

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256461 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C21B 3/06 (2006.01) C21B 3/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066229

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2024 (12.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23178944.7 13. Juni 2023 (13.06.2023) EP

(71) Anmelder: PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH [AT/AT]; Turmstrasse 44, 4031 Linz (AT).

(72) Erfinder: FENZL, Thomas; Am Ledererberg 10/2, 4073 Wilhering (AT). FLEISCHANDERL, Alexander; Al-

meggstr. 12, 4645 Gruenau (AT). NEUHOLD, Robert; Ossiacherstr. 54, 9523 Villach-Landskron (AT). ROSNER, Johannes; Richterstraße 7, 4650 Lambach (AT).

(74) Anwalt: ZUSAMMENSCHLUSS METALS@LINZ; c/o Primetals Technologies Austria GmbH Turmstrasse 44, 4031 Linz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: DRY GRANULATOR FOR THE DRY GRANULATION OF MOLTEN MATERIAL, IN PARTICULAR SLAG

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

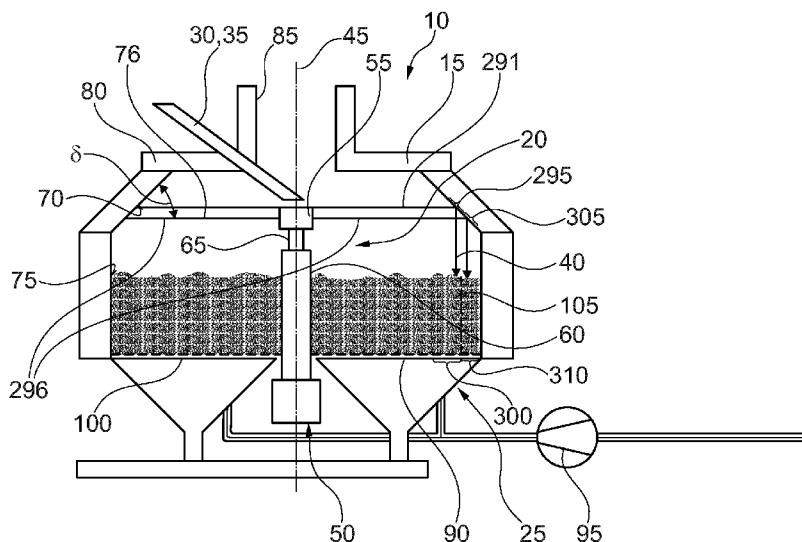


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a dry granulator (10), wherein: the dry granulator (10) has a housing (15) and an atomizer (20), which is arranged in the housing (15) and has an atomizer element (55) mounted rotatably about an axis of rotation (45); the housing (15) has a first housing inner wall (70), with a first housing inner-wall section (295) and a second housing inner-wall section (305); the atomizer element (55) has a wall (115) and a floor (110); on an axially remote axial side in relation to the floor (110), the wall (115) has a rim (125) located axially at a distance from the floor (110); the rim (125) extends varyingly between a first high point (185) and a first low point (190); the rim (125) is at a closer distance from the floor (110) at the first low point (190) than at the first high point (185); the rim (125), between the first high point (185) and the first low point (190), inclusive, is designed to spray molten material



SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(35) from the atomizer element (55) along different trajectories (291, 296) in the direction of the first housing inner-wall section (295) and the second housing inner-wall section (305).

(57) Zusammenfassung: Trockengranulator zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material, insbesondere Schlacke 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 Zerstäuberelement (55) aufweist, wobei das Gehäuse (15) eine erste Gehäuseinnenwand (70) mit einem ersten Gehäuseinnenwandabschnitt (295) und einem zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt (305) aufweist, wobei das Zerstäuberelement (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) variierend 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.

Beschreibung

Trockengranulator zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material, insbesondere Schlacke

5

Die Erfindung betrifft einen Trockengranulator zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material gemäß Patentanspruch 1.

10

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 granulierte Schlacke an einer Zerstäuberdüse vorbeigeführt. Die Zerstäuberdüse sprüht zerstäubtes Wasser auf die Schlacke.

15

20

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.

25

Ferner ist aus WO 2011/124455 A1 eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Granulats aus einer mineralischen Schmelze mit einer Schmelzzuführvorrichtung und einer Drehzerstäubungsvorrichtung mit einem drehbar angeordneten Rotationskörper, an dessen Oberfläche ein Zerstäuben der Schmelze in Mikropartikel erfolgt und die so entstandenen Mikropartikel eine vom Rotationskörper wegführende Flugbahn einnehmen, bekannt. Ferner ist eine die Flugbahn der Mikropartikel begrenzende, gekühlte Prallwand vorgesehen, an der eine Reflexion der Mikropartikel erfolgt. In Abhängigkeit einer Drehzahl des Rotationskörpers wird die mineralische Schmelze entlang einer Flugbahn von dem Rotationskörper abgespritzt.

30

35

Ferner ist aus CN 112501366 A eine Schmelzschlacke-Doppelschicht-Zentrifugalgranulationsvorrichtung mit einer Luftabschreckung für eine Schlackenschmelze bekannt. Die doppelschichtige Zentrifugalgranuliertvorrichtung weist einen rotierenden Oberschichttopf, einen rotierenden Unterschichttopf und einen Motor auf. Ränder des rotierenden Oberschichttopfs und des rotierenden Unterschichttopfs sind mit Sägezähnen versehen. Die Sägezähne sind ausgebildet, eine Schicht aus der Schmelzschlacke aufzubrechen.

Aus CN 106 755 664 A ist ein stark gezahnter Drehteller für einen Nassgranulator bekannt.

5 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 be-
10 schrieben. 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 Be-
15 hälter, der über eine Schlackenzuführung, 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 Zerstäubungseinheit aufgebracht; das ist beispielsweise eine schnell rotierende Einheit,
20 bekannt als Rotationszerstäuber – auch genannt rotary atomiser; soetwas 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
25 gekühlt und erstarren, das geschieht beispielsweise 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
30 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.

Herkömmliche Granulationstechnologien zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem
35 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 rotations-
symmetrisch zum Rotationszerstäuber angeordneten, und damit in der Regel im Quer-
schnitt 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 beziehungs-
weise 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 kom-
men. Zunehmender Durchmesser führt jedoch zu zunehmendem Platzbedarf, was tech-
nologisch und ökonomisch ungünstig ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Trockengranulator mit hoher Lebens-
dauer bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird mittels der Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Aus-
führungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Es wurde erkannt, dass ein verbesserter Trockengranulator zur Trockengranulierung von
schmelzflüssigem Material, insbesondere Schlacke, dadurch bereitgestellt werden kann,
dass der Trockengranulator ein Gehäuse und einen in dem Gehäuse angeordneten Zer-
stäuber mit einem um eine Drehachse rotierbar gelagerten Zerstäuberelement aufweist.
Das Gehäuse weist eine erste Gehäuseinnenwand mit einem ersten Gehäuseinnenwand-
abschnitt und einem zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt auf. Der zweite Gehäuseinnen-
wandabschnitt ist entlang der Drehachse axial versetzt zu dem ersten Gehäuseinnen-
wandabschnitt angeordnet. Das Zerstäuberelement weist eine Wandung und einen Boden
auf. Die Wandung ist in Umfangsrichtung bezogen auf die Drehachse umlaufend ausge-
bildet und erstreckt sich radial außenseitig anschließend an den Boden. Auf einer in axia-
ler Richtung abgewandten Axialseite zu dem Boden weist die Wandung einen axial zum
Boden beabstandet angeordneten Rand auf. Der Rand ist zwischen einem ersten Hoch-
punkt und einem ersten Tiefpunkt variierend in unterschiedlichem Abstand beabstandet
zu dem Boden verlaufend ausgebildet. Der Rand ist an dem ersten Tiefpunkt näher beab-
standet zu dem Boden angeordnet als an dem ersten Hochpunkt. Der Rand weist eine
vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten und eine vordefinierte zweite Anzahl von Tief-
punkten auf, wobei die erste Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 und/oder die
zweite Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 beträgt. Der Rand ist zwischen
dem einschließlich ersten Hochpunkt und einschließlich dem ersten Tiefpunkt ausgebildet,
schmelzflüssigen Material von dem Zerstäuberelement in Richtung des ersten und des

zweiten Gehäuseinnenwandabschnitts entlang unterschiedlicher Flugbahnen abspritzen.

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.

Ferner wird durch die geringe Anzahl von Hochpunkten und/oder Tiefpunkten sichergestellt, dass ein gleichmäßiges Abspritzverhalten über den Rand hinweg sichergestellt ist. Dadurch werden lokale Anhäufungen von schmelzflüssigem Material sowohl auf dem Zerstäuberelement als auch an der Gehäuseinnenwand vermieden. Insbesondere wird durch die genannte Anzahl von Hochpunkten und Tiefpunkten, die vorzugsweise in regelmäßigem Abstand in Umfangsrichtung verteilt sind, insbesondere eine Anhäufung im Bereich des Tiefpunkts und eine Ausdünnung oder gar eine Durchdringung des schmelzflüssigen Materials im Bereich des Hochpunkts vermieden. Dadurch ist im Wesentlichen eine konstante Schichtdicke von schmelzflüssigem Material am Rand bei Rotation des Zerstäuberelements sichergestellt. Dadurch wird die Verteilung des schmelzflüssigen Materials weiter verbessert.

Des Weiteren kann durch diese Ausgestaltung sichergestellt werden, dass stirnseitig eine vollständige Bedeckung radial innenseitig einer äußeren Kante des Zerstäuberelements sichergestellt ist. Dadurch kann eine lokale Oxidation des bis auf 1500 °C erhitzten Zerstäuberelements, insbesondere eines Graphitanteils des Zerstäuberelements, vermieden werden.

So kann beispielsweise an der äußeren Kante des Zerstäuberelements am ersten Hochpunkt der Rand einen ersten Teil des schmelzflüssigen Materials von dem Zerstäuberelement in Richtung des ersten Gehäusewandinnenabschnitts 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. Durch die geringe Anzahl von Hochpunkten und/oder Tiefpunkten wird ferner sichergestellt, dass etwa eine ähnliche Menge von schmelzflüssigem Material sowohl am ersten Hochpunkt als auch am ersten Tiefpunkt abgespritzt wird.

5

In einer weiteren Ausführungsform ist die Wandung am Rand stumpf ausgebildet und dem Boden abgewandt, wobei der Rand ringförmig sich durchgängig mit einer radialen Breite um die Drehachse erstreckt. Durch die durchgängige Ausgestaltung ist eine innere Kante des Rands immer radial beabstandet zu der äußeren Kante. Die stumpfe Ausgestaltung verhindert bei einer dünnen Schicht von schmelzflüssigem Material auch eine lokale Durchdringung beispielsweise am Hochpunkt. Dadurch ist das Zerstäuberelement besonders verschleißarm.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Rand schräg geneigt in einem zweiten Winkel zu einer Drehebene senkrecht zu der Drehachse angeordnet, wobei der Rand schräg geneigt nach innen hin zu der Drehachse angeordnet ist, sodass mit zunehmendem Abstand des Rands zur Drehachse ein dritter maximaler Abstand des Rands zu dem Boden zunimmt. Dadurch kann ein lokaler Strömungsabriss des schmelzflüssigen Materials radial innenseitig am Rand vermieden werden. Dadurch kann eine Blasenbildung und eine lokale Korrosion des Zerstäuberelements vermieden werden.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Rand in Umfangsrichtung stetig und differenzierbar über den ersten Hochpunkt und/oder den ersten Tiefpunkt hinweg verlaufend ausgebildet. Dadurch werden scharfe Kanten oder Ecken radial innenseitig zu der äußeren Kante vermieden, an denen das schmelzflüssige Material ungewollterweise aufgetrennt werden würde. Ferner ist ein Verschleiß des Zerstäuberelements dadurch am Hochpunkt und am Tiefpunkt minimiert.

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 Ausgestaltung 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.

In einer weiteren Ausführungsform ist die erste Gehäuseinnenwand in einem Wandwinkel von einschließlich 30° bis einschließlich 60° , insbesondere einschließlich 40° bis einschließlich 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.

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.

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 Zerstäuberelement auftreffende schmelzflüssige Material nicht ungewollt frühzeitig abspritzt und dadurch eine gleichmäßige Verteilung des schmelzflüssigen Materials auf dem Zerstäuberelement sichergestellt ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäuberelement 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 Zerstäuberelements geringgehalten werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäuberelement 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.

In einer weiteren Ausführungsform weist das Zerstäuberelement 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 Zerstäuberelements.

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 Zerstäubelements, das vorzugsweise spanend aus einem Vollmaterial hergestellt wird, geringgehalten werden kann.

5 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
10 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
15 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 Zerstäubelements führt, trotzdem eine hohe Lebensdauer des Zerstäubelements sichergestellt ist.
20

Um eine Oxidation des Zerstäubelements an einer äußeren Umfangsseite geringzuhalten, weist der Zerstäuber eine Antriebseinrichtung mit einer Aufnahme und einem Schutzgaskanal auf. In die Aufnahme greift das Zerstäubelement mit einem ersten Teilabschnitt ein und ist formschlüssig zur Drehmomentübertragung mit der Antriebseinrichtung
25 verbunden. Das Zerstäubelement 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 Zerstäubelements führbar. Durch das
30 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 Zerstäubelements weiter erhöht sein kann.

35 Von besonderem Vorteil ist, wenn das Zerstäubelement überwiegend, insbesondere zu wenigstens 80 Massenprozent, aus einem kohlenstoffbasierten Material, bevorzugt Graphit, gefertigt ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass Anhaftungen an dem Zerstäubelement durch schmelzflüssiges Material vermieden werden können.

In einer weiteren Ausführungsform weist der Rand ausschließlich zwei oder drei oder vier Hochpunkte und/oder zwei oder drei oder vier Tiefpunkte auf. Die geringe Anzahl von Hochpunkten und/oder Tiefpunkten hat den Vorteil, dass dadurch der Rand in Umfangs-
5 richtung 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 Zerstäuberelements sichergestellt, sodass insbesondere bei Verwendung von Graphit für das Zerstäuber-
10 element eine Oxidation des Zerstäuberelements vermieden werden kann.

Zusätzlich oder alternativ ist die vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand. Zusätzlich oder alternativ ist auch die vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand. Diese
15 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.

In einer weiteren Ausführungsform liegt bei der ersten Anzahl von ausschließlich einem Hochpunkt und ausschließlich einem Tiefpunkt ein Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 6° . Dabei wird die erste Steigung und/oder die zweite Steigung zu einer Drehebene senkrecht zu der Drehachse bezogen. Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Aus-
25 gestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $5,7^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung abschnittsweise, beispielsweise über einen Bereich von einschließlich 70 % bis 90 % zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $3,6^\circ$.
30

In einer weiteren Ausführungsform von einer ersten Anzahl von ausschließlich zwei Hochpunkten und einer zweiten Anzahl von ausschließlich zwei Tiefpunkten liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Be-
35 reich von einschließlich 0° bis einschließlich 12° . Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $11,3^\circ$

liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung abschnittsweise, beispielsweise über einen Bereich von einschließlich 70 % bis 90 % zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 7,3°.

In einer weiteren Ausführungsform von einer ersten Anzahl von ausschließlich drei Hochpunkten und einer zweiten Anzahl von ausschließlich drei Tiefpunkten liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 17°. Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 16,7° liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung abschnittsweise, beispielsweise über einen Bereich von einschließlich 70 % bis 90 % zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 10,8°.

In einer weiteren Ausführungsform von einer ersten Anzahl von ausschließlich vier Hochpunkten und einer zweiten Anzahl von ausschließlich vier Tiefpunkten liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 22°. Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 21,8° liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung abschnittsweise, beispielsweise über einen Bereich von einschließlich 70 % bis 90 % zwischen dem Hochpunkt und dem Tiefpunkt konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 14,3°.

In einer weiteren Ausführungsform von einer ersten Anzahl von ausschließlich fünf Hochpunkten und einer zweiten Anzahl von ausschließlich fünf Tiefpunkten liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 27°. Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 26,6° liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung abschnittsweise, beispielsweise über einen Bereich von einschließlich 70 % bis 90 % zwischen dem Hochpunkt und

dem Tiefpunkt konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $17,7^\circ$.

5

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 eine schematische Schnittansicht durch einen Trockengranulator;

10 FIG 2 einen perspektivischen Ausschnitts des Trockengranulators ;

FIG 3 eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene A-A durch den Zerstäuber; und

15 FIG 4 eine Schnittansicht entlang einer in FIG 2 gezeigten Schnittebene B-B durch den in FIG 1 gezeigten Zerstäuber.

FIG 1 zeigt eine schematische Schnittansicht durch einen Trockengranulator 10.

20 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.

25

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
30 Zuführung 30 auf der Drehachse 45 zumindest abschnittsweise geführt sein und/oder auf der Drehachse 45 in den Gehäuseinnenraum 40 münden.

Der Zerstäuber 20 erstreckt sich entlang der Drehachse 45 und weist eine Antriebseinrichtung 50, ein Zerstäuberelement 55 sowie ein Zerstäubergehäuse 60 auf. Das Zerstäuberelement 55 ist drehbar um die Drehachse 45 gelagert und ist ferner drehfest mit der
35 Antriebseinrichtung 50 verbunden. Die Antriebseinrichtung 50 kann einen nicht dargestellten Antriebsmotor aufweisen, der ausgebildet ist, das Zerstäuberelement 55 anzutreiben 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 Zerstäubergeräthäuse 60 gelagert sein.

In der Ausführungsform weist beispielhaft das Zerstäuberelement 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 kann insbesondere Graphit sein.

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 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.

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 Zerstäubergeräthäuse 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.

Vorzugsweise ist die erste Gehäuseinnenwand 70 in einem Wandwinkel δ zu einer Drehebene 76 senkrecht zu der Drehachse 45 angeordnet. Der Wandwinkel δ kann dabei einen Wert von einschließlich 30° bis einschließlich 60° , insbesondere von einschließlich 40° bis einschließlich 50° , angeordnet sein. Beispielsweise ist in FIG 1 die erste Gehäuseinnenwand 70 in dem Wandwinkel δ von 45° zu der Drehebene angeordnet.

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.

5

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

10

Das Zerstäuberelement 55 ist im Wesentlichen auf Höhe der ersten Gehäuseinnenwand 70 angeordnet. Dadurch weist die erste Gehäuseinnenwand 70 und das Zerstäuberelement 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 Zerstäuberelement 55 und die erste Gehäuseinnenwand 70, überdecken.

15

20

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 Zerstäubergehäuse 60 und der zweiten Gehäuseinnenwand 75 angeordnet.

25

FIG 2 zeigt einen perspektivischen Ausschnitt des Trockengranulators 10.

30

Das Zerstäuberelement 55 ist schalenförmig ausgebildet. Das Zerstäuberelement 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.

35

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 außen-
seitig stößt an einer äußeren Kante 130 der Rand 125 an eine äußere Umfangsseite 135
des Zerstäuberelements 55. Dabei kann ein sich an die äußere Kante 130 anschließender
erster Teilabschnitt 140 der Wandung 115 zylinderförmig um die Drehachse 45 verlaufend
5 ausgebildet sein.

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.
Im ersten Hochpunkt 185 ist der Randabstand maximal, während hingegen im ersten Tief-
10 punkt 190 der Randabstand minimal ist. Ferner ist der erste Tiefpunkt 190 in Umfangs-
richtung 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,
15 200 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.

Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn eine erste Anzahl der Hochpunkte
20 185, 195 und eine zweite Anzahl von Tiefpunkten 190, 200 limitiert ist. Dabei ist von Vor-
teil, 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 Hochpunkte 185, 195 oder drei Hochpunkte 185, 195 oder vier
Hochpunkte 185, 195 und/oder zwei Tiefpunkte 190, 200 oder drei Tiefpunkte 190, 200
25 oder vier Tiefpunkte 190, 200 aufweist.

In der Ausführungsform weist beispielhaft der Rand 125 einen alternierenden Verlauf auf,
wobei beispielhaft jeweils ein Wendepunkt des Verlaufs des Rands 125 im Hochpunkt
185, 195 und/oder im Tiefpunkt 190, 200 angeordnet ist. Die Form des Rands 125 in Um-
30 fangsrichtung kann dabei mittels einer mathematischen Funktion bestimmt sein. So kann
beispielsweise die Form des Randes 125 in Umfangsrichtung mit einem Polynom
und/oder einer Sinusfunktion bestimmt sein. Der Verlauf des Rands kann dabei einem ge-
zackten Verlauf oder einem wellenförmigen Verlauf angenähert oder entsprechend ausge-
bildet sein. Dabei ist der Rand 125 in seinem Verlauf in Umfangsrichtung vollständig stetig
35 und vorzugsweise differenzierbar ausgeformt.

So kann beispielsweise in dem jeweiligen Hochpunkt 185, 195 und/oder im Tiefpunkt 190,
200, insbesondere auch bei dem gezackten Verlauf, der Hochpunkt 185, 195 und/oder

der Tiefpunkt 190, 200 verrundet ausgeformt sein, um die Stetigkeit und die Differenzierbarkeit sicherzustellen. Die Verrundung am Hochpunkt 185, 195 und/oder im Tiefpunkt 190, 200 ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass am Hochpunkt 185, 195 und/oder im Tiefpunkt 190, 200 eine sichere Benetzung des Rands 125 mit schmelzflüssigem Material 35 sichergestellt ist und insbesondere eine Durchdringung des schmelzflüssigen Materials 35 auf dem Zerstäuberelement 35 am Hochpunkt 185, 195 und/oder eine starke Ansammlung von schmelzflüssigem Material 35 im Bereich des Tiefpunkts 190, 200 vermieden wird.

Beispielsweise ist denkbar, dass der Rand 125 wellenförmig, insbesondere nach Art einer gleichmäßigen Welle, ausgebildet ist oder einem gezackten dreiecksförmigen Verlauf angenähert sein. 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 oder auf scharfe Kanten und/oder Spitzen im Hochpunkt 185, 195 und/oder im Tiefpunkt verzichtet wird.

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 die Wandung 115 am ersten Wandungsabschnitt 155 eine erste 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.

Dabei kann beispielsweise über einen Bereich von 70 % bis 90 % des ersten Wandungsabschnitts 155 die erste Steigung des ersten Wandungsabschnitts 155, insbesondere bei dem gezackten Verlauf des Rands 125, konstant sein. Im restlichen Bereich des ersten Wandungsabschnitts 155 ist der Rand 125 verrundet ausgeformt, sodass im restlichen Bereich der Betrag der ersten Steigung reduziert ist und im ersten Hochpunkt 185 und im ersten Tiefpunkt 190 jeweils den Wert Null aufweist.

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 in Umfangsrichtung angeordnet ist. Dabei kann im ersten Tiefpunkt 190 der Rand 125 stetig und differenzierbar ausgeformt sein. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass im ersten Tiefpunkt 190 der Rand 125 verrundet ist. Der zweite Wandungsabschnitt 160 steigt vom ersten Tiefpunkt 190 zum zweiten Hochpunkt 195 an. Dabei weist im zweiten Wandungsabschnitt 160 der Rand 125 beispielsweise eine zweite Steigung auf. Dabei kann beispielsweise über einen Bereich von 70 % bis 90 % des zweiten Wandungsabschnitts 160 die zweite Steigung des zweiten Wandungsabschnitts 160 konstant sein. Ein Betrag der ersten Steigung kann einem Betrag der zweiten Steigung entsprechen. Im restlichen Bereich des zweiten Wandungsabschnitts 160 ist der Rand 125 verrundet ausgeformt, sodass im restlichen Bereich der Betrag der zweiten Steigung reduziert ist und im zweiten Hochpunkt 195 und im ersten Tiefpunkt 190 jeweils den Wert Null aufweist.

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 und vorzugsweise differenzierbar ausgebildet. Dabei kann beispielsweise der Rand 125 am ersten Hochpunkt 185 verrundet ausgeformt sein. Zusammengefasst ist der Rand 125 über die Hochpunkte 185, 195 und Tiefpunkte 190, 200 stetig und vorzugsweise differenzierbar in alternierendem Abstand zum Boden geführt.

Von besonderem Vorteil ist, wenn bei der ersten Anzahl von ausschließlich einem Hochpunkt 185 und ausschließlich einem Tiefpunkt 190 der Betrag der ersten Steigung

- und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 6° liegt. Dabei wird die erste Steigung und/oder die zweite Steigung zu einer Drehebene senkrecht zu der Drehachse 45 bezogen. Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes der Betrag der ersten Steigung und/oder der
- 5 Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $5,7^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung wie oben beschrieben über den Bereich konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $3,6^\circ$.
- 10 Bei einer ersten Anzahl von ausschließlich zwei Hochpunkten 185, 195 und einer zweiten Anzahl von ausschließlich zwei Tiefpunkten 190, 200 liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 12° . Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes 125 der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der
- 15 zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $11,3^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung wie oben beschrieben über den Bereich konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $7,3^\circ$.
- 20 Bei einer ersten Anzahl von ausschließlich drei Hochpunkten 185, 195 und einer zweiten Anzahl von ausschließlich drei Tiefpunkten 190, 200 liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 17° . Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes 125 der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der
- 25 zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $16,7^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung wie oben beschrieben über den Bereich konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $10,8^\circ$.
- 30 Bei einer ersten Anzahl von ausschließlich vier Hochpunkten 185, 195 und einer zweiten Anzahl von ausschließlich vier Tiefpunkten 190, 200 liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 22° . Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes 125 der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der
- 35 zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $21,8^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung wie oben beschrieben über den Bereich konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $14,3^\circ$.

Bei einer ersten Anzahl von ausschließlich fünf Hochpunkten 185, 195 und einer zweiten Anzahl von ausschließlich fünf Tiefpunkten 190, 200 liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich 27° . Dabei kann insbesondere bei einer sinusförmigen Ausgestaltung des Randes 125 der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $26,6^\circ$ liegen. Ist die erste Steigung und/oder die zweite Steigung wie oben beschrieben über den Bereich konstant, so liegt vorzugsweise der Betrag der ersten Steigung und/oder der Betrag der zweiten Steigung in einem Bereich von einschließlich 0° bis einschließlich $17,7^\circ$.

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

Die Schnittebene A-A erstreckt sich beispielsweise durch die beiden Tiefpunkte 190, 200.

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 verjüngt 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. 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

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.

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 $d1/R$ der ersten radialen Gesamterstreckung $d1$ zu der maximalen 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.

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 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.

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 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 zweite maximale Erstreckung $d2$ 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.

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. Radial innenseitig am Rand 125 weist die Wandung 115 eine minimale radiale Wandungserstreckung $w2$ auf, die größer ist als die zweite maximale radiale Erstreckung $d2$. Dabei ist an einem dritten Übergang 238 zwischen der Wandungsinnenseite 240 und dem Rand 125 die 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.

5

Die Wandung 115 bildet vor allen Dingen die schalenförmige Ausgestaltung des Zerstäuber-
elementes 55 aus. Dabei weist die Wandung 115 die radial innenseitig angeordnete
Wandungsinnenseite 240 auf, wobei die Wandungsinnenseite 240 gekrümmt ausgebildet
ist und der zweite Übergang 237 zwischen der Bodenfläche 235 und der Wandungsinnen-
10 seite 240 stetig ausgebildet ist. Die Wandungsinnenseite 240 verläuft beispielsweise
schräg geneigt zur Bodenfläche 235, die beispielsweise senkrecht zu der Drehachse 45
verläuft. Dabei kann die Wandungsinnenseite 240 beispielsweise in einem ersten Winkel
 α geneigt zu der Bodenfläche 235 angeordnet sein. Vorzugsweise beträgt der erste Win-
kel α einschließlich 15° bis einschließlich 60° , insbesondere einschließlich 30° bis 40° , be-
15 sonders vorteilhafterweise 35° .

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 zwei-
ten Winkel β zu der Drehebene 76 und der Bodenfläche 235 angeordnet. Vorzugsweise
20 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 Ab-
stand l_1 des Rands 125 zur Bodenfläche 235 zunimmt.

Der Rand 125 ist im Wesentlichen bandförmig und ist unterbrechungsfrei ausgeformt. In
25 einer Draufsicht auf den Rand 125 entlang der Drehachse 45 weist der Rand 125 eine
ringförmige Ausgestaltung auf. Der Rand 125 weist eine radiale Breite auf, die an jeder
Position in Umfangsrichtung größer Null ist, sodass der Rand 125 in Umfangsrichtung an
keiner Position unterbrochen ist. Die radiale Breite ist bestimmt aus einer Differenz der
maximalen radialen Gesamterstreckung R und der minimalen radialen Wanderstreckung
30 w_2 (radiale Breite = $R - w_2$).

Ferner ist der Rand 125 stetig ausgebildet. Insbesondere ist der Rand über den Hoch-
punkt 185, 195 und/oder den Tiefpunkt 190, 200 hinweg stetig und differenzierbar ausge-
formt. Dabei ist beispielsweise am Hochpunkt 185, 195 der Rand verrundet, beispiels-
35 weise konvex gekrümmt ausgebildet. Am Tiefpunkt 190, 200 kann der Rand 125 verrun-
det, beispielsweise konkav verrundet, ausgeformt sein. In Kombination mit der in der
Draufsicht ringförmigen unterbrechungsfreien Ausgestaltung des Rands 125 wird eine
scharfzahnige Ausgestaltung der Wandung 115, insbesondere am Rand 125 vermieden.

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
5 der Rand 125 einen zweiten maximalen Abstand zu dem Boden 110 auf. Im zweiten Tiefpunkt 200 weist der Rand 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
10 beispielhaft identisch. Sie können auch unterschiedlich sein.

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
15 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.

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.
20

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.
25

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
30 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.

Der zweite Winkel β ist kleiner als der erste Winkel α . Insbesondere kann der zweite Winkel β einschließlich 0° bis 45° , insbesondere einschließlich 3° bis einschließlich 12° betragen. Während eine innere Kante 245 am dritten Übergang 238 der Wandungsinnenseite
35

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.

5

Der erste maximale Abstand H1 ist dabei so gewählt, dass auch im ersten Hochpunkt 185 und/oder dem zweiten Hochpunkt 195 die innere Kante 245 beabstandet zu der äußeren Kante 130 ausgeformt ist. Dadurch ist eine im Wesentlichen in Umfangsrichtung durchgängige ringförmige Ausgestaltung des Rands 125 sichergestellt.

10

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

Die Schnittebene B-B erstreckt sich beispielhaft durch die beiden Hochpunkte 185, 195.

15

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.

20

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 Zerstäuberelement 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 Zerstäuberelement 55 angeordnet ist. Dabei ragt das Zerstäuberelement 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 Zerstäuberelement 55 formschlüssig mit der Trägereinheit 250 verbunden.

25

30

Ein Drehmoment zum Antrieb des Zerstäuberelements 55 wird vorzugsweise über die Welle 65 und die Trägereinheit 250 zwischen dem Antriebsmotor und dem Zerstäuberelement 55 ausgetauscht.

35

In der Ausführungsform weist die Trägereinheit 250 einen Trägerring 266 auf. Der Trägerring 266 ist drehmomentschlüssig, insbesondere drehfest, mit der Welle 65 direkt oder indirekt gekoppelt. Der Trägerring 266 begrenzt dabei im Wesentlichen die Aufnahme 255. Der Trägerring 266 ist vorzugsweise formschlüssig mit der äußeren Umfangsseite 135 des Zerstäuberelements 55 verbunden. Zur Ausbildung der formschlüssigen Verbindung zwischen der äußeren Umfangsseite 135 des Zerstäuberelements 55 und dem Trägerring 266 kann beispielsweise der Trägerring 266 an einer inneren Umfangsseite 280 ein polygonförmiges Profil aufweisen, wobei die äußere Umfangsseite 135 korrespondierend zum polygonförmigen Profil an der inneren Umfangsseite 280 des Trägerrings 266 ausgebildet ist. Unterseitig kann das Zerstäuberelement 55 auf der Trägereinheit 250 in der Aufnahme 255 aufliegen, wobei eine axiale Position des Zerstäuberelements 55 in der Aufnahme 255 beispielsweise durch ein Eigengewicht des Zerstäuberelements 55 gesichert wird.

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 Zerstäuberelement 55 zu kühlen.

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 Teilabschnitt 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 Umfangsgeschwindigkeit, in die Aufnahme 255 in Richtung des ersten Teilabschnitts 140 eingeblasen wird. Dadurch dass der Schutzgaskanal 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 Zerstäuberelements 55 reduziert werden.

Nachfolgend werden die Figuren 1 bis 4 gemeinsam erläutert.

In einem Betrieb des Trockengranulators 10 treibt der Antriebsmotor der Antriebseinrichtung 50 über die Welle 65 und die Trägereinheit 250 das Zerstäuberelement 55 an. Dabei kann das Zerstäuberelement 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 schmelzflüssige Material 35 tritt am Konuselement 215 in Kontakt mit dem Zerstäuberelement 55. Dabei wird das schmelzflüssige 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 Material 35 strömt in axialer Richtung entlang des Konuselements 215 in Richtung des Bodens 110. Dabei wird das schmelzflüssige Material 35 unter Fliehkräfteinfluss am Konuselement 215 ferner radial nach außen hin zu der Bodenfläche 235 geführt.

An der Bodenfläche 235 strömt das schmelzflüssige Material 35 radial nach außen und wird durch die Rotation des Zerstäuberelements 55 in radialer und Umfangsrichtung 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 Wandungsinnenseite 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 Wandungsinnenseite 240 hat den Vorteil, dass Aufstauungen des schmelzflüssigen Materials 35 bei der Beschleunigung radial nach außen vermieden werden. Ferner sorgt das Konuselement 215 für eine zuverlässige Bedeckung der Bodenfläche 235 und der Wandungsinnenseite 240. Dadurch wird eine Oxidation des Zerstäuberelements 55 mit Luftsauerstoff und ein frühzeitiges Verlassen der Schlacke des Drehtellers vermieden. Das schmelzflüssige Material 35 strömt radial nach außen und in axialer Richtung vom Boden 110 weg. Das schmelzflüssige Material 35 umströmt dabei die innere Kante 245 und verbleibt in Kontakt mit dem Zerstäuberelement 55 durch den kleinen zweiten Winkel β . Durch den verrundeten dritten Übergang 238 wird ein ungewolltes Abspritzen des schmelzflüssigen Materials 35 an der inneren Kante 245 vermieden.

Das schmelzflüssige Material 35 umströmt die innere Kante 245 und strömt radial nach außen hin entlang des Rands 125. Durch die ringförmige Ausgestaltung des Rands 125 wird eine sichere Umströmung der inneren Kante 245 mit dem schmelzflüssigen Material 35 an der inneren Kante 245, insbesondere auch am Hochpunkt 185, 195 sichergestellt. Dadurch wird ein ungewolltes Ablösen des schmelzflüssigen Materials 35, insbesondere das Abspritzen von der inneren Kante 245 zuverlässig vermieden.

Das schmelzflüssige Material 35 strömt radial von der inneren Kante 245 über den Rand 125 bis zur äußeren Kante 130, wobei das schmelzflüssige Material 35 an der äußeren Kante 130 abgespritzt wird. Durch die weiche und verrundete Ausgestaltung des Rands

125 wird ein vorzeitiges Ablösen, insbesondere ein lokales Ablösen des nach außen strömenden schmelzflüssigen Materials 35 vom Zerstäuberelement 55 vermieden. Dadurch ist eine sichere Bedeckung des Zerstäuberelements 55 insbesondere auch am Hochpunkt 185, 195 sichergestellt.

5

An der äußeren Kante 130 am ersten Hochpunkt 185 und am zweiten Hochpunkt 195 verlässt beispielsweise ein erster Teil des schmelzflüssigen Materials 35 das Zerstäuberelement 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 Zustand trifft der erste Tropfen auf den ersten Gehäuseinnenwandabschnitt 295. Durch die schräg geneigte Anordnung 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. Insbesondere wird durch die stetige und differenzierbare Ausgestaltung des Rands 125 auch ein Abspritzen am Hochpunkt 185, 195 ermöglicht, ohne dass der Rand 125 am Hochpunkt 185, 195 die Schicht des schmelzflüssigen Materials 35 auf dem Zerstäuberelement 55 durchtrennt oder aus dem schmelzflüssigen Material 35 ragt. Dadurch wird ein Abspritzen an der äußeren Kante 130 am Hochpunkt 185, 195 sichergestellt.

Durch die in axialer Richtung versetzte Anordnung des ersten Hochpunkts 185 und des zweiten Hochpunkts 195 zu dem ersten Tiefpunkt 190 und dem zweiten Tiefpunkt 200 wird ein zweiter Teil des schmelzflüssigen Materials 35 an der äußeren Kante 130 am ersten und zweiten Tiefpunkt 190, 200 auf einer zweiten Flugbahn 296 an der äußeren Kante 130 vom Zerstäuberelement 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 Drehachse 45 tiefer und somit auf der zum Granulatspeicher 25 zugewandten Seite der ersten Gehäuseinnenwand angeordnet ist. Am zweiten Gehäuseinnenwandabschnitt 305, der durch die Anordnung auf der zum Granulatspeicher 25 zugewandten Seite radial weiter außen angeordnet ist als der erste Gehäuseinnenwandabschnitt 295, prallt der zweite Tropfen ab und wird in Richtung eines zweiten Speicherabschnitts 310 des Granulatspeichers 25 abgelenkt. Der zweite Speicherabschnitt 310 des Granulatspeichers 25 ist dabei radial außenseitig zu dem ersten Speicherabschnitt 300 angeordnet. Der zweite Tropfen fliegt in den zweiten Speicherabschnitt 310.

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 abgekühlt, dass der erste Tropfen im ersten Speicherabschnitt 300 und der zweite Tropfen beabstandet zu dem ersten Tropfen im zweiten Speicherabschnitt 310 erstarrt.

Selbstverständlich wird auch schmelzflüssiges Material 35 am Rand 125 zwischen dem Hochpunkt 185, 195 und dem Tiefpunkt 190, 200 an der äußeren Kante 130 abgespritzt. Die zwischen 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 Zerstäuberelements 55 wird somit ein Tropfenstrahl von Tropfen, der sich an dem Zerstäuberelement 55 aus dem schmelzflüssigen Material 35 durch das Abspritzen ausbildet, aufgefächert und trifft aufgefächert zwischen der ersten und der zweiten Flugbahn 291, 296 auf die erste Gehäuseinnenwand 70. Die aufgefächerte Ausgestaltung hat den Vorteil, dass ein Anhaften 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 Gehäuseinnenwand 70 auf einfache Weise vermieden werden kann.

Ferner hat das Auffächern des schmelzflüssigen Materials 35 am Zerstäuberelement 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 zuverlässige Korngröße des im Granulatspeicher 25 erstarrten schmelzflüssigen Materials 35 zu Granulat sichergestellt.

Ferner kann eine zuverlässige Kühlung der in den Granulatspeicher 25 eintreffenden Tropfen aus schmelzflüssigem Material 35 und eine zuverlässige Erstarrung der Tropfen aus schmelzflüssigem Material 35 im Granulat im Fließbett 90 des Granulatspeichers 25 sichergestellt werden.

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 Abführöffnung 85 abgeführt werden und beispielsweise dazu genutzt werden, einen Wärmetauscher zu durchströmen, um Dampf zu erzeugen. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass mittels des in den Figuren gezeigten Trockengranulators 10

nicht nur eine hohe Prozesszuverlässigkeit sichergestellt ist sowie ferner eine hohe Qualität des zum Granulat erstarrten schmelzflüssigen Materials 35 und eine entsprechende Korngröße sichergestellt werden kann, sondern dass die im schmelzflüssigen Material 35 beinhaltete Wärme weitergenutzt werden kann.

5

Des Weiteren kann auf den Einsatz von Wasser zum Kühlen des schmelzflüssigen Materials 35 verzichtet werden, sodass eine Umweltbelastung mit dem in den Figuren gezeigten Trockengranulator 10 reduziert ist.

10

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. Insbesondere wird durch die oben beschriebene Ausgestaltung des Rands 125 sichergestellt, dass eine lokale Strömungsablösung, insbesondere mit Blasenbildung, und/oder ein lokales frühzeitiges Abspritzen des schmelzflüssigen Materials 35 radial innenseitig zu der äußeren Kante 130 vermieden wird. Dies stellt sicher, dass das bis auf 1500 °C erwärmte Zerstäuberelement 55 hinsichtlich Oxidation geschützt ist. Insbesondere kann hierbei eine Oxidation im Bereich des ersten und/oder zweiten Hochpunkts 185, 195 vermieden werden. Dadurch kann ein vorzeitiger Verschleiß des Zerstäuberelements 55 vermieden werden.

15

20

25

30

Dadurch dass die erste Anzahl von Hochpunkten 185, 195 und die zweite Anzahl von Tiefpunkten 190, 200 geringgehalten ist und kleiner gleich 5 beträgt, ist sichergestellt, dass der Rand 125 in Umfangsrichtung angrenzend an den jeweiligen Hochpunkt 185, 195 und Tiefpunkt 190, 200 mit geringer Steigung ausgeformt ist. Durch die geringe Steigung am Rand 125 und der stetigen und differenzierbaren Ausformung des Rands im Bereich des Hochpunkts 185, 195 sowie des Tiefpunkts 190, 200 wird sichergestellt, dass das schmelzflüssige Material 35 am Rand 125 in axialer Richtung im Wesentlichen eine konstante Schichtdicke aufweist und vollständig das Zerstäuberelement 55 innenseitig der äußeren Kante 130 bedeckt ist. Insbesondere kann dies auch bei ungünstigen Betriebsbedingungen des Zerstäuberelements 55, beispielsweise einer hohen Drehzahl in Verbindung mit einer geringen Menge von zugeführtem schmelzflüssigen Material 35, sichergestellt werden. Dadurch wird eine Oxidation des Zerstäuberelements 55, insbesondere des Graphits, vermieden.

35

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.

5 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.

10

Bezugszeichenliste

	10	Trockengranulator
	15	Gehäuse
5	20	Zerstäuber
	25	Granulatspeicher
	30	Zuführung
	35	schmelzflüssiges Material
	40	Gehäuseinnenraum
10	45	Drehachse
	50	Antriebseinrichtung
	55	Zerstäuberelement
	60	Zerstäubergehäuse
	65	Welle
15	70	erste Gehäuseinnenwand
	75	zweite Gehäuseinnenwand
	76	Drehebene
	80	Gehäusedeckel
	85	Abführöffnung
20	90	Fließbett
	95	Verdichter
	100	Verteilerboden
	105	Speichervolumen
	110	Boden
25	115	Wandung
	120	Zerstäuberinnenraum
	125	Rand
	130	äußere Kante
	135	äußere Umfangsseite
30	140	erster Teilabschnitt
	145	Unterseite
	150	zweiter Teilabschnitt
	155	erster Wandungsabschnitt
	160	zweiter Wandungsabschnitt
35	165	erstes Winkelsegment
	170	zweites Winkelsegment
	175	erster Randabschnitt
	180	zweiter Randabschnitt

	185	erster Hochpunkt
	190	erster Tiefpunkt
	195	zweiter Hochpunkt
	200	zweiter Tiefpunkt
5	205	dritter Wandungsabschnitt
	210	vierter Wandungsabschnitt
	215	Konuselement
	220	festes Ende
	225	Spitze
10	230	Mündung
	235	Bodenfläche
	236	erster Übergang
	240	Wandungsinnenseite
	245	innere Kante
15	250	Trägereinheit
	255	Aufnahme
	266	Trägerring
	280	innere Umfangsseite
	285	Schutzgaskanal
20	290	Schutzgas
	295	erster Gehäuseinnenwandabschnitt
	300	erster Speicherabschnitt
	305	zweiter Gehäuseinnenwandabschnitt
	310	zweiter Speicherabschnitt
25		
	d1	erste maximale radiale Erstreckung
	d2	zweite maximale radiale Erstreckung
	d3	dritte maximale radiale Erstreckung
	G1	erster minimaler Abstand
30	H	Randabstand
	H1	erster maximaler Abstand
	I1	dritter maximaler Abstand
	R	maximale radiale Gesamterstreckung
	w2	minimale radiale Wandungserstreckung
35	α	erster Winkel
	β	zweiter Winkel
	δ	Wandwinkel

Patentansprüche

1. Trockengranulator (10) zur Trockengranulierung von schmelzflüssigem Material (35), insbesondere Schlacke aus einem metallurgischen Prozess,
 - 5 – 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,
 - 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,
 - 10 – 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,
 - 15 – 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) eine vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten (185, 195) und eine vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten (190, 200) aufweist,
 - 20 – wobei die erste Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 und/oder die zweite Anzahl von einschließlich 1 bis einschließlich 5 beträgt,
 - wobei der Rand (125) zwischen einschließlich dem ersten Hochpunkt (185) und einschließlich dem ersten Tiefpunkt (190) ausgebildet ist, schmelzflüssiges Material (35) von dem Zerstäuberelement (55) in Richtung des ersten und des zweiten Gehäusinnenwandabschnitts (295, 305) entlang unterschiedlicher Flugbahnen (291, 296) abzuspritzen.
 - 25
 - 30
2. Trockengranulator (10) nach Anspruch 1,
 - 35 – wobei die Wandung (115) am Rand (125) stumpf ausgebildet ist und dem Boden (110) abgewandt ist,
 - wobei der Rand (125) ringförmig sich durchgängig mit einer radialen Breite um die Drehachse (45) erstreckt.

3. Trockengranulator nach Anspruch 2,
– wobei der Rand (125) schräg geneigt in einem zweiten Winkel (β) zu einer Drehebene (76) senkrecht zu der Drehachse (45) angeordnet ist,
5 – wobei der Rand (125) schräg geneigt nach innen hin zu der Drehachse (45) angeordnet ist, sodass mit zunehmendem Abstand des Rands (125) zur Drehachse (45) ein dritter maximaler Abstand (I1) des Rands (125) zu dem Boden (110) zunimmt.
- 10 4. Trockengranulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
– wobei der Rand (125) in Umfangsrichtung stetig und differenzierbar über den ersten Hochpunkt (185) und/oder den ersten Tiefpunkt (190) hinweg verlaufend ausgebildet ist.
- 15 5. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
– 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
20 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
25 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,
30 – wobei vorzugsweise 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.
- 35 6. 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) wegstreckt,
 - 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.
7. 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 Richtung überragt,
 - wobei vorzugsweise die Spitze (225) des Konuselements (215) axial zwischen dem ersten Hochpunkt (185) und dem ersten Tiefpunkt (190) angeordnet ist.
8. Trockengranulator (10) nach Anspruch 6,
- 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.

5

9. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei das Zerstäuberelement (55) in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung (R) aufweist,

10

- 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.

15

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

- wobei das Zerstäuberelement (55) in radialer Richtung eine maximale radiale Gesamterstreckung (R) aufweist,

20

- 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.

25

11. Trockengranulator (10) nach Anspruch 10,

- wobei ein sechstes Verhältnis ($(H1-G1)/R$) aus einer Differenz aus dem ersten maximalen Abstand ($H1$) zu dem ersten minimalen Abstand ($G1$) zu der maximalen radialen Gesamterstreckung (R) in einem Bereich von einschließlich 0,05 bis einschließlich 0,1 liegt.

30

12. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- wobei die Wandung (115) eine radial innenseitig angeordnete Wandungsinnenseite (240) und eine radial außen angeordnete äußere Umfangsseite (135) aufweist,

35

- 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,
 - 5 – 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.
- 10
13. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Zerstäuber (20) eine Antriebseinrichtung (50) mit einer Aufnahme (255) und einem Schutzgaskanal (285) aufweist,
 - 15 – 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,
 - 20 – 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.
- 25
14. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei das Zerstäuberelement (55) überwiegend, insbesondere zu wenigstens 80 Massenprozent, aus einem kohlenstoffbasierten Material gefertigt ist, bevorzugt Graphit.
- 30
15. Trockengranulator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei der Rand (125) ausschließlich zwei oder drei oder vier Hochpunkte (185, 195) und/oder zwei oder drei oder vier Tiefpunkte (190, 200) aufweist,
 - und/oder
 - wobei die vordefinierte erste Anzahl von Hochpunkten (185, 195) kleiner oder
 - 35 gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand (125) ist,
 - und/oder
 - wobei die vordefinierte zweite Anzahl von Tiefpunkten (190, 200) kleiner oder gleich 1 pro 0,5 m Umfang am Rand (125) ist.

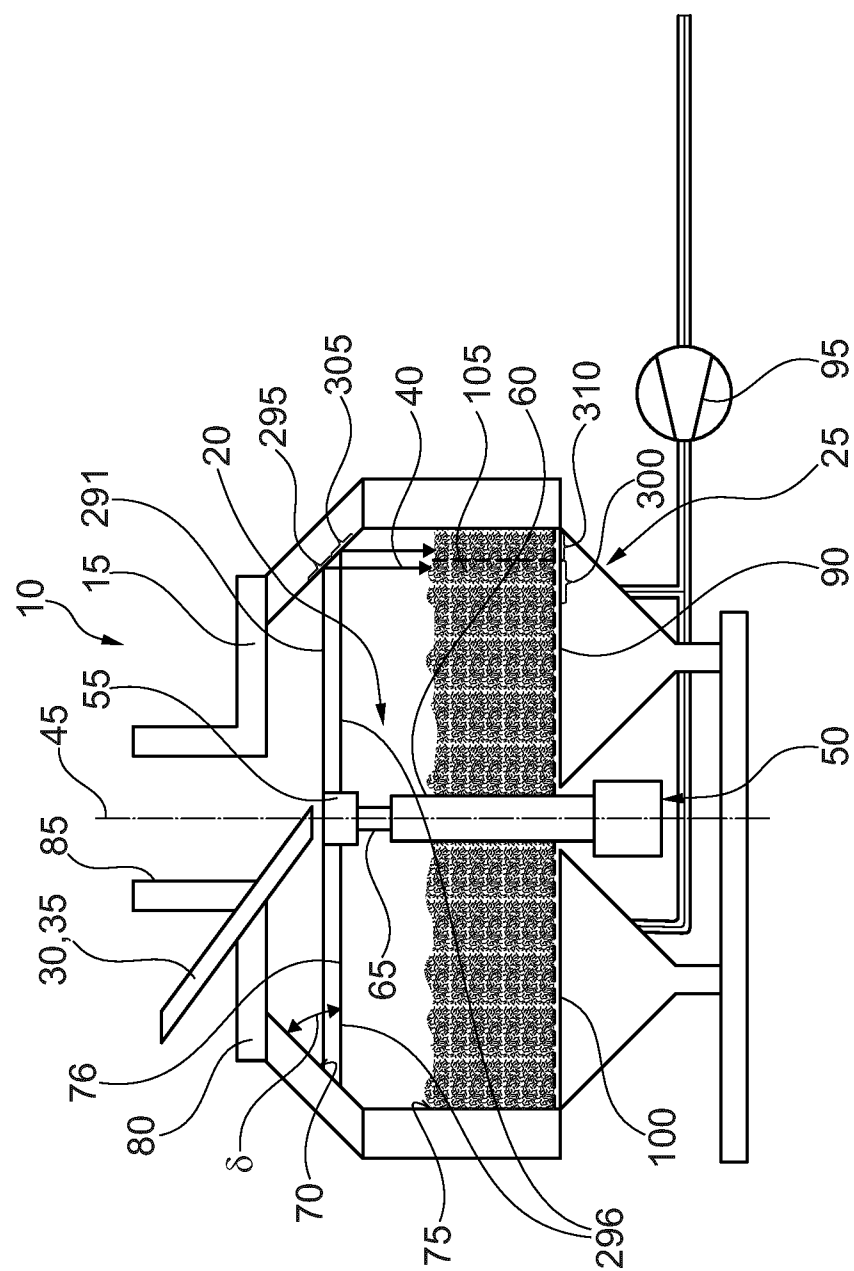


Fig. 1

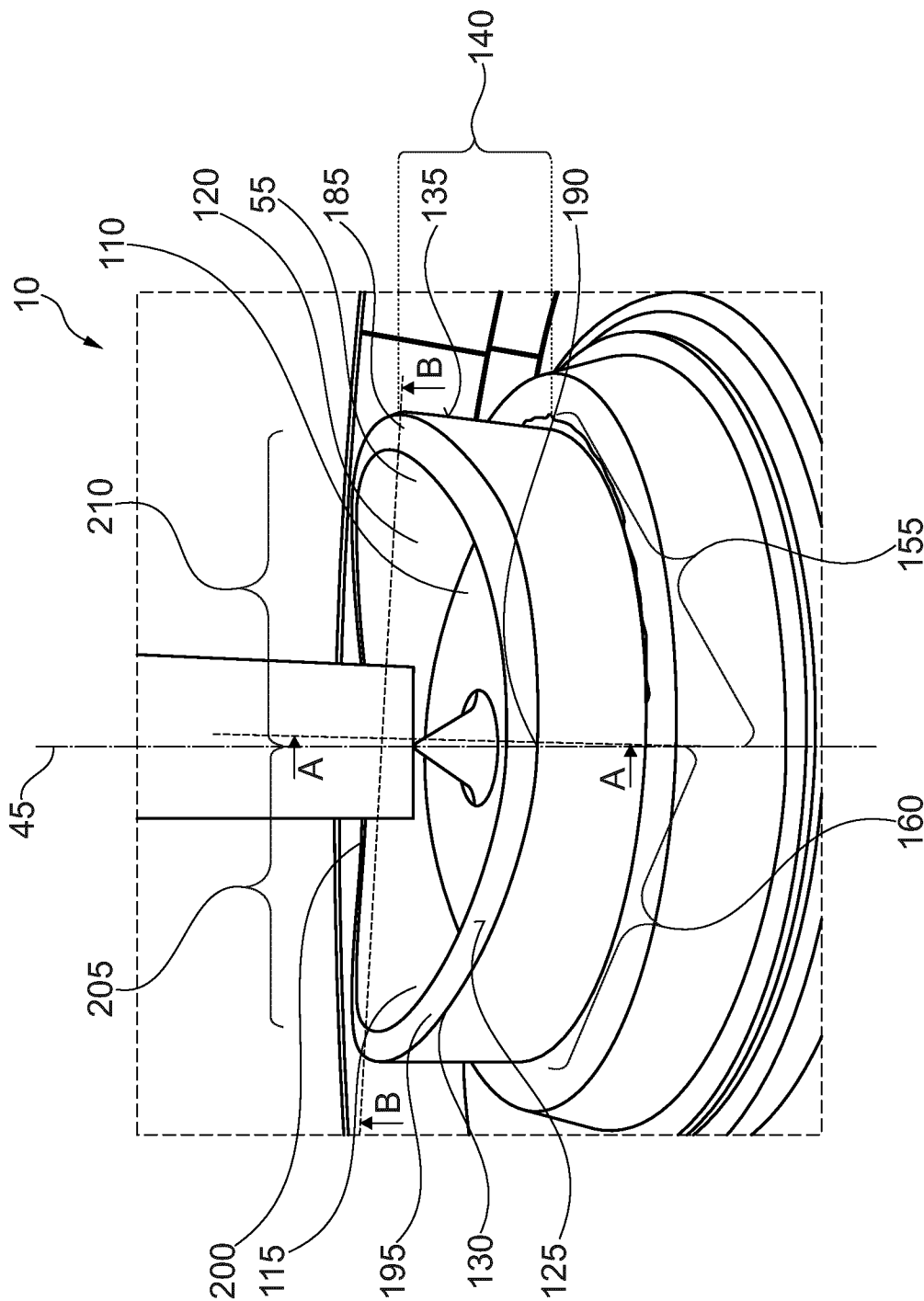


Fig. 2

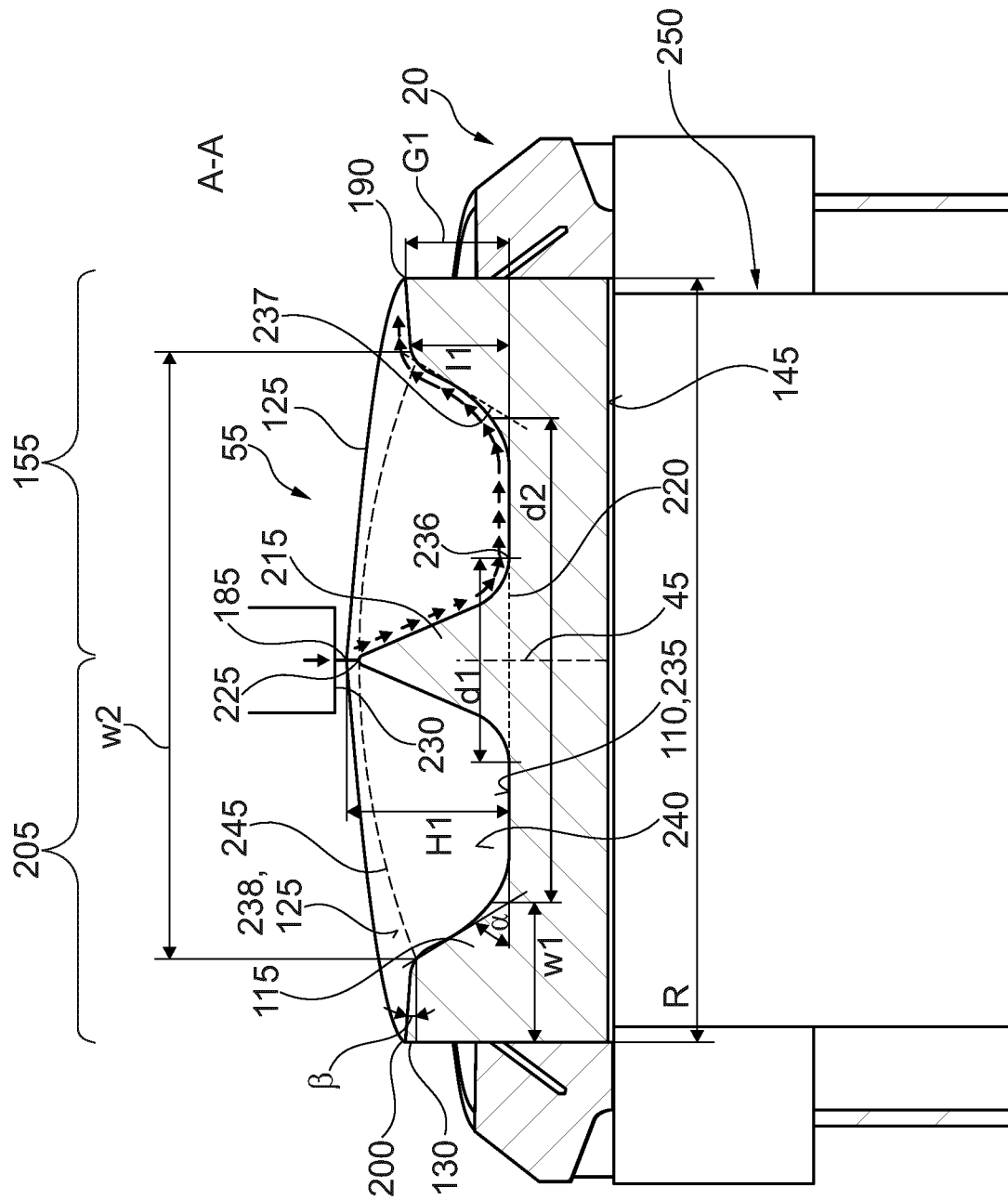


Fig. 3

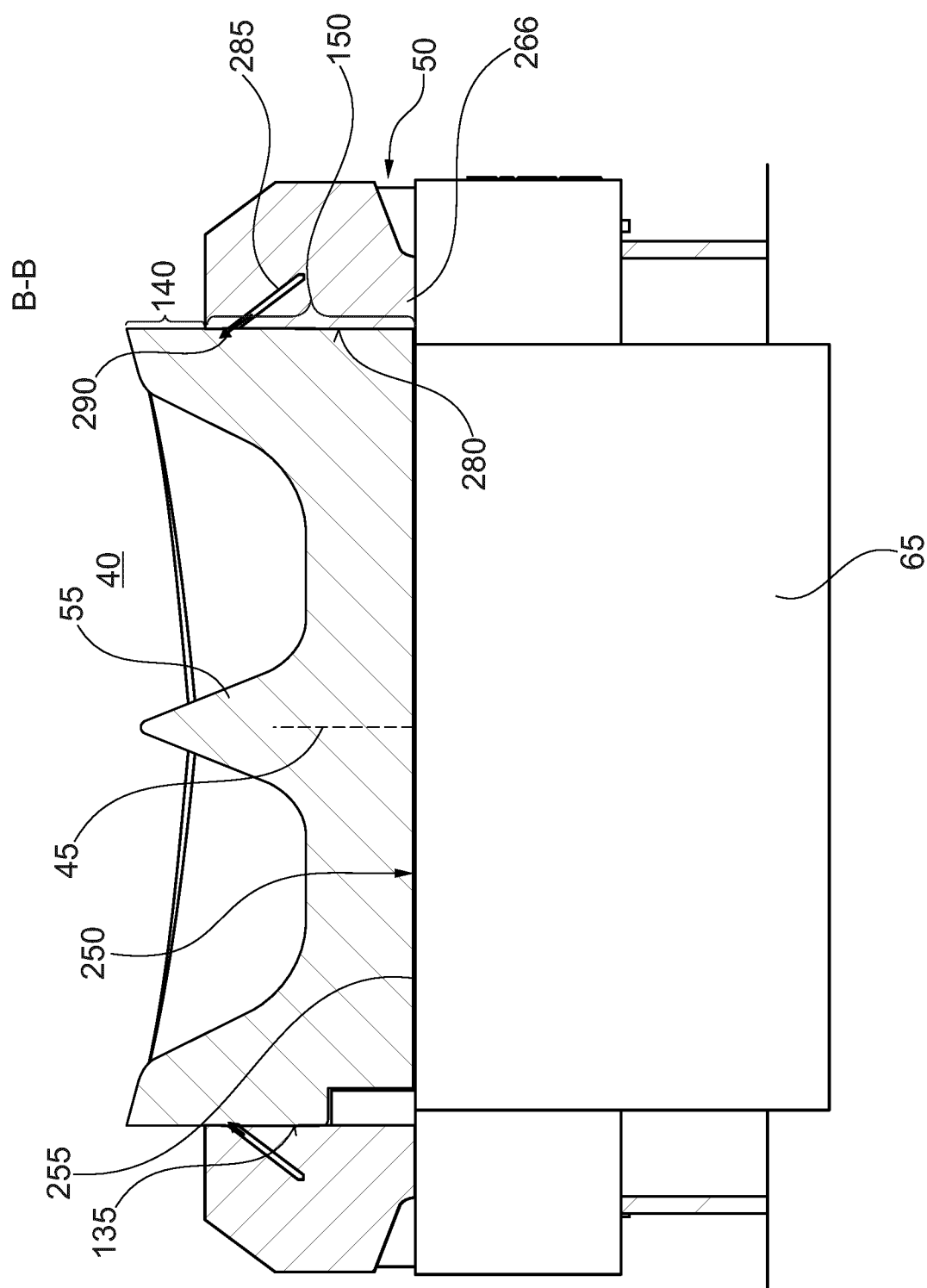


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**C21B 3/06**(2006.01)i; **C21B 3/08**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21C; C21B; B01J; B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011124455 A1 (SIEMENS AG [DE]; DANOV VLADIMIR [DE] ET AL.) 13 October 2011 (2011-10-13) page 2, line 20 - page 3, line 21; claims 1-2, 11; figures 1-3 page 6, line 19 - paragraph 37 page 7, line 11 - line 28	1-15
A	CN 112501366 A (HENAN INST OF METALLURGY CO LTD) 16 March 2021 (2021-03-16) abstract; figure 1	1-15
A	CN 106755664 A (QIANAN SHOUGANG EQUIPMENT STRUCTURE CO LTD) 31 May 2017 (2017-05-31) abstract; figures 1-3	1-15
A	CN 102690911 A (SICHUAN CRUN CO LTD) 26 September 2012 (2012-09-26) the whole document	1-15
A	GB 2148330 A (BRITISH STEEL CORP) 30 May 1985 (1985-05-30) the whole document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 August 2024

Date of mailing of the international search report

11 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Gavriliu, Alexandru

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2300139 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]) 30 March 2011 (2011-03-30) the whole document	1-15
A	DE 102010021660 A1 (SIEMENS AG [DE]) 01 December 2011 (2011-12-01) the whole document	1-15
A	EP 0687650 A1 (WOKA SCHWEISSTECHNIK GMBH [DE]) 20 December 1995 (1995-12-20) the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/066229

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2011124455	A1	13 October 2011	DE	102010014600	A1	13 October 2011
				WO	2011124455	A1	13 October 2011
CN	112501366	A	16 March 2021	NONE			
CN	106755664	A	31 May 2017	NONE			
CN	102690911	A	26 September 2012	NONE			
GB	2148330	A	30 May 1985	NONE			
EP	2300139	A1	30 March 2011	AU	2009262369	A1	30 December 2009
				BR	PI0914635	A2	20 October 2015
				CA	2729224	A1	30 December 2009
				CL	2010001581	A1	15 April 2011
				CN	102149454	A	10 August 2011
				EP	2300139	A1	30 March 2011
				JP	5787754	B2	30 September 2015
				JP	2011525419	A	22 September 2011
				KR	20110068967	A	22 June 2011
				US	2011163173	A1	07 July 2011
				WO	2009155667	A1	30 December 2009
				ZA	201100435	B	28 March 2012
DE	102010021660	A1	01 December 2011	DE	102010021660	A1	01 December 2011
				WO	2011147630	A2	01 December 2011
EP	0687650	A1	20 December 1995	DE	4420496	A1	14 December 1995
				EP	0687650	A1	20 December 1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C21B3/06 C21B3/08
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C21C C21B B01J B22F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2011/124455 A1 (SIEMENS AG [DE]; DANOVO 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 - 15
A	CN 112 501 366 A (HENAN INST OF METALLURGY CO LTD) 16. März 2021 (2021-03-16) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1 - 15
A	CN 106 755 664 A (QIANAN SHOUGANG EQUIPMENT STRUCTURE CO LTD) 31. Mai 2017 (2017-05-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 ----- - / - -	1 - 15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 14. August 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Gavriliu, Alexandru

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CN 102 690 911 A (SICHUAN CRUN CO LTD) 26. September 2012 (2012-09-26) das ganze Dokument -----	1 - 15
A	GB 2 148 330 A (BRITISH STEEL CORP) 30. Mai 1985 (1985-05-30) das ganze Dokument -----	1 - 15
A	EP 2 300 139 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]) 30. März 2011 (2011-03-30) das ganze Dokument -----	1 - 15
A	DE 10 2010 021660 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Dezember 2011 (2011-12-01) das ganze Dokument -----	1 - 15
A	EP 0 687 650 A1 (WOKA SCHWEISSTECHNIK GMBH [DE]) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) das ganze Dokument -----	1 - 15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/066229

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011124455	A1	13-10-2011	DE 102010014600 A1	13-10-2011
			WO 2011124455 A1	13-10-2011

CN 112501366	A	16-03-2021	KEINE	

CN 106755664	A	31-05-2017	KEINE	

CN 102690911	A	26-09-2012	KEINE	

GB 2148330	A	30-05-1985	KEINE	

EP 2300139	A1	30-03-2011	AU 2009262369 A1	30-12-2009
			BR PI0914635 A2	20-10-2015
			CA 2729224 A1	30-12-2009
			CL 2010001581 A1	15-04-2011
			CN 102149454 A	10-08-2011
			EP 2300139 A1	30-03-2011
			JP 5787754 B2	30-09-2015
			JP 2011525419 A	22-09-2011
			KR 20110068967 A	22-06-2011
			US 2011163173 A1	07-07-2011
			WO 2009155667 A1	30-12-2009
			ZA 201100435 B	28-03-2012

DE 102010021660	A1	01-12-2011	DE 102010021660 A1	01-12-2011
			WO 2011147630 A2	01-12-2011

EP 0687650	A1	20-12-1995	DE 4420496 A1	14-12-1995
			EP 0687650 A1	20-12-1995
