



Aufbereitung und Recycling

12. und 13. November 2008

Freiberg

Veranstalter:

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

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

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

www.uvr-fia.de

Vortragsprogramm

Tagung Aufbereitung und Recycling am 12. und 13. November 2008

Mittwoch 12. November 2008

9.30 Eröffnung

9.35 Prof. Dr.-Ing. Urs A. Peuker (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik): Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik an der TU Bergakademie Freiberg

10.05 Dr.-Ing. Jürgen Stein (Hosokawa Alpine AG, Augsburg): Großtechnische Rührwerksmühlen für feinste mineralische Rohstoffe

10.35 Kerstin Lenzner, Anja Meyer, Dr.-Ing. Manfred Nebelung, Dr. Annegret Potthoff (Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden), **Dr.-Ing. Jürgen Stein, Tobias Fuchs** (Hosokawa Alpine AG, Augsburg): Stabilisierung hochkonzentrierter Böhmit-Suspensionen zur Vermahlung auf Partikelgrößen im Nanometer-Bereich

11.05-11.30 Pause

11.30 Prof. Dr. Hanspeter Heegn, Dr. Ernst Madai (UVR-FIA GmbH Freiberg): Aufbereitung von Materialien für Mikrowellenabsorption

12.00 Andree Stockhowe und Holger Mehlert (Fa. HEIN, LEHMANN Trenn- und Fördertechnik GmbH Krefeld): Klassierung von siebschwierigen Roh- und Reststoffen mittels LIWELL®-Siebmaschinen Typ KT

12.30 Dr. Katrin Mackenzie (UFZ Leipzig): Nano-Katalysatoren zur Aufbereitung von industriellem Abwasser

13.00-14.00 Mittagspause und Posterausstellung

14.00 Prof. Dr.-Ing. Sylvia Schade-Dannewitz, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Döring, Dr. rer. nat. Jürgen Poerschke (Fachhochschule Nordhausen): Neue Probenahmemethode für Sekundärstoffe aus Abfallbehandlungs- und Verwertungsanlagen

14.30 Dipl. Ing. Thomas Krampitz, Dr. Georg Timmel, Dr. H.- Georg Jäckel (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen, REMONDIS Assets & Services, Lünen): Methodik zur Bewertung der Siebklassierung in der Abfallaufbereitung unter Betriebsbedingungen

15.00 Dr. Alexandra Pehlken (Bremer Institut für Konstruktionstechnik, Universität Bremen): Unsicherheitsanalyse des Aufbereitungsprozesses am Beispiel Altreifenrecycling (Projekt Metadis)

15.30-16.00 Pause

16.00 PD Dr.-Ing. habil. Andreas Momber (RWTH Aachen, Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik): Eindruckversuche an Gesteinen und Betonen

16.30 Dipl.-Ing. Thomas Mütze, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann, Prof. Dr.-Ing. Urs A. Peuker (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik): Durchströmungsverhalten druckbeanspruchter Gutbetten

17.00 Marko Wieland (Hochschule Anhalt, Dessau), **Steffan Höller** (Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach): Hochwertiges Recycling von Beton auf Geotextil

18.00 Gesellige Abendveranstaltung der Tagungsteilnehmer

Vortragsprogramm (Fortsetzung)

Tagung Aufbereitung und Recycling am 12. und 13. November 2008

Donnerstag 13. November 2008

9.00 Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann, Prof. Dr.-Ing. E. Gock, Dr.-Ing. J. Kähler, Dipl.-Ing. H. Beyerbach (Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik, TU Clausthal): Shredder-Sande als Rohstoffquelle für Buntmetalle

9.30 cand.- Ing. Markus Wilkens, Prof. Dr.- Ing. Urs A. Peuker (TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik), **Dipl.- Ing. Sebastian Neubauer** (TU Clausthal, Institut für Chemische Verfahrenstechnik): Experimentelle Untersuchungen zur Filtrierbarkeit von Suspensionen mit nicht-wässrigen Mutterflüssigkeiten

10.00 Dipl.-Ing. Karl-Heinz Ohrdorf (I.B.O. Ingenieurbüro für Bentonit-Technologie, Wiesbaden), **Prof. Dr. Helmut Flachberger** (Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung Montanuniversität Leoben): Die alkalische Aktivierung von Bentoniten - Fließgrenzmessungen zur Bestimmung des Aktivierungsoptimums

10.30-11.00 Pause

11.00 Gunter Schippers (NUGA AG Kunststoffschneidemühlen, Balgach, Schweiz): CentriCut – innovative Kunststoffzerkleinerung bei reduziertem Energieeinsatz

11.30 Dr.-Ing. E. Reinsch, M. Gabriel, R. Schünemann, Prof. Dr.-Ing. Urs A. Peuker (TU Bergakademie Freiberg), **Dr. rer. nat. V. Albrecht, Dr. rer. nat. F. Simon** (Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden): Elektrosortierung von praxisrelevanten Kunststoffgemischen

12.00 Dipl.-Ing. (FH) Detlev Messerschmidt (HOMBAK Maschinen- und Anlagenbau Bad Kreuznach), **Fred Geib** (Geib Maschinen und Geräte Planung, Handel und Vertriebs GmbH, Heltersberg): Aufbereitung von Elektronikschrott

12.30-13.30 Mittagspause und Posterausstellung

13.30 Dipl.-Ing. Ralf Schäckel, Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker (GreCon Greten GmbH & Co. KG, Alsfeld): Wirkungsvolle Maßnahmen zur Minderung des Brand- und Explosionsrisikos in verfahrenstechnischen Anlagen zur Zerkleinerung und Klassierung von organischen und anorganischen Stoffen

14.00 Dr. Udo Jakobs (Dr. Jakobs GmbH, Germany), **Dr. Ian Sherrell** (Outotec Inc., USA): New flexibility in dry magnetic separation - processing from powder to chips with the new HE roll separator

14.30 Grotjohann, Peter (Haver & Boecker): Recycling von verunreinigtem Material – flexibel einsetzbare Wasch- und Klassieranlage entwickelt

15.00 Dr.-Ing. Jens Löwe (SBM Mineral Processing Germany GmbH): Prallbrecher in der Steine- und Erdenindustrie, Möglichkeiten und Grenzen

15.30 Schlusswort

Poster und Präsentationen (Anmeldungen bis Oktober 2008)	Seite 43
Adressen der Autoren der Tagung "Aufbereitung und Recycling"	Seite 58
Aktuelle Arbeitsgebiete der UVR-FIA GmbH	Seite 61
Vorankündigung der Tagung Aufbereitung und Recycling 2009	Seite 63

Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik an der TU Bergakademie Freiberg

Prof. Dr.-Ing. U. A. Peuker

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik
TU Bergakademie Freiberg

Das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik an der TU Bergakademie Freiberg ist eines der einschlägigen Institute des Fachgebiets mit einer langen und sehr erfolgreichen Geschichte. Unter den neuen Einflüssen durch Bio- und Nanotechnologie, sowie dem Wiedererstarken der klassischen Fragestellungen aus den Branchen Mining und Massengüter muss ein Hochschulinstitut mit seiner Forschung sicher positioniert werden.

Es soll ein Überblick gegeben werden, für welche Fragestellungen das Institut auch zukünftig im Bereich der Mechanischen Verfahrenstechnik und der Aufbereitungstechnik steht. Hierbei werden die klassischen Grundoperationen weiterhin die Basis der Forschung sein, die Anwendungen werden aber durch die aktuellen interdisziplinären Fragestellungen vorgegeben.

Als Beispiele sollen dienen:

- Anwendung der Magnetscheidung für Massenprozesse des biotechnologischen Downstream-Processings.
- Grundlegende Untersuchungen zur mechanischen Flüssigkeitsabtrennung in nicht-wässrigen Flüssigkeiten
- Verknüpfung von Partikeltechnologie und Materialentwicklung von partikelgefüllten Werkstoffen.

Großtechnische Rührwerksmühlen für feinste mineralische Rohstoffe

Dr.- Ing. Jürgen Stein

Hosokawa Alpine AG, Augsburg

Feingemahlene Mineralstoffe wie beispielsweise Kalziumkarbonat, Talkum oder Kaolin werden für unterschiedlichste Anwendungen als Füllstoffe und keramische Rohstoffe eingesetzt. Die Eigenschaften der mineralischen Partikel sind maßgeblich für die Qualität der Endprodukte aus der Papier-, Kunststoff-, Farben-, Keramik- oder Lebensmittelindustrie. Zunehmend werden in allen diesen Anwendungen höhere Feinheiten bis in den Submikronbereich gefordert, so dass auch die Technologie der Aufbereitung diesem Trend folgen muss. Unter dem Einfluss umweltpolitischer Forderungen und steigender Energiekosten müssen feinste Füllstoffpartikel auch mit höchstmöglicher Effizienz produziert werden. In diesem Zusammenhang können Rührwerkskugelmühlen unterschiedlicher Bauarten mit kleinen Mahlkörpern wirkungsvoll und wirtschaftlich zur Aufbereitung feinsten mineralischer Rohstoffe eingesetzt werden.



ANR, nass, vertikal



AHM, nass, horizontal



ATR, trocken

Der klassische Anwendungsfall für feinste nass gemahlene Mineralien ist die Papierindustrie. Insbesondere Kalziumkarbonat wird großtechnisch als Füllstoff und Streichpigment eingesetzt. Die dabei eingesetzten Feinheiten liegen typischerweise zwischen 60 und 98% < 2µm. Der Trend geht zu Slurries mit noch höherer Feinheit und enger Korngrößenverteilung, wodurch Farbe, Opazität, Bedruckbarkeit etc. verbessert werden können. Diese Anforderungen können durch den Einsatz großer vertikaler Rührwerksmühlen vom Typ ANR-CL im Produktionsmaßstab mit mehreren Tonnen pro Stunde erfüllt werden. Neben einer äußerst energiesparenden Mahlung zeichnet sich dieser Mühlentyp durch höchste erzielbare Feinheiten und eine definierte Korngrößenverteilung aus. Das System der siebfreien, dynamischen Mahlperlenabtrennung erlaubt den zuverlässigen Betrieb der Mühle auch bei extremen Feststoffkonzentrationen.

Die Rührwerkskugelmühle AHM in horizontaler, geschlossener Ausführung ist für nahezu alle Mineralsuspensionen einsetzbar. Die Form der Mühle erlaubt ein weites

Spektrum an Baugrößen vom Labormaßstab mit wenigen Millilitern Mahlraumvolumen bis zu Großmaschinen mit einigen Megawatt Antriebsleistung. Damit sind auch die Grundlagen für ein zuverlässiges Scale-up gegeben. Insbesondere bei Suspensionen mit kritischem rheologischen Verhalten kann die horizontale Rührwerksmühle zuverlässig betrieben werden. Die Trenneinrichtung mit dynamischer Entlastung erlaubt den Einsatz sehr kleiner Mahlperlen, so dass diese Mühle in jeder Baugröße auch für die Nassmahlung und Dispergierung nanoskaliger Partikel geeignet ist. Ein flexibles Verschleißschutzsystem erlaubt die Produktion hochqualitativer Füllstoffe ohne störende Kontamination oder Verfärbung.

Die Mehrzahl der Füllstoffe wie z.B. für Kunststoffe werden in Pulverform angewendet und dementsprechend meist auch trocken aufbereitet. Neben den klassischen Kugelmøhlen bietet auch hier die Rührwerkskugelmøhle mit ihren kleinen Mahlperlen die Grundlage für die wirtschaftliche Vermahlung von Füllstoffen in höchster Feinheit. Betrieben im Kreislauf mit einem Hochleistungssichter können mit der Trocken-Rührwerksmøhle ATR großtechnisch mineralische Pulver mit Feinheiten unter 3 µm hergestellt werden. Der keramische Verschleißschutz gewährleistet eine lange Lebensdauer der Møhle und Endprodukte mit höchsten Weißgraden.

Die jeweilige Møhle ist immer in eine Komplettanlage integriert, in der der Mineralstoff von der Vormahlung bis zum verpackten Endprodukt verarbeitet wird. Im Bereich der Nassmahlung enthält die Anlage weitere periphere Apparate wie z.B. Mischer, Pumpen, Klassierorgane, Lagertanks. Bei der trockenen Feinstmahlung ist als wichtigster Anlagenbestandteil der Sichter zu nennen, der letztendlich die Qualität und Feinheit des Endproduktes bestimmt.

Stabilisierung hochkonzentrierter Böhmit-Suspensionen zur Vermahlung auf Partikelgrößen im Nanometer-Bereich

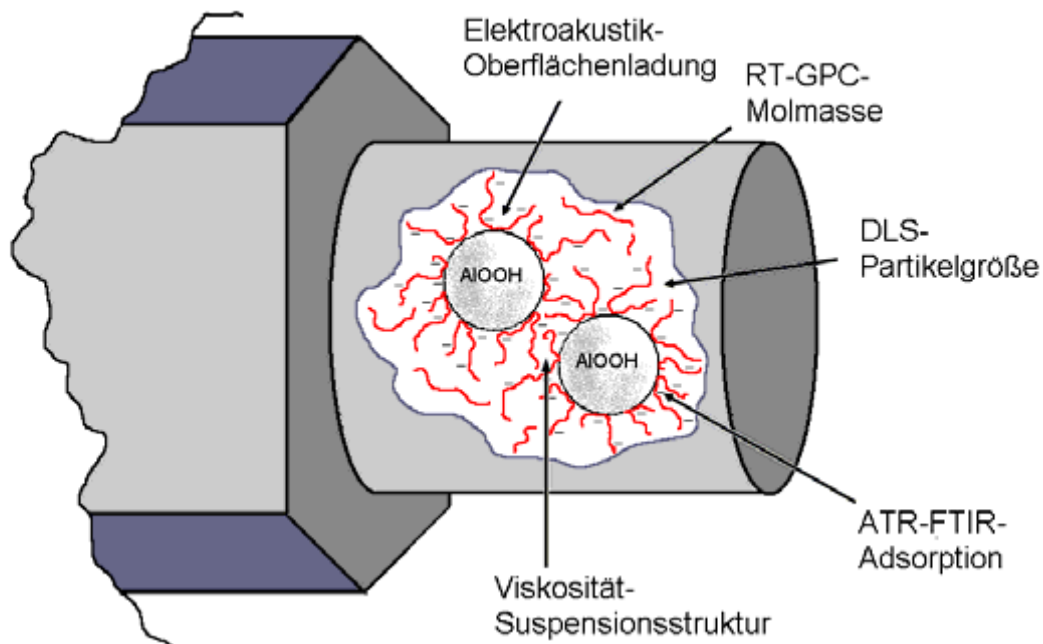
Kerstin Lenzner¹, Anja Meyer¹, Manfred Nebelung¹, Annegret Potthoff¹
Jürgen Stein², Tobias Fuchs²

¹Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden

²Hosokawa Alpine AG Augsburg

Der Markt für nanoskalige Rohstoffe ist einer der am stärksten wachsenden in der europäischen Wirtschaft. In Abhängigkeit von den Ansprüchen an den Reinheitsgrad des Endproduktes kann häufig auf Grund der meist geringeren Kosten die Top-Down-Herstellung der Bottom-Up-Synthese vorgezogen werden. Der erreichbare Zerkleinerungsgrad hängt dabei stark von der Stabilisierung der Teilchen zur Vermeidung der in diesem Partikelgrößenbereich sehr hohen Agglomerationsneigung ab. Um die Herstellung von Nanopartikeln besser steuern und die Schlickereigenschaften während der Mahlung gezielt einstellen zu können, sind Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen dem Rohstoff und den zugegebenen Additiven innerhalb der Suspension während des Mahlvorganges unabdingbar. Den Änderungen der Oberflächenladungsverhältnisse der Partikel während der Aufbereitung kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da bereits geringe Schwankungen eine deutliche Erhöhung der Viskosität und eine Agglomeration der Partikel zur Folge haben können.

Am Beispiel der Vermahlung des Stoffsystems Böhmit konnte gezeigt werden, dass sich die stabilisierende Wirkung von Polyacrylaten in Abhängigkeit der eingetragenen Energie stark ändert. Um auf mögliche Veränderungen in den Wechselwirkungen zwischen Additiv und Pulveroberfläche während des Mahlprozesses reagieren zu können, wurde unterschiedliche Messtechnik verwendet:



Durch die messtechnische Überprüfung der Stabilisierung während der Mahlung ist es möglich, mit der Rührwerkskugelmühle ein nanoskaliges Produkt aus dem Böhmit-Pulver zu erhalten. Eine Minderung der Suspensionsstabilität kann unmittelbar detektiert und durch technologische Maßnahmen kompensiert werden.

Der für Mahlung und Produktqualität bestimmende Parameter Viskosität ist dabei von Feststoffgehalt und von den durch Dispergatoren einstellbaren Abständen der Primärpartikel sowie von der Suspensionstemperatur abhängig. Während der Mahlung ändern sich Zahl und Durchmesser der Partikel, die Dispergatorwirkung wird durch die mechanische Belastung beeinflusst. Neben der direkten Einstellung der Suspension durch Zugabe von Additiven während der Mahlung können mit den gemessenen Daten auch die Betriebsparameter der Mühle selbst gesteuert werden. So kann beispielsweise eine Anpassung der Beanspruchungsintensität an den Mahlfortschritt zu einer schnelleren und energiesparenden Dispergierung führen. Mit Hilfe von Steuerungsalgorithmen ist eine vollständige Automatisierung des Dispergierprozesses vorstellbar. Die Regelung wird vereinfacht, wenn neben den Daten zur Suspensionsstabilität auch die Viskosität und die Partikelgröße online gemessen werden können. Das Ausmaß dieser Einflussgrößen wird an ausgewählten Mahlkurven verdeutlicht und diskutiert.

Die dargestellten Ergebnisse machen deutlich, wie essentiell eine Analyse der stabilisierenden Wirkung von Additiven während des Mahlvorganges ist. Die direkte Erfassung der Suspensionseigenschaften ermöglicht eine wesentlich schnellere Erkennung von Instabilitäten innerhalb des Schlickers und somit ein rascheres Eingreifen in den Mahlprozess, um die gewünschte Produktqualität zu erreichen.

Aufbereitung von Materialien für Mikrowellenabsorption

Prof. Dr. Hanspeter Heegn und Dr. Ernst Madai

UVR-FIA GmbH Freiberg

Die Weiterentwicklung der Mikrowellentechnik erfordert neue Materialien für den Strahlenschutz für hohe Anwendungsfrequenzen im GHz-Bereich. Durch Abschirmung sollen die Wirkungen der Mikrowellenstrahlung auf die menschliche Gesundheit ausgeschlossen werden, aber auch empfindliche elektronische Systeme vor Störungen geschützt werden. Das physikalische Prinzip der Abschirmung beruht auf der Reflexion und der Absorption von elektromagnetischen Wellen. Während die elektromagnetischen Wellen bei der Reflexion nur in ihrer Richtung verändert werden und gegebenenfalls unkontrolliert im Raum weiterwirken können, erfolgt dagegen bei der Absorption durch die Wechselwirkung mit den Materialien des Absorbers die Umwandlung in Wärme.

In den letzten Jahren wurden im Rahmen von durch die AIF öffentlich geförderten Projekten zusammen mit Forschungs- und Industriepartnern Arbeiten zur Entwicklung effektiver breitbandiger Höchstfrequenzschirmmaterialien durchgeführt, wobei die Mikrowellenabsorption im Vordergrund stand. Ein wichtiger Bestandteil dieser Arbeiten war dabei das Screening unterschiedlicher Stoffsysteme hinsichtlich ihrer Eignung als Absorbermaterialien sowie die stoffliche und morphologische Optimierung der Materialien für Komposite mit Kunststoffen.

Bei der Bewertung des technischen Standes kann festgestellt werden, dass in der Literatur zwar Stoffgruppen mit guter Absorptionsfähigkeit für Mikrowellen beschrieben sind. Messungen zur genauen Energieabsorption unter definierten Bedingungen und mit genauer Stoffcharakterisierung auch hinsichtlich chemischer Zusammensetzung, Kristallstruktur und Realstruktur (Teilchengrößenverteilung, Morphologie und Gitterzustand) der Stoffe liegen aber nicht vor.

Die eingestrahelte Leistung P_0 wird in die reflektierten Anteile P_r , die absorbierten Anteile P_a und die durchgehenden Anteile P_t aufgeteilt.

$$P_0 = P_r + P_a + P_t \quad (1).$$

Für die eindringende Mikrowellenstrahlung mit der Leistung P_1 , nur die kann absorbiert werden, gilt dann:

$$P_1 = P_0 - P_r = P_a + P_t \quad (2).$$

Für die Schirmdämpfung nur durch den absorptiven Anteil gilt auch das aus der Optik bekannte Extinktionsgesetz (E = Extinktion):

$$E = \ln(P_1 / P_t) = \alpha_a \cdot c_a \cdot l = \alpha_a \cdot m_a / A \quad (7)$$

mit dem Extinktionskoeffizienten α_a und der im Querschnitt des Mikrowellen-Strahlengangs befindlichen absorbierenden Stoffmenge m_a (Konzentration c_a und Schichtdicke l , Masse m_a pro Flächeneinheit A). Der Extinktionskoeffizient α_a hängt von den Stoffeigenschaften, der Temperatur und der Frequenz der Mikrowellenstrahlung ab.

Für Experimente wurde die Mikrowellenapparatur MLS Mega 1200 (Fa. MWS Vertriebs GmbH Leutkirch) verwendet. Es handelt sich hierbei um ein Gerät mit mikroprozessorkontrollierter ungepulster Leistungseinstellung bis 1200 W und variabler Zeitrampenfunktion sowie Drehtellereinrichtung für die Probenhalterung. Es erfolgt ein Leistungseintrag der im Magnetron erzeugten Strahlung über einen

Wellenleiter und einen mechanischen Feldverteiler in den gesamten Reaktorraum, so dass die Energie im Zeitmittel gleichmäßig verteilt wird. Die Arbeitsfrequenz liegt bei 2,45 GHz.

Für die Ermittlung von Stoffdaten zur Mikrowellenabsorption wurde die Kopplung von Mikrowellenerhitzung mit einer kalorimetrischen Bestimmung der in Wärme umgesetzten Mikrowellenenergie mit dem Prinzip der anisothermen Kalorimetrie angewandt. Für die Messungen erfolgte die Dispersion der Stoffe in Pulverform in einer organischen Flüssigkeit, die keine Mikrowellenabsorption zeigt, und die Messung der Energieaufnahme des Gesamtsystems. Es wird bei den Messungen davon ausgegangen, dass die in der organischen Flüssigkeit dispergierte Probe quasi als Antenne wirkt, die Mikrowellenenergie absorbiert und die entstandene Wärme aber unmittelbar an die Umgebung abgibt, so dass das Gesamtsystem aufgeheizt wird. Tabelle 1 enthält eine Klassifizierung ausgewählter Stoffe nach den ermittelten Extinktionskoeffizienten. Danach sind vor allem weichmagnetische Stoffe und Kohlenstoff in diversen Formen als Absorbermaterialien geeignet.

Tabelle1 : Mikrowellenabsorption verschiedener Stoffe

α_a in cm ² /g	Material
<0,5	Kupfer, Nd-FeB, Siliciumcarbid, Hämatit, Zinkoxid, Varistorkeramik, BaSr-Ferrit, Vanadat, Granat
≥0,5 bis <1	Kaltleiterkeramik
≥1 bis <2	Eisen, Aluminium, Silicium, Nickel
≥2 bis <5	Fe-Ni-Magnetlegierungen, Eisensilicide (VAC), Magnetit, Weichferrite, Kugelgraphite
≥5	Leitruße, Blähgraphite, Kohlenstofffasern

Ergebnisse der Aufbereitung von Mangan-Zink-Ferrit zeigten, dass Kornfraktionen eines Materials (<20 µm, 20-40 µm, >40 µm) kleinere α_a - Werte von z.B. 3,0±0,1 cm²/g gegenüber einem Material <45 µm und relativ breiter Korngrößenverteilung mit α_a = 4,0 cm²/g. Beanspruchung bei der Zerkleinerung führt zur systematischen Verkleinerung der Mikrowellenabsorption von z.B. 4 cm²/g auf 3 cm²/g nach 2 min und 2 cm²/g nach 20 min Mahldauer in der Scheibenschwingmühle. Ein weichmagnetisches Ferrit-Pulver, das auch wegen der Eignung als Komponente in Folienabsorbern in der oberen Korngröße auf ca. 45 µm begrenzt ist, aber eine relativ breite Kornverteilung aufweist, hat offenbar die günstigsten Eigenschaften.

Bei Metallpulvern zeigen Kornfraktionen eines Materials nur geringe Unterschiede, wobei feinste Fraktion <63 µm kleinste Extinktionswerte ergibt. Zerkleinerungsprodukte von amorphen oder nanokristallinen Metalllegierungen ergeben ähnliche Extinktionswerte. Mechanische Beanspruchung von Metallpulvergemischen beim Mahlen bewirkt mechanisches Legieren sowie Amorphisierung. Mechanisch legierte Metallpulver eignen sich genauso gut wie zerkleinertes Material von schmelzmetallurgisch erzeugten Magnetlegierungen als Absorbermaterial für Mikrowellen.

Die Ergebnisse von Messungen an Abschirmfolien zeigten, dass die ermittelten Extinktionskoeffizienten eine gute Möglichkeit zur Vorauswahl von geeigneten Absorbermaterialien und zur relativ einfachen Bewertung der Absorption von Kompositmaterialien bieten.

Klassierung von siebschwierigen Roh- und Reststoffen mittels LIWELL®-Siebmaschinen Typ KT

Andree Stockhowe und Holger Mehlert

Fa. HEIN, LEHMANN Trenn- und Fördertechnik GmbH Krefeld

Nach Markteinführung der LIWELL® Typ KT findet diese Verwendung in einer Vielzahl von Einsatzbereichen:

- Aufbereitung von Recyclingglas
- Klassierung von mineralischen Rohstoffen
- Siebung von Elektroschrott
- Klassierung von Abfällen und anderen Reststoffen.

Das sehr breite Verwendungsspektrum begründet sich durch die spezifische Maschinenfunktion, bei der unterschiedliche Siebfunktionen kombiniert werden:

- Verwendung des Oberdecks zur klassischen Absiebung mittels Kreisschwingung
- Ausführung des Unterdecks als Spannwell®-Siebmaschine mit extrem hohen Beschleunigungen

Die Wirkungsprinzip des Oberdecks als Kreisschwinger erlaubt die Verwendung aller gängigen Siebbeläge (Polyurethan, Draht etc.) sowie von Sonderlösungen (z.B. Lamellensiebbeläge). Damit ist eine spezifische Anpassung an die jeweilige Aufgabenstellung möglich.

Das Unterdeck wird als Spannwell®-Siebbelag betrieben und ermöglicht insbesondere bei siebschwierigen Materialien eine effektive Feintrennung, welche mit Standard-Siebmaschinen nicht zu erzielen ist.

Folgende Einsatzbeispiele verdeutlichen das Verwendungsspektrum:

- Klassierung von Altglas bei der Fa. Maltha
- Siebung von Elektroschrott bei der Fa. Rosag
- Aufbereitung von Baustoffen bei der Fa. Carriere Feidt
- etc.

Nano-Katalysatoren zur Aufbereitung von industriellem Abwasser

Dr. Katrin Mackenzie, Heike Hildebrand und Prof. Dr. Frank-Dieter Kopinke

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

Halogenorganische Kohlenwasserstoffe (HKW) sind weit verbreitete und häufig schwer zu entfernende Wasserschadstoffe. Die hier vorgestellten Arbeiten zeigen eine neue Behandlungsmethode für hoch belastete industrielle Abwässer, welche nur mit geringen Konzentrationen an HKW verunreinigt sind, jedoch nicht in kommunale Kläranlagen eingeleitet werden können. Derzeit werden diese Prozessabwässer vorrangig der Verbrennung zugeführt, was kostenintensiv und wenig umweltfreundlich ist. Für kleinere und mittelständische Unternehmen bedeutet daher eine dezentrale Vorbehandlung und die selektive Entfernung der Minderkomponente HKW aus den Wässern einen entscheidenden ökonomischen Vorteil und nicht zuletzt eine umweltfreundlichere Entsorgungsalternative.

Unser Forschungsansatz basiert auf der Idee, diese Abwässer durch reduktive Hydrodehalogenierungsreaktionen an palladierten Nano-Katalysatoren mit Wasserstoff oder einer alternativen Wasserstoffquelle zu detoxifizieren nach $RX + H_2 \xrightarrow{\text{Katalysator}} RH + HX$. Das bedeutet, dass toxische und häufig persistente HKW in unschädliche organische Verbindungen überführt werden, die dann leicht durch eine biologische Behandlungsstufe in Kläranlagen entfernt werden können. Derzeit etablierte Behandlungsmethoden, wie die Oxidation der Wasserinhaltsstoffe, sind nicht für eine selektive Schadstoffzerstörung geeignet, da leicht biologisch abbaubare Substanzen wie Alkohole mit erfasst werden und dadurch zwangsläufig ein hoher parasitärer Verbrauch an Oxidationsmitteln erfolgt. Außerdem besteht die Gefahr, dass partiell chlorierte anoxidierte Stoffe zurückbleiben, welche unter Umständen toxischer als der Ausgangsstoff sind.

Der Einsatz von nano-Reagenzien und Nano-Katalysatoren ist ein neuer viel versprechender Trend in der Umweltforschung. Wie bereits von nanoskaligen Metallpartikeln (wie Fe^0) bekannt ist, können Nano-Katalysatoren sehr hohe Reaktionsraten aufweisen, da sie nur wenig durch Stofftransportkontrolle limitiert werden. Für spezielle Anwendungen in der Abwasserreinigung konnten wir extrem reaktive Pd-Katalysatoren auf Magnetit (0,1 Ma-% Pd) herstellen. Der Ferrimagnetismus des Trägermaterials erlaubt die vollständige Entfernung des Katalysators aus dem behandelten Abwasser durch Magnetoseparation, wodurch auch das Katalysator-Recycling prinzipiell ermöglicht wird.

Der Einsatz neuartiger Materialien für umwelttechnologische Anwendungen kann mögliche Risiken mit sich bringen. Gerade der Einsatz von Nanopartikeln sollte kritisch hinterfragt werden und die Wirkung der feinen Partikel auf Lebewesen bekannt sein, auch wenn für die hier beschriebenen Partikel kein direkter Eintrag in die Umwelt geplant ist. Der Katalysator wurde hinsichtlich seiner Zytotoxizität an humanen Haut- und Darmzelllinien (HaCaT und CaCo-2) und an Kiemenzellen der Regenbogenforelle (RT gill W1) getestet. Die Ergebnisse stimmen außerordentlich zuversichtlich, da keine akute Toxizität gefunden wurde.

Sowohl die extrem hohe Reaktivität des Katalysators, seine Robustheit, die Wiedergewinnung des Katalysators aus behandeltem Wasser als auch die Ergebnisse der ersten Risikobewertung sind derzeitiger Stand unserer Untersuchungen und stimmen optimistisch, dass der Katalysator im nächsten Schritt mit Partnern für die Abwasserreinigung fest etabliert werden kann.

Neue Probenahmemethode für Sekundärstoffe aus Abfallbehandlungs- und Verwertungsanlagen

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

Fachhochschule Nordhausen

Aufgrund der großen **Heterogenität von Abfallströmen** ist die Beschreibung des Stoffbestandes außerordentlich schwierig. Zudem besteht das Problem, dass diese Stoffsysteme als Massengüter auftreten und somit auf wirtschaftliche Weise nur über Teilmengen, die Proben, beurteilt werden können. Obwohl bekannt ist, dass Abfälle und Recyclingstoffe in Bezug auf physikalische, chemische und biologische Zusammensetzung, die Größe und Form ihrer Bestandteile sowie das technologische Verhalten wie Fließfähigkeit, Mischbarkeit, Verdichtung, Zerkleinerung u. a. mit den traditionellen mineralischen und bergbaulichen Schüttgütern nicht zu vergleichen sind, werden in zahlreichen Prüfvorschriften Methoden angewandt, die eigentlich für körnige, rieselfähige und homogene Schüttgüter mit nicht zu breiter Korngrößenverteilung aus der Aufbereitung mineralischer Rohstoffe entwickelt worden sind. So werden aktuell z.B. für die Probenahme von **Ersatzbrennstoffen** (EBS) im Rahmen der Vorschriften der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe die **Teilungskreuzmethode** sowie die Probenverjüngung mittels **Riffelteiler** vorgeschrieben und stellen bei der Probenentnahme im Outputstrom sämtlicher Aufbereitungsanlagen für die Produktion von Ersatzbrennstoffen einen Standard im Rahmen der Qualitätssicherung dar.

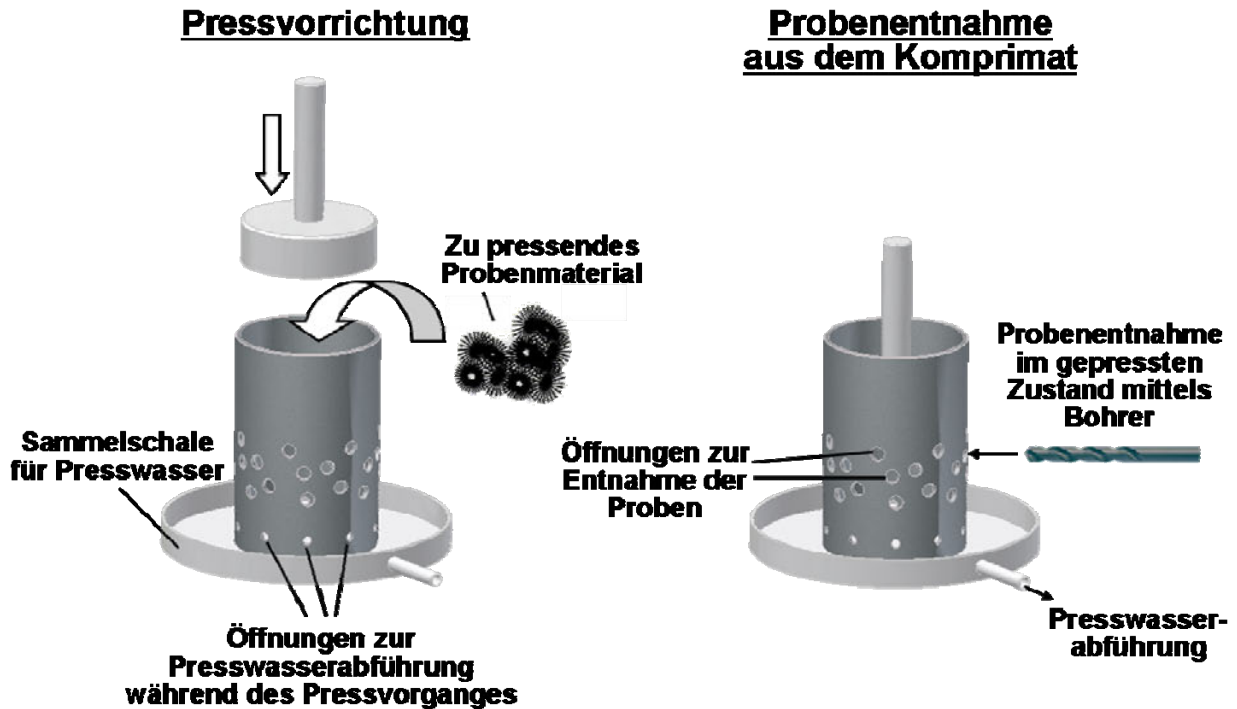
Die Probenaufbereitung für Sekundärstoffe erfolgt generell mehrstufig über Probenteilung und –zerkleinerung, um die Laborprobe großer Menge und grober Körnung zu einer Analysenprobe von wenigen Gramm mit einer Körnung von wenigen Millimetern aufzubereiten. Das übergeordnete Ziel ist die Herstellung einer homogenen und repräsentativen Analysenprobe, die mit dem Prüfgut hinsichtlich der zu prüfenden Eigenschaften innerhalb eines festgelegten Vertrauensbereichs übereinstimmen muss. Durch die Wahl der Probenentnahmemethode, Teilungsmethode und der Probenaufbereitung, unterscheiden sich die Analysenergebnisse zu ein und demselben Austragsstoff entscheidend. Neben hohen Streubreiten zwischen Analysewerten aus Parallelproben kommt es auch häufig zu Diskrepanzen zwischen Deklaration und Kontrollanalyse.

Im Rahmen einer Dissertation hat ZWISELE (TU Berlin, 2004) einen neuen Ansatz für die Probenahme heterogener Abfälle geringer Schüttdichte, die so genannte „**Würfelteilungsmethode**“, entwickelt. ZWISELE hat an Modellgemischen den Nachweis geführt, dass bei der Würfelteilungsmethode weniger willkürliche Entscheidungen im Rahmen der Teilchenzuordnung vorgenommen werden und eine **zufällige, repräsentative Stichprobenauswahl** bei der Reduzierung der Probengesamtheit ermöglicht wird. Allerdings ist die Würfelteilungsmethode vor allem aus Kostengründen nicht praxistauglich.

Im Studiengang Umwelt- und Recyclingtechnik der FH Nordhausen wurde nun ein alternatives Verfahren entwickelt. „**Pressbohrmethode**“ lautet der neue Ansatz zur Probenentnahme und basiert auf der Grundidee der Komprimierung des Probematerials in eine geometrisch definierte Form und nachfolgender **wahrscheinlichkeits-proportionaler Probenentnahme**.

Nach der Probenentnahme vom Band und Überführung in die Pressvorrichtung erfolgt eine durchschnittliche Verdichtung des Probenmaterials im Presszylinder um den Faktor 5 bis 10. Die in der Probe enthaltene Flüssigphase wird durch

entsprechende Öffnungen in der Form ausgepresst. Die Entnahme von Analysenproben erfolgt nunmehr durch wahrscheinlichkeitsproportionale Beprobung mittels Werkzeug über Bohrlöcher direkt aus dem verpressten Zustand. Das Stoffsystem liegt durch den Pressdruck als kompaktes Stoffgefüge vor. Die Entmischungserscheinungen aufgrund verschiedener Stoffdichten, breiter Korngrößenverteilung sowie differierender Geometrie werden somit vermieden. Bei der Pressbohrmethode handelt es sich demzufolge um eine „**Quasi-Festkörperbeprobung**“.



Vor allem der Vorteil der marginalen Entmischung und der daraus resultierenden Minimierung subjektiver Entscheidungen bei der Teilchenzuordnung verringert die systematischen Fehlerquellen drastisch. Die Pressbohrmethode zeichnet sich durch günstige Parameter (z.B. Druck, apparativer Aufwand, ...) aus. Die Pressbohrmethode ist kostengünstig und praxistauglich. Durch die Möglichkeit der getrennten Gewinnung von fester und flüssiger Phase ergeben sich zudem im Hinblick auf die Analytik und Schadstoffbewertung neue Ansätze. Die bisher erreichten Ergebnisse zur Anwendung der Pressbohrmethode mit Modellgemischen und insbesondere mit realen Stoffgemischen verschiedener EBS- Hersteller sind äußerst viel versprechend und werden auf der Tagung vorgestellt.

Gegenwärtig erfolgt die Applikation auf weitere Spezifikationen von Sekundärstoffen und die Probenreduzierung der Grundgesamtheit einer Beprobung mittels Pressbohrmethode. Erste Ergebnisse werden diskutiert.

Die Entwicklung eines Funktionsmodells bis 2010 ist geplant. Das technische Konzept dazu wird erläutert.

Methodik zur Bewertung der Siebklassierung in der Abfallaufbereitung unter Betriebsbedingungen

Dipl. Ing. Thomas Krampitz¹, Dr. Georg Timmel², Dr. H.- Georg Jäckel¹

¹TU Bergakademie Freiberg, Institut für Aufbereitungsmaschinen

²REMONDIS Assets & Services, Lünen

Seit Inkrafttreten der Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) und der damit verbundenen Notwendigkeit einer Abfallbehandlung vor der Deponierung, verschiebt sich der Schwerpunkt der Aufbereitung von Gewerbeabfällen immer weiter hin zur Gewinnung von Wertstoffen. Dies lässt sich nicht nur durch die weltweit steigende Nachfrage nach Sekundärrohstoffen, sondern auch durch Kostenvorteile in Folge einer Reduzierung von Sortierresten begründen. Neben der Zerkleinerung ist die Siebklassierung ein zentraler Prozess der Abfallaufbereitung, wobei das Prozessziel der Siebklassierung bisher folgende Punkte umfasste:

- Aufteilung von Produktströmen (Verringerung des Durchsatzes in den nachfolgenden Prozessen)
- Feingut-/ Grobgutabtrennung (Abtrennen störender Stückgrößen für die nachfolgenden Prozesse)
- Herstellung absatzfähiger Produkte (definierte Stückgrößenverteilung)

Zunehmend kommen weitere Prozessziele hinzu:

- Selektive Anreicherung einzelner Komponenten in Stückgrößen-/ Stückformenklassen
- Vereinzelung der Abfallstücke für nachfolgende Sortierprozesse wie zum Beispiel Sichtung oder optische Sortierung.

Zudem sind bei der Siebklassierung von Abfällen eine Reihe zusätzlicher Probleme, wie die Neigung einzelner Abfälle zum Verhaken (Zopf-/ Knäuelbildung) sowie die Verstopfung der Siebböden zu berücksichtigen. Im Zuge der Effektivitätssteigerung vorhandener Aufbereitungsanlagen für Abfälle, ist eine Bewertung des Klassierungserfolges unumgänglich. In der Zusammenarbeit mit der Fa. REMONDIS/Lünen wurde eine Methodik zur Bewertung von Klassiermaschinen unter Betriebsbedingungen erarbeitet. Diese wurde an mehreren Maschinentypen angewendet und berücksichtigt die stark unregelmäßigen Stückgrößen und –formen des Abfalls.

Charakterisierung der Stückgrößen im Abfall

Die Bewertung des Trennerfolges beruht wie in der Mineralaufbereitung auf der Ermittlung der Massesummenverteilung von Fein- und Grobgut sowie der Trennschärfefunktion und dem Feingutausbringen. Allerdings gestaltet sich die Kennzeichnung von Abfällen wegen ihrer im Vergleich zu den mineralischen Rohstoffen häufig stark abweichende Stückform als schwierig. Daher lassen sich die bekannten Verfahren der Stückgrößenbestimmung aus dem Bereich der Erden und Sanden Industrie, wie für die Bestimmung von Korngrößenverteilungen mittels Prüfsiebung nach DN 3310-1 oder die Ermittlung der Stückgrößen und –formen mittels abbildender Methoden der photooptischen Bildanalyse nur eingeschränkt nutzen. Vor allem bei großstückigen und nicht formstabilen Komponenten zeigen sich Grenzen bei der Stückgrößenbestimmung mit konventionellen Methoden. Daher wurde auf eine geeignete Methode für großstückige Abfälle aus der Schrottaufbereitung zurückgegriffen, die eine dreidimensionale Kennzeichnung nach Abbildung 1 über die Hauptabmessungen a, b, c vornimmt [1, 2, 3]. „Man stellt sich das zu beurteilende Stück von einem rechtwinkligen Parallelepiped mit dem kleinsten Volumen eingehüllt vor“ [4].

längste Hauptabmessung a (Länge)
 mittlere Hauptabmessung b (Breite)
 kürzeste Hauptabmessung c (Dicke)
 Bedingung: $a > b > c$

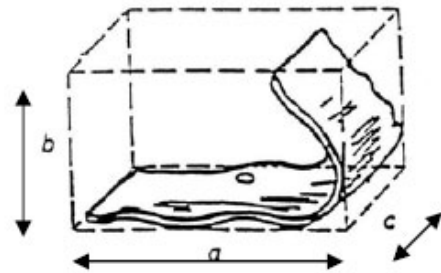


Abbildung 1: Definition der Hauptabmessungen von Abfällen [4]

Mit den so bestimmten drei Hauptabmessungen ist eine Kennzeichnung nach der Größe und Form möglich.

Klassierung der Siebmaschinen

Da für jeden Siebmaschinentyp ein unterschiedliches Bewegungsregime des Siebgutes zu erwarten ist, ergibt sich je nach Relativgeschwindigkeit v und Lage der Abfallstücke über dem Siebboden eine entscheidende Hauptabmessung für den Siebdurchgang. Je nach Ausrichtung der Stücke über dem Siebboden, erfolgt der Durchgang wie in Abbildung 2 dargestellt nach einer der drei Hauptabmessungen a , b , c [4]. Die Schwerkraft bewirkt dabei eine Kipp- oder Fallbewegung der Stücke mit den Abmessungen $a, b, c < w$ in die Sieböffnung w . Die entscheidende Hauptabmessung für den Siebdurchgang wurde bei den durchgeführten Untersuchungen mit Gewerbeabfall im Anschluss an die Charakterisierung der Proben ermittelt.

entscheidende Hauptabmessung	a Bedingung $b < w$	b	c
schematische Darstellung des Siebdurchganges durch die Sieböffnung			

Abbildung 2: entscheidende Hauptabmessung (von links nach rechts) für Hauptabmessung a , b , c für den Siebdurchgang in Abhängigkeit von der idealisierten Relativbewegung v der Stücke auf dem Siebboden und Ausrichtung der Stücke über dem Siebboden

Durchgeführte Untersuchungen

Es wurde eine für die Aufbereitungsanlage typische Charge Gewerbeabfall ausgesucht und mehrere Proben entnommen. Nach Beprobung des Aufgabegutes, erfolgte die Aufgabe der Charge in die Aufbereitungsanlage bei typischen Anlagenparametern. Aus den Produktströmen der zu untersuchenden Prozesse wurden Proben entnommen und charakterisiert. Bei der Charakterisierung der Proben, lag der Schwerpunkt auf den werthaltigen Abfallkomponenten, die in ausreichender Menge im Abfall enthalten waren, wie Kunststofffolien, Holz oder Papier. Die Methodik ist schematisch in Abbildung 3 und in [5] bereits beschrieben worden.

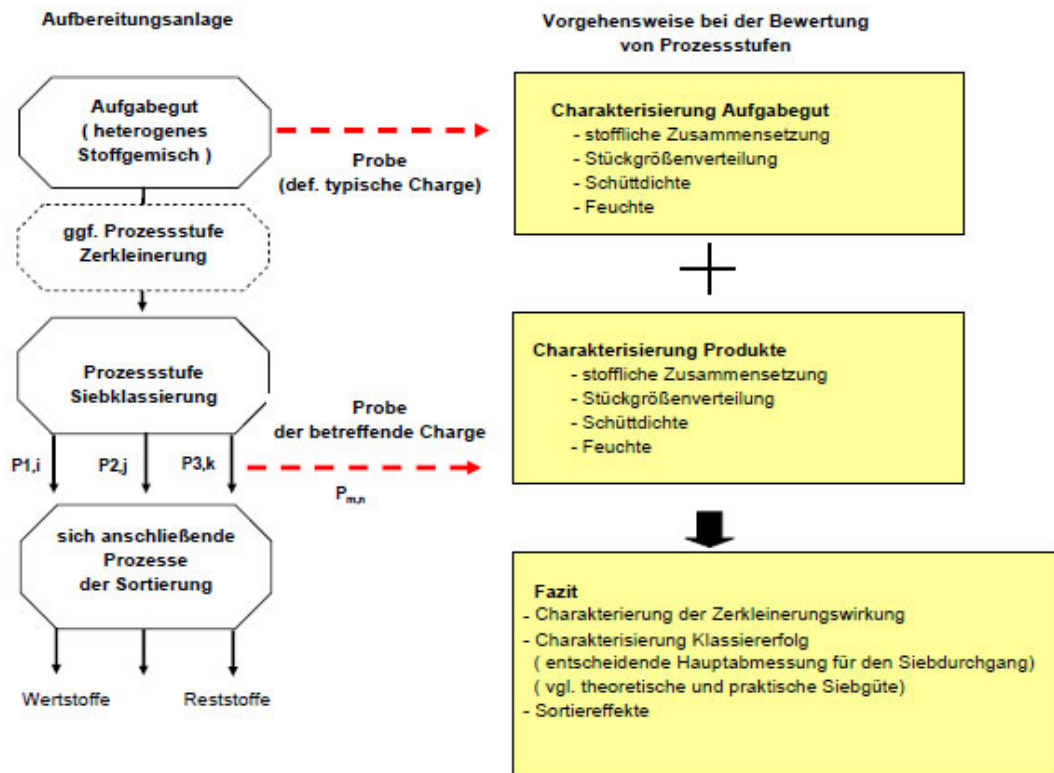


Abbildung 3: Schema zur Vorgehensweise der Bewertung von Aufbereitungsprozessen [5]

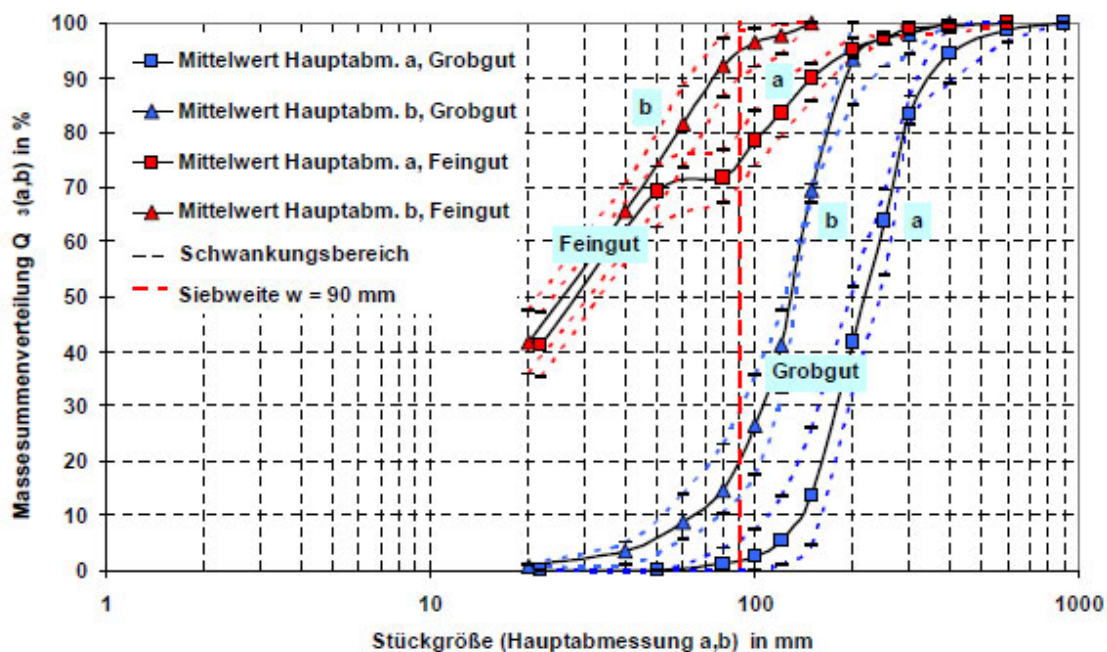


Abbildung 4: Stückgrößenverteilung für das Fein- und Grobgut nach Hauptabmessung a und b

Ergebnisse

Als Beispiel werden Versuchsergebnisse vorgestellt, die an einer Kreiswuchtschwingsiebmaschine mit einer Sieböffnungsweite von 90 mm (Quadratlochung) unter den Betriebsbedingungen einer Abfallbehandlungsanlage gewonnen wurden. In Abbildung 4 ist die Stückgrößenverteilung für das Grob- und Feingut nach der längsten Hauptabmessung a und der mittleren Hauptabmessung b

aufgetragen. Die kleinste Hauptabmessung c kann unberücksichtigt bleiben, da diese bei der Siebklassierung auf einem Kreisschwingsieb keinen Einfluss besitzt.

Es kann festgestellt werden, dass ein Fehlaustrag an Feingut ins Grobgut von ca. 20 % vorliegt (Hauptabmessung b). Dagegen sind im Feingut ca. 5 % Fehlstücke mit Abmessungen $b > w$ enthalten. Dies ist auf nicht formstabile Stoffe wie Textilien und Folien zurückzuführen. Zudem ist im Feingut ein Masseanteil von ca. 25 % enthalten, dessen Stücke mit Abmessungen $a > w$ aufgrund ihrer länglichen Form das Sieb passieren können. Die maximale Länge (Hauptabmessung a) der Stücke im Feingut beträgt das zwei bis dreifache der Sieböffnungsweite w ($a < 3 w$).

Über die Trennfunktion in Abbildung 5 kann im Anschluss eine Aussage über den tatsächlichen Trennschnitt x_T und die Trennschärfe k gemacht werden. Dabei sind die zwei Hauptabmessungen a und b zu berücksichtigen. Die abgelesenen Kennwerte aus der Trennfunktion sind in der Tabelle 1 für die Hauptabmessungen a und b eingetragen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass bei dieser Kreisschwingsiebmaschine die Hauptabmessung b entscheidend ist für den Siebdurchgang. Mit einem tatsächlichen Trennschnitt b_T von 95 mm und einer Trennschärfe k_b von 0,8 entsprechen die Ergebnisse einem sehr guten Trennerfolg unter Betriebsbedingungen. Allerdings ergibt sich für die Trennschärfefunktion ein großer Schwankungsbereich um den Mittelwert, der zum einen auf ungünstige Guteigenschaften und zum anderen auf eine geringe Stichprobenanzahl bei der Probenahme hindeutet. Mit einem Variationskoeffizienten von $< 0,3$ sind die Ergebnisse für eine Abschätzung des Sieberfolges trotzdem ausreichend.

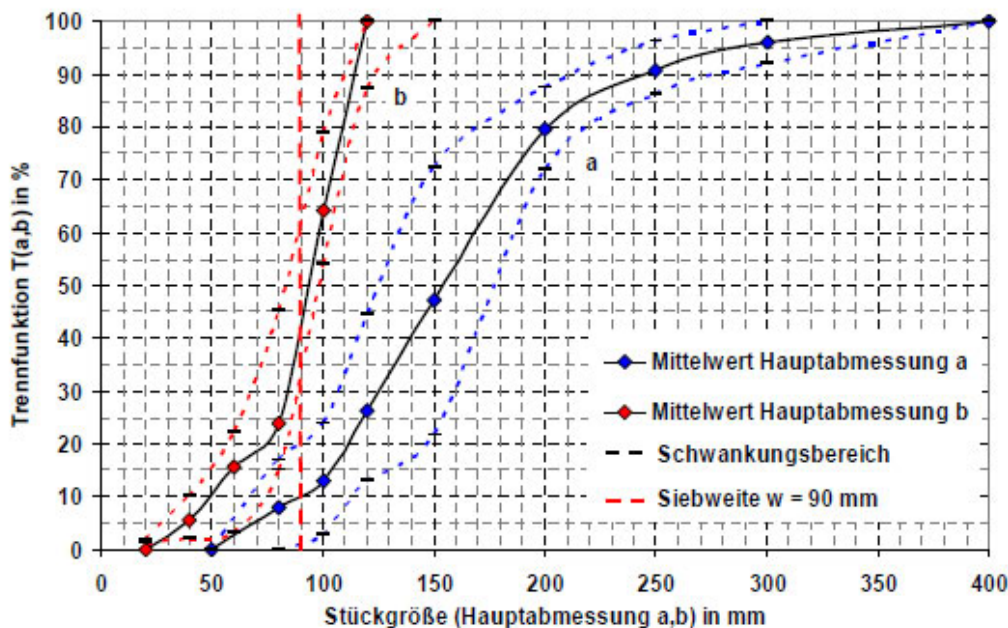


Abbildung 5: Trennschärfefunktion nach Hauptabmessung a und b

Tabelle 1: Kennwerte aus der Trennschärfefunktion

Hauptabmessung	a	b
Trennschärfe k_a, k_b	0,63	0,8
tatsächlicher Trennschnitt a_T, b_T in mm	150	95

Zusammenfassung und Ausblick

Es liegt eine Methode vor, mit der der Trennerfolg einer Siebklassierung von großstückigen und siebschwierigen Gütern unter Betriebsbedingungen bewertet werden kann. Die Betriebsuntersuchungen charakterisieren den Ist-Stand der Aufbereitung. Untersuchungen zu den betriebsbedingten, konstruktiven, sowie materialbedingten Einflussfaktoren auf die Trennschärfe der Siebklassierung werden

derzeit im Technikum der TU Bergakademie Freiberg durchgeführt. Die Betriebsuntersuchungen stellen einen Ausgangspunkt für die Untersuchungen im Technikum dar. Für den Anlagenbetreiber steht mit der Untersuchungsmethodik ein Werkzeug zur Verfügung, Herstellerangaben zu prüfen und den Einfluss prozessbestimmender Parameter abzuschätzen. Voraussetzung ist die Kenntnis der Betriebsbedingungen in der Anlage sowie der Grundeigenschaften des Aufgabegutes (Gewerbeabfall).

[1] SANDER S.: *Grundlagen der Zerkleinerung in Hammerreißern*, Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 2003

[2] TIMMEL, G.: *Zerkleinerung von Metallen in Shreddern mit vertikalem Rotor*, Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 2001

[3] KIRCHNER, J.: *Mikroprozesse und Einflussgrößen bei der Zerkleinerung der Schrotte und Metalle in Shredder mit horizontal angeordnetem Rotor*, Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 2000

[4] SCHUBERT G., NICKEL W. (Hrsg.): *Recycling Handbuch*, Strategien, Technologien, Produkte, VDI Verlag 1996

[5] KRAMPITZ, T., TIMMEL, G., JÄCKEL H.-G.: *Probenahme zur Bewertung von Prozessstufen in Abfallbehandlungsanlagen unter Betriebsbedingungen (LAGA PN98)*, 13. Probenahmetagung IQS Freiberg, 2008

Unsicherheitsanalyse des Aufbereitungsprozesses am Beispiel Altreifenrecycling (Projekt Metadis)

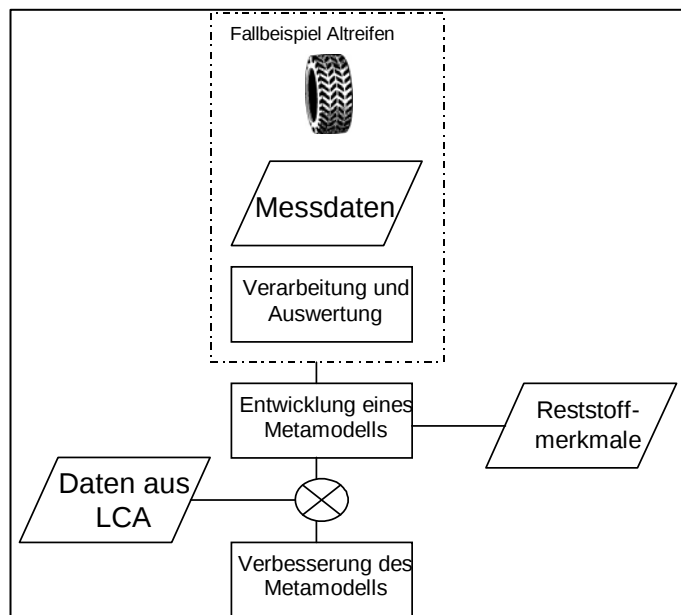
A. Decker, P. Maaß, D.H. Müller, A. Pehlken, K.-D. Thoben, S. Todt, M. Rolbiecki, W. Wosniok

Bremer Institut für Konstruktionstechnik, Universität Bremen

Die Beschreibung der Aufbereitung von verwertbaren Abfallstoffen wird aufgrund der Fülle und oft nur ungenau zu bestimmenden Prozessparameter erschwert. Je nach Anwendung zeichnet sich bereits das Inputmaterial durch Heterogenität der Inhaltsstoffe und starke Schwankungen aus, die selbst durch genaue Beprobung nicht hundertprozentig beschrieben werden können. Dies wurde beispielsweise auch von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) erkannt, die in ihrer Probenahme-richtlinie PN 98 für Abfallstoffe ausdrücklich den Begriff „abfallcharakterisierende Probenahme“ anstatt „repräsentative Probenahme“ verwendet.

Allein aufgrund dieser Schwankungsbreiten im Eingang von Abfallstoffen kann hier lediglich ein Wertebereich angegeben werden. Diese Schwankungsbreiten ziehen sich durch die weiteren Stufen des Aufbereitungsprozesses, wodurch Unsicherheiten beispielsweise hinsichtlich der Stoffstromzusammensetzung in einem nachfolgenden Prozessabschnitt gegeben sind.

Diese Unsicherheiten führen dazu, dass eine Modellierung und Simulation eines vollständigen Recyclingprozesses erschwert wird. Um die Zuverlässigkeit und das Vorhersagevermögen eines Modells sicherzustellen, ist es notwendig, dass Systeme oder Materialeigenschaften möglichst genau im Modell abgebildet werden. Inhomogene Stoffgruppen oder Verfahrensschwankungen aufgrund hoher Dynamik in der Aufgabenstellung bedingen dabei allerdings unsichere und möglicherweise sogar fehlerhafte Parameter. Methoden zur



Kalibrierung des Modells müssen daher die Unsicherheit und Heterogenität des Inputmaterials bei unterschiedlichen Randbedingungen berücksichtigen.

Das Fachgebiet „Integrierte Produktentwicklung“ der Universität Bremen beschäftigt sich zurzeit mit einem DFG-Forschungsvorhaben (Metadis), welches die Unsicherheiten von dispersen Reststoffsystemen berücksichtigt und die Entwicklung eines Metamodells unter Berücksichtigung von Informationen aus bestehenden Life-Cycle Assessments (LCA) anstrebt. Zur Verifizierung der zu entwickelnden Modellbausteine wird das Beispiel des Altreifenrecyclings herangezogen und in die Kernaufbereitungsprozesse Zerkleinerung, Siebung und Magnetscheidung unterteilt.

Eindruckversuche an Gesteinen und Betonen

PD Dr.-Ing. habil. Andreas Momber

RWTH Aachen Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik

Das Verhalten von vier Gesteinen (Granit, Porphy, Kalkstein, Tonschiefer) und verschiedenen Betonen bei der Beanspruchung durch runde Eindruckkörper wird aus kontaktmechanischer Sicht diskutiert. Es werden Ergebnisse von Eindruckversuchen mit Andruckkräften zwischen $F=0,1$ und $2,45$ kN und Kugelradien von $R=0,5$ und $2,5$ mm besprochen. Es existiert ein von der Werkstoffhärte dominierter Übergangsbereich zwischen elastischem und elastisch-plastischem Verhalten. Im elastisch-plastischen Bereich besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Andruckkraft und Eindruckdurchmesser. In weicheen Gesteinen werden radiale Risse, die zu Festigkeitsverlust führen, sowie laterale Brüche, die zum Materialabtrag in oberflächennahen Bereichen führen, erzeugt. Es werden weiterhin Einflüsse von Anisotropie und Struktur auf das Verhalten der Werkstoffe besprochen. Diese Zusammenhänge sind in den Tabellen 1 bis 4 dargestellt. Die Übergangsbedingung von elastischem zu plastisch-elastischem Verhalten kann wie folgt beschrieben werden:

$$\frac{E_M}{H_M} \cdot \left(\frac{K_{Ic}}{H_M} \right)^2 \sim R^+ \quad (1)$$

Hierbei ist H_M die Härte des geprüften Werkstoffes, E_M ist der Elastizitätsmodul des geprüften Werkstoffes, und K_{Ic} ist der kritische Spannungsintensitätsfaktor des geprüften Werkstoffes. Der Wert R^+ ist hierbei ein Übergangsradius, dessen Wert entscheidend von der Werkstoffhärte bestimmt wird, die in Gleichung (1) als kubische Funktion erscheint. Der Sachverhalt ist im Bild 1 dargestellt. Wenn also, identische Eindruckbedingungen vorausgesetzt, die Werkstoffhärte zunimmt, ist ein elastisches Verhalten wahrscheinlich. Somit können die Verhaltensweisen der untersuchten Werkstoffe durch den mittels Bild 1 ausgedrückten Zusammenhang erklärt werden. Das Verhältnis von Bruchzähigkeit und Werkstoffhärte, oft als Sprödheitsindex interpretiert, kann zur Beurteilung des Verhaltens der Werkstoffe dienen. Weil für viele Gesteine und für Betone die Härte eine lineare Beziehung zur Druckfestigkeit aufweist, kann H_M in Gleichung (1) gegebenenfalls durch die Werkstoffdruckfestigkeit ersetzt werden, was eine Zuordnung der entsprechenden Werkstoffe erleichtert (siehe Tabelle 5).

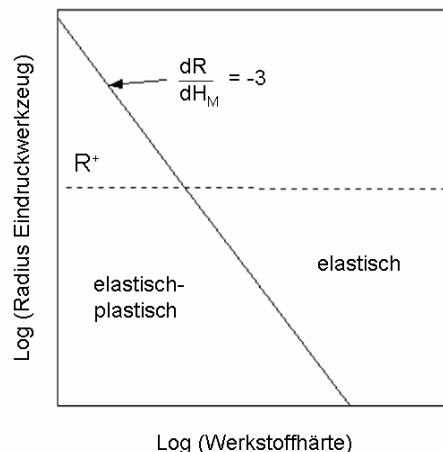
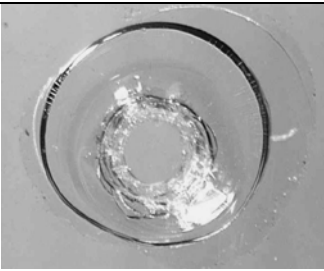
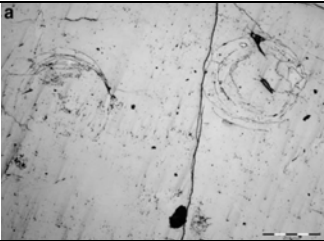


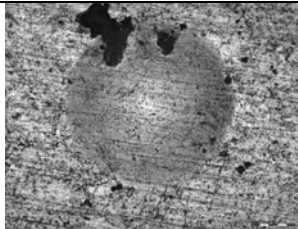
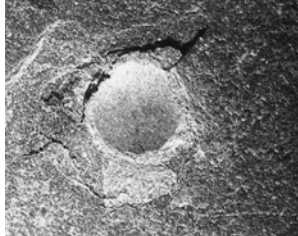
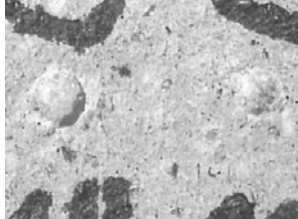
Bild 1. Grafische Darstellung von Gl. (1)

Tabelle 1: Elastische Reaktionen von Glas, Granit und Feldspat

Prüfbedingungen	Bruchbild
Glas F = 0,98 kN R = 0,5 mm (Bildbreite: 2 mm)	
Granit F = 0,1 kN R = 2,5 mm (Maßstab: 500 µm)	
Feldspateinschluss in Porphyr F = 0,1 kN R = 2,5 mm (Maßstab: 500 µm)	

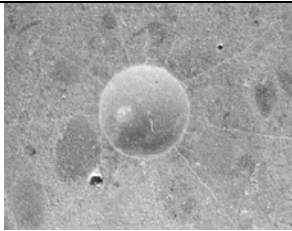
F = Andruckkraft; R = Radius Eindruckkörper

Tabelle 2: Elastisch-plastische Reaktionen von Kalkstein, Schiefer und Beton

Prüfbedingungen	Bruchbild
Kalkstein F = 0,1 kN R = 2,5 mm (Maßstab: 300 µm)	
Schiefer F = 0,98 kN R = 2,5 mm (Bildbreite: 9 mm)	
Beton 1 F = 0.98 kN R = 0,5 mm (Bildbreite: 9 mm)	

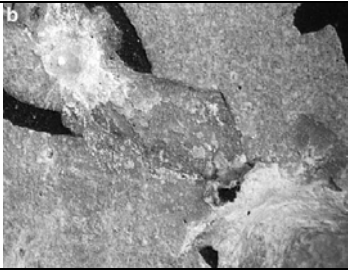
F = Andruckkraft; R = Radius Eindruckkörper

Tabelle 3. Anisotropes Verhalten von Kalkstein und Beton

Prüfbedingungen	Bruchbild
Kalkstein F = 2,45 kN R = 2,5 mm (Bildbreite: 5 mm)	
Kalkstein F = 2,45 kN R = 2,5 mm (Bildbreite: 17 mm)	
Beton 2 F = 2,54 kN R = 2,5 mm (Bildbreite: 17 mm)	

F = Andruckkraft; R = Radius Eindruckkörper

Tabelle 4. Abtragsverhalten von Kalkstein und Schiefer

Prüfbedingungen	Bruchbild
Schiefer F = 1,47 kN + 1,84 kN R = 0,5 mm Abstand = 14·R (Bildbreite: 13 mm)	
Kalkstein F = 1,47 kN + 1,84 kN R = 0,5 mm Abstand = 6·R (Bildbreite: 9 mm)	

F = Andruckkraft; R = Radius Eindruckkörper

Tabelle 5: Werkstoffkennwerte (* Ermittelt an Dreipunktbiegeprobe)

Werkstoff	Dichte in kg/m ³	Bruch- zähigkeit (K _{IC})* in MN·m ^{-3/2}	Maximale Korngröße in mm	Duckfestig- keit (σ _M) in MPa	E-Modul in GPa	Verhältnis K _{IC} ² /σ _M ³ in m/MPa
Beton 1	1.990	0,31	5	50	37	0.77·10 ⁻⁶
Beton 2	2.190	0,49	16	60	39	1.11·10 ⁻⁶
Granit	2.500	0,80	-	160	52,4	0.16·10 ⁻⁶
Kalkstein	2.500	1,21	-	55	82	87.7·10 ⁻⁶
Porphy	2.700	1,17	13	240	45	0.08·10 ⁻⁶
Schiefer	2.600	2,70	-	50	-	58.3·10 ⁻⁶

Durchströmungsverhalten druckbeanspruchter Gutbetten

**Dipl.-Ing. Thomas Mütze, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Husemann
Prof. Dr.-Ing. Urs A. Peuker**

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und
Aufbereitungstechnik

Im Rahmen der Grundlagenforschung für die Feinzerkleinerung können die Einflüsse der wichtigen und die Gutbettbeanspruchung bestimmenden Parameter (Pressdruck, Beanspruchungsgeometrie, Gutbettbegrenzung, Wirkung oberflächenaktiver Substanzen, Feuchte etc.) im wesentlichen als gesichert angesehen werden. Eine Ausnahme bildet die Geschwindigkeit, mit der ein Gutbett, so zum Beispiel in Walzen- oder Wälzmühlen, beansprucht wird. Im Vergleich zum Schlag und Prall wird wegen der nur geringen Beanspruchungsgeschwindigkeit beim Druck deren Einfluss oftmals unterschätzt, obwohl dabei von einem großen Geschwindigkeitsbereich (ca. 0,01 bis 100 cm/s) ausgegangen werden muss. Die aus der Literatur bekannten Ergebnisse hierzu sind widersprüchlich und z.T. nicht genügend experimentell abgesichert.

MÜLLER [1] zeigt, dass der Energieverbrauch bei der Gutbettzerkleinerung von der Bruchenergie und inneren Reibung, beide bedingt durch Materialeigenschaften, abhängen, Strömungsverluste hingegen kaum Einfluss haben. Dem entgegen beschreibt ROSE [2] anhand des Verdichtungsverhaltens von Salzen auf Walzenpressen, dass ab einer kritischen Umfangsgeschwindigkeiten der Walzen, d.h. ab einer kritischen auf das Material wirkenden Beanspruchungsgeschwindigkeit, eine Querstreifung der zuvor gleichmäßigen Folie auftritt (siehe Abbildung). Eine Erklärung dessen wird in der mit dem Aufgabestrom verdichteten Luftmenge gesehen, welche im beschriebenen Fall nicht schnell genug entgegen der Einzugsrichtung des Materials entweichen kann. Der damit einhergehende instabile Betriebszustand, „Rattern“ genannt, wird von starken Vibrationen der Mühle begleitet. Um ihn zu vermeiden, muss die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen und damit der Durchsatz der Anlage reduziert werden.



Abbildung 1 - Querstreifung der Folie einer Glattwalzenpresse bei kritischer Umfangsgeschwindigkeit [2]

Da die hier zugrunde liegende Gutbettbeanspruchung sowohl die Merkmale einer Verdichtung als auch einer Zerkleinerung trägt, ist für ein Erfassen der in ihr vorherrschenden Mikroprozesse eine Betrachtung beider parallel ablaufenden Prozesse unter Berücksichtigung des Durchströmungsverhaltens des Materials notwendig.

Am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU Bergakademie Freiberg stehen zum experimentellen Untersuchen der beschriebenen Prozesse eine hydraulische Presse für langsame Beanspruchungen (bis 0,15 cm/s), eine Spindelpresse für schnelle Druckbeanspruchungen (5-70 cm/s) sowie Versuchsstände zum Untersuchen des Fluidisierungs- sowie Durchströmungsverhaltens von druckbeanspruchten Schüttgütern zur Verfügung. Die verwendeten Modellsubstanzen sind Kalkstein und Quarz. Der untersuchte Partikelgrößenbereich umfasst monodisperse Fraktionen zwischen 1 und 1000 µm, aus diesen Fraktionen hergestellte bimodale Mischfraktionen sowie polydisperse Kalksteinfraktionen.

Im Vortrag werden neben dem Zerkleinerungs- und Verdichtungsverhalten der Modellsubstanzen die Einflüsse der Materialeigenschaften (Partikelgröße, Partikelgrößenverteilung, Porosität) und Intensität der Beanspruchung (Pressdruck, Verdichtung) auf den Durchströmungswiderstand der Schüttung dargestellt und über geeignete Modelle beschrieben.

- [1] Müller, F.: Hochdruckzerkleinerung im Gutbett bei Variation von Feuchte und Beanspruchungsgeschwindigkeit. Dissertation. TU Clausthal, 1989
- [2] Rose, D.: Beiträge zur Verdichtung chloridischer Kalidüngesalze auf Glattwalzenpressen. Dissertation. Bergakademie Freiberg, 1970

Hochwertiges Recycling von Beton auf Geotextil

Marko Wieland¹ und Steffan Höller²

¹Hochschule Anhalt, Dessau

²Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Im Jahr 2001 wurde die Bauweise „Betondecke auf Vliesstoff“ als eine Standardbauweise in die RStO 01 eingeführt und findet heute breite Anwendung. Diesem Schritt geht eine fast 20jährige Forschung voraus, in der eine Vielzahl von Versuchs- und Erprobungsstrecken angelegt wurden. Hierbei wurde festgestellt, dass Strecken in dieser Bauweise auch nach über 20 Jahren gute Gebrauchseigenschaften aufweisen. Der zwischen Betondecke und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln (ThB) eingelegte Vliesstoff hat dabei die Aufgaben, eine ausreichende Drainage in der Grenzschicht sicherzustellen, den starren Verbund zwischen der Betondecke und ThB aufzuheben und eine elastische Bettung der Betondecke zu gewährleisten. Hier hat sich der Einsatz eines Vliesstoffes mit mechanisch verfestigten Polypropylenfasern und einem Flächengewicht von 500 g/m² bewährt. Neben einem guten Langzeitverhalten ist für diese Bauweise aber auch ein geschlossener Wertstoffkreislauf, d.h. ein gutes Recyclingverhalten, zu gewährleisten. Bisher gab es hierzu nur wenige Erfahrungen. So wurde im Land Nordrhein-Westfalen eine Strecke mit Vliesstoff aufgenommen, recycelt und als RC-Gemisch in einer Frostschutzschicht wieder verwendet. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen waren positiv und führten zu der Frage, ob auch ein höherwertiger Einsatz einer derartigen RC-Gesteinskörnung möglich ist.

Diese Frage soll im Rahmen des Forschungsprojektes „Hochwertiges Recycling von Beton auf Geotextil“ geklärt werden. Zur Beurteilung des allgemeinen Recyclingverhaltens wurden in Zusammenarbeit mit der Otto von Guericke Universität Magdeburg zahlreiche Brechversuche im Labor durchgeführt. Dabei konnte wie erwartet festgestellt werden, dass spezifische Einstellungen am Brecher einen wesentlichen Einfluss auf das Recyclingverhalten des Betons mit anhaftendem Vliesstoff besitzen. In einem weiteren Schritt wurden ca. 120 m² Deckenbeton der Bundesautobahn BAB 71 ausgebaut und in einer stationären Brechanlage der Fa. Remex Leipzig gebrochen und aufbereitet. Bei diesen Versuchen wurde deutlich, dass ein Recycling des Deckenbetons grundsätzlich möglich ist, Ökonomie und Qualität der gewonnenen RCGesteinskörnung jedoch signifikant vom Haftverbund zwischen Vliesstoff und Beton beeinflusst werden.

Die in den Brechversuchen gewonnenen Erkenntnisse wurden genutzt, um ein parallel entwickeltes Laborprüfverfahren zur Bestimmung des Recyclingverhaltens von Deckenbeton auf Vliesstoff zu kalibrieren. Mit diesem Prüfverfahren wird durch Abziehversuche der Haftverbund zwischen Vliesstoff und Beton ermittelt, um eine indirekte Aussage über das Recyclingverhalten treffen zu können. Um den Einfluss des verwendeten Vliesstofftyps, der Liegedauer und anderer veränderlicher Größen zu untersuchen, wurden diese Versuche auch an Probekörpern aus Bohrkernen verschiedener Bundesautobahnen durchgeführt. Aus den Ergebnissen konnte eine Bewertungsskala entwickelt werden, die eine erste Beurteilung des Recyclingverhaltens zulässt und Einsatzbereiche für das RCGranulat aufzeigt. Ferner wurde festgestellt, dass die bisher im Autobahnbau verwendeten Vliesstoffe im Allgemeinen eine gute Haftung am Deckenbeton aufweisen und somit ein schlechtes Recyclingverhalten des Betons erwarten lassen. Neben der Anhaftung am Deckenbeton konnte in vielen Fällen auch ein Verbund zwischen Vliesstoff und ThB beobachtet werden. Derzeit werden Möglichkeiten für den Neubau untersucht,

die den Haftverbund zwischen Vliesstoff und Beton reduzieren bzw. unterbinden können.

Zur Beurteilung der Verwendbarkeit der aus derartigem Deckenbeton hergestellten RC-Gesteinskörnungen wurde auf der BAB 9 ein 75 m² großes Probefeld angelegt. Dabei wurden für die Herstellung des Deckenbetons zwei der drei verwendeten Fraktionen mit den RC-Gesteinskörnungen der BAB 71 abgedeckt.

Das Forschungsprojekt hat gezeigt, dass der Haftverbund zwischen Vliesstoff und Beton den Recyclingprozess erschweren. Für die hochwertige Wiederverwendung des Wertgutes „Betondecke auf Vliesstoff“ sind daher in den Bereichen der Aufbereitung und Klassierung Verbesserungen notwendig. Optimierungspotentiale bestehen zusätzlich bei der Modifikation der Vliesstoffe. In ersten Laborversuchen konnten bereits zufrieden stellende Ergebnisse erzielt werden. In einem weiteren Schritt wird nun geklärt, ob diese in die Praxis übertragbar sind.

Shredder-Sande als Rohstoffquelle für Buntmetalle

**Prof. Dr.-Ing. D. Goldmann, Prof. Dr.-Ing. E. Gock, Dr.-Ing. J. Kähler,
Dipl.-Ing. H. Beyerbach**

Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik, TU Clausthal

Die Verwertung von Altfahrzeugen, Elektroaltgeräten und leichtem Mischschrott hat in den letzten Jahren eine erhebliche Weiterentwicklung erfahren. Durch Rückgewinnung und Verwertung eines großen Teils der zuvor beseitigten Abfälle in Shredder- und Post-Shredder-Verfahren, verbleiben zunehmend homogenere, überwiegend mineralische Abfallströme, die so genannten Shredder-Sande.

Während für die Abtrennung der Restmetallgehalte im Korngrößenbereich >1 mm bzw. >500 μm erhebliche Fortschritte erzielt wurden, stellen die Buntmetallinhalte, die an Partikel <500 μm gebunden sind, ein bislang noch unausgeschöpftes Rohstoffpotential dar.

Geht man davon aus, dass bei der allgemeinen weltwirtschaftlichen Entwicklung die Rohstoffpreise insbesondere für NE-Metalle längerfristig auf hohem Niveau bleiben bzw. weiter ansteigen werden, rücken zunehmend solche geringhaltigen „Sekundärerze“ in den Fokus. Das Aufkommen an Shredder-Sanden in der EU wird mittelfristig auf rund 1 bis 2 Mio. t/a geschätzt.

Mit der Zunahme der Anfallmenge an Shredder-Sanden ist auf mittlere Sicht gleichfalls eine Zunahme der Gehalte insbesondere an Kupfer und Zink im Kornbereich <500 μm zu erwarten. Steigende Inhalte insbesondere an diesen zwei Elementen sind auf konstruktive Entwicklungen der Produkte zurückzuführen, die als Alt-Produkte später in einem Shredder-Prozess aufbereitet werden.

So ist der Anstieg beim Zink auf einen seit Ende der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts deutlich verstärkten Einsatz verzinkter Bleche z.B. im Automobilbereich zurückzuführen. Im Shredder-Prozess werden Teile der Verzinkungsschicht von den Altfahrzeug-Blechen abgeschlagen. Partikel mit Korngrößen von 10 bis zu wenigen hundert μm enden nach den bisherigen Aufbereitungsschritten in den Shredder-Sanden.

Auslöser für steigende Kupfer-Gehalte ist der Einsatz immer feinerer Kupferlitzen in Elektronikkomponenten, die in verschiedenen Alt-Produkten enthalten sind, welche dem Shredder-Prozess zugeführt werden. Litzen mit Durchmessern von deutlich weniger als 50 μm werden in Shredder- und Post-Shredder-Prozessen zu Partikeln verknäuelte, die Durchmesser von unter 500 μm annehmen.

Mit trockenmechanischen Aufbereitungsverfahren ist eine effektive Rückgewinnung solcher Partikel nicht mehr zu erreichen. Mit Hilfe nassmechanischer Verfahren sowie Flotation und Laugung konnten im Labormaßstab aber verwertbare Metallkonzentrate erzeugt und gleichzeitig Mineralstofffraktionen generiert werden, deren Schwermetall-Restgehalte so gering sind, dass ein Einsatz als Bauzuschlagstoff in Frage kommt.

Experimentelle Untersuchungen zur Filtrierbarkeit von Suspensionen mit nicht-wässrigen Mutterflüssigkeiten

**cand.- Ing. Markus Wilkens¹, Dipl.- Ing. Sebastian Neubauer² und
Prof. Dr.- Ing. Urs A. Peuker¹**

¹Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische
Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik

²Technische Universität Clausthal, Institut für Chemische Verfahrenstechnik

Die bei der kuchenbildenden Filtration ablaufenden Prozesse sind in der wässrigen Phase weitgehend erforscht. Bei Verwendung nichtwässriger Lösungsmittel als Suspensionsflüssigkeit zeigt sich jedoch, dass ein großer Einfluss des verwendeten Lösungsmittels auf die erzielten Prozessergebnisse existiert. Eine umfassende Untersuchung der Einflüsse verschiedener Lösungsmittel auf die Prozessparameter steht jedoch bislang aus.

Die Filtrationsversuche werden mit einem Alumosilicat durchgeführt, welches bei gleicher PGV in drei Oberflächenmodifikationen zur Verfügung steht. Somit lässt sich das Spektrum der Oberflächeneigenschaften von hydrophil bis hydrophob variieren und Einflüsse von Partikelgröße und -form können ausgeschlossen werden. Zur Suspensionsherstellung kommen gängige Lösungsmittel wie Aceton, Methanol, Isopropanol und Chloroform zum tragen. Die Filtrationsversuche werden in einer Labornutsche bei 3 bar durchgeführt. Das Filtrat wird auf einer Waage mit PC-Anschluss kontinuierlich protokolliert. Die Bestimmung der Filtrationswiderstände erfolgt durch Auftragung t/V über V . Als zusätzliche Parameter werden Zeta-Potentiale und Benetzungswinkel der Suspensionen gemessen.

Die Filtrationswiderstände unterscheiden sich je nach verwendetem Lösungsmittel bis zu einer Größenordnung. Auch die sich ausbildende Porosität variiert stark mit Veränderung der flüssigen Phase. Mischungen dieser Lösungsmittel weisen zudem keinen linearen Verlauf des Filtrationswiderstandes über der Zusammensetzung auf, sondern weichen zum Teil erheblich von den mit den Reinstoffen erzielten Versuchsergebnissen ab. Auch bei einer Normierung der Porosität bleiben die Unterschiede sichtbar. Die unterschiedlichen Filtrationseigenschaften beruhen auf einer Veränderung der Partikel-Partikel-Wechselwirkungen [1]. In organischen Lösungsmitteln treten die Dissoziationsprozesse der Oberflächengruppen, die in wässriger Phase zur Oberflächenladung führen, deutlich vermindert auf. Eine Ladungsbildung auf der Oberfläche der Partikel kann stattdessen primär durch eine Adsorption von (partiell-) geladenen Molekülen erfolgen. Es ändern sich zudem auch die Dielektrizitätskonstante und die Hamakerkonstante [2]. Es zeigt sich, dass die Filtrationsergebnisse direkt von den Stoffeigenschaften und den sich ausbildenden Wechselwirkungen abhängen. Auch der Betrag des Zeta-Potentials als wichtiger Wechselwirkungsparameter korreliert direkt mit den Filtrationsergebnissen.

[1] Rubio-Hernández, F. J. (1999). "Is DLVO Theory Valid for Non-Aqueous Suspension." Walter de Gruyter 24: 75-79

[2] Nelson Bell, D. D. (2000). "Calculation of Hamaker Constants in Nonaqueous Fluid Media." Ceramic Materials Department

Alkalische Aktivierung von Bentoniten – Fließgrenzenmessung zur Bestimmung des Aktivierungsoptimums

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Ohrdorf¹ und Prof. Dr.-Ing. Helmut Flachberger²

¹I.B.O. Ingenieurbüro für Bentonit-Technologie, Wiesbaden

²Lehrstuhl für Aufbereitung und Veredlung, Montanuniversität Leoben

Alle industriell genutzten Bentonitreviere in Europa bestehen aus dem Hauptmineral Ca-Montmorillonit, der zur Erzielung der vielfältigen anwendungstechnisch relevanten Produkteigenschaften – z.B. für den Einsatz als Formsandbinder in den Gießereien, als Bindemittel bei der Erz- und Futtermittelpelletierung und als Spülfluid bei Tiefbohrungen sowie im Spezialtiefbau – in die Na-Montmorillonitform umgewandelt werden muss. Es kann davon ausgegangen werden, dass in Europa jährlich etwa 3 Mio. t derart aufbereitet werden.

Eine Möglichkeit der Umwandlung des Ca-Montmorillonits in Na-Montmorillonit stellt die Zugabe von Soda dar. Diese Variante wird als „alkalische Aktivierung“ bezeichnet und wird seit Anfang der 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts eingesetzt. Die Palette an eingesetzten Verfahren reicht von der so genannten „Feldaktivierung“ auf Milos/Griechenland bis hin zu technisch aufwendigeren und kostenintensiveren Extrusionsverfahren in den west- und zentraleuropäischen Produktionsstätten.

Für die Erzielung geeigneter Produkteigenschaften ist die Bestimmung der für diesen Kationenaustauschprozess jeweils notwendigen Menge an Na-Ionen, anders ausgedrückt, die in der Praxis zu dosierende Sodamenge, von Bedeutung. Dabei hat sich die Methylenblauadsorption (Messung der Kationenaustauschfähigkeit) zur Bestimmung eines angenäherten Dosierungswerts in der betrieblichen Praxis durchgesetzt. In den Betriebslabors werden Aktivierungsreihen durchgeführt, die anwendungstechnisch relevanten Parameter gemessen und hierauf eine brauchbare Korrelation zur eigenen vorhandenen Prozesstechnik ermittelt. Als Zielwert gilt die Ermittlung jener Menge an Soda, bei der die den Kunden zu garantierenden Produkteigenschaften gerade erreicht werden.

Aus Sicht der Verfasser wird dabei in Kauf genommen, dass durch die prozesstechnisch verursachte unvollständige Umwandlung nicht nur eine Fehldosierung stattfinden kann, sondern dass vor allem auch deutliche Einsparungspotenziale bei den industriellen Abnehmern dieser Aktivbentonite unrealisiert bleiben.

Im Rahmen eines in Form einer Dissertation des Vortragenden betriebenen Forschungsvorhabens gilt es insbesondere zu ergründen, wo für die jeweiligen europäischen Bentonitreviere das technisch realisierbare Optimum des Ionenaustausches – also die homoionische Na-Belegung der Montmorillonite – zu finden ist, wie diese messtechnisch erfasst werden kann, bzw. welche Auswirkungen diese homoionische Na-Belegung auf die Produkteigenschaften im Vergleich zu den marktüblichen Standards hat. Als Aufgabegut für die Untersuchungen dienten Bentonite aus den drei europäischen Hauptförderregionen Bayern, Milos und Sardinien.

Die der Dissertation zugrunde liegende Arbeitshypothese lautet, dass nur eine vollständige Delamellierung der in Kristallpaketen vorliegenden, plättchenförmigen Montmorillonite zu einer Maximierung der anwendungstechnisch relevanten Produkteigenschaften führt. Es wird weiters davon ausgegangen, dass diese vollständige Delamellierung nur dann erzielt werden kann, wenn exakt jener Punkt erreicht ist, bei dem alle Ca-Ionen gegen Na-Ionen ausgetauscht sind. Sowohl eine Unter- als auch eine Überaktivierung, z.B. auf Grund der Änderung von

Bindungskräften zwischen den elementaren Plättchen, sollten demnach zu einer Minderung der relevanten Produkteigenschaften führen.

Als gut geeignete Methode zur Auffindung des Aktivierungsoptimums im Sinne eines ersten Schrittes zur Evaluierung dieser Arbeitshypothese hat sich die Bestimmung der Fließgrenze von Bentonitsuspensionen mit dem Apparat RS 600 von Thermofisher mit Sitz in Karlsruhe erwiesen. Mit Hilfe dieser detailliert ausgeführten Messungen konnte das Aktivierungsoptimum der untersuchten Bentonite ermittelt werden. Zudem konnte in begleitenden Messungen bereits der Nachweis geführt werden, dass sich vor allem die rheologischen Eigenschaften in Bentonitfluiden parallel zur Aktivierungskurve verhalten.

Centri-Cut – innovative Kunststoffzerkleinerung bei reduziertem Energieeinsatz

Gunter Schippers

NUGA AG, Balgach Schweiz

Die NUGA AG stellt seit 20 Jahren Schneidmühlen her, die zur Zerkleinerung von Kunststoffresten jedweder Art eingesetzt werden. Mit dieser Erfahrung wurde vor ca. 8 Jahren die Baureihe CentriCut® entwickelt, für welche weltweit Patente erteilt wurden. Die CentriCut-Schneidmühlen zeichnen sich durch ein neuartiges Konstruktionsprinzip aus und arbeiten mit einer zwangsweisen Materialzuführung. Das Material wird hierbei über eine lastabhängig regelbare Dosierschnecke axial in das Zentrum des Rotors gefördert, wodurch im Vergleich zu konventionellen Schneidmühlen, mit gleichviel Energie bis zu 50% mehr Zerkleinerungsleistung erreicht werden. Die an allen Schneidmühlen durch die Drehbewegung der Rotoren auftretenden Zentrifugalkräfte, die bei konventionellen Schneidmühlen störend sind, werden in den CentriCut Schneidmühlen bewusst für die effiziente Zerkleinerung genutzt.

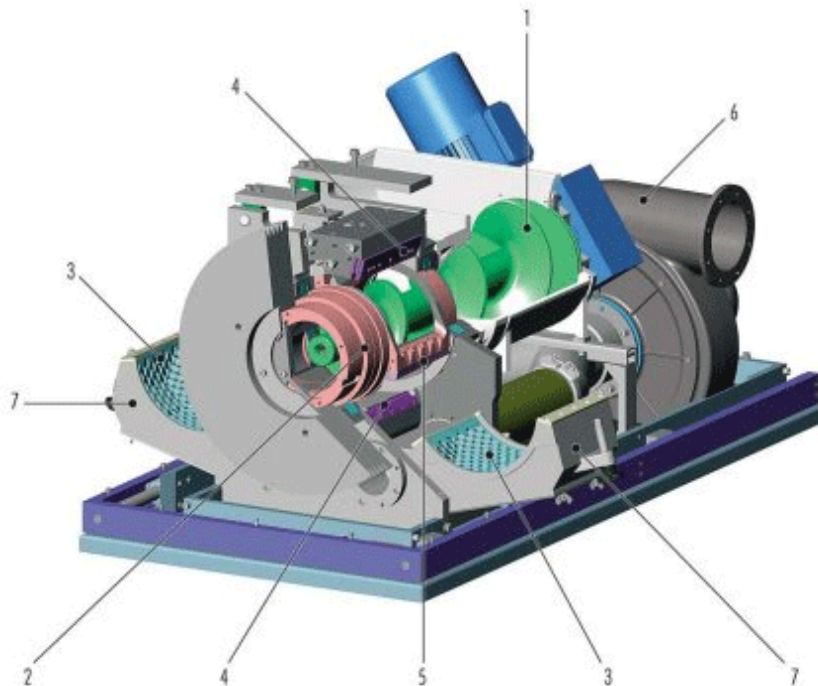


Bild 1: CentriCut-Schneidmühle

Das Prinzip der CentriCut-Schneidmühle zeigt Bild 1. Eine horizontal angeordnete Schnecke ❶ dosiert den Materialstrom zwangsweise von innen dem Rotor axial zu. Die vom sich drehenden Rotor ❷ erzeugte Zentrifugalkraft schleudert das zu zerkleinernde Material durch den offenen Rotor gegen die vom Sieb ❸ und den Statormessern ❹ gebildete Mahlkammerwand, die einen über 360° komplett geschlossenen Mahlraum umschließt. Dort wird es zwischen den Rotor- ❺ und Statormessern ❹ zu einem scharf geschnittenen und staubarmen Mahlgut zerkleinert. Durch die großflächig um den Mahlraum angeordneten Siebe wird das zerkleinerte Mahlgut durch eine integrierte, kraftvolle Absaugung ❻ ausgetragen. Das Öffnen des Mahlraumes erfolgt werkzeuglos über seitlich ausschwenkbare Siebkörbe ❼ wodurch ein schneller Siebwechsel möglich ist.

Das spezielle Design der Zwangszuführung (Bild 2) und des Rotorprinzips ermöglicht eine kompakte Bauweise, diese wiederum ermöglicht eine gewichtsoptimierte Bauweise der Rotoren so wie der gesamten Schneidmühle und ermöglicht weiterhin einen serienmäßigen Einsatz von Hartmetallmessern als Garant für lange Standzeiten und energiesparenden Schnittpalteinstellungen bei langer Maßhaltigkeit.

Die Schneidmühlen der Baureihe CentriCut werden - in Abhängigkeit der Baugröße und der eingesetzten Antriebsleistung - als Produktionsmühlen für Kunststoff aufbereitende Recycler, als Zentralmühlen für Spritzgießbetriebe, als Beistellmühlen zu Blasformmaschinen und für artverwandte Anwendungen so wie als Nachzerkleinerer in zweistufigen Zerkleinerungsanlagen eingesetzt.



Bild 2: Dosierschnecke mit offenem Siebkorb und Rotor

Elektrosortierung von praxisrelevanten Kunststoffgemischen

Dr.-Ing. E. Reinsch¹, M. Gabriel¹, R. Schünemann¹, Prof. Dr.-Ing. U. A. Peuker¹
Dr. rer. nat. V. Albrecht², Dr. rer. nat. F. Simon²

¹TU Bergakademie Freiberg, ²Leibniz-Institut für Polymerforschung e.V. Dresden

Die wachsende Nachfrage nach Rohstoffen und die damit verbundenen Preissteigerungen, die Schließung von Deponien für Altkunststoffe und die Einführung von Verwertungsquoten in der Auto-Industrie verstärken das Interesse am Kunststoffrecycling. Die werkstoffliche Nutzung von Kunststoff-Recyclaten ist jedoch noch eingeschränkt, weil die Unmischbarkeit verschiedener Kunststoffsorten in der Schmelze eine thermoplastische Wiederverarbeitung der Abfallgemische verhindert. Damit werden Trennverfahren erforderlich, die sortenreine Produkte erzeugen.

Die Elektrosortierung wird in der Mineralaufbereitung, seit längerem auch beim Recycling fester Abfälle z. B. Kabelschrott (Korona-Walzenscheider) und für die Trennung von Kunststoffen nach triboelektrischer Aufladung in elektrostatischen Freifallscheidern eingesetzt. Durch Elektrosortierung können aufgeladene Gemische mit geringem Energieaufwand trocken getrennt werden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Trennung ist eine hohe selektive Aufladung der Gemischkomponenten. Die Aufladung wird vom molekularen Aufbau der Kunststoffe, von den Umgebungsbedingungen und den Aufladungsbedingungen bestimmt. Sie kann auch durch spezielle Vorbehandlungsbedingungen stark beeinflusst werden.

Im Rahmen eines AiF-Projektes wurden zwei Schwerpunkte bearbeitet:

- Die Abtrennung von PVC aus Mehrkomponenten-Gemischen

Die Abtrennung von PVC ist nicht nur für eine werkstoffliche sondern auch für eine thermische Nutzung der Kunststoffabfälle von hoher wirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung.

- Die Trennung von Polyolefin-Gemischen

Für die Trennung von Polyolefin-Gemischen aus Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP), die als Massenkunststoffe produziert werden und hauptsächlich als Verpackungsmaterial anfallen, existiert noch kein zufrieden stellendes Trennverfahren. Diese Gemischkomponenten haben ähnliche Dichten und lassen sich aufgrund ihrer geringen Polarität beim gegenseitigen Kontakt kaum aufladen.

Im Vortrag werden einige Ergebnisse vorgestellt:

PVC lässt sich aufgrund seiner polaren Gruppen triboelektrisch sehr gut aufladen. Die Abtrennung von PVC aus verschiedenen PET-Mischungen gelingt mit hohem Trennerfolg, wenn die PVC-Anteile über 5% liegen. Bei geringeren PVC-Anteilen kann das Trennergebnis durch Mehrfachtrennungen oder durch eine PVC-Auskleidung der Aufladeeinheit verbessert werden. Die Abtrennung von PVC aus Mehrkomponenten-Mischungen wird von der Kunststoffart, deren Stellung in der triboelektrischen Reihe und den Inhaltsstoffen im Kunststoff beeinflusst.

Das Problem der Trennung von Polyolefin-Gemischen wurde sowohl durch eine Vorbehandlung der Granulate mit Sauerstoff-Niedertemperatur-Niederdruckplasma als auch durch eine Elektronenbestrahlung gelöst. In beiden Fällen ist eine sortenreine Trennung von PE und PP möglich. Der Vorteil der Elektronenbestrahlung besteht darin, dass unter atmosphärischen Bedingungen mit großen Kunststoffgemisch-Volumenströmen kontinuierlich gearbeitet werden kann und Oberflächenkontaminationen das Trennergebnis nicht beeinflussen.

Aufbereitung von Elektronikschrott

Dipl.-Ing. (FH) Detlev Messerschmidt¹ und Fred Geib²

¹HOMBAK Maschinen- und Anlagenbau, Bad Kreuznach

²Geib Maschinen und Geräte Planung, Handel und Vertriebs GmbH, Heltersberg

Die Elektronikschrottaufbereitungsanlage hat einen Durchsatz von 4-6 t/h, wobei je nach Sortierqualität auch ein höherer Durchsatz möglich ist.

Die Ziele der Anlage sind Rückgewinnung der werthaltigen Fraktionen und Schadstoffentfernung. Folgende Vorgehensweise und Anlagenablauf bestehen:

- Anlieferung und Vorsortierung

Aufteilung in 3 Fraktionen

1. Haushaltskleingeräte
2. Computer
3. Haushaltsgroßgeräte

- Primäre Trennung und Zerkleinerung:

Das vorsortierte Material wird fraktionsweise dem Bunkerband aufgegeben und mit einem Förderband dem Vorzerkleinerer zugeführt. Der Vorzerkleinerer schließt das Material durch grobe Zerkleinerung auf. Über Vibrorinne, Steigband, Sortierband durchläuft die Fraktion die händische Sortierstation. Hier werden manuell Störstoffe, Schadstoffe und Wertstoffe entnommen.

- Sekundäre Zerkleinerung:

Der von Störstoffen und Wertstoffen befreite Materialmix wird zur sekundären Zerkleinerung, mittels Granulator, transportiert. Dieser zerschneidet die Verbunde auf eine Korngröße von ca. 25-30 mm. Störstofffreies Material, aus Fremdlieferungen, kann über eine zusätzliche Aufgabelinie auch direkt der Anlage zugeführt und nachsortiert werden.

- Sortierung:

Über eine Vibrorinne mit Stangensieb, werden Kupferwolfe und Spieße in einen bauseitigen Container ausgeleitet. Ein Zick Zack Sieb trennt das Material in Leicht- und Schwerfraktion. Die Leichtfraktion (Folien, Staub) wird in Big Bags abgefüllt und kann einer weiteren Verarbeitung zugeführt werden. Die Schwerfraktion wird mittels Förderband der weiteren Auftrennung zugeführt. Ein Überband-Magnet separiert den Großteil der Fe-Fraktion. Diese wird in einen bauseitigen Container abgeworfen. Die in der Schwerfraktion verbliebenen restlichen Fe-Anteile sowie VA- Stahl werden über eine Neodymtrommel vor der Aufgabe auf den NE- Scheider entfernt. Der NE-Scheider trennt die Metalle von den Kunststoffen. Der Kunststoff wird über eine Dosierstation in Big-Bags abgefüllt. Die Metalle werden in einen Puffer-Silo gefördert.

- Verbundtrennung, Verkuglung und Klassifizierung:

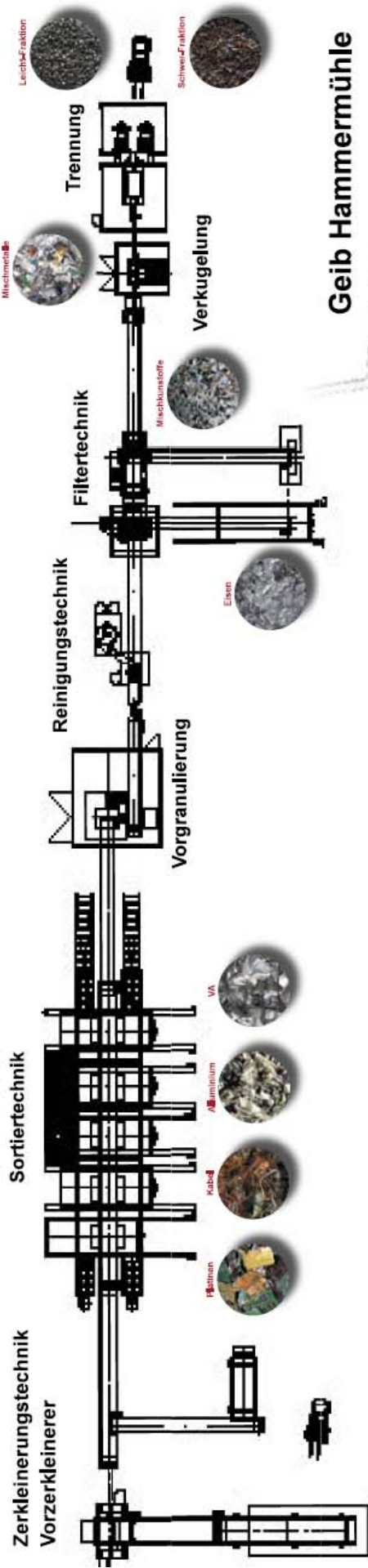
Die Metallfraktion durchläuft die Spezial - GEIB -Hammermühle und wird auf eine Körnung von ca. < 10 mm verkugelt und dabei in die Bestandteile Metall/Restfraktion aufgelöst. Eine Siebmaschine trennt das Material in drei Fraktionen: 0-2 mm 2 – 4 mm und 4-8 mm. Über Trenntische werden diese Fraktionen in Aluminium (leicht) und Buntmetall, Kupfer, Nickel und Messing (schwer) aufgeteilt.

- Reinigung:

Die gesamte Anlage ist an eine Sammelrohrleitung angeschlossen, somit wird Staubaustritt verhindert. Der Filterstaub wird in Big-Bags abgefüllt und einer weiteren Verwertung zugeführt.

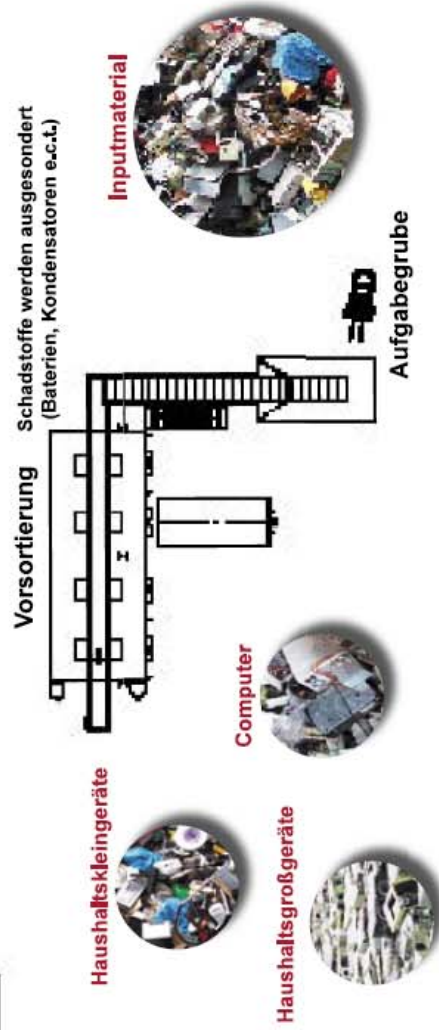
Das Schema der Anlage ist im folgenden Bild zu sehen.

Elektroschrottaufbereitungsanlage zur Rückgewinnung von werthaltigen Fraktionen



35

Geib Hammermühle



Vorsortierung Schadstoffe werden ausgesondert (Baterien, Kondensatoren e.c.t.)

Haushaltskleingeräte

Computer

Haushaltsgrößgeräte

Inputmaterial

Aufgabegrube

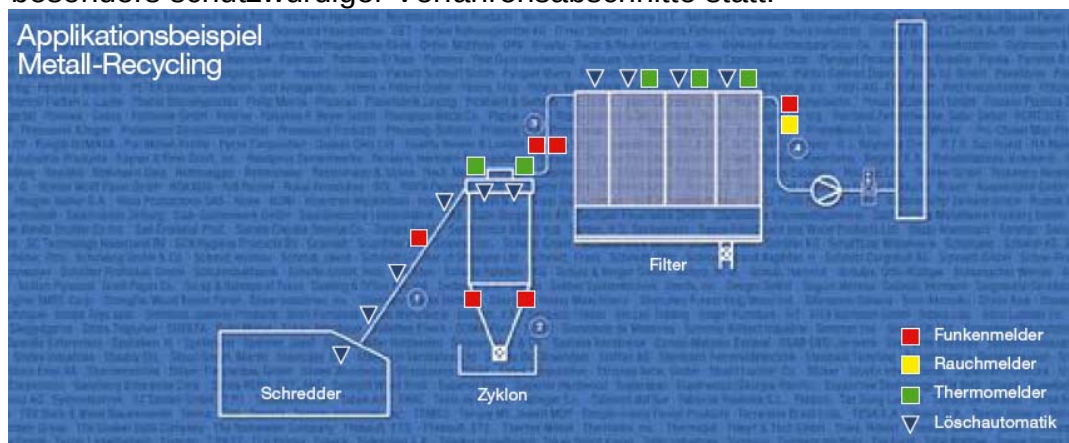
Wirkungsvolle Maßnahmen zur Minderung des Brand- und Explosionsrisikos in verfahrenstechnischen Anlagen zur Zerkleinerung und Klassierung von organischen und anorganischen Stoffen

Dipl.-Ing. Ralf Schäckel und Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker

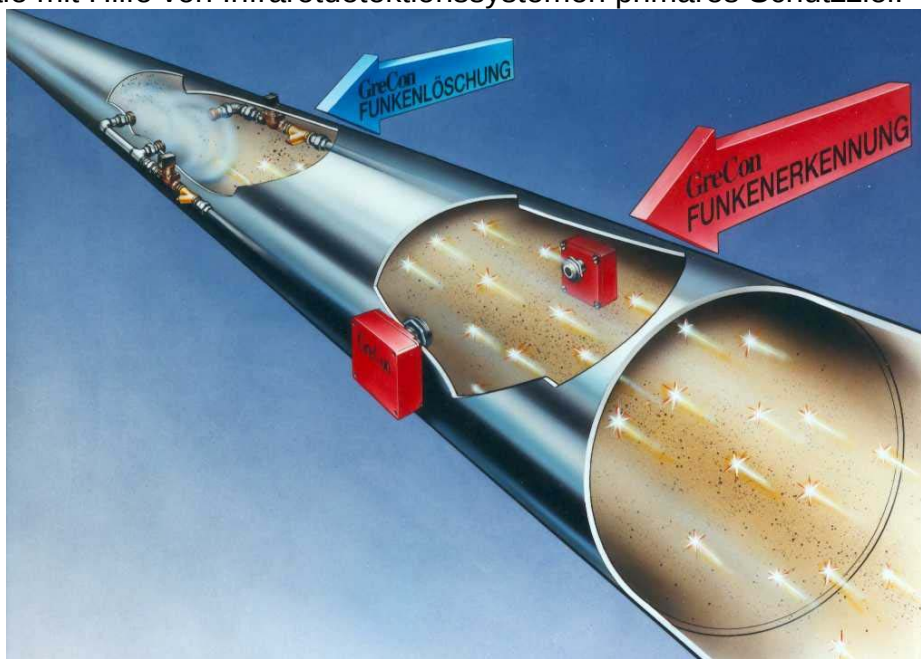
GreCon Greten GmbH & Co. KG, Alsfeld

Für verfahrenstechnische Anlagen zur Zerkleinerung, Klassierung, Mischung, Trocknung und Pelletierung organischer, anorganischer wie auch hybrider Stoffe gibt es als wesentliches Betriebsrisiko die Möglichkeit einer Explosion mit nachfolgendem Brandschadensereignis und daraus resultierendem Produktionsstillstand. Eine ganze Reihe technischer Maßnahmen zur Vermeidung, Unterdrückung, Entkopplung oder Kanalisierung von Explosionen und Bränden können in geschickt geplantem Zusammenspiel das Risiko einer solchen Explosion wirkungsvoll mindern.

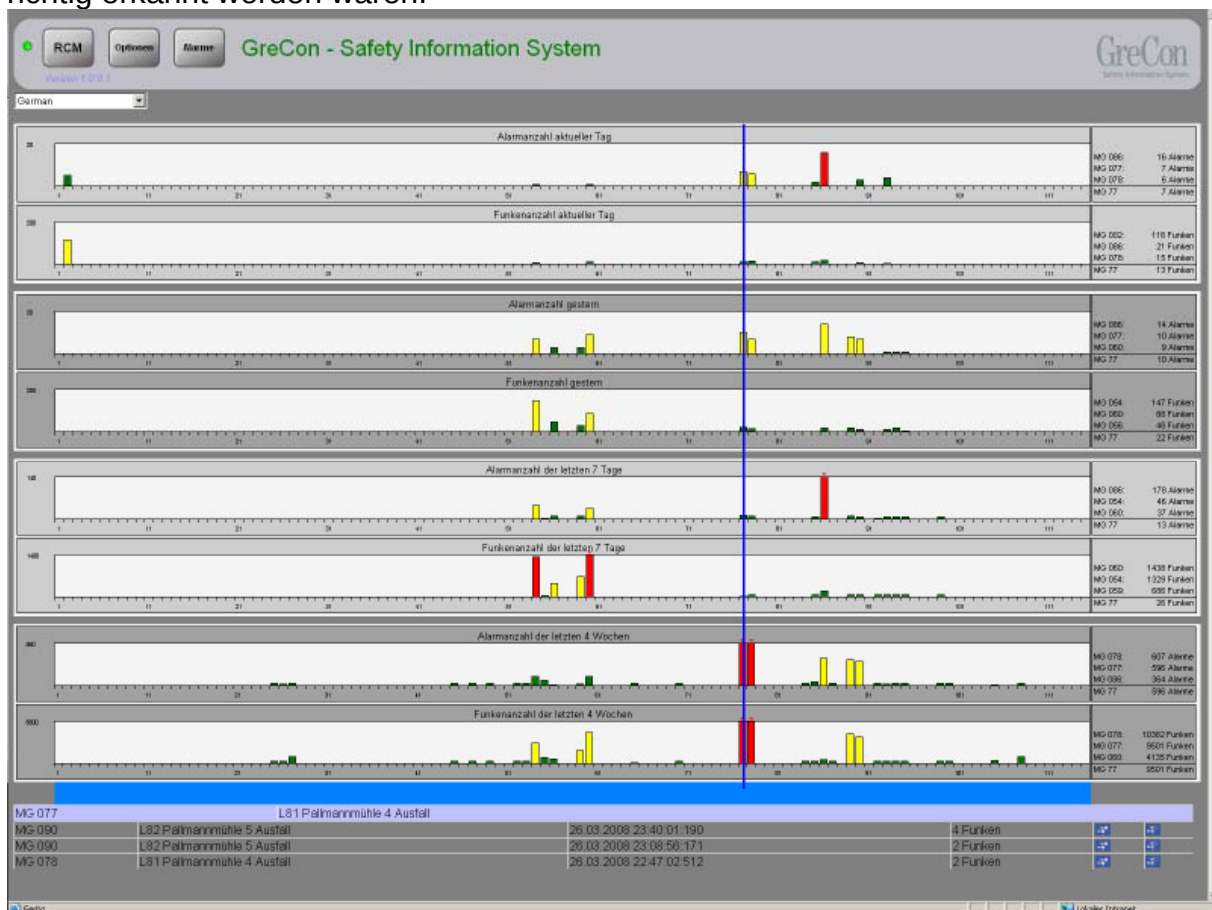
Grundlage eines Schutzkonzeptes ist eine sorgfältige Analyse der Prozesse, einschließlich möglicher Prozessstörungen, die aber noch kein Schadensereignis darstellen. Hierauf aufbauend findet eine Identifikation besonders risikoreicher oder aber besonders schutzwürdiger Verfahrensabschnitte statt.



In den zu schützenden Abschnitten ist dann die sofortige Erkennung kleinster Zündinitiale mit Hilfe von Infrarotdetektionssystemen primäres Schutzziel.



Je nach Stoff, Verfahrensstufe und anderen Parametern bleibt dann festzulegen, was mit einer detektierten potenziellen Bedrohung der Integrität der Produktionsanlage zu geschehen hat. Neben der gängigen Praxis, die Zündinitiale durch Ablöschen mit geringsten Wassermengen zu eliminieren, verbietet sich das bei erhöhter Feuchteempfindlichkeit der nachfolgenden Prozessstufen. Ausschleusen, bekalken, ersticken oder ggf. sogar ignorieren sind in der Praxis angemessene Reaktionen. Typischerweise werden derartige Schutzkonzepte für innovative Prozesse iterativ entwickelt. Anhand ausgewählter Beispiele von Schadensereignissen auch aus jüngster Vergangenheit soll in dem Vortrag aufgezeigt werden, wie in der Branche neue und junge Verfahren und somit auch unbekannte Risiken optimiert geschützt werden können. Daneben wird deutlich werden, welche bedeutsame Rolle vermeintliche Details in der Anlagentechnik für die Betriebssicherheit spielen können. Aus der intensiven und langjährigen Betreuung einer Vielzahl von Produktionsanlagen und vielen detaillierten Auswertungen von Schadensereignissen, Explosionsprogressionen usw. ist die Erkenntnis gewachsen, dass im Nachhinein eine Vorhersage der Explosion oft möglich gewesen wäre, wenn die Zeichen denn richtig erkannt worden wären.



Als neuartiges Verfahren wird eine automatisierte, statistische Langzeitbetrachtung vorgestellt, die den Betreiber dahingehend unterstützt, sich entwickelnde Gefahrenschwerpunkte der Produktionsanlage vereinfacht selbständig erkennen zu können.

New flexibility in dry magnetic separation - processing from powder to chips with the new HE roll separator

Dr. Udo Jakobs¹ and Dr. Ian Sherrell²

¹Dr. Jakobs GmbH (Germany), ²Outotec Inc. (USA)

Dry magnetic separation using roll separators had a limitation when coming to fine powder processing. With the development of the new HE magnetic roll separator the range of particle size being efficiently processed now ranges from fine powder to particles in centimetre size.

The new approach of variation of the feed point onto the transport belt also allows higher capacities per meter process width with equal product quality compared to the conventional magnetic roll separator or better qualities at higher recoveries when comparing same feed rate. This specially is proofed in different tests of silica sand and feldspar sand processing.

Recycling von verunreinigtem Material – flexibel einsetzbare Wasch- und Klassieranlage entwickelt

Grotjohann, Peter

Haver & Boecker oHG, Münster

Zur Wiederaufbereitung von verunreinigtem Material zu einem wertvollen Sekundärrohstoff, hat der Aufbereitungsspezialist Haver & Boecker eine innovative Wasch- und Klassierlösung entwickelt. Für einen möglichst flexiblen Einsatz ist die Anlage containermobil ausgeführt und kann somit an verschiedenen Betriebsstätten eingesetzt werden. Pro Stunde werden der Anlage je nach Verschmutzungsgrad maximal 80 Tonnen verunreinigtes Material, beispielsweise Gleisschotter, im Kornband 0-63 mm zugeführt.

Das Konzept der kompakten Anlage lässt sich grob in drei Bereiche unterteilen:

1. Wasch- und Klassiereinheit mit den Hauptkomponenten Hochdruckwaschsystem Hydro-Clean® und Spezialklassiersieb mit Aufstromeinrichtung zur Aussonderung von Leichtstoffen
2. Sandrückgewinnungseinheit mit Hydrozyklon und Entwässerungssieb
3. Integrierte Wasseraufbereitung mit den wesentlichen Bestandteilen Lamellenklärer und Siebbandpresse

Durch die integrierte Wasseraufbereitung muss der Kunde dem Prozess nur geringe Mengen an Frischwasser zuführen. Dies lässt erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten zu.

Unerlässlich für einen reibungslosen Betrieb der gesamten Anlage ist eine einwandfrei funktionierende Schalt- und Steueranlage, die ebenfalls von Haver & Boecker bereitgestellt wird. Ferner gehören die Fördertechnik mit überwiegend hydraulisch klappbaren Bändern, die Pumpentechnik und der Stahlbau zum Lieferumfang.

Mit diesem modularen Konzept stellt Haver & Boecker seine Kompetenz bei der Wiederaufbereitung von belastetem Material unter Beweis.

Bild: Gesamtansicht einer seit Mitte 2007 in Betrieb befindlichen containermobilen Wasch- und Klassieranlage



Prallbrecher in der Steine- und Erdenindustrie, Möglichkeiten und Grenzen

Dr.-Ing. Jens Löwe

SBM Mineral Processing Germany GmbH, Bochum

In der Fachliteratur [1, 2] werden Prallbrecher vor allem für den Einsatz im weichen und mittelharten Gestein empfohlen, wobei in den letzten 15 Jahren diese Brecher zunehmend auch im Hartgestein eingesetzt werden. Als wesentliche Vorteile gegenüber anderen Brechertypen werden

- das hohe Zerkleinerungsverhältnis $\epsilon_{80} = 20$ bis 50,
- der niedrige spezifische Energieverbrauch $W_{Om} = 0,6$ bis 1,2 kWh/t,
- die gute Anpassfähigkeit an das zu verarbeitende Gut durch Verändern von Spaltweiten und Rotorgeschwindigkeit
- und die kubische Kornform des Brechproduktes

genannt. Im Vortrag werden typische Einsatzfälle erläutert, die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendungen aufgezeigt.

Primärbrechstufe:

Vorbrechstationen in Kalksteinbrüchen sind vorzugsweise mit Prallbrechern ausgerüstet. Bei Aufgabegrößen bis ca. 1.500 mm Kantenlänge können Durchsätze bis ca. 1.000 t/h realisiert werden. Zerkleinerungsraten von etwa 10, bezogen auf d_{80} , sind keine Seltenheit.

Als Schlagleisten werden kostengünstige Manganleisten eingesetzt. Diese erhalten ihren Verschleißwiderstand durch die Kaltverfestigung, die beim Auftreffen großer Steine auf die Leisten entsteht. Aus diesem Grund ist eine effektive Vorabsiebung wichtige Voraussetzung für eine wirtschaftliche Arbeitsweise dieser Brecher.

Für härtere Aufgabematerialien wie Grauwacke oder Basalt reicht die Verschleißbeständigkeit dieser Schlagleistenqualität nicht aus und man muss auf höher legierte Werkstoffe ausweichen. Die Schlagleisten sollten hier Härten haben, die deutlich über 55HRC liegen. Da solche Werkstoffe nur eine geringere Zähigkeit besitzen, beschränken die Verschleißteillieferanten die maximale Aufgabestückgröße meist auf 300(500) mm. Damit ist der Einsatz von Prallbrechern im Hartgestein als Vorbrecher oft nicht mehr sinnvoll.

Ein interessantes Einsatzgebiet als „Primärbrecher“ ergibt sich im Recycling. Hier können je nach Bauart ähnliche Zerkleinerungsverhältnisse wie bei Primärbrechern im Kalkstein erreicht werden. Mit niedrig vergüteten Vergütungsstählen (Härte HRC zwischen 50 und 55) werden beträchtliche Standzeiten erreicht. Kritisch sind die unkontrollierbaren Eisenanteile im Aufgabematerial zu sehen, die den Einsatz des gesamten Zerkleinerungssystems entscheidend bestimmen.

Sekundär- und Tertiärbrechstufe:

Harte, meist im Backenbrecher vorzerkleinerte, Gesteine sollen effektiv auf die gewünschte Endkorngröße gebrochen werden. Hier unterscheidet man im Wesentlichen drei Einsatzfälle:

- a) Hartes Gestein; Aufgabegröße ca. 300(400); gewünschtes Endprodukt ca. 0/90
- b) Weiches bis mittelhartes Gestein; Aufgabegröße ca. 200(300); gewünschtes Endprodukt 0/45 meist mit hohem Sandgehalt
- c) Weiches bis hartes Aufgabematerial; Aufgabegröße bis max. 150 mm; gewünschtes Endprodukt 0/22(36)

In der Kategorie a) kommen spezielle Hartgesteinsprallbrecher zum Einsatz, die sich durch eine robuste Bauweise mit Dreifachprallwerk auszeichnen [3,4]. Diese Brecher haben sich nicht nur in Steinbrüchen, sondern auch für die Zerkleinerung von kompaktem Kiesüberkorn bis ca. 300(400) mm bewährt.

Im Fall b) werden meist Prallbrecher mit einer zusätzlichen Mahlbahn angewendet. Diese sorgt für eine gute Kornform, erhöht den Sandanteil, aber auch den Verschleiß. Typisch für solche Brecher ist ein steilerer Einlaufwinkel des Brechers, der garantiert, dass Material kleiner 150 mm gut von den Schlagleisten angenommen wird.

Für den Einsatzfall c) werden reversierbare Prallbrecher (Bild 1) genutzt, die sich durch eine hohe Zerkleinerungsrate, hohe Flexibilität und eine hervorragende Kornform und Bruchflächigkeit auszeichnen [4, 5, 6]. Während dieser Brechertyp bis vor etwa zwölf Jahren vor allem zur effektiven Sandherstellung aus weichem Gestein genutzt wurde, findet man diese Maschine heute mit einer optimierten Prallraumgestaltung zur Produktion von Splitten und Edelsplitten im Hartgestein wieder.

Als Verschleißwerkstoffe werden hochlegierte Chromstähle mit ca. 65 HRC eingesetzt. Mehr noch als in anderen Zerkleinerungsstufen finden keramisch verstärkte Schlagleisten immer stärkere Verbreitung.

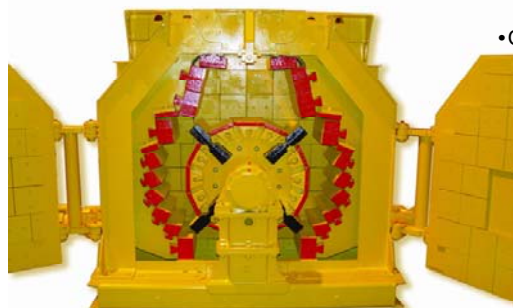
Sekundär- und Tertiärbrecher: Reversierbarer Prallbrecher



Zentraler Einlauf = 2 Drehrichtungen

- gute Materialannahme
- Hohe Schlagleistenausnutzung

- 7 Brechstufen
- Schwerer Rotor
- Form und Anzahl der Schlagleisten variabel



- Geteiltes Gehäuse
- Leichte Wartung
- Verschleißteile austauschbar

Sand + Kies kompakt; April 2008

SBM Mineral Processing GmbH; Jens Löwe

Bild 1: Zur Herstellung hochwertiger Endprodukte werden reversierbare Prallbrecher bei einer Aufgabegröße bis zu 150 mm eingesetzt

Vertikalprallbrecher:

Ein Besonderheit unter den Prallbrechern sind die Brecher mit vertikal gelagerter Welle, die so genannten Vertikalprallbrecher.

Diese werden vorwiegend zum Kubizieren oder zur Sandherstellung verwendet. Die Geschwindigkeit bestimmt das Zerkleinerungsergebnis. Wenn diese Brecher als Autogenbrecher, also gegen ein Materialbett arbeiten, können diese oft sehr kostengünstig eingesetzt werden. Allerdings sollte die Aufgabegröße von ca. 45 mm nicht überschritten werden, damit das Materialbett nicht zerstört wird.

Die Verschleißkosten betragen, verglichen mit klassischen Prallbrechern, oft weniger als die Hälfte. Sie sind deshalb vor allem zum Brechen von kleiner

Überschussskörnung wie 2/8 und 8/16(22) eine wirkungsvolle Alternative zu anderen Brechsystemen.

Ein weiteres interessantes Einsatzgebiet für die Vertikalprallbrecher ist die Feinsandanreicherung. Mit speziellen Rotoren ausgerüstet, werden diese Maschinen gezielt zur Anreicherung des Anteils kleiner 0,25 mm bei Sanden genutzt. Die Abhängigkeit des erreichbaren Zerkleinerungsergebnisses von der Umfangsgeschwindigkeit wird im Vortrag dargestellt.

Literaturangaben:

- [1] Höffl, Karl: Zerkleinerungs- und Klassiermaschinen; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1985
- [2] Schubert, Heinrich: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe, Band I, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1974
- [3] Müller, Günther: Einsatzerfahrungen mit dem neuen SBM – Prallbrecher-Typ „S3“ in der Hartgesteinsaufbereitung, Aufbereitungstechnik, 30. Jahrgang, Heft 10, S. 620 - 624
- [4] Schmidt, H. Kostensenkung durch leistungsfähige SBM-Wageneder-Hartgestein-Prallbrecher HSB, Aufbereitungstechnik, 28. Jahrgang, Heft 12 S. 742
- [4] Löwe, Jens: Von der Sandherstellung zur effektiven Edelsplittproduktion – neue Einsatzgebiete der Sandprallmühle, Tagungsband Aufbereitung und Recycling , UVR-FIA GmbH, 2004
- [5] Löwe, Jens; Gansauge Peter: Wirtschaftlicher Einsatz von Prallbrechern zur Erzeugung hochwertiger Endprodukte am Beispiel des Kieswerkes Liebersee, Aufbereitungstechnik 41 (2000) Nr. 1 , S.3 -1
- [6] Löwe, Jens: Die Sandprallmühle von SBM – ein Multitalent beim Brechen von Hartgestein. Kies + Sand 1/2005, Steinverlag

Poster und Firmenrepräsentationen

Trockenes Dispergieren in Strahlmühlen

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

TU Bergakademie Freiberg
Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik

Im Rahmen des AiF-Forschungsvorhabens „Erzeugung stabiler Aerosole hoher Feststoffbeladung mittels trockener Dispergierung“ am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU Bergakademie Freiberg wird 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 dem Verhalten des Versuchsmaterials in der Strahlmahlanlage (u. a. Strömungsverhältnisse in und nach dem Mahlraum, Dosierverhalten des Materials, Abtrennung der Feststoffpartikel von der kontinuierlichen Phase am Auslass der Versuchsanlage) auch den Nachweis des Dispergiererfolgs mittels Online-Messung von Partikelgröße und Beladung. Letzteres bezieht 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. Weiterhin wird gezeigt, dass die Defizite der Standardmahlanlage durch ein auf das nanoskalige Material und sein Dispergiervorgang angepasstes und im Beitrag vorgestelltes Anlagenkonzept ausgeglichen und das so erzeugte Aerosol im weiteren studiert und stabilisiert werden kann.

Fe-ZSM-5 als Katalysator für die Oxidation von organischen Schadstoffen in Wasser mit H₂O₂

Anett Georgi¹, Ulf Roland¹, Frank-Dieter Kopinke¹, Helge Toufar²

¹Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig

²Süd-Chemie Zeolites GmbH, Bitterfeld

Fentons Reagenz (Fe²⁺ und H₂O₂) stellt ein universelles und sehr effektives Oxidationsmittel zum Abbau von organischen Schadstoffen in Wasser dar. Wesentliche Nachteile dieses Systems sind allerdings die Notwendigkeit der Einstellung eines niedrigen pH-Wertes (pH ≈ 3) im Reaktionsmedium sowie die Bildung von Eisenschlämmen. Ein Ansatz zur Vermeidung dieser Nachteile besteht in der Verwendung von heterogenen, eisenbasierten Katalysatorsystemen zur Aktivierung von H₂O₂.

In dieser Arbeit wurde die Eignung eines durch Ionenaustausch hergestellten Fe-ZSM-5-Katalysators für den Abbau von organischen Schadstoffen in Wasser durch H₂O₂ untersucht. Ein wesentliches Kriterium für die Anwendbarkeit des Katalysators ist die Stabilität der Eisenbeladung. Die Untersuchung der Eisen-Auslaugung durch wiederholtes Suspendieren des Katalysators in wässrigen Lösungen ergab eine sehr gute Stabilität sowohl im neutralen als auch im sauren pH-Wert-Bereich und in Gegenwart von moderaten Konzentrationen an gelösten Kationen (Leitungswasser). Um die Aktivität des Katalysators unter verschiedenen Milieubedingungen sowie gegenüber unterschiedlichen Modellschadstoffen zu untersuchen, wurden zunächst Batch-Versuche durchgeführt. Der Katalysator weist eine hohe Aktivität für den Abbau von Trichlorethen (TCE), Benzol und Toluol auf, wobei die Reaktion in guter Näherung nach einer Kinetik erster Ordnung in Bezug auf die organischen Verbindungen verläuft ($k' = 1,0 - 1,6 \text{ h}^{-1}$ bei pH 7, $[\text{Fe-ZSM-5}] = 5 \text{ g l}^{-1}$ und $[\text{H}_2\text{O}_2] = 7,5 \text{ g l}^{-1}$). o-Xylol, das auf Grund seines größeren Moleküldurchmessers nur eine sehr geringe Beweglichkeit in dem ZSM-5-Zeolith aufweist, zeigte unter vergleichbaren Bedingungen praktisch keine Reaktivität. Dies beweist einerseits, dass der Beitrag einer möglichen homogenen Katalyse (durch abgelöstes Eisen) bei der Aktivierung von H₂O₂ gegenüber der heterogenen Katalyse zu vernachlässigen ist. Andererseits wird deutlich, dass die Molekülgröße der abzubauenen Verbindung einen limitierenden und zugleich selektivierenden Faktor für die Anwendbarkeit des Systems Fe-ZSM-5/H₂O₂ darstellt. Der Katalysator bietet damit interessante Ansatzpunkte für eine selektive Zerstörung von kleinen Schadstoffmolekülen, z.B. in Wässern mit hohen Gehalten an natürlichem organischem Material (NOM).

In einem Säulenversuch mit einem synthetischen Abwasser wurde über einen Durchsatz von 2000 Porenvolumina eine konstant gute Abbauleistung für TCE beobachtet.

Carbo-Iron – ein neues *In-situ*-Reduktionsmittel zur Grundwasserreinigung

Katrin Mackenzie, Steffen Bleyl, Frank-Dieter Kopinke

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

Mit Carbo-Iron stellen wir ein neuartiges *in-situ*-geeignetes Reagenz zur Grundwasserreinigung vor. Die Kombination aus kolloidaler Aktivkohle und darauf geträgertem metallischen Eisen (10...25 Ma-% Fe) ergibt ein starkes und umweltfreundliches Reduktionsmittel. Es eröffnet neue Wege sowohl zur Quellensanierung als auch aufgrund seiner relativ hohen Mobilität zum Aufbau von *In-situ*-Sorptions-Reduktions-Barrieren in mit halogenorganischen Verbindungen kontaminierten Aquiferen.

Die Oberflächenladung und Hydrophobie des Trägerkolloids sind günstige Voraussetzungen für verbesserte Transporteigenschaften und eine bessere Benetzbarkeit durch DNAPL im Vergleich zu ungeträgertem nano-Eisen. Carbo-Iron ist in der Lage, in gleicher Weise wie nano-Eisen ein breites Spektrum an halogenorganischen Verbindungen zu reduzieren. Die Aktivkohle unterstützt den Reinigungsprozess durch ihre Sammlerfunktion. Das Kompositmaterial ist dabei in der Lage, den sorptiv angereicherten Schadstoff auch der Reduktion am Eisen zur Verfügung zu stellen.

Durchströmte Reinigungswände gelten als wirksame und kostengünstige Alternative zu Pump&Treat-Maßnahmen für die Sanierung kontaminierter Aquifere. Seit den 1990er Jahren wurden intensive Studien durchgeführt, geeignete Materialien für den Aufbau von Reinigungswänden zu entwickeln. Metallisches Eisen erwies sich als geeignet, halogenorganische Verbindungen (RX) effektiv zu zerstören. Um Tiefbauarbeiten für die Errichtung von durchströmten Eisenwänden zu vermeiden, konzentrierten sich die Untersuchungen auf injizierbare Suspensionen. Die Injektion kolloidaler Fe⁰-Suspensionen (nano-Fe) in kontaminierte Aquifere wird als eine neue aussichtsreiche Methode zum *In-situ*-Aufbau von reaktiven Barrieren zur Grundwassersanierung betrachtet [1]. 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. Die Hydrophilie der Eisenoberfläche lässt reines nano-Eisen auch für eine Quellensanierung eher ungeeignet erscheinen [2].

Alternativ zu den beschriebenen Bemühungen, die Anwendungseigenschaften von nano-Eisen zu verbessern, soll hier ein neues innovatives Verfahrenskonzept vorgestellt werden, das auf der Einspülung und Immobilisierung eines kolloidalen Verbundmaterials aus Aktivkohle und Eisen (Carbo-Iron) basiert. Das Reagenz ist sowohl zur Fahnensanierung durch *In-situ*-Errichtung einer Sorptions-/Reaktionsbarriere in kontaminierten Aquiferen als auch zur direkten Quellensanierung geeignet. Aktivkohle (AK), das mit Abstand bedeutendste Sorbens im technischen Umweltschutz, ist gegenüber einem breiten Spektrum an organischen Verbindungen wirksam und ökotoxikologisch als unbedenklich einzustufen. Der innovative Grundgedanke der vorgestellten Arbeiten liegt darin, Aktivkohle in feinstkörniger, kolloidaler Form einzusetzen ($d_p \approx 0,5$ bis $2 \mu m$). Partikel dieser Größenordnung sind aus handelsüblicher AK durch Nassmahlung nach dem Stand der Technik zugänglich. Dadurch wird der Aktivkohle eine neue Eigenschaft verliehen: Sie wird in Wasser quasi „löslich“. Durch diesen Schritt ist es möglich, die exzellenten Sorptionseigenschaften von Aktivkohle mit den Vorteilen von einspülbaren

Reagenzien oder Sorbenzien zu verknüpfen. Durch die hydrophoben Eigenschaften des Trägermaterials AK ist eine bessere Mischbarkeit des neuen Reagenz mit Schadstoffphasen aus Halogenkohlenwasserstoffen (HKW) im Vergleich zu konventionellem nano-Fe zu erwarten.

Die Kombination der Aktivkohle-Eigenschaften mit den Reduktionseigenschaften von metallischem Eisen erweitert die Einsatzmöglichkeiten beider Einzelstoffe im Umweltbereich deutlich. Abb. 1 zeigt die enge räumliche Nähe von Eisen und Kohlenstoff. Das entstehende neue Kompositmaterial Carbo-Iron besitzt neben

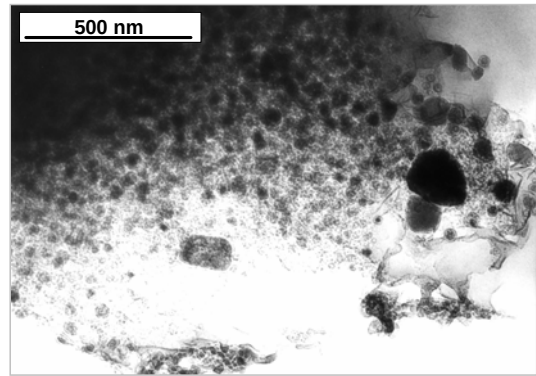


Abb. 1: Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme von Carbo-Iron (20 Ma-% Fe⁰)

der für Kolloide charakteristischen Mobilität weitere vorteilhafte Eigenschaften:

- Es wirkt reduzierend z.B. bei der Dechlorierung von CKW.
- Es besitzt die bekannten hervorragenden Adsorptionseigenschaften von AK. Daraus folgen eine Anreicherung der zu degradierenden hydrophoben Schadstoffe in unmittelbarer Nähe der reaktiven Zentren und eine Retardierung der Schadstoffe in der Reaktionszone mit längerer verfügbarer Reaktionszeit.
- Das Reagenz enthält nur umweltkonforme Elemente – Eisen und Kohlenstoff.
- Die Vorprodukte sind kostengünstig verfügbar.

Carbo-Iron sollte deshalb sowohl zur Quellensanierung als auch aufgrund seiner relativ hohen Mobilität zum *In-situ*-Aufbau von Sorptions-/Reduktionsbarrieren geeignet sein.

Literatur

- [1] Zhang, W.-x., Elliot, D. W. (2006) 'Application of Iron Nanoparticles for Groundwater Remediation', *Remediation* 7-21.
- [2] Schrick, B., Hydutsky, B.W., Blough, J.L. and Mallouk, T.E. (2004) 'Delivery Vehicles for Zerovalent Metal Nanoparticles in Soil and Groundwater', *Chem. Mater.*, 16, 2187-2193.

Aufbereitung von Referenzmaterialien für Validierungsringversuche

Andreas Krüger, Kerstin Meißner, Ute Kalbe, Wolfgang Berger

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Berlin

Mineralische Abfälle und Bodenmaterial fallen in Deutschland jedes Jahr in einer Menge von etwa 240 Mio. t an und sind damit der größte umweltrelevante Stoffstrom. Eine Verwertung solcher Materialien ist bisher noch nicht bundeseinheitlich geregelt. In Zusammenhang mit der Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung und der Fortschreibung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung wurden beim DIN zwei neue Normen erarbeitet, welche kurz vor der Verabschiedung stehen. Es handelt sich um die DIN 19528 (Säulenperkolationsversuche) und die DIN 19529 (Schüttelversuche mit W/F 2 l/kg). Da nur validierte Normen in gesetzlichen Verordnungen zitierbar sind, war die Durchführung von Validierungsringversuchen erforderlich. In einem Drittmittel geförderten Vorhaben (FKZ 3707 33 307) wurde die BAM beauftragt, vier abfallrelevante Referenzmaterialien (RM) herzustellen und auf deren Grundlage Ringversuche durchzuführen.

In der Versuchsanlage der BAM (FG IV.3) zur Aufbereitung kontaminierter Böden und Abfallmaterialien (VAUB) wurden folgende RM hergestellt:

- eine Hausmüllverbrennungsasche (HMVA, Korngröße < 32 mm)
- ein Recycling-Bauschutt (BS, Korngröße < 32 mm)
- eine Stahlwerkschlacke (SWS, Korngröße < 32 mm)
- ein kontaminiertes Bodenmaterial (BO, Korngröße < 10 mm).

Relevante Schadstoffe waren Schwermetalle (HMVA, BS, SWS) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (BO, BS).

Die Materialien wurden zunächst luftgetrocknet und das Überkorn wurde abgesiebt. Nach der Siebung wurde ein erster Homogenisierungsschritt im Intensivmischer der Aufbereitungsanlage chargenweise ausgeführt. Für die weitere Homogenisierung der Materialien wurden mehrere Cross-Rifflings unter Nutzung eines speziell angefertigten Riffelteilers durchgeführt. Danach wurden die Materialien (pro Material jeweils ca. 700 kg) in mehreren Stufen geteilt und in ausgekleidete Weißblecheimer gefüllt (insgesamt 64 sog. Kleingebinde).

Für die Eignungsuntersuchungen der Referenzmaterialien wurden die einschlägigen Normen und Richtlinien zur Homogenitätsprüfung von Materialien verwendet. Nach dem Zufallsprinzip wurden 8 Kleingebinde (Stichprobenumfang 8%) für die Homogenitätsuntersuchungen ausgewählt, welche auf der Basis von Korngrößenverteilungen und ausgewählten Feststoffuntersuchungen vorgenommen wurden. Die Homogenität wurde nach DIN 53803-1 (F-Test) bewertet. Die Prüfungen ergaben, dass alle vier hergestellten Materialien für den vorgesehenen Verwendungszweck ausreichend homogen waren und als Referenzmaterialien verwendet werden konnten.

Rückgewinnung von Kupfer aus Rostaschen aus der thermischen Abfallbehandlung

F. G. Simon, W. Berger, M. Mantyk

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

Auf Grund ständig steigender Rohstoffpreise und der erwähnten Zusammensetzung von Rostaschen aus der thermischen Abfallbehandlung kann zukünftig die Rückgewinnung von Wertstoffkomponenten aus diesem Abfallstoff von wirtschaftlichem Interesse sein. Die Nutzung der Wertstoffkomponenten als Sekundärrohstoffe schont natürliche Ressourcen und ist daher auch ökologisch sinnvoll.

In der Fachgruppe Abfallbehandlung und Altlastensanierung der BAM wurden erste systematische Untersuchungen zur Rückgewinnung von Kupfer aus Rostaschen durchgeführt. Eingesetzt wurde ein an der BAM hergestelltes Referenzmaterial aus Hausmüllverbrennungsasche (HMVA). Der Kupfergehalt betrug 1,657 g/kg und liegt damit unterhalb der heutigen wirtschaftlichen Bauwürdigkeitsgrenze (economic cut-off) von Kupfer aus Großlagerstätten.

Die Asche wurde zerkleinert (Großteil der Partikel $< 125 \mu\text{m}$), homogenisiert und im Labormaßstab einer nassmechanischen Aufbereitung (Flotation) unterzogen. Die Kupferkonzentrationen in den Flotaten wurden durch Elementanalytik (ICP-OES) ermittelt. Es wurden unterschiedliche Flotationsmittel getestet, von denen sich Natriumsulfid, Kaliumamylxanthat und Flotanol als am effektivsten erwiesen.

Bei den Versuchen zeigte sich, dass der Trennerfolg der Flotation von den eingesetzten Korngrößenfraktionen der HMVA abhängt. Während die prozentuale Kupferausbringung in der Fraktion $< 63 \mu\text{m}$ am größten war, wurde der höchste Anreicherungsfaktor bei der Fraktion $63 - 125 \mu\text{m}$ erreicht. Die Kupferkonzentration in der HMVA konnte um den Faktor 10,63 auf 17,61 g/kg im Flotat angereichert werden.

Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass durch eine Erhöhung der Selektivität beispielsweise durch den Einsatz oder die Kombination weiterer Flotationsmittel oder durch eine mehrstufige Flotation die Ausbringung von Kupfer weiter erhöht werden kann.

Untersuchungen an Beton mit Hausmüllverbrennungsasche als Gesteinskörnung

K. Rübner¹, F. Haamkens¹ und O. Linde²

¹BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, Fachgruppe VII.1 Baustoffe

²Technische Fachhochschule Berlin, Fachbereich III Bauingenieur- und Geoinformationswesen

In modernen Abfallbehandlungs- und -aufbereitungsanlagen fallen hochwertige und gleichmäßige Reststoffe in großen Mengen an, die für den Einsatz in der Bauindustrie geeignet erscheinen. Gleichzeitig fordert das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz eine Ressourcenschonung durch Vermeidung von Abfällen und eine möglichst hochwertige Wiederverwertung nicht vermeidbarer Abfälle durch Recycling. Im Gegensatz zu Materialien, wie z.B. Hüttensand, Flugasche oder rezyklierter Ziegel- und Betonsplitt, deren Verwendung im Beton auf der Grundlage von Normen oder bauaufsichtlichen Zulassungen erfolgt, besteht für Reststoffe aus der Aufbereitung von Hausmüll und Siedlungsabfall Forschungsbedarf hinsichtlich ihres Einsatzes im Beton.

Hausmüllverbrennungsaschen bestehen zu etwa 82 % aus mineralischen Produkten (glasige und kristalline Silicate, Aluminate, Oxide). Aufgrund der chemisch-mineralogischen Eigenschaften sollten die Aschen über den bisherigen Einsatz als Untergrundschrift im Straßenbau hinaus als Gesteinskörnung zur Herstellung von Normalbetonen verwendbar sein. Aber betonschädigende Inhaltsstoffe, wie Chloride, Sulfate und organische Bestandteile, sowie ein hoher Feinanteil, ein etwa 2 %iger Gehalt an metallischem Aluminium und ein 15 %iger Altglasanteil bereiten Probleme. Insbesondere durch die Aluminiumauflösung und die Glaskorrosion im alkalischen Milieu des Frisch- und Festbetons entstehen in kürzester Zeit beträchtliche Betonschäden. Durch zusätzliche Aufbereitungsschritte kann die Qualität der Asche verbessert werden. Durch ein Sieb-/Waschverfahren wurden störende Feinanteile entfernt. Der Gehalt an technischem Glas wurde durch eine opto-mechanische Glasabtrennung um die Hälfte verringert. Eine Behandlung mit Natronlauge bewirkte eine Reduktion des Aluminiums unter 0,4 % und eine Beseitigung weiterer betonschädigender Inhaltsstoffe.

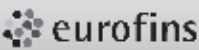
Untersuchungen an Betonen mit Müllverbrennungsasche als Gesteinskörnung zeigen die Wirksamkeit der zusätzlichen Aufbereitungsmaßnahmen. Mit den Aschen in den Körnungen 2-8, 8-16 und 16-32 mm sind gut verarbeitbare Betone der Festigkeitsklasse C20/25 herstellbar. Die Betone weisen - ähnlich wie beim Einsatz von rezykliertem Betonsplitt - im Vergleich zu einem Beton mit ausschließlich natürlichen Gesteinskörnungen um 15 % geringere Druckfestigkeiten und doppelt so hohe Porositäten auf. Aber nur Betone, die mit der laugenbehandelten aluminiumarmen Asche hergestellt werden, bleiben schadensfrei.

Ausgewählte Ergebnisse der betontechnologischen und chemisch-mineralogischen Charakterisierung von Müllverbrennungsaschen sowie der damit hergestellten Betone werden im Poster vorgestellt. Dabei werden Möglichkeiten aufgezeigt, die Eigenschaften der Reststoffe durch zusätzliche Aufbereitungsverfahren zu verbessern.

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



Umwelt



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!**



Umwelt

E-Mail: info@eurofins-umwelt.de
 Internet: www.eurofins-umwelt.de
 Telefon: 02534/807129

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.

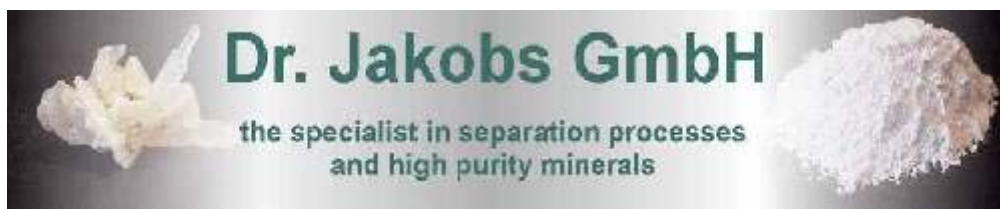
Eine Neuentwicklung der Dr. Jakobs GmbH ist der so genannte Powder-Separator. Dieser erzielt speziell bei Mehlen < 100 µm eine Abscheidung von eisenhaltigen Partikeln mit extrem hohen Abscheideraten und hohem Wertstoffausbringen.

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

Recyclingfähige polymere Mono-Material-Strukturen für ein geschlossenes Wiederverwendungskonzept

A. Decker, C. Dörsch, D. H. Müller und K.-D. Thoben

Institut für integrierte Produktentwicklung – Universität Bremen

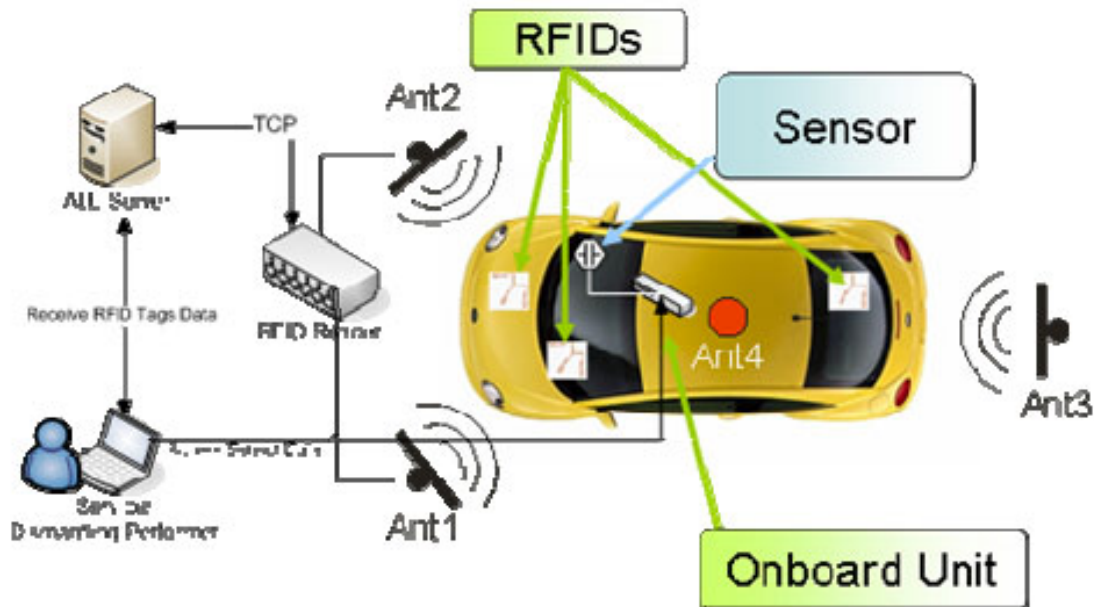


Abb. 1: Product Embedded Informationskonzept

In den letzten Jahren waren die CO₂-Emissionen insgesamt rückläufig, sowohl in der Gesamtbilanz als auch innerhalb der einzelnen beitragenden Sektoren, wie z.B. der Energieerzeugung. Die Emissionen im Sektor Verkehr sind im Gegensatz um über 10% gestiegen. Daraus ergibt sich gerade für den Sektor Verkehrswesen die zwingende Notwendigkeit zur Suche nach neuen Ansätzen, die eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs zum Ziel haben.

Neben den wesentlich verbesserten Motorentechnologien und Bestrebungen zu Hybridantrieben stellt der Leichtbau einen wesentlichen Parameter zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs und somit zur signifikanten Minderung der Treibhausgasemissionen dar. Der Leichtbaugedanke kann insbesondere durch den Einsatz polymerer Werkstoffe erfolgreich umgesetzt werden. Die Verwendung eines hohen Kunststoffanteils reduziert zwar das Fahrzeuggewicht, damit steigt jedoch der Kunststoffanteil im Fahrzeug überproportional an. Dies führt zukünftig zu bereits jetzt identifizierbaren Schwierigkeiten bei der Einhaltung der vorgeschriebenen Verwertungsquoten gemäß der EU-End of Life Vehicles-Directive. Daraus ergibt sich ein Zielkonflikt zwischen der Notwendigkeit der Reduktion von CO₂-Emissionen und der „ELV-Directive“.

Das von europäischen Kommission geförderte Projekt „ConCLORe“ hatte daher die Zielsetzung nachhaltige und 100% recycelbare Autokomponenten zu entwickeln, die aus Altfahrzeugen zurückgewonnen werden können, um sie, je nach Zustand, in gleichwertigen oder niederrangigen Applikationen erneut zu nutzen. Die Entwicklung von „Mono-Material-Sandwich-Strukturen“ mit eingebetteten Produktinformationen mittels PEID (Product Embedded Information Device), schafft die Voraussetzungen für die Etablierung eines neuen Werkstoff-Kreislaufes.

Durch die Erweiterung des Produktlebenszyklus um die Nutzungsphase und das Recycling wurde die Lücke zwischen Hersteller und Recyclern geschlossen werden.

Ziel war ein nachhaltiges PLM Konzept, welches Forward- und Reverse Supply Chain Management miteinander verbindet. Durch den Einsatz von PEID-Technologie wird die eindeutige Identifizierung von einzelnen Bauteilen ermöglicht, auch unabhängig von den PDM/PLM-Systemen des jeweiligen OEM. Mit PML (*Physical Markup Language*) können die Materialeigenschaften beschrieben und im Bauteil gespeichert werden, so dass sie während

der Demontage für eine schnell Sortierung zur Verfügung stehen. PML ist ein offener XML-basierter Standard, der den Aufbau eines einheitlichen Datenmodells über Unternehmensgrenzen hinweg ermöglicht. Die Verwendung der „*Service-Oriented-Architektur*“ (SOA) ermöglicht den Datenaustausch zwischen PLM und SCM Systemen unabhängiger Unternehmen, wie Hersteller, Demontageunternehmen und Recycler. Die vorhandenen SCM Systeme wurden um Reverse Supply Chain Komponenten erweitert, so dass die Stoffflüsse von neuen und alten Materialien identifiziert und zusammengefügt werden können.

E-Mail: decker@uni-bremen.de

Vergleich der akustischen Eigenschaften von recyclingfähigen polymeren Mono-Material-Strukturen mit naturfaserverstärkten Polypropylen-Aufbauten

Ch. R. König, A. Decker, D. H. Müller und K.-D. Thoben

Institut für integrierte Produktentwicklung – Universität Bremen

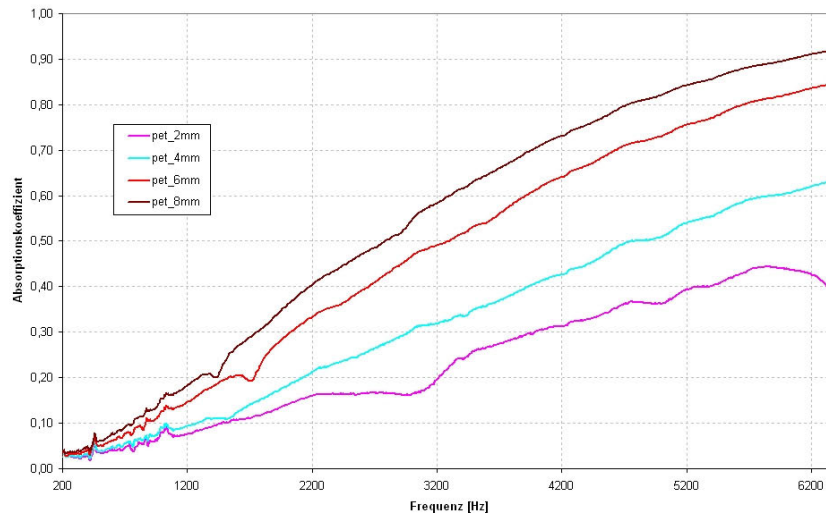


Abb. 1: Absorptionskoeffizienten von verschiedenen starken Polyethylenterephthalat (PET) Layern

Die zunehmenden Anforderungen an das Gewicht von Automobil-Innenteilen, sowie Umweltverträglichkeit und Recyclingfähigkeit der eingesetzten Werkstoffe, erfordern innovative Lösungsansätze bei der Bauteilgestaltung. Unter diesen Gesichtspunkten wächst das Bestreben Glasfasern durch rezyklierbare Werkstoffe, u.a. Naturfasern oder Mono-Material-Strukturen, zu substituieren. Naturfasern bieten im Verbund mit polymeren Matrices durch Aufbau, Verarbeitung und Anordnung verschiedener Einzelschichten (Layer) erhebliche Kombinationsmöglichkeiten bei der Bauteilgestaltung. Durch Kombination verschiedener Layer besteht die Möglichkeit, die akustischen Eigenschaften des Endproduktes den Anforderungen anzupassen.

Abb.1 zeigt den Absorptionskoeffizienten von verschiedenen stark verpressten Layern. Werden diese Layer zu jeweils 8mm Sandwichen geschichtet, wird für den Verbund jeweils ein anderer Absorptionskoeffizient bestimmt. Die Verbünde aus 2mm+6mm und 4mm+4mm haben das doppelte Flächengewicht von der weniger stark verpressten 8mm Einzelschicht. Werden zwei Lagen des Vlieses auf 8mm verpresst, so stimmt der Absorptionskoeffizient mit der Messung der zwei 4mm Schichten überein.

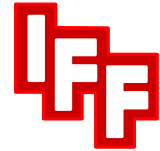
Die akustischen Eigenschaften einer Einzelschicht hängen, neben seiner Dicke, von weiteren Materialkennwerten (u.a. Strömungswiderstand, Tortuosität, thermische und viskose charakteristische Länge) ab. Einzig die Dicke ist im Verarbeitungsprozess des Halbzeuges direkt zu messen und zu beeinflussen. Das hat zur Folge, dass die akustischen Eigenschaften von Automobil-Innenteilen daher häufig nachträglich im

„trial-and-error“ Verfahren verändert. Für die integrierte Produktentwicklung in der automobilen Anwendung und die damit verbundenen schnellen Produktentwicklungszeiten ist eine Vorhersage der Eigenschaften dieser Sandwichstrukturen wünschenswert.

Im Rahmen der Forschungstätigkeiten des Instituts für Integrierte Produktentwicklung (BIK) wird ein Verfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Faserverbundwerkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und Mono-Material-Strukturen entwickelt. Bekannte theoretische Ansätze benötigen meist eine Vielzahl von Informationen über das Material, die nur sehr aufwendig zu bestimmen sind. Diese Verfahren sind damit im alltäglichen Gebrauch schwer zu nutzen.

Kernkompetenzen nutzen – Struktur-Eigenschaftskorrelation nachwachsender Rohstoffe

Internationale Forschungsgemeinschaft Futtermitteltechnik e.V.
Forschungsinstitut Futtermitteltechnik Braunschweig-Thune
www.iff-braunschweig.de



Die Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen bzw. Biomasse hat sich aufgrund der breiten Rohstoffbasis sowie des vorhandenen technologischen Potenzials zu einem der zukunftsreichsten Anwendungsbereiche der Agrarwirtschaft entwickelt.

Die Nutzungsmöglichkeiten von Agrarrohstoffen sind vielfältig und beinhalten u.a. das Zerkleinern und Kompaktieren und setzen wirtschaftliche und betriebssichere Systemlösungen voraus, die besonders die spezifischen Randbedingungen der Ausgangs- und Zielprodukte berücksichtigen.



Die verfahrens- und verarbeitungs-technologischen Kernkompetenzen des IFF-Forschungsinstitutes, wie beispielsweise

- Fraktionieren bzw. Trennen,
- Zerkleinern,
- Mischen,
- Konditionieren,
- Kompaktieren (z.B. Pelletieren) und
- Kühlen/Trocknen

begründen sich auf umfangreichen Erfahrungen aus Forschungsarbeiten

insbesondere mit organischen Schüttgütern.

Zerkleinerung nachwachsender Rohstoffe und biogener Nebenprodukte:

Das IFF-Forschungsinstitut verfügt über vielfältige Möglichkeiten, definierte Strukturen bzw. Partikelgrößenverteilungen entsprechend der Zielgrößen nachfolgender Konversionsprozesse zu erzeugen:

- Pelletieren nachwachsender Rohstoffe und biogener Nebenprodukte
- Holz- und Strohpelletierung
- Pelletieren entwässerter und getrockneter Silagefeststoffe aus der Biogasgewinnung
- Pelletieren von Mühlenneben- und -nachprodukten



Präsentation der Firma HAVER & BOECKER OHG, Maschinenfabrik Münster
<http://www.haverboecker.com>

Präsentation von ETEC Gesellschaft für Technische Keramik mbH Lohmar

Alotec® Werkstoffe als Verschleißschutz, Konstruktionskeramik oder Verbundsystem.

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.

Präsentation der Firma UVR-FIA GmbH Freiberg

Siehe Seiten 53 und 54, Informationen unter www.uvr-fia.de

Adressen der Autoren der Vortragsagung "Aufbereitung und Recycling"

Prof. Dr.-Ing. Urs Peuker

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg
E-Mail: peuker@mvtat.tu-freiberg.de

Dr.-Ing. Jürgen Stein

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

Kerstin Lenzner, Anja Meyer, Dr.-Ing. Manfred Nebelung, Dr. Annegret Potthoff

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Winterbergstr. 28, 01277 Dresden, E-Mail: Annegret.Potthoff@ikts.fraunhofer.de

Prof. Dr. rer. nat. habil. Hanspeter Heegn, Dr. Ernst Madai

UVR-FIA GmbH Freiberg, Chemnitzer Str. 40, 09599 Freiberg
E-Mail: heegn@uvr-fia.de; madai@uvr-fia.de

Andree Stockhowe

HEIN, LEHMANN, Trenn- und Fördertechnik GmbH, Abt. VTM, Alte Untergath 40
47805 Krefeld, E-Mail: andree.stockhowe@heinlehmann.de

Dr. Katrin Mackenzie

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

Dr. Alexandra Pehlken

Forschungsinstitut Futtermitteltechnik der IFF, Frickenmühle 38110 Braunschweig-Thune, E-Mail: iff@iff-braunschweig.de

PD Dr.-Ing. habil. Andreas Momber

RWTH Aachen Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik, Brunsstraße 10,
21073 Hamburg, E-Mail: andreas.momber@t-online.de

Dipl.-Ing. Thomas Mütze

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg/Sa., E-Mail: muetze@mailserver.tu-freiberg.de

Prof. Dr.-Ing. Klaus Husemann

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg
E-Mail: husemann@mvtat.tu-freiberg.de

Höller, Steffan

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Referat S3 Betonbauweisen
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach

Wieland, Marko

Hochschule Anhalt (FH), Abteilung Straßenbautechnik, Seminarplatz 2a,
06846 Dessau, E-Mail: Marko_Wieland@t-online.de

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

cand.-Ing. Markus Wilkens

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg/Sa., E-Mail: markus.wilkens@tu-clausthal.de

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, Wiesbaden
E-Mail: bentonit.technologie.ohrdorf@t-online.de

Gunter Schippers

NUGA AG Kunststoffschneidmühlen, Hauptstrasse 64a, CH-9436 Balgach, Switzerland, E-Mail: g.schippers@nuga.ch

Dr.-Ing. E. Reinsch, M. Gabriel, R. Schünemann, Prof. Dr.-Ing. U. A. Peuker

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg/Sa., E-Mail: edith.reinsch@mvtat.tu-freiberg.de

Dipl.-Ing. Detlev Messerschmidt

Hombak Maschinen- und Anlagenbau GmbH, Sandweg 2-6, 55543 Bad Kreuznach
E-Mail: detlev-messerschmidt@hombak.de

Dipl.-Ing. Ralf Schäckel, Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker

Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG, Hannoversche Straße 58, 31061 Alfeld
E-Mail: Dirk.Saschenbrecker@grecon.de

Dr. Udo Jakobs

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

Peter Grotjohann

HAVER & BOECKER OHG Maschinenfabrik Münster, Robert-Bosch-Str. 6,
48153 Münster, E-Mail: p.grotjohann@haverboecker.com

Dr.-Ing. Jens Löwe

SBM Mineral Processing Germany GmbH, Karl-Lange-Str. 45, D-44791 Bochum
E-Mail: jens.loewe@sbm-mp.de

Adressen von Autoren für Poster und Präsentationen**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

UVR-FIA GmbH

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

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

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

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und
Aufbereitungstechnik, Agricolastraße 1, 09599 Freiberg
E-Mail: sascha.fuechsel@mvtat.tu-freiberg.de

Dr. Katrin Mackenzie

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

Andreas Krüger

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe IV.3
"Abfallbehandlung und Altlastensanierung", Unter den Eichen 87, 12205 Berlin,
E-Mail: andreas.krueger@bam.de

Dr. Katrin Rübner

Fachgruppe VII.1 Baustoffe, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
(BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, E-Mail: Katrin.Ruebner@bam.de

HAVER & BOECKER OHG

Maschinenfabrik, Robert-Bosch-Str. 6, D-48153 Münster
E-mail: d.brinkmann@haverboecker.com

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



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:

- o alle Prozesse der mechanischen Verfahrenstechnik und Aufbereitung
- o Wasser-, Abwasser- und Schlammbehandlung
- o 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:**

- o Gesellschaft für Umweltverfahrenstechnik und Recycling e.V. Freiberg (UVR)
Vorsitzender: Dr. Albrecht Tolke
- o 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

Hausanschrift:	UVR-FIA GmbH • Chemnitzer Str. 40 • 09599 Freiberg
Postanschrift:	UVR-FIA GmbH • 09596 Freiberg
Telefon:	0 37 31 / 1621220
Fax:	0 37 31 / 1621299
E-Mail:	info@uvr-fia.de

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 2009

Die nächste Vortragsveranstaltung unter dem Leitthema:

Aufbereitung und Recycling

findet voraussichtlich am **11. und 12. November 2009**

bei der **UVR-FIA GmbH Freiberg** statt.

Terminplan

Ende April 2009:	Einladung mit der Aufforderung zur Voranmeldung und zur aktiven Teilnahme mit Vorträgen
Ende Juli 2009:	Registrierung der Voranmeldungen und Fertigstellung des Tagungsprogramms
Ende August 2009:	Versand der Einladung mit Tagungsprogramm und der Anmeldung für Poster und Präsentationen
Ende September 2009:	Schlusstermin 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.

in Kooperation mit dem

Fachausschuss Aufbereitung und Umwelttechnik der GDMB

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
Internet: www.uvr-fia.de