsystem entwickelt, das eine qualifizierte, praxisnahe Analyse, Planung, Optimierung und Diagnose von Zerkleinerungs- und Klassierprozessen sowie Mahlkreisläufen unterstützt. Um durch computergestützte Betrachtungen Kosten zu sparen, sind aussagekräftige Prozessbeschreibungen und -modelle die wichtigste Voraussetzung. Zur Unterstützung dieser Arbeiten stellt die PMP-Software Methoden in drei Schwerpunkten

- Versuchsdaten aufbereiten
- Zerkleinerungs- und Klassierprozesse modellieren
- Mahlkreisläufe bewerten und –optimieren

unter einer Oberfläche zur Verfügung. Alle Methoden können miteinander gekoppelt werden, so dass es möglich ist, komplexe Berechnungsaufgaben von den Versuchsrohdaten bis zur Anlagenoptimierung zu lösen. Damit kann auch die Prozessmodellierung kostengünstig in den normalen Betriebsablauf eingebettet werden. Dies gelingt besonders effektiv, da alle Modelle so aufbereitet sind, dass sie aus realen Betriebsdaten gewonnen und an spezifische Bedingungen angepasst werden können. Weiterhin sind die Modelle prozessorientiert aufgebaut, dass sie sich für die Beschreibung verschiedener Zerkleinerungsmaschinen und Klassierapparate anwenden lassen. Durch Vorgabebausteine kann Erfahrungswissen leicht berücksichtigt werden.

Unterschiedliche Niveaus ermöglichen eine schrittweise Qualifikation von der Zustandsbeschreibung bis zum Modell. Die Modelle basieren auf flexiblen Einflussgrößen und einem Potenzproduktansatz, der unbeschränkt erweitert werden kann. Das Modellkonzept ist transparent und besitzt eine Reihe von Freiheitsgraden. Diese können genutzt werden, um Modellunsicherheiten weiter zu verringern.

In den letzten Jahren entstanden in den produzierenden Unternehmen immer mehr Versuchsdatenbanken, in denen experimentelle Untersuchungen protokolliert werden. Mit der PMP-Software lassen sich auf dieser Basis schnell fundierte Modelle ableiten und berechnen. Gleichzeitig kann die Güte und Wirkung der Modelle eingeschätzt werden. Falls die Güte nicht ausreichend ist, kann das weitere Vorgehen abgeleitet werden. Entscheidungen, ob neue experimentelle Untersuchungen nötig sind oder ob schon durch Nutzung der Modellfreiheitsgrade die Aussagegüte entsprechend verbessert werden kann, lassen sich fundiert treffen und tragen dazu bei, Versuchskosten drastisch zu reduzieren.

Neben der PMP-Software hat die GRAINsoft GmbH weitere Hilfsprogramme entwickelt, mit denen Versuchsdatenbanken bewertet und komplexe Zusammenhänge gesucht werden können. Diese Hilfsprogramme ergänzen die PMP-Methoden und sind geeignet, die Wirkung von veränderten Modellierungsansätzen kostengünstig abzuschätzen. Je nach Aufgabenstellung kann die Lösung bis zum einsatzfähigen Programm erfolgen, so dass sich die Ergebnisse im Unternehmen direkt einsetzen, validieren und anpassen lassen.

Informationen unter [www.grainsoft.de](http://www.grainsoft.de)

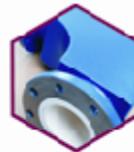
## Präsentation der Firma CeramTec- ETEC GmbH Lohmar

Alotec® Werkstoffe als Verschleißschutz, Konstruktionskeramik oder Verbundsystem.

CeramTec-ETEC entwickelt, produziert und montiert Lösungen, bevorzugt aus technischer Keramik, für den industriellen Verschleiß- und Korrosionsschutz in Form von Platten und Steinen oder als monolithische Bauteile und Verbundkonstruktionen.



Die Technologie-Experten  
für den Verschleiß-  
und Korrosionsschutz.



**CeramTec**  
CeramTec-ETEC GmbH



CeramTec-ETEC GmbH  
An der Burg Sülz 17 | D 53797 Lohmar  
Fon + 49(0)2205 9200-0  
Fax + 49(0)2205 9200-144  
info@etec-ceramics.de  
www.etec-ceramics.com

[www.wearprotection.info](http://www.wearprotection.info)

## Präsentation der Firma IMRO Maschinenbau GmbH Uffenheim

### Neue IMRO Technologien - Mehr Produktivität und maximale Effizienz in der Wertstoff-Rückgewinnung.

IMRO ist auf das Fördern und Separieren von Abfällen spezialisiert sowie der Planung und Fertigung kompletter Recyclinganlagen. Mit der europaweit wohl einzigartigen Rundumkompetenz als Spezialist sowohl für Fördertechnik als auch für Separationstechnik, zählt IMRO zu den Schnittstellenspezialisten von herausragender Position.

Zu den neuesten Entwicklungen aus dem Hause IMRO zählt der Nischeisenmetall-Abscheider RCSX mit exzentrischem Polsystem. IMRO hat in diese neue Technologie investiert, um dem Recyclingmarkt noch besser zu ermöglichen, mit den wachsenden Anforderungen Schritt zu halten. Dieser NE-Abscheider hat die Aufgabe, Wertstoffe aus den verschiedensten Abfällen, wie z.B. Hausmüll, Shreddermaterial, weißer Ware, Holz, Kunststoff, Glas, Formsand, Elektronikschrott sowie Schlacke besonders effizient zu separieren, das wieder verwertbare Material sozusagen sortenrein zur Verfügung zu stellen. Das heißt konkret: exzentrische IMRO NE-Abscheider sind immer da im Einsatz, wo sehr hohe Rückgewinnungsquoten und Reinheitswerte erforderlich sind.

Die neue sensorgestützte Separation von IMRO vervollständigt das Angebot an ausgereifter und flexibel einsetzbarer Technologie. Die Erkennung des Materials wird je nach Zielsetzung mit unterschiedlichen Methoden erreicht, mittels Metalldetektoren, als Nah-Infrarot-Trenner oder Röntgen-Sortiersystem. Damit lässt sich äußerst effizient das unterschiedlichste Material zielgenau aus dem Wertstoffstrom lösen.

Innovationskraft beweist IMRO mit der aktuellsten Entwicklung, die in ihrer ganzheitlichen Betrachtung der Wertstoffrückgewinnung einen Meilenstein für die Recyclingbranche darstellen und als Vision für die Zukunft gesehen werden kann. RecycleTower by IMRO wird das einzigartige Konzept genannt, das im aktuellen Entwicklungsstadium erstmals auf der Entsorga-Enteco 2009 von IMRO präsentiert wurde. Die Idee ist, wie so oft, einfach: der RecycleTower stellt ein Recyclingsystem dar, in dem die verschiedenen Arbeitsschritte und Prozesse übereinander angeordnet sind. Die Erdanziehungskraft wird so zu einem wichtigen und entscheidenden Bestandteil des Systems. Dadurch ergeben sich überzeugende Vorteile für den Betreiber. Das System ist extrem platzsparend, im Bezug auf die Grundfläche, Fördertechnik wird nahezu komplett eingespart, was den Energiebedarf äußerst positiv beeinflusst. Die einzelnen Ebenen können im Aufbau selbstverständlich flexibel, nach den individuellen Aufgabenstellungen des Recyclings und dessen Zielsetzung, eingerichtet werden.

Wertstoffe erfolgreich rückgewinnen **IMRO** Europas beste Verbindung aus Fördern und Sortieren



RecycleCraft<sup>®</sup> by IMRO



**Präsentation von EUROFINS-AUA GmbH, Niederlassung Freiberg**  
OT Tuttendorf, Gewerbepark „Schwarze Kiefern“ D-09633 Halsbrücke

- Feststellung, Messung und Bewertung von Umweltbelastungen in Boden, Wasser, Luft, Reststoffen ...
- Risikobewertung und Beratung zur umweltrelevanten Wirkung von Schadstoffen, Altlastenerkundung, Ökotoxikologie,
- Beratung zum Umwelt- und Qualitätsmanagement, Umweltverträglichkeitsprüfungen
- Messung von Emissionen und Immissionen nach BImSchG, Genehmigungsverfahren, Emissionserklärungen
- Untersuchungen zum landwirtschaftlichen Boden-, Gewässer- und Verbraucherschutz
- Flüssigproduktanalysen, Brennstoff- und Ascheanalytik
- Komplexe Prozess- und Versuchsbegleitung



**Umweltanalytik aus einer Hand:**

- Wissenschaftliche Expertise
- Langjährige Erfahrung
- Kompetente Beratung
- Zuverlässige Ergebnisse zeitnah
- Ganz in Ihrer Nähe

**Eurofins Umwelt – Ihr Laborpartner mit über 25.000 Analysemethoden weltweit!**

**eurofins Umwelt**  
E-Mail: [info@eurofins-umwelt.de](mailto:info@eurofins-umwelt.de)  
Internet: [www.eurofins-umwelt.de](http://www.eurofins-umwelt.de)  
Telefon: 02834 | 607129

**Präsentation der Firma Hosokawa Alpine AG Augsburg**

**Präsentation der Firma AKW Apparate + Verfahren GmbH Hirschau**

**Präsentation der Firma Atritor-bold-technoconsult Kaiserslautern**

**Präsentation der Firma HAVER & BOECKER OHG Maschinenfabrik Münster**

**Präsentation der Firma ITE GmbH Alsdorf**

**Präsentation der Firma UVR-FIA GmbH Freiberg**

## **Adressen der Autoren der Vortragsagung "Aufbereitung und Recycling"**

**Prof. Dr. Jürgen Tomas, Dr. Werner Hintz**, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Verfahrenstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg, E-Mail: werner.hintz@ovgu.de

**Dr. Wolfgang Rubarth, Marco Steinberg**, AKW Apparate + Verfahren GmbH, Dienhof 26, 92242 Hirschau, E-Mail: wrubarth@akwauv.com, msteinberg@akwauv.com

**Dipl.-Ing. Ferdinand Doppstadt**, USG Umweltservice Velbert, Steinbrink 4 42555 Velbert, E-Mail: usg-velbert@t-online.de

**Dr. Metodi Zlatev**, HAVER & BOECKER OHG Maschinenfabrik Robert-Bosch-Str. 6, D-48153 Münster, E-Mail: c.temming@haverboecker.com

**Dr. Katrin Mackenzie**  
Abt. Umweltechnologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Permoserstraße 15 / 04318 Leipzig, E-Mail: katrin.mackenzie@ufz.de

**Dipl.-Ing. Thomas Schnellert, Dipl.-Ing. Kati Kehr, Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller**, Bauhaus-Universität Weimar, Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung, Coudraystr. 7, 99425 Weimar, E-Mail: thomas.schnellert@bauing.uni-weimar.de, anette-m.mueller@bauing.uni-weimar.de

**Dr. Michael Kapphahn**, Holcim (Deutschland) AG, 25566 Lägerdorf, E-Mail: michael.kapphahn@holcim.com

**Dipl.-Ing. Sascha Füchsel, Prof. Dr.-Ing. Urs Peuker, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann**, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Agricolastraße 1, 09599 Freiberg E-Mail: sascha.fuechsel@mvtat.tu-freiberg.de, peuker@mvtat.tu-freiberg.de, husemann@mvtat.tu-freiberg.de

**Dr. Sergej Aman, Prof. Dr. Jürgen Tomas**, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Postfach 4120, 39016 Magdeburg, E-Mail: Sergej.Aman@ovgu.de

**Dipl. Ing. (FH) Katrin Schmidt, Dr.-Ing. Andre Kamptner, Dipl.-Ing. Mathias Polster**, UVR-FIA GmbH Freiberg, Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg, E-Mail: schmidt@uvr-fia.de

**Dipl.-Ing. Bernd Ebertz**, ETEC Gesellschaft für Technische Keramik mbH, An der Burg Sülz 17, D-53797 Lohmar, E-Mail: b.ebertz@etec-ceramics.de

**Dipl.-Ing. Felix Heinicke**, Polysius AG, Dept. 315, R&D Minerals, Graf-Galen-Str. 17, 59269 Beckum, E-Mail: felix.heinicke@thyssenkrupp.com

**Dr.-Ing. Jürgen Stein**, Hosokawa Alpine AG, Peter-Doerfler-Str. 13-25, 86199 Augsburg  
E-Mail: j.stein@alpine.hosokawa.com

**Prof. Dr. Helmut Flachberger**, Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl Aufbereitung und Veredlung, Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben,  
E-Mail: Helmut.Flachberger@mu-leoben.at

**Dipl.-Ing. Karl-Heinz Ohrdorf**  
I.B.O. Ingenieurbüro für Bentonit-Technologie, Rembrandtstr. 4, 65165 Wiesbaden  
E-Mail: bentonit.technologie.ohrdorf@t-online.de

**Prof. Dr.-Ing. habil. Halit Ziya Kuyumcu**  
FG Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitung, Technische Universität Berlin, Str. des 17. Juni 135, 10623 Berlin, E-Mail: kuyumcu@aufbereitung.tu-berlin.de

**Dipl.-Ing. Matthias Moritz**, Commodas Mining GmbH, Feldstraße 128, D- 22880 Wedel/Hamburg, Germany, E-Mail: moritz@commodas.com

**Dr. Wolfgang Schubert**, Titania AS, 4380 Hauge i Dalane, Norwegen,  
E-Mail: wolfgang.schubert@kronosww.com

**Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann**, Technische Universität Clausthal, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik, Lehrstuhl für Rohstoffaufbereitung und Recycling, Walther-Nernst-Straße 9, 38678 Clausthal-Zellerfeld,  
E-Mail: goldmann@aufbereitung.tu-clausthal.de

**Ansilla Bayha, Dr. Jörg Woidasky, Andreas Stolzenberg**, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7, 76327 Pfinztal  
ast@polymer-compound-gmbh.de

**Prof. Dr.-Ing. Sylvia Schade-Dannewitz, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Döring, Dr. rer. nat. Jürgen Poerschke**, Fachhochschule Nordhausen, FB Ingenieurwissenschaften, Weinberghof 4, 99734 Nordhausen,  
E-Mail: schade@fh-nordhausen.de

**Dipl.-Phys. Jörg Bold**, Ohlkasterhohl 2, 67657 Kaiserslautern  
E-Mail: atritor@bold-technoconsult.com

**Prof. Dr. U. Teipel, H. Winter**, Georg-Simon-Ohm Hochschule, Mechanische Verfahrenstechnik/Partikeltechnologie, Wassertorstrasse 10, 90489 Nürnberg  
E-Mail: ulrich.teipel@ohm-hochschule.de

**G. Unkelbach, R. Schweppe**, Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT), Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7, 76327 Pfinztal

**Dipl.-Wirtsch.-Ing.(FH) Christian Hein**, BHS Sonthofen GmbH, Hans-Böckler-Str. 5, 87527 Sonthofen, E-Mail: christian.hein@bhs-sonthofen.de

**Dr. Siegmар Schäfer, Dipl.-Ing. Andre Schäfer**, MeWa Recycling Maschinen und Anlagenbau GmbH, Niederlassung Freiberg, Chemnitzer Str. 40,  
E-Mail: siegmар.schaefer@mewa-recycling.de

**Dipl. Ing. Thomas Krampitz, Dr. H.- Georg Jäckel**, TU Bergakademie Freiberg,  
Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen,  
Lampadiusstraße 4, 09596 Freiberg  
E-Mail: thomas.krampitz@iam.tu-freiberg.de

**Dipl.-Ing. Martin Steuer, Dr.-Ing. Thomas Folgner**, TU Bergakademie Freiberg,  
Institut für Aufbereitungsmaschinen, Lampadiusstraße 4, 09596 Freiberg  
E-Mail: Martin.Steuer@iam.tu-freiberg.de, Thomas.Folgner@iam.tu-freiberg.de

**Dr. Ulrich Kohaupt**, Steinert Elektromagnetbau GmbH, Widdersdorferstr. 329-331,  
50933 Köln, E-Mail: Kohaupt@steinert.de

**Thomas Müller**, TMIV Thomas Müller Ingenieur- und Vertriebsbüro, Am Sandberg 7  
06727 Theißen, E-Mail: steinert-ost@steinert.de

**Dr. Udo Jakobs**, Dr. Jakobs GmbH, Toerringstr. 24, 84359 Simbach/Inn,  
E-Mail: info@dr-jakobs-gmbh.de

**Ferdinand Schmalholz**, R-CON GmbH, Riedererstrasse 12, 87616 Marktobendorf,  
E-Mail: office@r-con-gmbh.eu

### **Adressen von Autoren für Poster und Präsentationen**

**Gudrun Petzold**, Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Hohe Straße 6,  
01069 Dresden, E-Mail: petzold@ipfdd.de

**Dr. Silvio Gablenz**, TRIDELTA Weichferrite GmbH, Marie-Curie-Straße 7,  
07629 Hermsdorf, E-Mail: sgablenz@tridelta-hermsdorf.de

**Kerstin Meißner**, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Unter den  
Eichen 87, 12205 Berlin, E-Mail: kerstin.meissner@bam.de

**Stefan Rosenkranz**, Institut für Partikeltechnik, Volkmaroder Straße 5, 38104  
Braunschweig, E-Mail: s.rosenkranz@tu-bs.de

**Siegfried Engel**, Herbold Meckesheim GmbH, Industriestrasse 33, 74909  
Meckesheim, E-Mail: Gabi.Hafner@herbold.com

**Dr. Udo Jakobs**, Dr. Jakobs GmbH, Toerringstr. 24, 84359 Simbach/Inn,  
E-Mail: info@dr-jakobs-gmbh.de]

### **Dipl.-Math. Volker Reinsch**

GRAINsoft GmbH Freiberg, Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg  
E-Mail: v.reinsch@grainsoft.de

**Dipl.-Ing. Bernd Ebertz**, ETEC Gesellschaft für Technische Keramik mbH, An der  
Burg Sülz 17, D-53797 Lohmar, E-Mail: b.ebertz@etec-ceramics.de

### **Reinhard Ott**

IMRO Maschinenbau GmbH. Landwehrstr. 2 – Industriegebiet, 97215 Uffenheim,  
E-Mail: r.ott@imro-maschinenbau.de

**EUROFINS-AUA GmbH, Niederlassung Freiberg**, OT Tuttendorf, Gewerbepark „Schwarze Kiefern“ D-09633 Halsbrücke, E-Mail: MichaelNormann@eurofins.de

**Dr.-Ing. Jürgen Stein**, Hosokawa Alpine AG, Peter-Doerfler-Str. 13-25, 86199 Augsburg  
E-Mail: j.stein@alpine.hosokawa.com

**Dr. Wolfgang Rubarth, Marco Steinberg**, AKW Apparate + Verfahren GmbH,  
Dienhof 26, 92242 Hirschau,  
E-Mail: wrubarth@akwauv.com, msteinberg@akwauv.com

**Dipl.-Phys. Jörg Bold**, Ohlkasterhohl 2, 67657 Kaiserslautern  
E-Mail: atritor@bold-technoconsult.com

**Dr. Metodi Zlatev**, HAVER & BOECKER OHG Maschinenfabrik  
Robert-Bosch-Str. 6, D-48153 Münster, E-Mail: c.temming@haverboecker.com

**Dipl.-Ing., M. Eng. Timo Seidenfuß**  
ITE GmbH, Konrad-Zuse-Straße 22, 52477 Alsdorf  
E-Mail: tseidenfuss@separation.de

**UVR-FIA GmbH**, Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg, E-Mail: info@uvr-fia.de



# UVR-FIA GmbH

Verfahrensentwicklung  
Umweltschutztechnik  
Recycling



## Über uns

Die **UVR-FIA GmbH** ist hervorgegangen aus dem Forschungsinstitut für Aufbereitung (FIA), einem Institut der ehemaligen Akademie der Wissenschaften der DDR und bietet mit einem leistungsstarken Team aus Verfahrenstechnikern, Chemikern und Physikern Forschungs- und Entwicklungs- sowie Dienstleistungen auf folgenden Hauptarbeitsgebieten an:

- alle Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik und Aufbereitung
- Wasser-, Abwasser- und Schlammbehandlung
- chemische Analytik und physikalische Stoffcharakterisierung

Modern eingerichtete Laboratorien sowie ein Technikum, dessen Konzeption die Realisierung kompletter Technologien im Pilotmaßstab ermöglicht, erlauben die Bearbeitung unterschiedlichster Aufgabenstellungen.

Die **UVR-FIA GmbH** ist Kooperationspartner der TU Bergakademie Freiberg und Mitglied des Geokompetenzzentrums Freiberg e.V.

### ■ **Gesellschafter der GmbH sind:**

- Gesellschaft für Umweltverfahrenstechnik und Recycling e.V. Freiberg (UVR)  
Vorsitzender: Dr. Albrecht Tolke
- Wissenschaftlich - technische Gesellschaft für Verfahrenstechnik Freiberg FIA e.V.  
Vorsitzender: Prof. Dr. Hanspeter Heegn

### ■ **Geschäftsführer der GmbH sind:**

**Dr.- Ing. Andre Kamptner**  
**Dr.- Ing. Henning Morgenroth**

## Kontakte

<b>Hausanschrift:</b>	UVR-FIA GmbH • Chemnitzer Str. 40 • 09599 Freiberg
<b>Postanschrift:</b>	UVR-FIA GmbH • 09596 Freiberg
<b>Telefon:</b>	0 37 31 / 1621220
<b>Fax:</b>	0 37 31 / 1621299
<b>E-Mail:</b>	<a href="mailto:info@uvr-fia.de">info@uvr-fia.de</a>

## **Arbeitsgebiete der UVR-FIA GmbH Freiberg**

**UVR-FIA GmbH** ist eine 1996 erfolgte Ausgründung der eingetragenen Vereine **Wissenschaftlich-technische Gesellschaft für Verfahrenstechnik Freiberg - FIA - e.V.** (GVT) und **Gesellschaft für Umweltverfahrenstechnik und Recycling e.V. (UVR)**, die Nachfolgeeinrichtungen des ehemaligen **Forschungsinstituts für Aufbereitung** der Akademie der Wissenschaften der DDR sind. Das 1954 gegründete Forschungsinstitut für Aufbereitung Freiberg war bis 1991 das führende Zentrum auf dem Gebiet der Aufbereitung von Primär- und Sekundärrohstoffen, von chemischen Produkten und der Umweltschutztechnik in der DDR und beschäftigte sich mit Grundlagenforschung und angewandter Forschung sowie Dienstleistungen auf diesen Gebieten.

Die UVR-FIA Verfahrensentwicklung-Umweltschutztechnik-Recycling GmbH hat die Schwerpunkte ihrer Arbeit insbesondere in Forschung, Entwicklung, Planung, Beratung, Information und Erbringung von Dienstleistungen aller Art auf den Gebieten der mechanischen Verfahrenstechnik, der Aufbereitung und des Recyclings von Roh-, Bau- und Hilfsstoffen einschließlich hierzu angewandter Untersuchungsmethoden und der Charakterisierung von Stoffen.

Die UVR-FIA GmbH verfügt über alle gängigen Ausrüstungen zur Aufbereitung und zum Recycling vom Labormaßstab bis zum technischen Maßstab. Dazu gehören Versuchsausrüstungen zur Grob- und Feinzerkleinerung (auch unter Inertbedingungen), zur Sieb-, Hydro- und Aeroklassierung, zur Sortierung nach der Dichte, nach Grenzflächeneigenschaften (Flotation), nach magnetischen und elektrischen Eigenschaften, sowie zum Mischen, Granulieren und Entwässern (Membrantechniken, Elektrodialyse, Mikrofiltration). Die vorhandene Technik wird an die konkrete Aufgabenstellung angepasst und bei Bedarf durch Mietausrüstungen ergänzt.

Laboratorien zur Stoffcharakterisierung durch chemische Analytik, Röntgendiffraktometrie mit Hochtemperaturkammer, Lasergranulometrie, BET-Messtechnik, Porosimetrie u. a. stehen zur Verfügung.

Neben direkt von der Industrie finanzierten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Dienstleistungen im Auftrag unserer Partner aus der Industrie und von Forschungseinrichtungen wird eine Reihe von Projekten, die von BMBF, BMWI, Bundesumweltstiftung und anderen Projektträgern gefördert werden, bearbeitet.

**Vorankündigung der Jahrestagung 2010**

Die nächste Vortragsveranstaltung unter dem Leitthema:

## **Aufbereitung und Recycling**

findet voraussichtlich am 10. und 11. November 2010

bei der UVR-FIA GmbH Freiberg statt.

### Terminplan

Ende April 2010: **Einladung mit der Aufforderung zur Voranmeldung und zur aktiven Teilnahme mit Vorträgen**

Ende Juli 2010: **Registrierung der Voranmeldungen und Fertigstellung des Tagungsprogramms**

Ende August 2010: **Versand der Einladung mit Tagungsprogramm und der Anmeldung für Poster und Präsentationen**

Ende September 2010: **Schlussstermin der Einreichung der Vortragskurzfassungen**

**Es sind wieder mündliche Vorträge, Poster- und Firmenpräsentationen vorgesehen.**

### **Veranstalter:**

**Gesellschaft für Umweltverfahrenstechnik und Recycling e.V. Freiberg - UVR**

und

**Wiss.- techn. Gesellschaft für Verfahrenstechnik Freiberg - FIA - e.V.**

### **Tagungsorganisation:**

UVR-FIA GmbH

Prof. Dr. rer. nat. habil. Hanspeter Heegn

Chemnitzer Str. 40

09599 Freiberg

Telefon 03731 1621256

Fax 03731 1621299

E-Mail: [info@uvr-fia.de](mailto:info@uvr-fia.de)

Internet: [www.uvr-fia.de](http://www.uvr-fia.de)