

Stoffliche Verwertung



Abb. 1:
Shredder- und Vorzerkleinerungsanlage
bei der Mülsener Recycling GmbH
(95.30.76.a-1)

von Altreifen & Gummiabfällen

Bei Altreifen und Gummiabfällen ist die stoffliche Verwertung, d.h. der erneute Einsatz in der Produktion, der energetischen Nutzung z.B. in der Primärfeuerung von Zementwerken vorzuziehen. Voraussetzung für hochwertige Produkte ist allerdings, daß die Gummiabfälle zu Pulvern mit Korngrößen zwischen 100 und 600 µm gemahlen werden, wobei die Pulverteilchen eine möglichst große spezifische Oberfläche haben sollten.

Die geforderten hohen Feinheiten lassen sich nur durch Kaltmahlen, die großen Oberflächen bisher nur durch Warmmahlen erzielen. Messer Griesheim ist es gelungen, durch Entkoppeln des Kühl- und des Mahlprozesses die Vorteile beider Verfahren zu nutzen. Bei der Mülsener Recycling- und Handelsgesellschaft mbH in Mülsen St. Jacob (bei Zwickau) hat das Verfahren seine Praxistauglichkeit bereits unter Beweis gestellt (Abb. 1). Außerdem steht für Pulver mit Feinheiten unter 200 µm das zum Patent angemeldete Cryoclass-Verfahren (siehe auch gas aktuell 52) zur Verfügung.

In Deutschland fallen jährlich (Stand 1996) rund 630.000 Tonnen Altreifen an (Tab. 1). Das Kreislaufwirtschaftsgesetz fordert die stoffliche oder energetische Verwertung solcher Reststoffe, wobei der erneute Einsatz in einem Produktionsprozeß höchste Priorität hat. Gängige Produkte mit Altgummifüllstoffen sind beispielsweise Isolations- und Gummimatten, Sportbodenbeläge, Schuhsohlen, Teppichrücken-Beschichtungen usw. Altgummifüllstoffe kommen außerdem im Hoch- und Tiefbau sowie bei der Herstellung von Polyblends (Gummi-Kunststoffmischungen, bei denen mehrere nützliche Eigenschaften zu einem kostengünstigen Material kombiniert werden) zum Einsatz.

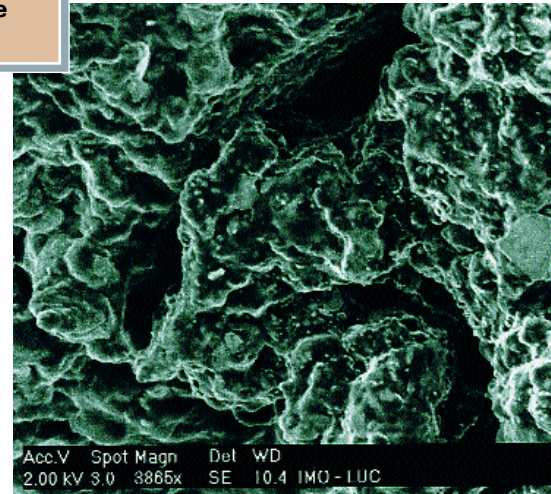
Die Mülsener Recycling- und Handelsgesellschaft betreibt seit 1995 eine Altreifen-Granulieranlage zur Herstellung von Granulaten. Damit werden pro Jahr ca. 10.000 Tonnen Lkw-Reifen und andere technische Gum-

Abb. 2:

Elektronenmikroskop-Aufnahme einer Warmmahlung (Ambientmahlung): große Oberflächen, geringe Feinanteile
(Foto 3R - Rubber Recycling) 95.30.76.f

miabfälle zu Granulaten und Pulvern mit Korngrößen zwischen 0,4 und 7 mm verarbeitet. Tab. 2 zeigt typische Korngrößen für die verschiedenen Anwendungsbereiche. Das Endprodukt ist ein trockenes, rieselfähiges, äußerst sauberes Granulat oder Pulver, das in Containern, Big-Bags oder 25-kg-Gebinden gehandelt wird.

Ziel war es, zusätzlich Gummi-Feinpulver für den Einsatz in der Fertigung höherwertiger Produkte zu erzeugen (Tab. 3). So wurde 1996 in eine Feinmahlstufe investiert. Um Feinheiten zwischen 200 und 400 µm wirtschaftlich zu erzielen, war eine kryogene Feinmahlstufe erforderlich. Die Testphase mit einer Ultra-Rotor-Universalmühle und dem kryogenen Equipment von Messer Griesheim startete 1997.



Kaltmahlverfahren

Gummigranulate und -pulver mit einer großen spezifischen Oberfläche sind durch sogenannte Latex-Coating-Prozesse (d.h. mit Latex beschichtet) sehr bindungsfreundlich und lassen sich als aktive bzw. inaktive Füllstoffe vielseitig verwenden. Infolge der chemischen Vernetzung von Gummi (Vulkanisation) läßt sich das Recycling nicht auf die gleiche Weise wie bei sortenreinen Kunststoffen durchführen. Daher kommen als Gummi-Aufbereitungsverfahren vor allem Mahlprozesse zur Herstellung von Pulvern, insbesondere Feinpulvern mit großer spezifischer Oberfläche, zum Einsatz. Eine große spezifische Oberfläche ließ sich bisher nur durch Warmmahlverfahren erzeugen (Abb. 2), bei denen aber die Ausbeute an Pulvern mit Korngrößen zwischen 400 und 600 µm zu gering war.

Altreifenaufkommen

(Deutschland Stand 1996)

Altreifenmenge	ca. 630.000 t/a
Wiederverwertungswege	
Runderneuerung	ca. 105.000 t/a
Export	ca. 100.000 t/a
Stoffliche Verwertung	
Granulat- und Mehlherstellung	ca. 70.000 t/a
Regenerierung	ca. 5.000 t/a
Energetische Verwertung	
Zementwerke	ca. 240.000 t/a
Kraftwerke	ca. 40.000 t/a
Sonstiger Verbleib	
Ablagerung	ca. 10.000 t/a
Autoshredderanlagen	ca. 15.000 t/a
undefinierter Verbleib	ca. 20.000 t/a

Tab. 1:

Verwertungswege für Altreifen in Deutschland

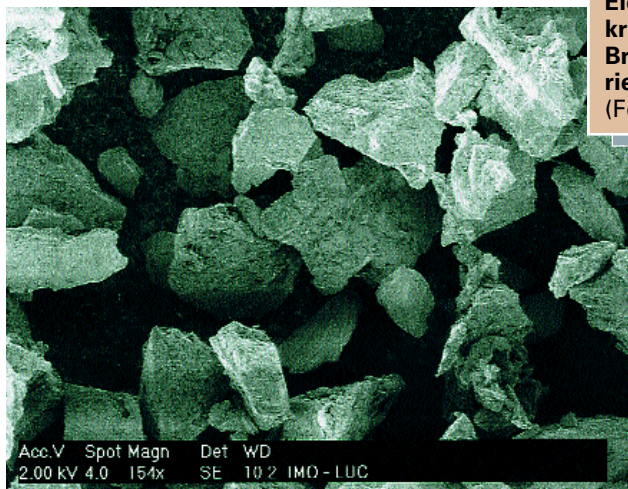


Abb. 3:
Elektronenmikroskop-Aufnahme von kryogen gemahlenem Pulver: glatte Bruchstellen, d.h. geringe Oberfläche, rieselfähiges Pulver hoher Feinheit (Foto 3R-Rubber Recycling) 95.30.76.c

Schon die ersten Versuche Ende 1996 ergaben eine deutliche Steigerung der Durchsatzleistung sowie des Feinkornanteils unter 500 µm. Durch das Kaltmahlen lassen sich also hohe Feinheitsgrade und rieselfähige Produkte erzielen, jedoch weisen die einzelnen Teilchen relativ glatte Bruchstellen (Abb. 3) und somit geringe spezifische Oberflächen auf. Warmmahlfverfahren ohne Kühlung bewirken durch eine hohe mechanische Beanspruchung des Elastomers zwar eine zerklüftete Oberfläche, ergeben aber auch geringe Feinheitsgrade und niedrige Durchsatzleistungen.

Zur Steigerung der Feinheitsanteile und der Durchsatzleistung wurde daher eine Universalmühle von Jäckering vom Typ Ultra-Rotor VI mit einem Cryogen®-Equipment von Messer Griesheim ausgerüstet. Damit lassen sich die Granulate mit flüssigem Stickstoff auf Versprödungstemperaturen bis zu -150 °C abkühlen und in Prallmühlen mit kaltem Gaskreislauf zu Feinpulvern mahlen.

Abb. 4:
Ultra-Rotor-Mühle VI, Jäckering GmbH, mit einer Antriebsleistung von 400kW/h und einer Mahlleistung von ca. 500 bis 750 kg/h (95.30.76.a-8)



Fein, aber mit großer Oberfläche

Um die Vorteile beider Mahlverfahren zu nutzen, wurde der Kühl- vom Mahlprozeß entkoppelt. Um hohe Feinheitsraten zu erzielen, erfolgt das Verspröden der Gummigranulate in einem Wirbelschneckenkühler; danach

Anwendungsbereich	Produkte	Korngrößen (100 µm = 0,1 mm)
Freizeitanlagen	Sporthallenböden, Laufbahnen, Gummiformsteine (Spielplätze), Hockey-Fußballplätze (Unterbau für Kunstrasen)	2-5 mm / 3-7 mm
Teppichindustrie	Unterlageteppich	0,8-1,6 mm / 0,8-2,5 mm
	Teppichrücken-Beschichtung	0,2-1,6 mm
	Automatten	bis 0,8 mm
Hoch- und Tiefbau	Modifizierung von Bitumen	bis 0,8 mm
	Dachbahnen	bis 0,4 mm
	Verkehrsmobiliar und Bahnübergänge	0,8-2,5 mm / 1,6-4 mm / 2,5-4 mm
	Beschichtungsprofile	bis 0,4 mm
	Bautenschutzmatten	0,8-2,5 mm

Tab. 2: Einsatzmöglichkeiten für Granulate und Gummimehl

wird das gekühlte Material zur Zerkleinerung der speziell angepaßten Jäckering Ultra-Rotor-Mühle zugeführt (Abb. 4). Die Mahlgut-Temperatur des Gummipulvers beträgt beim Verlassen der Mühle etwas über +15°C. Das Pulver weist hohe Feinkornanteile mit großen spezifischen Oberflächen auf (Abb. 5).

Je nach Anforderungen an das Endprodukt sind Veränderungen der Oberflächenbeschaffenheit sowie weitere zusätzliche Verfahrensschritte wie z.B. das Coaten durch Anpassen der Parameter Kühlen, Mahlen und Zudosieren möglich.

Die Verfahrensverbesserungen durch den Einsatz kryogener Technik beim Feinmahlen von Gummigranulat lassen sich mit weniger als 0,75 kg Flüssigstickstoff/kg Mahlgut erzielen. Leistungssteigerungen um das 2- bis 3fache, d.h. von 500 bis 750 kg/h beim Mahlen ohne Flüssigstickstoff auf 1200 bis 1650 kg/h mit Flüssigstickstoff, bringen weitere Kostenvorteile (Abb. 6).

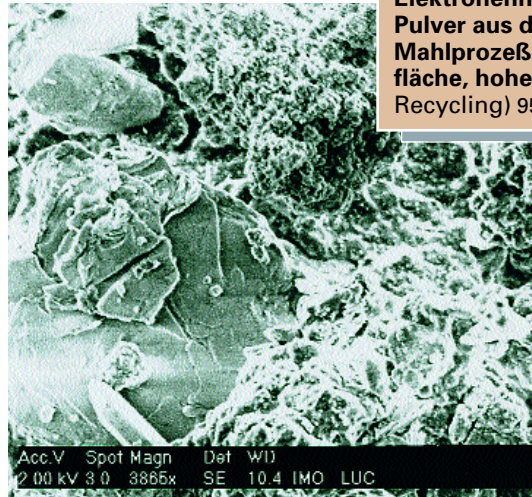


Abb. 5: Elektronenmikroskop-Aufnahme von Pulver aus der Jäckering-Mühle. Kühl- und Mahlprozeß sind entkoppelt: große Oberfläche, hoher Feinanteil (Foto 3R - Rubber Recycling) 95.30.76.d

Der Einsatz des Cryoclass®-Verfahrens ermöglicht dem Anwender die kostengünstige Erzeugung von Gummifeinpulver in Kornfraktionen von 100 bis 200 µm, die sich mit der Prallzerkleinerung noch wirtschaftlich herstellen lassen.

Feinste Pulver mit Cryoclass®

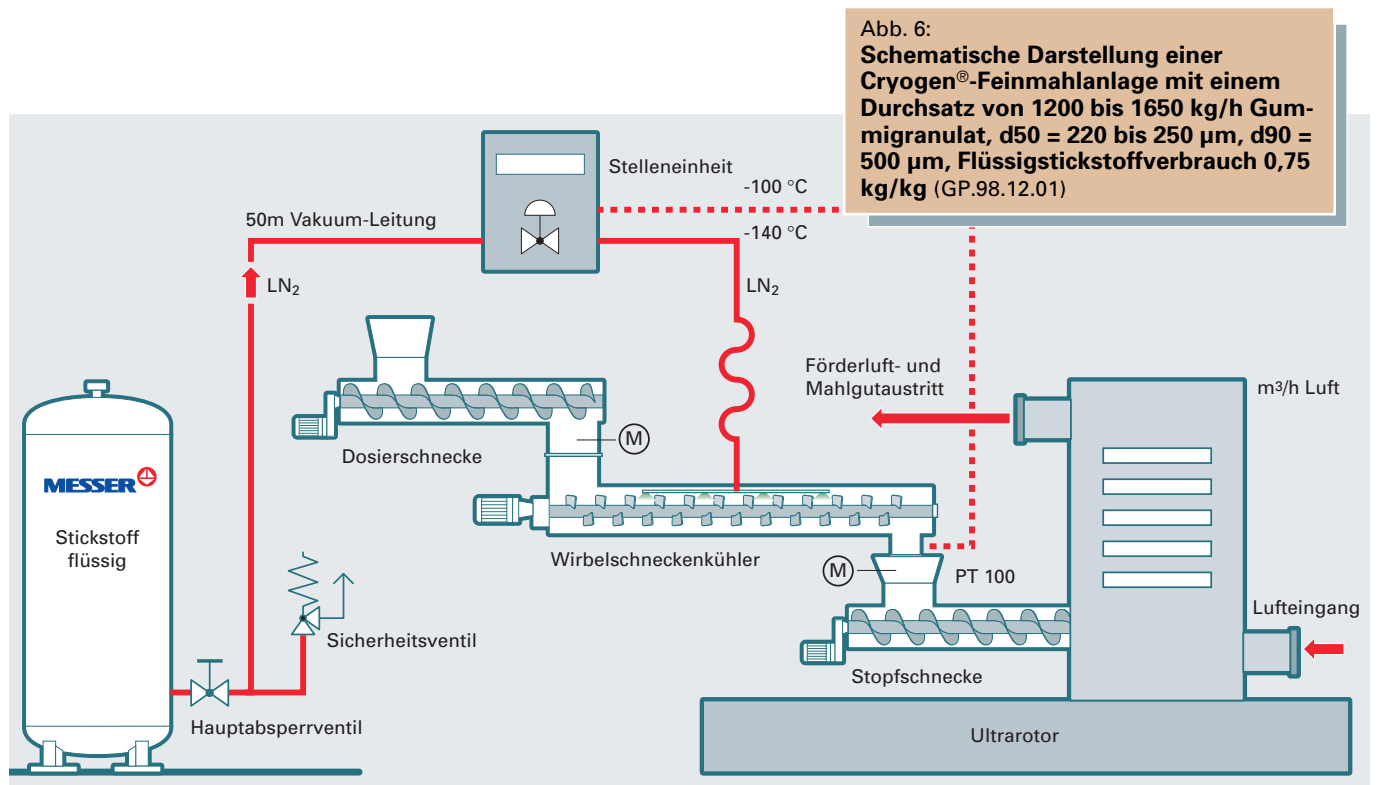
Für noch höherwertigere Anwendungen sind Feinpulver mit Korngrößen kleiner als 200 µm erforderlich. Das sind z.B. Gummimischungen, die ohne Siebhilfsmittel (Trennmittelanteil) hergestellt werden müssen. Solche Feinheiten lassen sich mit dem Cryoclass®-Mahlen und Sichten erzielen [1]. Das Verfahren zeichnet sich durch hohe Durchsatzleistungen bei scharfer Trenngrenze (Abb. 7) aus, insbesondere bei schwer siebbaren Produkten wie Gummifeinpulver ab Korngrößen unter 200 µm.

Das folgende Beispiel dokumentiert die Leistungsfähigkeit des Cryoclass®-Verfahrens. Dabei gibt z.B. der Ausdruck d99 den mittleren Durchmesser von 99 % der Pulverkörner an.

Mahlgutverteilung:	d99 ≤ 500 µm
	d90 = 350 µm
	d50 = 220 µm
Leistung:	1350 kg/h
Stickstoffbedarf:	0,65 kg/kg
Feingutsichtung	bei d97= 200 µm
Menge:	450 bis 500 kg/h
Kornverteilung:	d99 = 230 µm
	d75 = 160 µm
	d50 = 130 µm

Anwendungsbereich	Produkte	Korngrößen (100 µm = 0,1 mm)
Gummi-Industrie	Kautschukmischungen für Vollgummimischungen, Reifen, Schuhsohlen, Gummimatten, usw.	Korngrößen nach Anforderung: bis 0,2 mm/bis 0,4 mm / bis 0,8 mm/0,4-0,8mm
Bauchemie	Schutanstrichsysteme in Verbindung mit Polyurethanen	bis 0,4 mm
weitere Anwendungsgebiete		
	unterirdische Entwässerungsschläuche	0,2-0,8 mm
	Polyblends (Gummi-Kunststoffmischungen)	bis 0,2 mm und 0,2-0,8 mm
	oberflächenbehandeltes Gummimehl	bis 0,8 mm
	Ölbindemittel	0,8-3 mm

Tab. 3: Einsatzmöglichkeiten für Pulver höherer Feinheit



Dienstleistungsangebote

Die Mülsener Recycling- und Handelsgesellschaft steht als Dienstleister für Lohnmahlungen von Elastomeren und Kunststoffen zur Verfügung. Neben der Aufbereitung von Altreifen werden auch technische Gummiartikel und Kunststoffe zu Feinpulver/Rezyklat (z.B. PVC-Folien-schnipsel zu PVC-Pulver) verarbeitet. Durch den Einsatz der in diesem Artikel vorgestellten Verfahren können große Mengen Gummipulver in hoher Qualität (z.B. mehrere tausend Tonnen pro Jahr mit Korngrößen unter $400 \mu\text{m}$) den Bedürfnissen der verschiedensten Anwendungen gezielt angepasst werden.

Die sortenreine Feinmahlung hochwertiger Produktionsabfälle zur Rohstoffrückgewinnung ist eine wirtschaftliche und zukunftsweisende Alternative zur bisherigen Praxis und zur thermischen Verwertung.

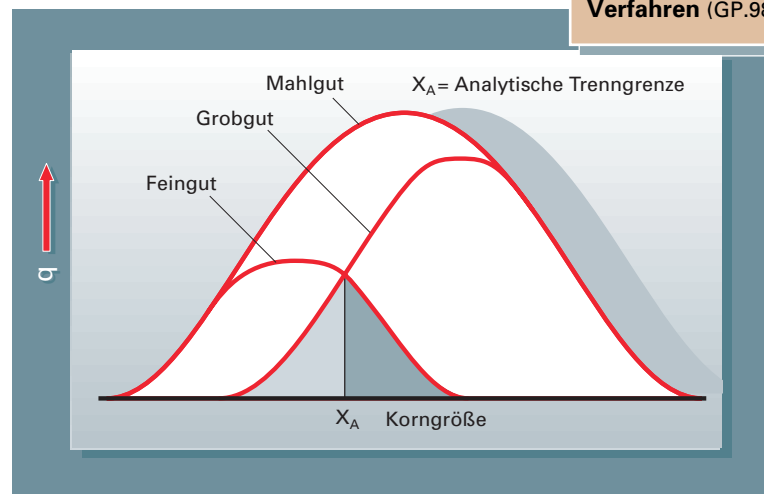
Betreiber von Recycling-Anlagen profitieren nicht nur von der flächendeckenden Belieferung mit flüssigem Stickstoff und den Produktivitätsvorteilen der Cryogen®-Feinmahlverfahren von Messer Griesheim.

Mit Hilfe der von Messer Griesheim durchgeführten Test-Feinmahlungen von Gummigranulat im Krefelder Feinmahl- und Recycling-Technikum lassen sich Beschaffenheit und Einsatzmöglichkeiten der Pulver schon vor einer Verfahrensumstellung bestimmen.

Literatur

- [1] O. Dietrich, K. Beutelmann, „Feine Leistung: Mahlen und Sichten in einem Arbeitsgang“, gas aktuell 52, S. 17-20

Abb. 7:
Trenngrenze Cryoclass®-Verfahren (GP.98.12.02)



Andreas Baumann,
Geschäftsführer Mülsener Recycling- und Handelsgesellschaft mbH
Peter Belger,
Vertriebsleiter Mülsener Recycling- und Handelsgesellschaft mbH
Wilfried Duesberg,
Messer Griesheim GmbH