

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 82810535.3

Int. Cl.³: **B 24 B 31/10**

Anmeldetag: 09.12.82

Priorität: 23.12.81 CH 8244/81

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.06.83 Patentblatt 83/26

Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

Anmelder: **SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM AG**
CH-3965 Chippis(CH)

Erfinder: **Borer, Werner J.**
Neustrasse 254
CH-8247 Flurlingen(DE)

Erfinder: **Lukacs, Janos**
Am Homberg 22
D-7891 Ettikon(DE)

Erfinder: **Spalinger, Hugo**
Mettlerhof 4
CH-8211 Hemmental(CH)

Verfahren und Vorrichtung zum Abrunden körniger Feststoffpartikel sowie deren Verwendung.

Körnige Feststoffpartikel, insbesondere Hartstoffbruchgranulat, beliebiger Form werden in einem trichterförmigen Behälter (1) mit Hilfe eines Flüssigkeitsstrahls in ständige Relativbewegung versetzt und dadurch abgerundet. Die abgerundeten Partikel eignen sich als Füllstoff für verschleissfeste Schichten.

Verfahren und Vorrichtung zum Abrunden körniger
Feststoffpartikel sowie deren Verwendung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln, insbesondere von Hartstoffbruchgranulat.

10 Gerundete Partikel werden nach verschiedenen Verfahren bereits hergestellt. Ein sehr verbreitetes Verfahren ist das Verdüsen schmelzflüssigen Materials mittels eines Gasstrahls. Dieses Verfahren wird vorwiegend zur Herstellung von kugelförmigen Metallpulvern, aber auch zur Herstellung
15 von Pulvern aus Refraktärmaterialien eingesetzt. Das Verfahren hat den Nachteil, dass es für Hartstoffe, worunter Oxide, Carbide, Boride und Nitride oder refraktäre Metalle mit einer Mohs'schen Härte von ≥ 7 verstanden werden, nicht generell einsetzbar ist, da diese Materialien teilweise
20 sehr hohe Schmelzpunkte aufweisen und nicht alle im schmelzflüssigen Zustand chemisch stabil bleiben. Auch kann die Bildung von hohlkugelförmigen Partikeln bei der Verdüsung nicht immer verhindert werden.

25 Ein anderes bekanntes Verfahren zur Herstellung gerundeter Partikel ist das oberflächliche Anschmelzen und damit Runden von Feststoffen in einem Hochenergiestrahle, z.B. einem Plasmastrahl. Dieses Verfahren kann wieder nur für Materialien mit stabiler flüssiger Phase eingesetzt werden und ist
30 zudem je nach Material auf Partikelgrößen von ca. 10 - 200 μ begrenzt.

Weiterhin können durch Agglomeration oder Aufbaugranulation von entsprechend feinen Ausgangspulvern und anschliessendes Sintern gemäss der DE-OS 29 48 584 gerundete Formkörper hergestellt werden. Ein derartiges Verfahren ist ebenfalls
5 nachteilig, da das Material vorgängig auf ca. $1/100$ bis $1/1000$ der schliesslich gewünschten Partikelgrösse gemahlen werden muss, damit überhaupt ein sinterfähiges Pulver entsteht, und dass der Durchmesserbereich des Endproduktes auf ca. 0,4 bis 5 mm begrenzt ist.

10

Weitere in Frage kommende Verfahren wie das Sol-Gel-Verfahren und die Sprühgranulation sind ebenfalls mit Nachteilen behaftet. Das Sol-Gel-Verfahren lässt sich wieder nur für gewisse Materialien anwenden. Es wird vorwiegend für die
15 Herstellung von Oxidkügelchen im Bereich von $\leq 500 \mu$ eingesetzt. Das Sprühverfahren liefert Produkte ungenügender Qualität. Meist können nur Partikel mit niedriger Dichte, bedingt durch den lockeren Aufbau, hergestellt werden.

20 Die Erfinder haben sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren zum Abrunden körniger Feststoffpartikel beliebiger Kornform, insbesondere Hartstoffbruchgranulat, anzugeben, welches die Nachteile der oben genannten Verfahren nicht aufweist. Das vorgeschlagene erfinderische Verfahren
25 zeichnet sich nach dem Wortlaut des Anspruchs 1 aus.

Vorteilhaft liegt die Partikelgrösse des Ausgangsmaterials im Bereich von 100μ bis zu 5 mm. Als Flüssigkeit wird selbstverständlich eine solche gewählt, die die Ausgangs-
30 körnung nicht auf- oder anzulösen vermag. Aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen wird vorzugsweise Wasser

verwendet. Der Flüssigkeitsstrahl muss derart intensiv sein, dass durch das Aufeinanderprallen der einzelnen Partikel ein gegenseitiger Abrieb bewirkt wird.

- 5 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele und an Hand der Zeichnung; diese zeigt schematisch im Schnitt die zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

10

An einem kegelförmigen Trichter 1 mit rohrförmigem seitlichen Auslass 11 befindet sich an dem unteren Ende eine Düse 2 zum Einspeisen der Flüssigkeit und am oberen Ende ein Ueberlauf 3. Die Düse 2 ist in ihrer einfachsten Ausführungsform ein zylindrisches Rohr. Vorteilhaft ragt dieses 15 ins Innere des Trichters 1 hinein. Dadurch kann eine Erhöhung der Abrundungsleistung erreicht werden. Der kegelförmige Teil des Trichters 1 wird bei dieser Anordnung in seiner Höhe H in eine untere Zone A und eine obere Zone B eingeteilt. Die untere Zone A ist durch die Höhe h begrenzt, 20 wobei diese der Länge des in dem kegelförmigen Teil des Trichters 1 hineinragenden Teils 22 der Düse 2 entspricht. Vorzugsweise ist die Höhe h etwa $\frac{1}{10}$ der Höhe H. Damit diejenigen Partikel, welche sich in der unteren Zone A befinden, auch am Abrundungsprozess beteiligt werden, wird 25 mit Hilfe einer rohrförmigen Hilfsdüse 4 in zeitlichen Abständen zusätzlich Flüssigkeit eingespiessen, wodurch das in der unteren Zone A in Ruhe befindliche Material in die obere Zone B des Trichters 1, d.h. in die aktive Zone befördert wird. Das impulsweise Ein- und Ausschalten der Hilfsdüse 4 geschieht am einfachsten mit einem Magnetventil 5. 30

Der Ueberlauf 3 ist rinnenförmig ausgebildet und hat an einer Stelle einen Ablauf 6, wo die Flüssigkeit zusammen mit dem durch die Abrundung entstandenen feinen Abrieb abgeführt wird. Nach Trennen des Abriebs von der Flüssigkeit in
5 an sich bekannter Weise kann die Flüssigkeit wieder der Düse 2 zugeführt werden. (Trennvorrichtung und Kreislaufführung der Flüssigkeit sind in der Zeichnung nicht enthalten.) Wenn das Ausgangsmaterial hinreichend abgerundet ist, wird die Flüssigkeitszufuhr für kurze Zeit unterbrochen und
10 das Ventil 7, vorteilhaft ein Druckluftmembranventil, geöffnet, so dass das abgerundete Material ausfliessen kann und (nicht eingezeichnet) über eine Trennvorrichtung von der Flüssigkeit, die wieder in den Trichter zurückgepumpt wird, befreit wird.

15 Es hat sich gezeigt, dass die mittlere Sinkgeschwindigkeit der abzurundenden Teilchen in der verwendeten Flüssigkeit mindestens das 10-fache der Geschwindigkeit der Flüssigkeit im oberen Bereich b der oberen Zone B des Trichters 1, also
20 in der Nähe des Ueberlaufs 3, betragen soll, um ein Austragen der abgerundeten Teilchen aus dem Trichter 1 zu verhindern.

Damit die Menge der pro Zeiteinheit abgerundeten Partikel
25 möglichst gross wird und andererseits alle Partikel in möglichst gleichem Masse, d.h. homogen abgerundet werden, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den halben Oeffnungswinkel α des Trichters 1 zwischen 14 und 22° zu legen, denn bei zu grossem Oeffnungswinkel verharret ein Teil des abge-
30 rundeten Materials an der Trichterwand und wird nicht bewegt. Bei zu kleinem Oeffnungswinkel wird andererseits der

Durchsatz kleiner. Optimal ist ein Trichterwinkel von 18 - 19°. Damit die abzurundenden Partikel nicht den Trichter 1 über den Ueberlauf 3 verlassen können, ist weiterhin von Vorteil, die Höhe H des Trichters 1 so zu wählen, dass diese mindestens die 2,5fache Höhe der Kornschüttung des Ausgangsmaterials im Ruhezustand vor Beginn des Rundungsprozesses beträgt. Bei einer Höhe H von 150 cm wird die optimale Leistung erzielt, wenn die momentan im Trichter befindliche Materialmenge ca. 50 kg und der Massestrom des Flüssigkeitsstrahls 30 l/min betragen. Bei einem Massestrom des Flüssigkeitsstrahls von 50 l/min sind ca. 75 kg Ausgangsmaterial optimal, d.h. eine Erhöhung des Massestroms des Flüssigkeitsstrahls auf 50 l/min bringt eine etwa proportionale Erhöhung der Leistung mit sich, bzw. pro l/min bewegte Flüssigkeitsmenge können etwa 1,6 kg Ausgangsmaterial behandelt werden. Diese Beziehung ist praktisch vom Material unabhängig, wenn seine Dichte wenigstens 2 g/cm³ beträgt. Die Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der oberen Zone B wird im Bereich b mit Hilfe der Düse 2 vorteilhaft so festgelegt, dass sie nicht mehr als $\frac{1}{20}$ der mittleren Sinkgeschwindigkeit der zu behandelnden Partikel in der verwendeten Flüssigkeit beträgt. Der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Hilfsdüse 4 sollte vorteilhaft mindestens doppelt so gross sein wie der Durchsatz durch die Düse 2.

Im Betrieb mit Ansätzen von jeweils 50 kg abzurundendem Material bei Verwendung eines Trichters mit einer Höhe H von 150 cm und einem Winkel α von 18,5° konnte nach 55 Stunden die Behandlung eine Rundheit (sphericity) nach Krummbein (W. Krummbein, Measurement and Geological Significance of

Shape and Roundness of Sedimentary Particles; Journal of Sedimentary Petrology, 2, 64 - 72, 1941) von über 0,6 erreicht werden.

5 Beispiel 1

50 kg Siliziumcarbid-Schleifkorn der Körnung F 14 (nach FEPA*), entsprechend einem Körnungsbereich von 1,19 - 1,68 mm, wurden in einem mit Wasser gefüllten Trichter 1 mit 150 cm Höhe und 100 cm grösstem Durchmesser ($\alpha = 18,5^\circ$) eingegeben. Durch die zylindrische Düse 2, welche einen Innendurchmesser von 5 mm aufwies, wurden 30 l Wasser pro Minute eingespiessen. Die Hilfsdüse 4, welche einen Innendurchmesser von 4 mm aufwies und 12 cm in den Trichter 15 ragte, wurde in Abständen von jeweils 10 Minuten während je 20 Sekunden mit einer Durchflussmenge von 60 l/min in Betrieb genommen. Nach einer Behandlung von 48 Stunden wurde das verbliebene Material - 60% der anfangs eingesetzten Menge - aus dem Trichter entnommen. Es wies eine Rundheit 20 von 0,6 - 0,7 nach der Krummbein-Skala auf. Die mittlere Korngrösse betrug 1,2 mm.

25

* Fédération européenne des fabricants de produits abrasifs

Beispiel 2

Bei Verwendung derselben Vorrichtung und unter gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 wurden 50 kg Korund, Korn SN 24
5 (nach FEPA), entsprechend einem Körnungsbereich von 0,6 - 0,84 mm, behandelt. Nach 138 Stunden konnte ein Material entnommen werden, welches eine Rundheit von 0,6 und eine Oberflächenglattheit (roundness) von 0,9 aufwies. Die Ausbeute an gerundetem Korn betrug 68%.

10

Höhere Ausbeuten konnten mit vorkubisiertem Korn als Ausgangsmaterial erreicht werden.

Der aus dem Ueberlauf 3 anfallende Abrieb wurde in einem
15 Absatzbecken aufgefangen und für die Herstellung von Mikro-
körnungen weiter verwendet.

Eine Verwendung des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass schon mit kurzen Behandlungszeiten von weniger
20 als 1 Stunde das Schüttgewicht von körnigen Materialien wesentlich erhöht werden kann. So gelang es z.B., das Schüttgewicht von Siliziumcarbid, Körnung SN 8 (nach FEPA), entsprechend einem Körnungsbereich von 2,0 - 2,8 mm, nach 1 Stunde Behandlung um 15%, nach 3 Stunden Behandlung sogar
25 um 27% gegenüber dem Schüttgewicht des unbehandelten Materials zu erhöhen. Solchermassen behandelte Materialien werden mit Vorteil im Feuerfestbereich eingesetzt, da diese eine erhöhte Oxidationsbeständigkeit gegenüber unbehandelten aufweisen. Beim Einsatz als Schleifkorn ergeben sich
30 ebenfalls Vorteile, da die Zähigkeit der gerundeten Körner wesentlich höher ist als die der ungerundeten. Für die Oberflächenbearbeitung von Metallen (Shot Peening) sind

nach dem erfindungsgemässen Verfahren gerundete Hartstoffe ebenfalls geeignet. Des weiteren könnte das gerundete Material als Proppants zur Spaltenfüllung in der Erdölindustrie eingesetzt werden.

5

Die nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten abgerundeten Hartstoffe können auch zur Herstellung von verschleissfesten Formkörpern oder Schichten, z.B. Auskleidungen von Mühlen, Sichtern, Zyklonen oder Förderleitungen, eingesetzt werden, wenn sie als Füllmaterial in Kunststoffharzmassen oder Klebern verwendet werden.

10

Beispiel 3

15

Es wurden auf Verschleiss beanspruchte Teile einer Rührwerkskugelmühle mit einer ca. 1,5 mm dicken Schicht Epoxydharz versehen, das 55 Vol.% nach dem erfinderischen Verfahren hergestellte abgerundete SiC-Partikel mit einem mittleren Durchmesser von 355 μ als Füllstoff enthielt. Nach den ersten 500 Betriebsstunden der Rührwerksmühle war an den Schichten praktisch kein Verschleiss feststellbar.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abrunden von körnigen Feststoffpartikeln, insbesondere von Hartstoffbruchgranulat, dadurch gekennzeichnet, dass Partikel beliebiger Kornform in einem trichterförmigen Behälter (1) mit Hilfe eines Flüssigkeitsstrahls in ständige Relativbewegung versetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der oberen Zone (B) im Bereich (b) nicht mehr als $1/10$, vorzugsweise $1/20$, der mittleren Sinkgeschwindigkeit der zu behandelnden Partikel in der verwendeten Flüssigkeit beträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Hilfsdüse (4) in Zeitabständen das in der unteren Zone (A) des Trichters (1) befindliche Material in die obere Zone (B) des Trichters (1) gebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Hilfsdüse (4) mindestens doppelt so gross ist wie der Durchsatz der Flüssigkeitsmenge durch die Düse (2).

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein trichterförmiger Behälter (1), dessen halber Oeffnungswinkel (α) zwischen 14 und 22°, vorzugsweise zwischen 17 und 20°, liegt, mit Ueberlauf (3) in der Längsachse eine Düse (2), deren oberes Teil (22) maximal $\frac{1}{10}$ der Höhe (H) in den Behälter (1) hineinragt, und im Auslauf (11) eine Hilfsdüse (4) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe (H) des trichterförmigen Behälters (1) mindestens die 2,5fache Höhe der Kornschüttung des Ausgangsmaterials im Ruhezustand beträgt.
7. Verwendung der gemäss mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4 abgerundeten Materialien als Füllstoff für verschleissfeste Schichten, insbesondere aus Kunstharzmassen.

$\frac{1}{n}$ 