

(19)



(11)

**EP 4 477 761 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.12.2024 Patentblatt 2024/51**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**C21B 3/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23178944.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**C21B 3/08; C21B 2400/022; C21B 2400/026;  
C21B 2400/054**

(22) Anmeldetag: **13.06.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**

Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH  
4031 Linz (AT)**

(72) Erfinder:  
• **Fenzl, Thomas  
4073 Wilhering (AT)**

- **Neuhold, Robert  
9523 Villach-Landskron (AT)**
- **Rosner, Johannes  
4650 Lambach (AT)**
- **Fleischanderl, Alexander  
4645 Gruenau (AT)**

(74) Vertreter: **Metals@Linz  
Primetals Technologies Austria GmbH  
Intellectual Property Upstream IP UP  
Turmstraße 44  
4031 Linz (AT)**

(54) **TROCKENGRANULATOR ZUR TROCKENGRANULIERUNG VON SCHMELZFLÜSSIGEM MATERIAL, INSBESONDERE SCHLACKE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Trockengranulator (10), wobei der Trockengranulator (10) ein Gehäuse (15) und einen in dem Gehäuse (15) angeordneten Zerstäuber (20) mit einem um eine Drehachse (45) rotierbar gelagerten Zerstäubererelement (55) aufweist, wobei das Gehäuse (15) eine erste Gehäuseinnenwand (70) mit einem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt (295) und einem zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt (305) aufweist, wobei das Zerstäubererelement (55) eine Wandung (115) und einen Boden (110) aufweist, wobei die Wandung (115) auf einer in axialer Richtung abgewandten Axialseite zu dem Boden (110) einen axial zum Boden (110) beabstandet angeordneten Rand (125) aufweist, wobei der Rand (125) zwischen einem ersten Hochpunkt (185) und einem ersten Tiefpunkt (190) verlaufend ausgebildet ist, wobei der Rand (125) am ersten Tiefpunkt (190) näher beabstandet zu dem Boden (110) angeordnet ist als an dem ersten Hochpunkt (185), wobei der Rand (125) zwischen einschließlich dem ersten Hochpunkt (185) und einschließlich dem ersten Tiefpunkt (190) ausgebildet ist, schmelzflüssigen Material (35) von dem Zerstäubererelement (55) in Richtung des ersten und des zweiten Gehäusinnenwandabschnitts (295, 305) entlang unterschiedlicher Flugbahnen (291, 296) abzuspritzen.

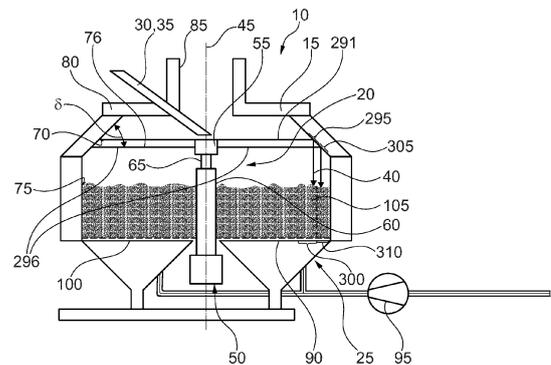


Fig. 1

**EP 4 477 761 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Trockengranulator zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material gemäß Patentanspruch 1.

**[0002]** Aus CN 108 998 604 A ist ein Nassgranulator zur Granulierung von Schlacke und Zurückgewinnung von Abwärme bekannt. Der Nassgranulator weist eine Granuliereinheit mit einer rotierenden Schlackewanne auf. Die Schlackewanne weist eine Vielzahl von sternförmig zueinander angeordneten Kanälen auf, die sich von radial innen nach radial außen erstrecken. Durch die Kanäle wird die auf die Schlackewanne treffende Schlacke radial nach außen gefördert und im Wesentlichen in einer Ebene von der Schlackewanne radial nach außen hin abgeschleudert. Die flüssige Schlacke fliegt radial nach außen und fällt entlang einer Flugbahn nach unten. Dabei wird die granulierten Schlacke an einer Zerstäuberdüse vorbeigeführt. Die Zerstäuberdüse sprüht zerstäubtes Wasser auf die Schlacke.

**[0003]** Aus JP 2003 342047 A ist ein Granulator mit einem im Wesentlichen flach ausgebildeten hergestellten Zerstäuberscheibe bekannt. Die Zerstäuberscheibe ist aus einem metallischen Werkstoff hergestellt. Ferner wird das Granulat mittels Wasser gekühlt.

**[0004]** Die Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material ist eine in Entwicklung befindliche Technologie, um schmelzflüssiges Material zu einem festen Granulat zu verarbeiten. Schmelzflüssiges Material ist beispielsweise geschmolzenes Metall oder metallurgische Schlacke, beispielsweise schmelzflüssige Hochofenschlacke - das Verfahren wird dann auch dry slag granulation DSG genannt und ist beispielsweise in EP 2 747 920 B1 beschrieben. Trocken bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das schmelzflüssige Material bei der Granulierung nicht in direkten Kontakt mit flüssigem Wasser kommt - das ist beispielsweise ein Gegensatz zu herkömmlich industriell angewendeten Verfahren zur Granulierung von Hochofenschlacke, bei denen die schmelzflüssige Schlacke in einen Wasserstrom eingeleitet wird. Der Granulator ist ein durch eine Umhüllung begrenzter Behälter, der über eine Schlackenführung, eine Gaszuführung für zur Kühlung genutztes Prozessgas und eine Abgasleitung für erwärmtes Prozessgas - beispielsweise Luft, auch genannt Prozessluft -, verfügt. Das schmelzflüssige Material, beispielsweise schmelzflüssige metallurgische Schlacke, wird auf eine in der Umhüllung des Granulators befindliche Zerstäubereinheit aufgebracht; das ist beispielsweise eine schnell rotierende Einheit, bekannt als Rotationszerstäuber - auch genannt rotary atomiser; so etwas ist beispielsweise in EP 2 747 920 B1 gezeigt. Durch die beim Kontakt der schmelzflüssigen Schlacke mit dem Rotationszerstäuber übertragenen Beschleunigungen beziehungsweise Kräfte wird das schmelzflüssige Material in feine Tropfen zerrissen und nach außen geschleudert. Diese feinen, zunächst immer noch schmelzflüssigen Tropfen werden im Granulator gekühlt und erstarren, das geschieht bei-

spielsweise durch das Prozessgas und durch Auftreffen auf - gegebenenfalls gekühlte - Flächen des Granulators, beispielsweise die wassergekühlte Umhüllung des Granulators - infolgedessen entstehen feste Partikel, hier Granulat genannt, die dann aus dem Granulator entnommen werden. Nach einer bekannten Arbeitsweise fallen flüssige beziehungsweise teilweise verfestigte - also teils flüssig teils erstarrt - Tropfen im Granulator nach dem Verlassen des Rotationszerstäubers und anschließendem Auftreffen auf der Umhüllung des Granulators nach unten, beispielsweise in ein Festbett oder in eine Wirbelschicht.

**[0005]** Herkömmliche Granulationstechnologien zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material, wie beispielsweise flüssiger Hochofenschlacke, mit Rotationszerstäubern und Nutzung eines Auftreffens auf die Umhüllung haben einen großen Durchmesser, da zur Vermeidung von Agglomeration flüssiger und/oder teilweise verfestigter Tropfen und/oder vollkommen verfestigter Partikel während des Fluges vom Rotationszerstäuber zu der Umhüllung oder nach Auftreffen auf der Umhüllung der Abstand der - in der Regel rotationssymmetrisch zum Rotationszerstäuber angeordneten, und damit in der Regel im Querschnitt runden - Umhüllung genügend groß gewählt werden muss. Größerer Abstand führt zu einer Auffächerung des vom Rotationszerstäuber ausgehenden Stromes der Tropfen beziehungsweise Partikel, so dass diese weniger nah zueinander fliegen beziehungsweise weniger nah aneinander auftreffen. Das reduziert die Gefahr einer Agglomeration beim Flug beziehungsweise beim Auftreffen. Zur Agglomeration kann es beim Auftreffen beispielsweise kommen, wenn vollständig oder teilweise flüssige Partikel beim Auftreffen deformiert werden und dadurch in Kontakt mit benachbart auftreffenden Partikeln kommen. Zunehmender Durchmesser führt jedoch zu zunehmendem Platzbedarf, was technologisch und ökonomisch ungünstig ist.

**[0006]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Trockengranulator bereitzustellen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird mittels der Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0008]** Es wurde erkannt, dass ein verbesserter Trockengranulator zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material, insbesondere Schlacke, dadurch bereitgestellt werden kann, dass der ein Gehäuse und einen in dem Gehäuse angeordneten Zerstäuber mit einem um eine Drehachse rotierbar gelagerten Zerstäuberelement aufweist. Das Gehäuse weist eine erste Gehäuseinnenwand mit einem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt und einem zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt auf. Der zweite Gehäuseinnenwandabschnitt ist entlang der Drehachse axial versetzt zu dem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt angeordnet. Das Zerstäuberelement weist eine Wandung und einen Boden auf. Die Wandung ist in Umfangsrichtung bezogen auf die Drehachse umlaufend ausgebildet und erstreckt sich

radial außenseitig anschließend an den Boden. Auf einer in axialer Richtung abgewandten Axialseite zu dem Boden weist die Wandung einen axial zum Boden beabstandet angeordneten Rand auf. Der Rand ist zwischen einem ersten Hochpunkt und einem ersten Tiefpunkt variierend in unterschiedlichem Abstand beabstandet zu dem Boden verlaufend ausgebildet. Der Rand ist an dem ersten Tiefpunkt näher beabstandet zu dem Boden angeordnet als an dem ersten Hochpunkt. Der Rand ist zwischen dem einschließlichen ersten Hochpunkt und einschließlichen dem ersten Tiefpunkt ausgebildet, schmelzflüssigen Material von dem Zerstäuberelement in Richtung des ersten und des zweiten Gehäuseinnenwandabschnitts entlang unterschiedlicher Flugbahnen abzuspritzen.

**[0009]** Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass das schmelzflüssige Granulat verteilt in Richtung des ersten Gehäuseinnenwandabschnitts fliegt und dadurch eine Konzentration des schmelzflüssigen Materials an der ersten Gehäuseinnenwand im Bereich eines schmalen Bandes vermieden wird. Insbesondere können dadurch Anhaftungen des schmelzflüssigen Materials, das radial nach außen durch das Zerstäuberelement geschleudert wird, vermieden werden.

**[0010]** So kann beispielsweise am ersten Hochpunkt der Rand einen ersten Teil des schmelzflüssigen Materials von dem Zerstäuberelement in Richtung des ersten Gehäuseinnenwandabschnitts entlang einer ersten Flugbahn abspritzen. Am ersten Tiefpunkt kann der Rand einen zweiten Teil des schmelzflüssigen Materials von dem Zerstäuberelement in Richtung des zweiten Gehäuseinnenwandabschnitts entlang einer zweiten Flugbahn abspritzen. Die erste Flugbahn kann dabei in axialer Richtung versetzt zu der zweiten Flugbahn verlaufen, wodurch die Konzentration des schmelzflüssigen Materials an der ersten Gehäuseinnenwand vermieden wird. Auch in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Hochpunkt und dem ersten Tiefpunkt kann der Rand einen weiteren Teil des schmelzflüssigen Materials entlang einer weiteren Flugbahn abspritzen, die axial zwischen der ersten Flugbahn und der zweiten Flugbahn verläuft.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform weist der Trockengranulator einen Granulatspeicher mit einem Fließbett auf. Der Granulatspeicher ist in radialer Richtung zwischen dem Gehäuse und dem Zerstäuberelement angeordnet. Der Fließbett weist einen ersten Speicherabschnitt und einen zweiten Speicherabschnitt auf. Der erste Speicherabschnitt ist radial innenseitig versetzt zu dem zweiten Speicherabschnitt angeordnet. Der erste Gehäuseinnenwandabschnitt ist schräg zu der Drehachse ausgerichtet, um den auf den ersten Gehäuseinnenwandabschnitt treffenden ersten Teil des schmelzflüssigen Materials in Richtung des ersten Speicherabschnitts abzulenken. Der zweite Gehäuseinnenwandabschnitt ist schräg zu der Drehachse ausgerichtet, um den auf den zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt treffenden zweiten Teil des schmelzflüssigen Materials in Richtung des zweiten Speicherabschnitts abzulenken. Diese Aus-

gestaltung hat den Vorteil, dass der erste und zweite Teil des schmelzflüssigen Materials in radialer Richtung beabstandet in den Granulatspeicher fallen und dort durch den über das Fließbett einströmende Luftstrom und bereits im Granulatspeicher vorhandenen Granulat gekühlt werden. Insbesondere kann auch im Granulatspeicher die Verteilung des schmelzflüssigen Materials über den ersten und zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt ein Anhaften von Teilen des schmelzflüssigen Materials, insbesondere von mehreren Tropfen aneinander, in dem Granulatspeicher vermieden werden, sodass zum einen die Tropfen des schmelzflüssigen Materials im Granulatspeicher schnell zu Granulat abgekühlt werden und zum anderen das Granulat im Wesentlichen eine einheitliche Granulatgröße aufweist.

**[0012]** In einer weiteren Ausführungsform ist die erste Gehäuseinnenwand in einem Wandwinkel von einschließlichen 30° bis einschließlichen 60°, insbesondere einschließlichen 40° bis einschließlichen 50°, zu einer Drehebene zur Drehachse schräg nach innen in Richtung der Drehachse geneigt angeordnet. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass das auf die erste Gehäuseinnenwand prallende schmelzflüssige Material im Granulatspeicher gut verteilt wird.

**[0013]** Die Wandung des Zerstäuberelements ist in Umfangsrichtung bezogen auf die Drehachse in wenigstens einen ersten Wandungsabschnitt und wenigstens einen zweiten Wandungsabschnitt unterteilt. An den ersten Wandungsabschnitt schließt sich der zweite Wandungsabschnitt in Umfangsrichtung an. Der Rand erstreckt sich am ersten Wandungsabschnitt zwischen dem ersten Hochpunkt und einem ersten Tiefpunkt, der in Umfangsrichtung versetzt zu dem ersten Hochpunkt angeordnet ist. Am zweiten Wandungsabschnitt erstreckt sich der Rand vom ersten Tiefpunkt in Umfangsrichtung vom ersten Wandungsabschnitt weg. Der Rand ist am ersten Wandungsabschnitt und am zweiten Wandungsabschnitt schräg geneigt zu einer Drehebene zu der Drehachse verlaufend ausgebildet. Sowohl am ersten Wandungsabschnitt als auch am zweiten Wandungsabschnitt ist der Rand ausgebildet, das schmelzflüssige Material von dem Zerstäuberelement in Richtung der ersten Gehäuseinnenwand abzuspritzen. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass das Zerstäuberelement oberseitig im Wesentlichen vollständig mit dem schmelzflüssigen Material bedeckt ist und dadurch eine Korrosion, insbesondere eine Oxidation, des Zerstäuberelements vermieden wird.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäuberelement ein Konuselement auf. Das Konuselement ist am Boden auf der zur Wandung zugewandten Seite und zentriert auf der Drehachse angeordnet. Das Konuselement erstreckt sich entlang der Drehachse vom Boden weg. Eine Spitze des Konuselements, die auf einer dem Boden abgewandten Seite des Konuselements angeordnet ist, überragt den ersten Tiefpunkt in axialer Richtung. Vorzugsweise ist die Spitze des Konuselements axial zwischen dem ersten Hochpunkt und

dem ersten Tiefpunkt angeordnet. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass das auf das Zerstäubererelement auftreffende schmelzflüssige Material nicht ungewollt frühzeitig abspritzt und dadurch eine gleichmäßige Verteilung des schmelzflüssigen Materials auf dem Zerstäubererelement sichergestellt ist.

**[0015]** In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäubererelement in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung auf. Das Konuselement weist am Boden eine erste maximale radiale Erstreckung auf. Ein erstes Verhältnis der ersten maximalen radialen Gesamterstreckung zu der maximalen radialen Gesamterstreckung beträgt vorzugsweise einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,4, insbesondere einschließlich 0,1 bis einschließlich 0,25. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass ein Materialbedarf für das Konuselement geringgehalten werden kann und dadurch der Fertigungsaufwand zur Herstellung des Zerstäubererelements geringgehalten werden kann.

**[0016]** In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäubererelement in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung auf. Der erste Hochpunkt weist einen ersten maximalen Abstand zu dem Boden auf. Ein viertes Verhältnis des ersten maximalen Abstands zu der maximalen radialen Gesamterstreckung liegt in einem Bereich bis einschließlich 0,1 bis einschließlich 1, vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,15 bis einschließlich 0,3.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäubererelement in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung auf, wobei der erste Tiefpunkt einen ersten minimalen Abstand zu dem Boden aufweist. Ein fünftes Verhältnis des ersten minimalen Abstands zu der maximalen radialen Gesamterstreckung liegt in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis 0,95, vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,3, insbesondere einschließlich 0,08 bis einschließlich 0,2. Dies stellt sicher, dass der erste Tiefpunkt immer oberhalb des Bodens angeordnet ist. Dadurch wird eine zuverlässige Bedeckung des Bodens durch ein Aufstauen des schmelzflüssigen Materials durch die Wandung sichergestellt. Insbesondere wird dabei vermieden, dass Stellen des Bodens freigelegt sind und nicht durch das schmelzflüssige Material bedeckt sind. Dies vermindert eine ungewollte Oxidation des Zerstäubererelements.

**[0018]** In einer weiteren Ausführungsform ist ein sechstes Verhältnis aus einer Differenz aus dem ersten maximalen Abstand zu dem ersten minimalen Abstand zu der maximalen radialen Gesamterstreckung in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,1 liegt. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass ein Materialbedarf zur Herstellung des Zerstäubererelements, das vorzugsweise spanend aus einem Vollmaterial hergestellt wird, geringgehalten werden kann.

**[0019]** In einer weiteren Ausführungsform weist die Wandung eine radial innenseitig angeordnete Wandungsinnenseite und eine radial außen angeordnete äußere

Umfangsseite auf. Die Wandung erstreckt sich in radialer Richtung zwischen der Wandungsinnenseite und der äußeren Umfangsseite vom Boden in axialer Richtung hin zum Rand verjüngend. Radial außenseitig weist der Boden eine zweite maximale radiale Erstreckung auf. Die Wandung weist am Rand eine minimale radiale Wandungserstreckung auf. Ein zweites Verhältnis der maximalen radialen Gesamterstreckung zu der zweiten maximalen radialen Erstreckung beträgt einschließlich 1,2 bis einschließlich 1,9, insbesondere einschließlich 1,4 bis einschließlich 1,7. Ein drittes Verhältnis der maximalen radialen Gesamterstreckung zu der minimalen radialen Wandungserstreckung beträgt einschließlich 1,1 bis einschließlich 1,5, insbesondere 1,2 bis einschließlich 1,35. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Wandung hinreichend breit ausgebildet ist, sodass bei einer Oxidation der äußeren Umfangsseite, was zu einem Materialabtrag an der äußeren Umfangsseite und somit zu einer von radial außen nach radial innen dünner werdenden Wandung mit zunehmender Betriebslaufzeit des Zerstäubererelements führt, trotzdem eine hohe Lebensdauer des Zerstäubererelements sichergestellt ist.

**[0020]** Um eine Oxidation des Zerstäubererelements an einer äußeren Umfangsseite geringzuhalten, weist der Zerstäuber eine Antriebseinrichtung mit einer Aufnahme und einem Schutzgaskanal auf. In die Aufnahme greift das Zerstäubererelement mit einem ersten Teilabschnitt ein und ist formschlüssig zur Drehmomentübertragung mit der Antriebseinrichtung verbunden. Das Zerstäubererelement ragt mit einem zweiten Teilabschnitt über die Antriebseinrichtung, wobei der Schutzgaskanal in der Antriebseinrichtung geführt ist und an einer Seite in der Aufnahme mündet. Über den Schutzgaskanal ist ein Schutzgas zur Beaufschlagung des zweiten Teilabschnitts des Zerstäubererelements führbar. Durch das Schutzgas wird der zweite Teilabschnitt, der eben nicht in der Aufnahme angeordnet ist, mit Schutzgas beaufschlagt. Das Schutzgas kann beispielsweise Stickstoff sein. Das Schutzgas reduziert eine Oxidation der äußeren Umfangsseite, sodass eine Lebensdauer des Zerstäubererelements weiter erhöht sein kann.

**[0021]** Von besonderem Vorteil ist, wenn das Zerstäubererelement überwiegend, insbesondere zu wenigstens 80 Massenprozent, aus einem kohlenstoffbasiertem Material, bevorzugt Graphit, gefertigt ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass Anhaftungen an dem Zerstäubererelement durch schmelzflüssiges Material vermieden werden können.

**[0022]** In einer weiteren Ausführungsform weist der Rand eine vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten und eine vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten auf. Die erste Anzahl beträgt von einschließlich 1 bis einschließlich 5. Zusätzlich oder alternativ beträgt die zweite Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5. Von besonderem Vorteil ist, wenn der Rand ausschließlich zwei oder drei oder vier Hochpunkte und/oder zwei oder drei oder vier Tiefpunkte aufweist. Die geringe Anzahl von Hochpunkten und/oder Tiefpunkten hat den Vorteil,

dass dadurch der Rand in Umfangsrichtung zu der Drehebene eine geringere Neigung aufweist und dadurch zuverlässig sichergestellt ist, dass das schmelzflüssige Material zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt jeweils über den Rand auch zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt abgeschleudert wird. Dadurch wird oberseitig eine vollständige Benetzung des Zerstäuber-  
5 elements sichergestellt, sodass insbesondere bei Verwendung von Graphit für das Zerstäubererelement eine Oxidation des Zerstäubererelements vermieden werden kann.

**[0023]** Dabei ist von besonderem Vorteil, wenn die vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand ist. Zusätzlich oder alternativ ist auch die vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass hinreichend Abstand zwischen einem Hochpunkt und einem Tiefpunkt ist und dadurch insbesondere eine große Steigung des Rands in Umfangsrichtung zu einer Drehebene zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt vermieden wird.

**[0024]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 eine schematische Schnittansicht durch einen Trockengranulator;
- FIG 2 einen perspektivischen Ausschnitt des Trockengranulators ;
- FIG 3 eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene A-A durch den Zerstäuber; und
- FIG 4 eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene B-B durch den in FIG 1 gezeigten Zerstäuber.

**[0025]** FIG 1 zeigt eine schematische Schnittansicht durch einen Trockengranulator 10.

**[0026]** Der Trockengranulator 10 ist zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material 35, insbesondere von schmelzflüssiger Schlacke aus einem metallurgischen Prozess, beispielsweise einem Hochofenprozess, ausgebildet. Der Trockengranulator 10 weist ein Gehäuse 15, einen Zerstäuber 20, einen Granulatspeicher 25 und eine Zuführung 30 zur Zuführung des schmelzflüssigen Materials 35 auf.

**[0027]** Das Gehäuse 15 begrenzt einen Gehäuseinnenraum 40, wobei das Gehäuse 15 sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung um eine Drehachse 45 des Zerstäubers 20 erstreckt. Die Zuführung 30 ist dabei durch das Gehäuse 15 geführt und mündet an einer Seite benachbart zum Zerstäuber 20 in den Gehäuseinnenraum 40. Insbesondere kann dabei die Zuführung 30 auf der Drehachse 45 zumindest abschnittsweise geführt sein und/oder auf der Drehachse 45 in den Gehäusein-

nenraum 40 münden.

**[0028]** Der Zerstäuber 20 erstreckt sich entlang der Drehachse 45 und weist eine Antriebseinrichtung 50, ein Zerstäubererelement 55 sowie ein Zerstäubergehäuse 60 auf. Das Zerstäubererelement 55 ist drehbar um die Drehachse 45 gelagert und ist ferner drehfest mit der Antriebseinrichtung 50 verbunden. Die Antriebseinrichtung 50 kann einen nicht dargestellten Antriebsmotor aufweisen, der ausgebildet ist, das Zerstäubererelement 55 anzu-  
10 treiben und um die Drehachse 45 im Betrieb des Trockengranulators 10 zu rotieren. Dabei kann der Antriebsmotor außerhalb des Gehäuseinnenraums 40 angeordnet sein, um eine thermische Überbelastung des Antriebsmotors zu verhindern. Der Antriebsmotor kann beispielsweise mittels einer Welle 65 drehmomentschlüssig, vorzugsweise drehfest, mit dem Antriebsmotor verbunden sein. Die Welle 65 kann dabei drehbar in dem Zerstäubergehäuse 60 gelagert sein.

**[0029]** In der Ausführungsform weist beispielhaft das Zerstäubererelement 55 Graphit als überwiegenden Werkstoff auf. Dabei wird unter überwiegend verstanden, dass wenigstens 50 Massenprozent, vorzugsweise wenigstens 80 Massenprozent, aus einem kohlenstoffbasierten Material gefertigt ist. Das kohlenstoffbasierte Material  
25 kann insbesondere Graphit sein.

**[0030]** Das Gehäuse 15 weist wenigstens eine erste Gehäuseinnenwand 70 und mindestens eine zweite Gehäuseinnenwand 75 auf. Zusätzlich kann das Gehäuse 15 einen vorzugsweise oberseitig angeordneten Gehäusedeckel 80 aufweisen, wobei in dem Gehäusedeckel 80 beispielsweise eine Abführöffnung 85 angeordnet ist. Beispielsweise kann die zweite Gehäusewand 75 anschließend an die erste Gehäusewand 70 angeordnet sein. Eine andere Ausgestaltung des Gehäuses 15 ist  
30 möglich. Insbesondere kann beispielsweise die Abführöffnung 85 an einer anderen Position am Gehäuse 15, beispielsweise an der ersten und/oder zweiten Gehäuseinnenwand 70, 75 angeordnet sein.

**[0031]** Die zweite Gehäuseinnenwand 75 kann sich im Wesentlichen zylinderförmig um die Drehachse 45 erstrecken. Dabei kann in radialer Richtung zwischen der zweiten Gehäuseinnenwand 75 und dem Zerstäubergehäuse 60 der Granulatspeicher 25 angeordnet sein. Oberseitig schließt sich in FIG 1 an die zweite Gehäuseinnenwand 75 die erste Gehäuseinnenwand 70 an. Zumindest die erste Gehäuseinnenwand 70, vorzugsweise die erste und zweite Gehäuseinnenwand 70, 75 sind gekühlt ausgebildet. Die erste Gehäuseinnenwand 70 ist schräg nach innen hin geneigt in Richtung der Drehachse 45 angeordnet. Dabei kann die erste Gehäuseinnenwand 70 im Wesentlichen teilkonisch ausgebildet sein. Dabei verjüngt sich an der ersten Gehäuseinnenwand 70 der Gehäuseinnenraum 40 von dem Granulatspeicher 25 in Richtung der Abführöffnung 85 entlang der Drehachse 45 in axialer Richtung.  
40

**[0032]** Vorzugsweise ist die erste Gehäuseinnenwand 70 in einem Wandwinkel  $\delta$  zu einer Drehebene 76 senkrecht zu der Drehachse 45 angeordnet. Der Wandwinkel

$\delta$  kann dabei einen Wert von einschließlich  $30^\circ$  bis einschließlich  $60^\circ$ , insbesondere von einschließlich  $40^\circ$  bis einschließlich  $50^\circ$ , angeordnet sein. Beispielhaft ist in FIG 1 die erste Gehäuseinnenwand 70 in dem Wandwinkel  $\delta$  von  $45^\circ$  zu der Drehebene angeordnet.

**[0033]** Die erste Gehäuseinnenwand 70 ist vorzugsweise glatt ausgebildet. Dabei wird unter glatt verstanden, dass an der ersten Gehäuseinnenwand 70 im Wesentlichen auf Erhebungen ( $> 0,2$  mm, insbesondere auf Knicke, Stauchungen, Stöße oder Ähnliches verzichtet wird.

**[0034]** Durch die in axialer Richtung unterseitig zu der ersten Gehäuseinnenwand 70 angeordnete zweite Gehäuseinnenwand 75 ist der Granulatspeicher 25 beispielhaft begrenzt.

**[0035]** Das Zerstäubererelement 55 ist im Wesentlichen auf Höhe der ersten Gehäuseinnenwand 70 angeordnet. Dadurch weist die erste Gehäuseinnenwand 70 und das Zerstäubererelement 55 eine axiale Überdeckung auf. Dabei wird unter einer axialen Überdeckung verstanden, dass bei Projektion zweier Komponenten in radialer Richtung senkrecht zu der Drehachse 45 in eine Projektionsebene, in der die Drehachse 45 verläuft, sich die beiden Komponenten, beispielsweise das Zerstäubererelement 55 und die erste Gehäuseinnenwand 70, überdecken.

**[0036]** Der Granulatspeicher 25 weist ein Fließbett 90 und einen Verdichter 95 auf. Der Verdichter 95 ist fluidisch mit dem Fließbett 90 verbunden. Der Fließbett 90 schließt sich unterseitig an den Gehäuseinnenraum 40 an. Der Fließbett 90 weist einen Verteilerboden 100 auf, wobei der Verteilerboden 100 fluidisch außenseitig an dem Verdichter 95 angeschlossen ist. Der Verteilerboden 100 ist umfangsseitig zwischen dem Zerstäubererelement 60 und der zweiten Gehäuseinnenwand 75 angeordnet.

**[0037]** FIG 2 zeigt eine perspektivischen Ausschnitts des Trockengranulators 10.

**[0038]** Das Zerstäubererelement 55 ist schalenförmig ausgebildet. Das Zerstäubererelement 55 weist wenigstens einen Boden 110 und eine sich radial außenseitig an den Boden 110 anschließende Wandung 115 auf. Die Wandung 115 ist radial außenseitig zu dem Boden 110 angeordnet und streckt sich in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse 45 von dem Boden 110 weg. Gemeinsam begrenzen der Boden 110 und die Wandung 115 einen Zerstäuberinnenraum 120. Die Wandung 115 ist in Umfangsrichtung vollständig umlaufend um die Drehachse 45 ausgebildet und umschließt radial außenseitig den Boden 110. Dadurch ist der Zerstäuberinnenraum 120 in radialer Richtung vollständig umschlossen.

**[0039]** Die Wandung 115 weist auf der zum Boden 110 abgewandten Seite einen Rand 125 auf. Der Rand 125 ist in axialer Richtung vollständig beabstandet zu dem Boden 110 angeordnet. Dabei ist der Rand 125 vollständig umlaufend um die Drehachse 45 an der Wandung 115 ausgebildet. Die Wandung 115 ist am Rand 125 stumpf ausgebildet. Radial außenseitig stößt an einer äußeren

Kante 130 der Rand 125 an eine äußere Umfangsseite 135 des Zerstäubererelements 55. Dabei kann ein sich an die äußere Kante 130 anschließender erster Teilabschnitt 140 der Wandung 115 zylinderförmig um die Drehachse 45 verlaufend ausgebildet sein.

**[0040]** Der Rand 125 variiert in einem Randabstand zwischen dem Boden 110 und dem Rand 125 zwischen wenigstens einem ersten Hochpunkt 185 und einem ersten Tiefpunkt 190.

**[0041]** Im ersten Hochpunkt 185 ist der Randabstand maximal, während hingegen im ersten Tiefpunkt 190 der Randabstand minimal ist. Ferner ist der erste Tiefpunkt 190 in Umfangsrichtung versetzt zu dem ersten Hochpunkt 185 angeordnet. In der Ausführungsform weist der Rand 125 zusätzlich einen zweiten Hochpunkt 195 und einen zweiten Tiefpunkt 200 auf, die versetzt zueinander und zu dem ersten Hochpunkt 185 und dem ersten Tiefpunkt 190 angeordnet sind. Dabei ist jeweils der Hochpunkt 185, 195 und der Tiefpunkt 190, 200 in Umfangsrichtung um die Drehachse versetzt angeordnet. Dadurch verläuft der Rand 125 zwischen dem Hochpunkt 185, 195 und dem nächstliegenden Tiefpunkt 190, 200 schräg geneigt in Umfangsrichtung zu einer Drehebene senkrecht zur Drehachse 45.

**[0042]** Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn eine erste Anzahl der Hochpunkte 185, 195 und eine zweite Anzahl von Tiefpunkten 190, 200 limitiert ist. Dabei ist von Vorteil, wenn die erste Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 und die zweite Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 beträgt. Noch vorteilhafter ist es, wenn der Rand 125 ausschließlich zwei oder drei oder vier Hochpunkte 185, 195 und/oder zwei oder drei oder vier Tiefpunkte 190, 200 aufweist.

**[0043]** In der Ausführungsform weist beispielhaft der Rand 125 einen gezackten oder wellenförmigen Verlauf auf, wobei beispielhaft jeweils ein Wendepunkt des Verlaufs des Rands 125 im Hochpunkt 185, 195 und/oder im Tiefpunkt 190, 200 angeordnet ist. In einer Weiterbildung des in FIG 2 gezeigten Zerstäubererelements 55 ist auch möglich, dass anstatt der gezackten Ausgestaltung des Rands 125 der Rand 125 einer mathematischen Funktion folgend ausgebildet ist. Beispielsweise ist denkbar, dass der Rand 125 wellenförmig, insbesondere nach Art einer gleichmäßigen Welle, ausgebildet ist. So könnte beispielsweise der Rand 125 auch sinusförmig ausgebildet sein. Wesentlich bei der Ausgestaltung des Rands 125 ist, dass auf Sprünge, insbesondere sich in axialer Richtung parallel zur Drehachse 45 erstreckende Flanken im Rand 125 verzichtet wird.

**[0044]** Zwischen den Hochpunkten 185, 195 und den Tiefpunkten 190, 200 ist die Wandung 115 in Wandungsabschnitte 155, 160, 205, 210 aufgeteilt. Ein erster Wandungsabschnitt 155 erstreckt sich beispielsweise zwischen dem ersten Hochpunkt 185 und dem ersten Tiefpunkt 190. Im ersten Wandungsabschnitt 155 ist der Rand 125 stetig verlaufend ausgebildet. Insbesondere kann dabei der Rand 125 am ersten Wandungsabschnitt

155 eine konstante Steigung aufweisen. In der Ausführungsform fällt dabei der Rand 125 im ersten Wandungsabschnitt 155 vom ersten Hochpunkt 185, der weiter vom Boden 110 beabstandet angeordnet ist als der erste Tiefpunkt 190, in Richtung des ersten Tiefpunkts 190 ab.

**[0045]** Ein zweiter Wandungsabschnitt 160 schließt sich in Umfangsrichtung direkt an den ersten Wandungsabschnitt 155 an. Dabei erstreckt sich in Umfangsrichtung der zweite Wandungsabschnitt 160 zwischen dem ersten Tiefpunkt 190 und dem in Umfangsrichtung nächstliegenden zweiten Hochpunkt 195, der auf einer zum ersten Hochpunkt 185 abgewandten Seite angeordnet ist. Der zweite Wandungsabschnitt 160 ist dabei stetig ausgebildet. Dabei weist im zweiten Wandungsabschnitt 160 der Rand 125 eine konstante Steigung auf. Im zweiten Wandungsabschnitt 160 ist der Rand 125 stetig ausgebildet und nimmt kontinuierlich zu.

**[0046]** In Umfangsrichtung schließt sich an den zweiten Hochpunkt 195 ein dritter Wandungsabschnitt 205 an. Der dritte Wandungsabschnitt 205 erstreckt sich in Umfangsrichtung zwischen dem zweiten Hochpunkt 195 und dem in Umfangsrichtung auf der dem ersten Tiefpunkt 190 abgewandten Seite angeordneten zweiten Tiefpunkt 200. Dabei kann der dritte Wandungsabschnitt 205 im Wesentlichen identisch zum ersten Wandungsabschnitt 155 ausgebildet sein. In Umfangsrichtung schließt sich am zweiten Tiefpunkt 200 der vierte Wandungsabschnitt 210 an, wobei der vierte Wandungsabschnitt 210 sich in Umfangsrichtung zwischen dem zweiten Tiefpunkt 200 und dem ersten Hochpunkt 185 erstreckt. Somit ist der vierte Wandungsabschnitt 210 beispielhaft in Umfangsrichtung zwischen dem dritten Wandungsabschnitt 205 und dem ersten Wandungsabschnitt 155 angeordnet. Der vierte Wandungsabschnitt 210 kann dabei identisch zu dem zweiten Wandungsabschnitt 160 ausgebildet sein. Im ersten Hochpunkt 185 stößt dabei der vierte Wandungsabschnitt 210 an den ersten Wandungsabschnitt 155 auf der zum dritten Wandungsabschnitt 205 abgewandten Seite an. Auch im dritten Wandungsabschnitt 205 und dem vierten Wandungsabschnitt 210 ist jeweils der Rand 125 stetig ausgebildet.

**[0047]** FIG 3 zeigt eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene A-A durch den Zerstäuber 20.

**[0048]** Die Schnittebene A-A erstreckt sich beispielsweise durch die beiden Tiefpunkte 190, 200.

**[0049]** Zusätzlich kann das Zerstäuberelement 55 ein Konuselement 215 aufweisen. Das Konuselement 215 ist an einem festen Ende 220 an dem Boden 110 angeordnet und erstreckt sich von einer Unterseite 145 des Zerstäuberelements 55 weg. Das Konuselement 215 ist auf der Drehachse 45 mittig zentriert angeordnet und erstreckt sich von dem Boden 110 weg. Die Unterseite 145 ist auf einer dem Boden abgewandten Axialseite bezogen auf die Drehachse 45 angeordnet. Das Konuselement 215 verzüngt sich von dem festen Ende 220 hin zu einer Spitze 225. Die Spitze 225 ist in axialer Richtung

bezogen auf die Drehachse 45 zwischen dem ersten Tiefpunkt 190 und dem ersten Hochpunkt 185 angeordnet.

**[0050]** Mit anderen Worten überragt die Spitze 225 den Rand 125 zumindest am ersten Tiefpunkt 190 und/oder zweiten Tiefpunkt 200. Ferner wird die Spitze 225 vorzugsweise zumindest durch den Rand 125 am ersten Hochpunkt 185 und/oder am zweiten Hochpunkt 195 überragt

**[0051]** In axialer Richtung gegenüberliegend zu der Spitze 225 ist die Mündung 230 der Zuführung 30 angeordnet. Auch die Mündung 230 ist vorzugsweise zentriert zur Drehachse 45 angeordnet, wobei vorzugsweise die Zuführung 30 zumindest an dem an die Mündung 230 angrenzenden Teilabschnitt entlang der Drehachse 45 zentriert verlaufend angeordnet ist.

**[0052]** Das Zerstäuberelement 55 weist in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung R auf. Die maximale radiale Gesamterstreckung R bezieht sich beispielsweise auf die äußere Kante 130 am Rand 125. Die äußere Umfangsseite 135 ist in der Ausführungsform beispielhaft zylinderförmig um die Drehachse 45 verlaufend ausgebildet, so dass sich die maximale radiale Gesamterstreckung R auch auf die äußere Umfangsseite 135 bezieht. Am festen Ende 220 weist das Konuselement 215 eine erste maximale radiale Erstreckung d1 auf. Vorzugsweise beträgt ein erstes Verhältnis d1/ der ersten radialen Gesamterstreckung R einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,4, insbesondere einschließlich 0,1 bis einschließlich 0,25, besonders vorteilhafterweise einschließlich 0,15 bis einschließlich 0,2.

**[0053]** Radial außenseitig zu dem Konuselement 215 weist der Boden 110 eine Bodenfläche 235 auf, die beispielhaft plan ausgebildet ist. Die Bodenfläche 235 erstreckt sich beispielsweise senkrecht zur Drehachse 45. Die Bodenfläche 235 ist in der Ausführungsform mit dem Konuselement 215 ringförmig um das Konuselement 215 verlaufend ausgebildet. Dabei ist an einem ersten Übergang 236 zwischen der Bodenfläche 235 und dem Konuselement 215 das Konuselement 215 verrundet ausgebildet, um einen sanften und stetigen Übergang zwischen dem Konuselement 215 und der Bodenfläche 235 sicherzustellen. Ferner wird dadurch ein Anhaften des schmelzflüssigen Materials 35 vermieden.

**[0054]** Radial außenseitig an die Bodenfläche 235 schließt sich die Wandung 115 an. Der Boden 110 weist an der Bodenfläche 235 eine zweite maximale radiale Erstreckung d2 auf, wobei vorzugsweise ein zweites Verhältnis R/d2 der maximalen radialen Gesamterstreckung R zu der zweiten maximalen radialen Erstreckung d2 vorzugsweise einschließlich 1,2 bis einschließlich 1,9, insbesondere einschließlich 1,4 bis einschließlich 1,7 beträgt. Dabei ist an einem zweiten Übergang 237 zwischen der Bodenfläche 235 und der Wandung 115 die Wandung 115 verrundet ausgebildet, um durch einen sanften und stetigen Übergang ein Anhaften des schmelzflüssigen Materials 35 sicherzustellen. Die zwei-

te maximale Erstreckung  $d_2$  kann beispielsweise an einem Schnittpunkt einer Geraden, die tangential zu der Wandung 115 verläuft und einer Ebene, in der die Bodenfläche 235 verläuft, bestimmt werden.

**[0055]** Die Wandung 115 ist auf der zum Boden 110 zugewandten Seite in radialer Richtung breiter ausgebildet als am Rand 125. Mit anderen Worten verjüngt sich die Wandung 115 in axialer Richtung vom Boden 110 hin zum Rand 125. Am Rand 125 weist die Wandung 115 eine minimale radiale Wandungserstreckung  $w_2$  auf, die größer ist als die zweite maximale radiale Erstreckung  $d_2$ . Dabei ist an einem dritten Übergang 238 zwischen der Wandung 115 verrundet ausgebildet, damit durch einen sanften und stetigen Übergang ein Anhaften des schmelzflüssigen Materials 35 sichergestellt ist. Am dritten Übergang 238 weist der Rand 125 die minimale Wandungserstreckung  $w_2$  auf. Ein drittes Verhältnis  $R/w_2$  der maximalen radialen Gesamterstreckung  $R$  zu der minimalen radialen Wandungserstreckung  $w_2$  beträgt vorzugsweise einschließlich 1,1 bis einschließlich 1,5, insbesondere einschließlich 1,2 bis einschließlich 1,35.

**[0056]** Die Wandung 115 bildet vor allen Dingen die schalenförmige Ausgestaltung des Zerstäuberelements 55 aus. Dabei weist die Wandung 115 die radial innen-seitig angeordnete Wandung 240 auf, wobei die Wandung 240 gekrümmt ausgebildet ist und der zweite Übergang 237 zwischen der Bodenfläche 235 und der Wandung 240 stetig ausgebildet ist. Die Wandung 240 verläuft beispielsweise schräg geneigt zur Bodenfläche 235, die beispielsweise senkrecht zu der Drehachse 45 verläuft. Dabei kann die Wandung 240 beispielsweise in einem ersten Winkel  $\alpha$  geneigt zu der Bodenfläche 235 angeordnet sein. Vorzugsweise beträgt der erste Winkel  $\alpha$  einschließlich  $15^\circ$  bis einschließlich  $60^\circ$ , insbesondere einschließlich  $30^\circ$  bis  $40^\circ$ , besonders vorteilhafterweise  $35^\circ$ .

**[0057]** Radial außen und auf der von dem Boden 110 abgewandten Seite der Wandung 115 ist der Rand 125 angeordnet. Der Rand 125 ist vorzugsweise schräg geneigt in einem zweiten Winkel  $\beta$  zu der Drehebene 76 und der Bodenfläche 235 angeordnet. Vorzugsweise ist der Rand 125 schräg geneigt nach innen hin zu der Drehachse 45 angeordnet, sodass mit zunehmendem Abstand des Rands 125 zur Drehachse 45 ein dritter maximaler Abstand  $l_1$  des Rands 125 zur Bodenfläche 235 zunimmt.

**[0058]** Im ersten Hochpunkt 185 weist der Rand 125 einen ersten maximalen Abstand  $H_1$  zu dem Boden 110 auf. Im ersten Tiefpunkt 190 weist der Rand 125 einen ersten minimalen Abstand  $G_1$  zu dem Boden 110 in axialer Richtung auf. Im zweiten Hochpunkt 195 weist der Rand 125 einen zweiten maximalen Abstand zu dem Boden 110 auf. Im zweiten Tiefpunkt 200 weist der Rand 125 einen zweiten minimalen Abstand zu dem Boden 110 in axialer Richtung auf. In der Ausführungsform sind der erste minimale Abstand  $G_1$  und der zweite minimale

Abstand beispielhaft identisch. Sie können auch unterschiedlich sein. In der Ausführungsform sind der erste maximale Abstand  $H_1$  und der zweite maximale Abstand beispielhaft identisch. Sie können auch unterschiedlich sein.

**[0059]** Im ersten Tiefpunkt 190 ist somit der Rand 125 in Richtung zum Boden 110 hin versetzt angeordnet. Der erste minimale Abstand  $G_1$  ist dabei so gewählt, dass der erste Wandungsabschnitt 155 auch am ersten Tiefpunkt 190 den Boden 110 überragt. Von besonderem Vorteil ist, wenn ein viertes Verhältnis  $H_1/R$  des ersten maximalen Abstands  $H_1$  zu der maximalen radialen Gesamterstreckung  $R$  größer einschließlich 0,1 bis einschließlich 1 ist und vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,1 bis einschließlich 0,3 liegt.

**[0060]** Von besonderem Vorteil ist, wenn ein fünftes Verhältnis  $G_1/R$  des ersten minimalen Abstands  $G_1$  zu der maximalen radialen Gesamterstreckung  $R$  größer einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,95 ist und vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,3, insbesondere einschließlich 0,08 bis 0,2, liegt.

**[0061]** Ferner kann ein sechstes Verhältnis  $(H_1 - G_1)/R$  aus einer Differenz aus dem ersten maximalen Abstand  $H_1$  zu dem ersten minimalen Abstand  $G_1$  zu der maximalen radialen Gesamterstreckung  $R$  größer einschließlich 0,05 betragen und vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,1 liegen.

**[0062]** Des Weiteren ist von Vorteil, wenn als weitere Bedingung für die erste Anzahl von Hochpunkten 185, 195, die erste Anzahl von Hochpunkten kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang ist. Ferner ist vorteilhaft, wenn als zusätzliche Bedingung für die zweite Anzahl von Tiefpunkten 190, 200 die zweite Anzahl kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang ist. Der Umfang wird hierbei auf die äußere Kante 130 des Rands 125 bezogen.

**[0063]** Der zweite Winkel  $\beta$  ist kleiner als der erste Winkel  $\alpha$ . Insbesondere kann der zweite Winkel  $\beta$  einschließlich  $0^\circ$  bis  $45^\circ$ , insbesondere einschließlich  $3^\circ$  bis einschließlich  $12^\circ$  betragen. Während eine innere Kante 245 am dritten Übergang 238 der Wandung 240 zum Rand 125 stetig und verrundet ausgebildet ist, ist in der Ausführungsform die äußere Kante 130 scharfkantig ausgebildet. Die scharfkantige Ausgestaltung der äußeren Kante 130 dient dazu, ein zuverlässiges Abspritzen des schmelzflüssigen Materials 35 von dem Zerstäuberelement 55 sicherzustellen.

**[0064]** FIG 4 zeigt eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene B-B durch den in FIG 1 gezeigten Zerstäuber 20.

**[0065]** Die Schnittebene B-B erstreckt sich beispielhaft durch die beiden Hochpunkte 185, 195.

**[0066]** In axialer Richtung schließt sich auf der zu der Unterseite 145 des Zerstäuberelements 55 zugewandten Seite an den ersten Teilabschnitt 140 ein zweiter Teilabschnitt 150 an, wobei ein Teil des zweiten Teilabschnitts 150 beispielsweise elliptisch ausgebildet sein kann. Auch ist eine andere Ausgestaltung des zweiten

Teilabschnitts 150 denkbar. Insbesondere kann der Teil des zweiten Teilabschnitts 150 in seiner geometrischen Ausgestaltung als ein Verbindungsprofil zur formschlüssigen Anbindung des Zerstäuberelements 55 an die Welle 65 ausgebildet sein.

**[0067]** Die Antriebseinrichtung 50 weist neben der Welle 65 eine Trägereinheit 250 auf. Die Trägereinheit 250 ist drehmomentschlüssig mit der Welle 65 verbunden. Die Trägereinheit 250 dient dazu, das Zerstäuber-element 55 zu tragen und in dem Gehäuseinnenraum 40 zu befestigen. Die Trägereinheit 250 weist eine Aufnahme 255 auf, wobei in der Aufnahme 255 abschnittsweise das Zerstäuber-element 55 angeordnet ist. Dabei ragt das Zerstäuber-element 55 mit dem ersten Teilabschnitt 140 aus der Aufnahme 255, während hingegen der zweite Teilabschnitt 150 in die Aufnahme 255 eingreift. In der Aufnahme 255 ist das Zerstäuber-element 55 formschlüssig mit der Trägereinheit 250 verbunden.

**[0068]** Ein Drehmoment zum Antrieb des Zerstäube-relements 55 wird vorzugsweise über die Welle 65 und die Trägereinheit 250 zwischen dem Antriebsmotor und dem Zerstäuber-element 55 ausgetauscht.

**[0069]** In der Ausführungsform weist die Trägereinheit 250 einen Trägerring 266 auf. Der erste Trägerring 266 ist drehmomentschlüssig, insbesondere drehfest, mit der Welle 65 direkt oder indirekt gekoppelt. Der erste Träger-ring 266 begrenzt dabei im Wesentlichen die Aufnahme 255. Der erste Trägerring 266 ist vorzugweise form-schlüssig mit der äußeren Umfangsseite 135 des Zer-stäuber-elements 55 verbunden. Zur Ausbildung der formschlüssigen Verbindung zwischen der äußeren Um-fangsseite 135 des Zerstäuber-elements 55 und dem ersten Trägerring 266 kann beispielsweise der erste Trägerring 266 an einer inneren Umfangsseite 280 ein polygonförmiges Profil aufweisen, wobei die äußere Um-fangsseite 135 korrespondierend zum polygonförmigen Profil an der inneren Umfangsseite 280 des ersten Trä-gerrings 266 ausgebildet ist. Unterseitig kann das Zer-stäuber-element 55 auf der Trägereinheit 250 in der Auf-nahme 255 aufliegen, wobei eine axiale Position des Zerstäuber-elements 55 in der Aufnahme 255 beispie-lsweise durch ein Eigengewicht des Zerstäuber-elements 55 gesichert wird.

**[0070]** Zusätzlich kann die Trägereinheit 250 gekühlt ausgebildet sein. Dabei kann über die Welle 65, die beispielsweise einen Zulauf- und einen Rücklaufkanal aufweist, ein Kühlmedium zur Trägereinheit 250 geführt werden, um unterseitig das Zerstäuber-element 55 zu kühlen.

**[0071]** In dem Trägerring 266 ist ein Schutzgaskanal 285 angeordnet. Der Schutzgaskanal 285 ist von radial außen schräg geneigt nach radial innen geführt. Der Schutzgaskanal 285 mündet an der zum ersten Teilab-schnitt 140 zugewandten Seite in der Aufnahme 255. Über den Schutzgaskanal 285 kann mit weiteren Mitteln (nicht dargestellt) ein Schutzgas 290, beispielsweise Stickstoff, am Ende der Aufnahme 255 eingeblasen werden. Von besonderem Vorteil ist, wenn das Schutzgas

290 zirkulierend, also mit einer Umfangsgeschwindig-keit, in die Aufnahme 255 in Richtung des ersten Teilab-schnitts 140 eingeblasen wird. Dadurch dass der Schutz-gaskanal 285 schräg geneigt in Richtung des ersten Teilabschnitts 140 nach innen hin ausgebildet ist, wird das Schutzgas 290 auf den ersten Teilabschnitt 140, der außerhalb der Aufnahme 255 angeordnet ist, geblasen. Dadurch kann eine Oxidation des im Wesentlichen aus Graphit gefertigten Zerstäuber-elements 55 reduziert werden.

**[0072]** Nachfolgend werden die Figuren 1 bis 4 ge-meinsam erläutert.

**[0073]** In einem Betrieb des Trockengranulators 10 treibt der Antriebsmotor der Antriebseinrichtung 50 über die Welle 65 und die Trägereinheit 250 das Zerstäuber-element 55 an. Dabei kann das Zerstäuber-element 55 mit einer Drehzahl von etwa 500 bis 1500 Umdrehungen pro Minute um die Drehachse 45 rotieren. Ferner wird schmelzflüssiges Material 35, insbesondere flüssige Schlacke, über die Zuführung 30 in das Gehäuse 15 eingeführt. Das schmelzflüssige Material 35 tritt an der Mündung 230 aus der Zuführung 30 aus und strömt nach unten hin entlang der Drehachse 45. Das schmelzflüs-sige Material 35 tritt am Konuselement 215 in Kontakt mit dem Zerstäuber-element 55. Dabei wird das schmelz-flüssige Material 35 durch das Konuselement 215 aus seiner Bewegung entlang der Drehachse 45 nach außen hin umgeleitet. Das schmelzflüssige Material 35 bedeckt dabei das Konuselement 215. Das schmelzflüssige Ma-terial 35 strömt in axialer Richtung entlang des Konuse-lements 215 in Richtung des Bodens 110. Dabei wird das schmelzflüssige Material 35 unter Fliehkrafteinfluss am Konuselement 215 ferner radial nach außen hin zu der Bodenfläche 235 geführt.

**[0074]** An der Bodenfläche 235 strömt das schmelz-flüssige Material 35 radial nach außen und wird durch die Rotation des Zerstäuber-elements 55 in radialer und Um-fangsrichtung stark beschleunigt. Radial außen trifft das schmelzflüssige Material 35 auf die Wandung 115. Dabei wird das schmelzflüssige Material 35 in radialer Richtung nach außen und Umfangsrichtung weiter beschleunigt. Ferner wird das schmelzflüssige Material 35 entlang der Wandungsin-nenseite 240 in axialer Richtung vom Boden 110 weg in Richtung des Rands 125 geführt. Der stetige zweite Übergang 237 zwischen der Bodenfläche 235 und der Wandungsin-nenseite 240 hat den Vorteil, dass Auf-stauungen des schmelzflüssigen Materials 35 bei der Beschleunigung radial nach außen vermieden werden. Ferner sorgt das Konuselement 215 für eine zuverlässi-ge Bedeckung der Bodenfläche 235 und der Wandung-sinnenseite 240. Dadurch wird eine Oxidation des Zer-stäuber-elements 55 mit Luftsauerstoff und ein frühzeiti-ges Verlassen der Schlacke des Drehtellers vermieden. Das schmelzflüssige Material 35 strömt radial nach au-ßen und in axialer Richtung vom Boden 110 weg. Das schmelzflüssige Material 35 umströmt dabei die innere Kante 245 und verbleibt in Kontakt mit dem Zerstäuber-element 55 durch den kleinen zweiten Winkel  $\beta$ . Durch

den verrundeten dritten Übergang 238 wird ein unge-  
wolltes Abspritzen des schmelzflüssigen Materials 35 an  
der inneren Kante 245 vermieden.

**[0075]** Das schmelzflüssige Material 35 umströmt die  
innere Kante 245 und strömt radial nach außen hin ent-  
lang des Rands 125. Das schmelzflüssige Material 35  
strömt bis zur äußeren Kante 130, wobei das schmelz-  
flüssige Material 35 an der äußeren Kante 130 abge-  
spritzt wird..

**[0076]** Am ersten Hochpunkt 185 und am zweiten  
Hochpunkt 195 verlässt beispielsweise ein erster Teil  
des schmelzflüssigen Materials 35 das Zerstäuber-  
element 55 auf einer ersten Flugbahn 291 (vgl. FIG 1). Der  
erste Tropfen des ersten Teils des schmelzflüssigen  
Materials 35 fliegt entlang der ersten Flugbahn 291 in  
Richtung eines ersten Gehäuseinnenwandabschnitts  
295 der ersten Gehäuseinnenwand 70. In flüssigem Zu-  
stand trifft der erste Tropfen auf den ersten Gehäusein-  
nenwandabschnitt 295. Durch die schräg geneigte An-  
ordnung der ersten Gehäuseinnenwand 70 prallt der  
erste Tropfen des schmelzflüssigen Materials 35 am  
ersten Gehäuseinnenwandabschnitt 295 ab und wird  
im Wesentlichen entlang der Drehachse 45 nach unten  
in Richtung eines ersten Speicherabschnitts 300 des  
Granulatspeichers 25 abgelenkt.

**[0077]** Durch die in axialer Richtung versetzte An-  
ordnung des ersten Hochpunkts 185 und des zweiten Hoch-  
punkts 195 zu dem ersten Tiefpunkt 190 und dem zwei-  
ten Tiefpunkt 200 wird ein zweiter Teil des schmelzflüs-  
sigen Materials 35 am ersten und zweiten Tiefpunkt 190,  
200 auf einer zweiten Flugbahn 296 an der äußeren  
Kante 130 vom Zerstäuber-  
element 55 abgespritzt. Ein  
zweiter Tropfen des zweiten Teils fliegt dabei entlang der  
zweiten Flugbahn 296, die axial versetzt zu der ersten  
Flugbahn 291 angeordnet ist, in Richtung der ersten  
Gehäuseinnenwand 70. Der zweite Tropfen trifft dabei  
auf die erste Gehäuseinnenwand 70 in einem zweiten  
Gehäuseinnenwandabschnitt 305, der entlang der Dreh-  
achse 45 tiefer und somit auf der zum Granulatspeicher  
25 zugewandten Seite der ersten Gehäuseinnenwand  
angeordnet ist. Am zweiten Gehäuseinnenwandab-  
schnitt 305, der durch die Anordnung auf der zum Gran-  
ulatspeicher 25 zugewandten Seite radial weiter außen  
angeordnet ist als der erste Gehäuseinnenwandab-  
schnitt 295, prallt der zweite Tropfen ab und wird in  
Richtung eines zweiten Speicherabschnitts 310 des Gran-  
ulatspeichers 25 abgelenkt. Der zweite Speicherab-  
schnitt 310 des Granulatspeichers 25 ist dabei radial  
außenseitig zu dem ersten Speicherabschnitt 300 ange-  
ordnet. Der zweite Tropfen fliegt in den zweiten Speicher-  
abschnitt 310.

**[0078]** In den ersten Speicherabschnitt 300 und den  
zweiten Speicherabschnitt 310 wird durch die durch den  
Verdichter 95 eingeblasene Prozessluft im Fließbett 90  
der erste Tropfen und der zweite Tropfen so weit abge-  
kühlt, dass der erste Tropfen im ersten Speicherabschnitt  
300 und der zweite Tropfen beabstandet zu dem ersten  
Tropfen im zweiten Speicherabschnitt 310 erstarrt.

**[0079]** Selbstverständlich wird auch schmelzflüssiges  
Material 35 am Rand 125 zwischen dem Hochpunkt 185,  
195 und dem Tiefpunkt 190, 200 abgespritzt. Die zwi-  
schen dem Hochpunkt 185, 195 und dem Tiefpunkt 190,  
200 abgespritzten weiteren Tropfen fliegen jeweils auf  
weiteren Flugbahnen, die zwischen der ersten Flugbahn  
291 und der zweiten Flugbahn 296 aufgefächert liegen,  
in Richtung der ersten Gehäuseinnenwand 70. Durch die  
Ausgestaltung des Zerstäuber-  
element 55 wird somit ein  
Tropfenstrahl von Tropfen, der sich an dem Zerstäuber-  
element 55 aus dem schmelzflüssigen Material 35 durch  
das Abspritzen ausbildet, aufgefächert und trifft aufge-  
fächert zwischen der ersten und der zweiten Flugbahn  
291, 296 auf die erste Gehäuseinnenwand 70. Die auf-  
gefächerte Ausgestaltung hat den Vorteil, dass ein An-  
haften der Tropfen des schmelzflüssigen Materials 35 an  
der ersten Gehäuseinnenwand 70 vermieden werden  
kann und somit ein Ablösen von konglomerierten Tropfen  
aus schmelzflüssigen Material 35 an der ersten Gehä-  
useinnenwand 70 auf einfache Weise vermieden wer-  
den kann.

**[0080]** Ferner hat das Auffächern des schmelzflüssi-  
gen Materials 35 am Zerstäuber-  
element 55 den weiteren  
Vorteil, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Tropfen, die in  
flüssigem Zustand in den Granulatspeicher 25 kommen,  
nicht auf weitere Tropfen treffen, die noch nicht erstarrt  
sind, und somit ein Anhaften von mehreren Tropfen aus  
schmelzflüssigem Material 35 vermieden wird. Dadurch  
wird eine hohe Qualität und insbesondere eine zuver-  
lässige Korngröße des im Granulatspeicher 25 erstarrten  
schmelzflüssigen Materials 35 zu Granulat sicherge-  
stellt.

**[0081]** Ferner kann eine zuverlässige Kühlung der in  
den Granulatspeicher 25 eintreffenden Tropfen aus  
schmelzflüssigem Material 35 und eine zuverlässige Er-  
starrung der Tropfen aus schmelzflüssigem Material 35  
im Granulat im Fließbett 90 des Granulatspeichers 25  
sichergestellt werden.

**[0082]** Des Weiteren geben die schmelzflüssigen  
Tropfen beim Abkühlen durch die Prozessluft große  
Wärmemengen an die Prozessluft ab. Die Prozessluft  
kann aus dem Gehäuseinnenraum 40 über die Abführ-  
öffnung 85 abgeführt werden und beispielsweise dazu  
genutzt werden, einen Wärmetauscher zu durchströ-  
men, um Dampf zu erzeugen. Diese Ausgestaltung hat  
den Vorteil, dass mittels des in den Figuren gezeigten  
Trockengranulators 10 nicht nur eine hohe Prozesszu-  
verlässigkeit sichergestellt ist sowie ferner eine hohe  
Qualität des zum Granulat erstarrten schmelzflüssigen  
Materials 35 und eine entsprechende Korngröße sicher-  
gestellt werden kann, sondern dass die im schmelzflüs-  
sigen Material 35 beinhaltenen Wärme weitergenutzt wer-  
den kann.

**[0083]** Des Weiteren kann auf den Einsatz von Wasser  
zum Kühlen des schmelzflüssigen Materials 35 verzich-  
tet werden, sodass eine Umweltbelastung mit dem in den  
Figuren gezeigten Trockengranulator 10 reduziert ist.

**[0084]** Um eine hohe Lebensdauer des vorzugsweise

aus Graphit gefertigten Zerstäuberelements 55 sicherzustellen, wird im Wesentlichen das Zerstäuberelement 55 auf der zur Mündung 230 zugewandten Seite vollständig durch das schmelzflüssige Material 35 benetzt. Dies stellt sicher, dass das bis auf 1500 °C erwärmte Zerstäuberelement 55 hinsichtlich Oxidation geschützt ist. Um einer an der äußeren Umfangsseite 135 im Bereich des ersten Teilabschnitts 140 auftretenden Oxidation des Graphits entgegenzuwirken, kann mittels des Schutzgaskanals 285 das Schutzgas 290 auf den ersten Teilabschnitt 140 geblasen werden und so eine Oxidation des Zerstäuberelements 55 an der äußeren Umfangsseite 135 vermieden oder reduziert werden.

**[0085]** Tritt dennoch eine Oxidation des ersten Teilabschnitts 140 an der äußeren Umfangsseite 135 auf, so stellt die minimale radiale Wandungserstreckung  $w_2$  eine hohe Lebensdauer sicher. Ferner wird ein zuverlässiges Abspritzverhalten durch die stumpf ausgebildete Wandung 115 am Rand 125 sichergestellt, selbst wenn am ersten Teilabschnitt 140 an der äußeren Umfangsseite 135 durch Oxidation die Wandung 115 abgefressen sein sollte.

#### Bezugszeichenliste

#### [0086]

10	Trockengranulator
15	Gehäuse
20	Zerstäuber
25	Granulatspeicher
30	Zuführung
35	schmelzflüssiges Material
40	Gehäuseinnenraum
45	Drehachse
50	Antriebseinrichtung
55	Zerstäuberelement
60	Zerstäubergehäuse
65	Welle
70	erste Gehäuseinnenwand
75	zweite Gehäuseinnenwand
76	Drehebene
80	Gehäusedeckel
85	Abführöffnung
90	Fließbett
95	Verdichter
100	Verteilerboden
105	Speichervolumen
110	Boden
115	Wandung
120	Zerstäuberinnenraum
125	Rand
130	äußere Kante
135	äußere Umfangsseite
140	erster Teilabschnitt
145	Unterseite
150	zweiter Teilabschnitt
155	erster Wandungsabschnitt

160	zweiter Wandungsabschnitt
165	erstes Winkelsegment
170	zweites Winkelsegment
175	erster Randabschnitt
5 180	zweiter Randabschnitt
185	erster Hochpunkt
190	erster Tiefpunkt
195	zweiter Hochpunkt
200	zweiter Tiefpunkt
10 205	dritter Wandungsabschnitt
210	vierter Wandungsabschnitt
215	Konuselement
220	festes Ende
225	Spitze
15 230	Mündung
235	Bodenfläche
236	erster Übergang
240	Wandungsinnenseite
245	innere Kante
20 250	Trägereinheit
255	Aufnahme
266	erster Trägerring
280	innere Umfangsseite
285	Schutzgaskanal
25 290	Schutzgas
295	erster Gehäuseinnenwandabschnitt
300	erster Speicherabschnitt
305	zweiter Gehäuseinnenwandabschnitt
310	zweiter Speicherabschnitt
30 d1	erste maximale radiale Erstreckung
d2	zweite maximale radiale Erstreckung
d3	dritte maximale radiale Erstreckung
G1	erster minimaler Abstand
35 H	Randabstand
H 1	erster maximaler Abstand
11	dritter maximaler Abstand
R	maximale radiale Gesamterstreckung
w2	minimalen radialen Wandungserstreckung
40 $\alpha$	erster Winkel
$\beta$	zweiter Winkel
$\delta$	Wandwinkel

#### Patentansprüche

- 45 1. Trockengranulator (10) zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material (35), insbesondere Schlacke aus einem metallurgischem Prozess,
- 50 - wobei der Trockengranulator (10) ein Gehäuse (15) und einen in dem Gehäuse (15) angeordneten Zerstäuber (20) mit einem um eine Drehachse (45) rotierbar gelagerten Zerstäuberelement (55) aufweist,
- 55 - wobei das Gehäuse (15) eine erste Gehäuseinnenwand (70) mit einem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt (295) und einem zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt (305) aufweist,

der entlang der Drehachse (45) axial versetzt zu dem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt (295) angeordnet ist,

- wobei das Zerstäuberelement (55) eine Wandung (115) und einen Boden (110) aufweist,

- wobei die Wandung (115) in Umfangsrichtung bezogen auf die Drehachse (45) umlaufend ausgebildet ist und sich radial außenseitig an den Boden (110) anschließt und auf einer in axialer Richtung abgewandten Axialseite zu dem Boden (110) einen axial zum Boden (110) beabstandet angeordneten Rand (125) aufweist,

- wobei der Rand (125) zwischen einem ersten Hochpunkt (185) und einem ersten Tiefpunkt (190) variierend in unterschiedlichem Abstand beabstandet zu dem Boden (110) verlaufend ausgebildet ist,

- wobei der Rand (125) am ersten Tiefpunkt (190) näher beabstandet zu dem Boden (110) angeordnet ist als an dem ersten Hochpunkt (185),

- wobei der Rand (125) zwischen einschließlich dem ersten Hochpunkt (185) und einschließlich dem ersten Tiefpunkt (190) ausgebildet ist, schmelzflüssigen Material (35) von dem Zerstäuberelement (55) in Richtung des ersten und des zweiten Gehäuseinnenwandabschnitts (295, 305) entlang unterschiedlicher Flugbahnen (291, 296) abzuspritzen.

## 2. Trockengranulator (10) nach Anspruch 1,

- aufweisend einen Granulatspeicher (25) mit einem Fließbett (90),

- wobei der Granulatspeicher (25) in radialer Richtung zwischen dem Gehäuse (15) und dem Zerstäuberelement (55) angeordnet ist,

- wobei der Fließbett (90) einen ersten Speicherabschnitt (300) und einen zweiten Speicherabschnitt (310) aufweist,

- wobei der erste Speicherabschnitt (300) radial innenseitig versetzt zu dem zweiten Speicherabschnitt (310) angeordnet ist,

- wobei der erste Gehäuseinnenwandabschnitt (295) schräg zu der Drehachse (45) ausgerichtet ist, um einen auf den ersten Gehäuseinnenwandabschnitt (295) treffenden ersten Teil des schmelzflüssigen Materials (35) in Richtung des ersten Speicherabschnitts (300) abzulenken,

- wobei der zweite Gehäuseinnenwandabschnitt (305) schräg zu der Drehachse (45) ausgerichtet ist, um einen auf den zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt (305) treffenden zweiten Teil des schmelzflüssigen Materials (35) in Richtung des zweiten Speicherabschnitts (310) abzulenken.

## 3. Trockengranulator (10) nach Anspruch 2,

- wobei die erste Gehäuseinnenwand (70) in einem Wandwinkel von einschließlich 30° bis einschließlich 60°, insbesondere einschließlich 40° bis einschließlich 50°, zu einer Drehebene (76) zur Drehachse (45) schräg nach innen in Richtung der Drehachse (45) geneigt angeordnet ist.

## 4. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die Wandung (115) in Umfangsrichtung bezogen auf die Drehachse (45) in wenigstens einen ersten Wandungsabschnitt (155) und wenigstens einen zweiten Wandungsabschnitt (160) unterteilt ist,

- wobei sich an den ersten Wandungsabschnitt (155) der zweite Wandungsabschnitt (160) in Umfangsrichtung anschließt,

- wobei sich der Rand (125) am ersten Wandungsabschnitt (155) zwischen dem ersten Hochpunkt (185) und einem ersten Tiefpunkt (190) erstreckt, der in Umfangsrichtung versetzt zu dem ersten Hochpunkt (185) angeordnet ist,

- wobei sich der Rand (125) am zweiten Wandungsabschnitt (160) von dem ersten Tiefpunkt (190) in Umfangsrichtung vom ersten Wandungsabschnitt (155) wegerstreckt,

- wobei der Rand (125) am ersten Wandungsabschnitt (155) und am zweiten Wandungsabschnitt (160) schräg geneigt in Umfangsrichtung zu einer Drehebene (76) zu der Drehachse (45) verlaufend ausgebildet ist,

- wobei sowohl am ersten Wandungsabschnitt (155) als auch am zweiten Wandungsabschnitt (160) der Rand (125) ausgebildet ist, das schmelzflüssige Material (35) von dem Zerstäuberelement (55) in Richtung der ersten Gehäuseinnenwand (70) abzuspritzen.

## 5. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei das Zerstäuberelement (55) ein Konuselement (215) aufweist,

- wobei das Konuselement (215) am Boden (110) auf der zur Wandung (115) zugewandten Seite und zentriert auf der Drehachse (45) angeordnet ist,

- wobei sich das Konuselement (215) entlang der Drehachse (45) vom Boden (110) weg erstreckt,

- wobei eine Spitze (225) des Konuselements (215), die auf einer dem Boden (110) abgewandten Seite des Konuselements (215) angeordnet ist, den ersten Tiefpunkt (190) in axialer Rich-

- tung überragt,  
 - wobei vorzugsweise die Spitze (225) des Konuselements (215) axial zwischen dem ersten Hochpunkt (185) und dem ersten Tiefpunkt (190) angeordnet ist.
- 5
6. Trockengranulator (10) nach Anspruch 5,
- 10
- wobei das Zerstäuberelement (55) in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung (R) aufweist,  
 - wobei das Konuselement (215) am Boden (110) eine erste maximale radiale Erstreckung (d1) aufweist,  
 - wobei ein erstes Verhältnis (d1/R) der ersten maximalen radialen Gesamterstreckung (d1) zu der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) vorzugsweise einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,4, insbesondere einschließlich 0,1 bis einschließlich 0,25 beträgt.
- 15
- 20
7. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 25
- wobei das Zerstäuberelement (55) in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung (R) aufweist,  
 - wobei der erste Hochpunkt (185) einen ersten maximalen Abstand (H1) zu dem Boden (110) aufweist,  
 - wobei ein viertes Verhältnis (H1/R) des ersten maximalen Abstands (H1) zu der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) in einem Bereich bis einschließlich 0,1 bis einschließlich 1, vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,1 bis einschließlich 0,3, liegt.
- 30
- 35
8. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 40
- wobei das Zerstäuberelement (55) in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung (R) aufweist,  
 - wobei der erste Tiefpunkt (190) einen ersten minimalen Abstand (G1) zu dem Boden (110) aufweist,  
 - wobei ein fünftes Verhältnis (G1/R) des ersten minimalen Abstands (G1) zu der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis 0,95, vorzugsweise in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,3, insbesondere einschließlich 0,08 bis einschließlich 0,2, liegt.
- 45
- 50
9. Trockengranulator (10) nach Anspruch 8,
- 55
- wobei ein sechstes Verhältnis ((H1-G1)/R) aus einer Differenz aus dem ersten maximalen Ab-
- stand (H1) zu dem ersten minimalen Abstand (G1) zu der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,1 liegt.
10. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei die Wandung (115) eine radial innen-seitig angeordnete Wandungsinnenseite (240) und eine radial außen angeordnete äußere Umfangsseite (135) aufweist,  
 - wobei sich die Wandung (115) in radialer Richtung zwischen der Wandungsinnenseite und der äußeren Umfangsseite (135) vom Boden (110) in axialer Richtung hin zum Rand (125) verjüngend ausgebildet ist,  
 - wobei radial außenseitig der Boden (110) eine zweite maximale radiale Erstreckung (d2) aufweist,  
 - wobei die Wandung (115) am Rand (125) eine minimale radiale Wandungserstreckung (w2) aufweist,  
 - wobei ein zweites Verhältnis (R/d2) der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) zu der zweiten maximalen radialen Erstreckung (d2) einschließlich 1,2 bis einschließlich 1,9, insbesondere einschließlich 1,4 bis einschließlich 1,7 beträgt,  
 - wobei ein drittes Verhältnis (R/w2) der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) zu der minimalen radialen Wandungserstreckung (w2) einschließlich 1,1 bis einschließlich 1,5, insbesondere 1,2 bis einschließlich 1,35, beträgt.
11. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Zerstäuber (20) eine Antriebseinrichtung (50) mit einer Aufnahme (255) und einem Schutzgaskanal (285) aufweist,  
 - wobei in die Aufnahme (255) das Zerstäuberelement (55) mit einem ersten Teilabschnitt (140) eingreift und formschlüssig zur Drehmomentübertragung mit der Antriebseinrichtung (50) verbunden ist,  
 - wobei das Zerstäuberelement (55) mit einem zweiten Teilabschnitt (150) über die Antriebseinrichtung (50) ragt,  
 - wobei der Schutzgaskanal (285) in der Antriebseinrichtung (50) geführt ist und an einer Seite in der Aufnahme (255) mündet,  
 - wobei über den Schutzgaskanal (285) ein Schutzgas (290) zur Beaufschlagung des zweiten Teilabschnitts (150) des Zerstäuberelements (55) führbar ist.
12. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergeh-

enden Ansprüche,

- wobei das Zerstäuberelement (55) überwiegend, insbesondere zu wenigstens 80 Massenprozent, aus einem kohlenstoffbasierten Material gefertigt ist, bevorzugt Graphit. 5

**13.** Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei der Rand (125) eine vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten (185, 195) und eine vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten (190, 200) aufweist, 10
- wobei die erste Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 und/oder die zweite Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 beträgt. 15
- wobei vorteilhafterweise der Rand (125) ausschließlich zwei oder drei oder vier Hochpunkte (185, 195) und/oder zwei oder drei oder vier Tiefpunkte (190, 200) aufweist. 20

**14.** Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten (185, 195) kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand (125) ist, 25
- und/oder
- wobei die vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten (190, 200) kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand (125) ist. 30

35

40

45

50

55

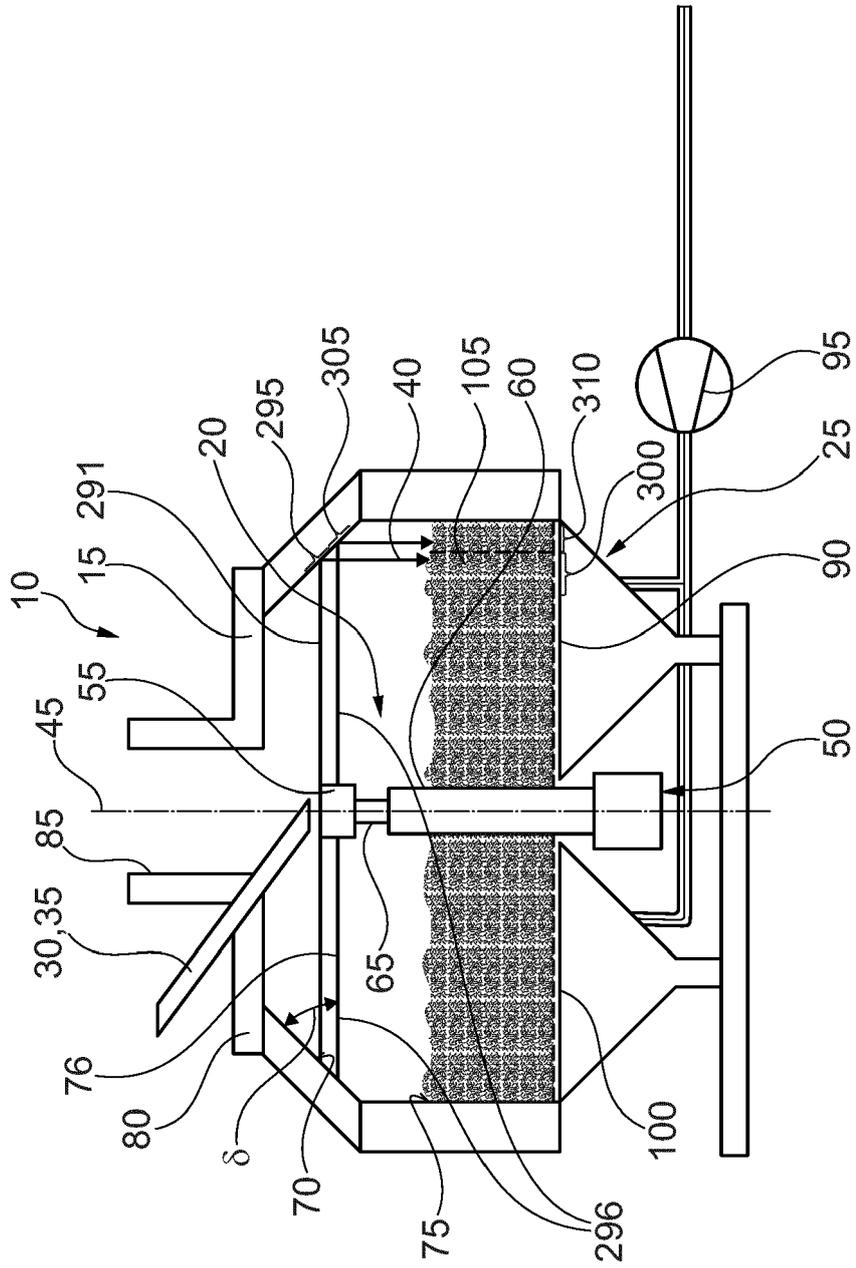


Fig. 1

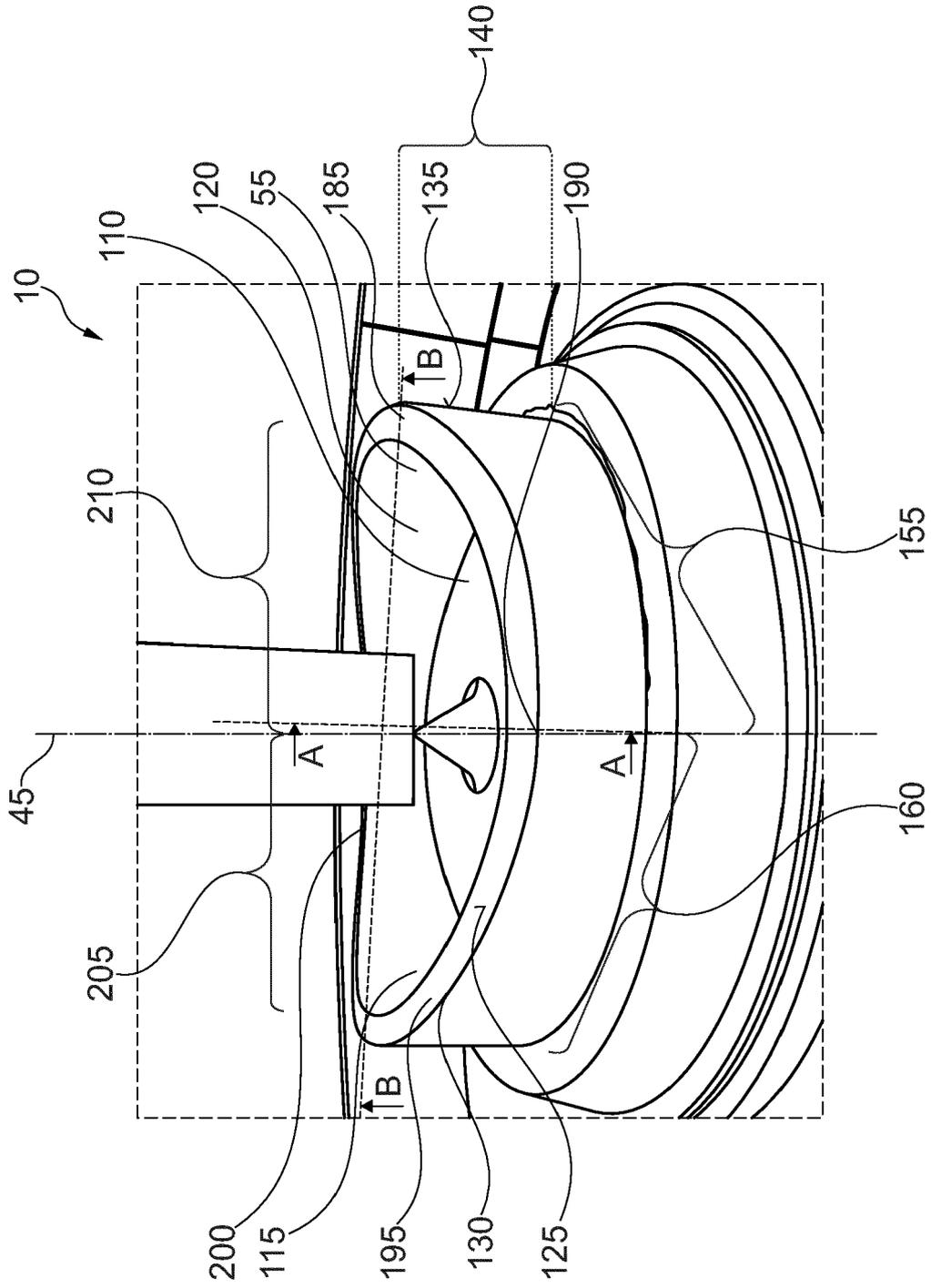


Fig. 2



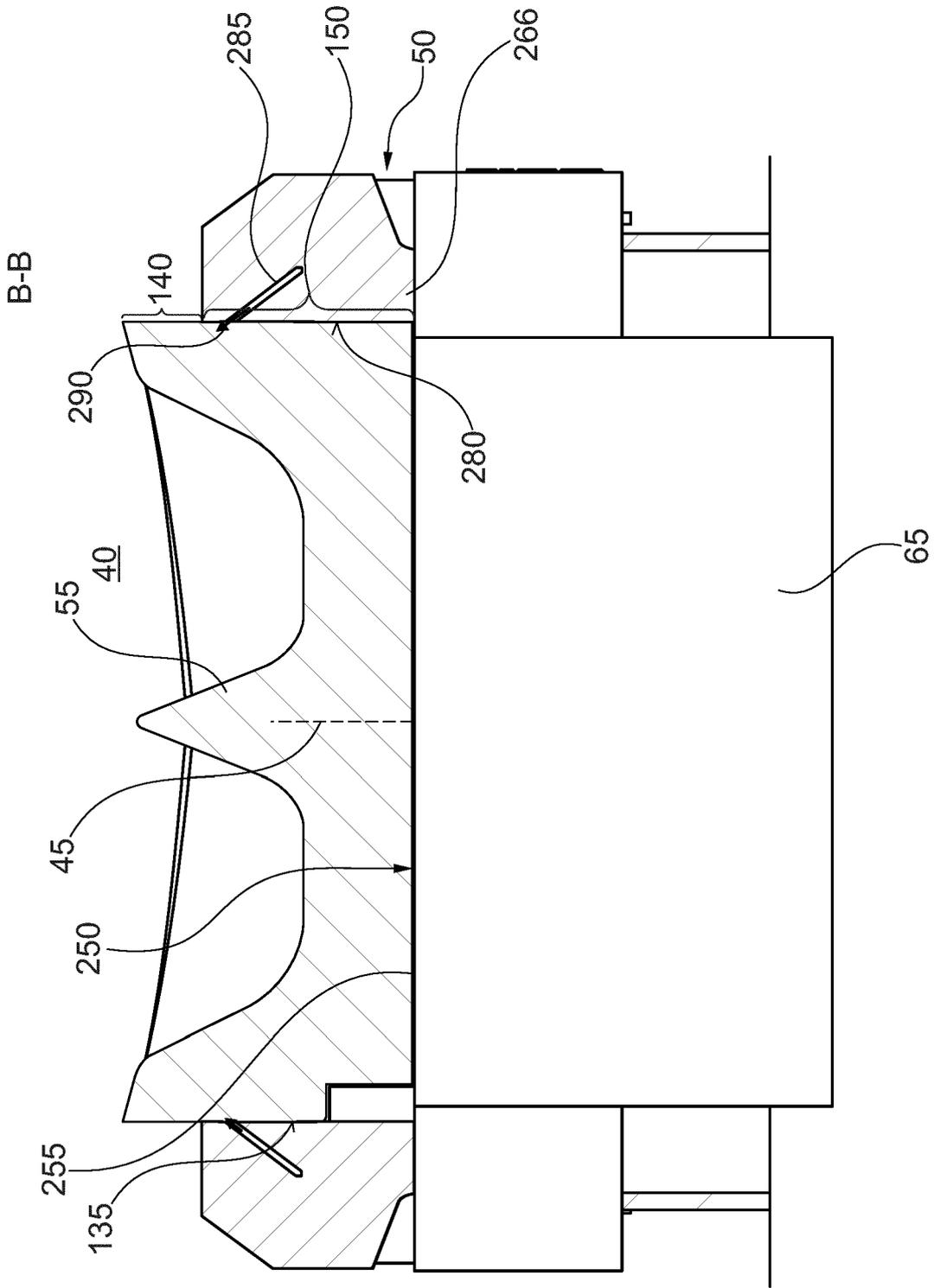


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 23 17 8944

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2011/124455 A1 (SIEMENS AG [DE]; DANOV VLADIMIR [DE] ET AL.) 13. Oktober 2011 (2011-10-13) * Seite 2, Zeile 20 - Seite 3, Zeile 21; Ansprüche 1-2, 11; Abbildungen 1-3 * * Seite 6, Zeile 19 - Absatz 37 * * Seite 7, Zeile 11 - Zeile 28 * -----	1-14	INV. C21B3/06
Y	CN 112 501 366 A (HENAN INST OF METALLURGY CO LTD) 16. März 2021 (2021-03-16) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  C21C C21B B01J B22F
Y	CN 106 755 664 A (QIANAN SHOUGANG EQUIPMENT STRUCTURE CO LTD) 31. Mai 2017 (2017-05-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * -----	1-14	
A	CN 102 690 911 A (SICHUAN CRUN CO LTD) 26. September 2012 (2012-09-26) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	GB 2 148 330 A (BRITISH STEEL CORP) 30. Mai 1985 (1985-05-30) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	EP 2 300 139 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]) 30. März 2011 (2011-03-30) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	DE 10 2010 021660 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Dezember 2011 (2011-12-01) * das ganze Dokument * -----	1-14	
A	EP 0 687 650 A1 (WOKA SCHWEISSTECHNIK GMBH [DE]) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) * das ganze Dokument * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>16. November 2023</b>	Prüfer <b>Gavriliu, Alexandru</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 17 8944

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-11-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>WO 2011124455 A1</b>	<b>13-10-2011</b>	<b>DE 102010014600 A1</b> <b>WO 2011124455 A1</b>	<b>13-10-2011</b> <b>13-10-2011</b>
-----			
<b>CN 112501366 A</b>	<b>16-03-2021</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>CN 106755664 A</b>	<b>31-05-2017</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>CN 102690911 A</b>	<b>26-09-2012</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>GB 2148330 A</b>	<b>30-05-1985</b>	<b>KEINE</b>	
-----			
<b>EP 2300139 A1</b>	<b>30-03-2011</b>	<b>AU 2009262369 A1</b> <b>BR PI0914635 A2</b> <b>CA 2729224 A1</b> <b>CL 2010001581 A1</b> <b>CN 102149454 A</b> <b>EP 2300139 A1</b> <b>JP 5787754 B2</b> <b>JP 2011525419 A</b> <b>KR 20110068967 A</b> <b>US 2011163173 A1</b> <b>WO 2009155667 A1</b> <b>ZA 201100435 B</b>	<b>30-12-2009</b> <b>20-10-2015</b> <b>30-12-2009</b> <b>15-04-2011</b> <b>10-08-2011</b> <b>30-03-2011</b> <b>30-09-2015</b> <b>22-09-2011</b> <b>22-06-2011</b> <b>07-07-2011</b> <b>30-12-2009</b> <b>28-03-2012</b>
-----			
<b>DE 102010021660 A1</b>	<b>01-12-2011</b>	<b>DE 102010021660 A1</b> <b>WO 2011147630 A2</b>	<b>01-12-2011</b> <b>01-12-2011</b>
-----			
<b>EP 0687650 A1</b>	<b>20-12-1995</b>	<b>DE 4420496 A1</b> <b>EP 0687650 A1</b>	<b>14-12-1995</b> <b>20-12-1995</b>
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- CN 108998604 A [0002]
- JP 2003342047 A [0003]
- EP 2747920 B1 [0004]