



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 704 571 B1

(51) Int. Cl.: F23K 3/14 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 00882/08

(22) Anmeldedatum: 11.06.2008

(24) Patent erteilt: 14.09.2012

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.09.2012

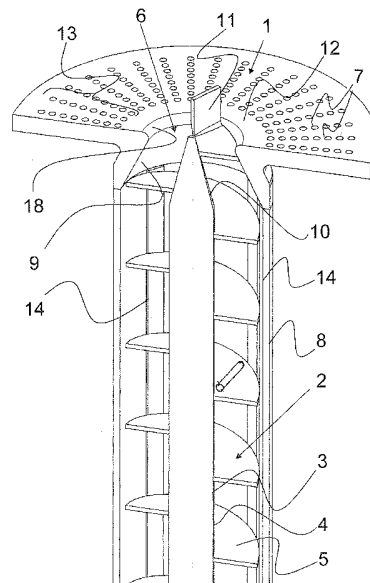
(73) Inhaber:
Stüv SA, Rue Borbouse, 4
5170 Bois de Villers (BE)

(72) Erfinder:
André Riemens, 8902 Urdorf (CH)
Dr. Basso Salerno, 4438 Langenbruck (CH)
Gabriela Vetsch, 8902 Urdorf (CH)

(74) Vertreter:
Felber & Partner AG Patentanwälte, Dufourstrasse 116
Postfach
8034 Zürich (CH)

(54) Brenngut-Zufuhreinrichtung für einen Ofen für Leistungen bis hinunter zu weniger als 1kW.

(57) Die Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut mit ihrem Rost ist für einen Ofen mit Minimal-Leistungen von weniger als 1 kW ausgelegt. Sie weist eine in einem Förderrohr (8) angeordnete Förderschnecke (2) für die Zuförderung von granulartförmigem Brenngut durch Hochfördern auf den Rost auf. Das zentrale Schneckenachsenrohr (3), an dessen Aussenwand die Schneckenwindung (5) angebracht ist und mit welcher zusammen die Förderschnecke (2), im Förderrohr (8) drehbar gelagert ist, misst wenigstens ein Viertel des Rohr-Aussendurchmessers. Das Schneckenachsenrohr (3) läuft oben als Konus (10) in eine Spitze aus, wobei oberhalb der Schnecke der kreisrunde Rost (1) mit zentralem rundem Loch (6) horizontal angeordnet ist, und Luftzufuhröffnungen (7) im äusseren Bereich (13) des Rostes (1) denselben durchsetzen. Dieses Loch (6) ist kleiner als der Aussendurchmesser der Förderschnecke (2), und von seinem Rand (18) aus ist eine sich konisch erweiternde, trichterförmige Wand als Gleitwand (9) für das zu fördernde Brenngut nach abwärts geführt. Diese Gleitwand (9) verläuft annähernd oder genau parallel zum Konus (10) des oberen Endes der Schneckenachse (3). Die Innenseite des Förderrohres (8) ist mit einer raueren Oberfläche als jene der Schneckenwindung (5) ausgeführt, oder mit zum Beispiel Längsrippen (14) ausgerüstet, so dass das Brenngut daran Halt findet und nicht mit der Schnecke mitdreht.



Beschreibung

[0001] Das Verbrennen von klein portioniertem und daher granulatformigem Brenngut, etwa von Holzpellets, Holzsplittern, kleinen Holzstücken oder auch getrocknetem Mais, erweist sich als energetisch günstig und praktisch in der Handhabung. Es müssen nicht grosse und unhandliche Holzstücke transportiert und zwischengelagert werden und auch keine grossen Holzstücke dem Feuer zugeführt werden. Aber das Dosieren der Feuerleistung nach unten zu einem tiefen Wert bereitet Schwierigkeiten. Soll nämlich ein geeigneter Ofen für solches granulatformiges Brenngut, zum Beispiel ein Holzpellet-Ofen, mit nur einer geringen Leistung von weniger als 1 kW betrieben werden, so gibt es hierzu bisher keine geeignete Brenngut-Zufuhreinrichtung, um ein solch schwaches Feuer kontinuierlich und sicher aufrechtzuerhalten. Bei solch geringen Leistungen besteht die Schwierigkeit nämlich erstens darin, das Feuer sicher am Brennen zu halten, zweitens die Asche laufend abzutransportieren, und drittens zu verhindern, dass sich das Feuer in den Zufuhrstrom des Brenngutes vorfrisst.

[0002] Es gibt bereits Förderschnecken zu Holzpellet-Öfen, welche dem Feuer kontinuierlich oder nur bei Bedarf Holzpellets zuführen. Diese Förderschnecken sind jedoch durchwegs für wesentlich höhere Feuerleistungen ausgelegt, und es gelingt mit ihnen nicht, die Feuerleistung auf weniger als 1 kW hinunterzufahren, indem man diese Förderschnecken einfach in ihrer Geometrie verkleinert oder die Drehgeschwindigkeit der Förderschnecken reduziert. Herkömmliche Förderschnecken sind meistens schiefwinklig angeordnet und arbeiten wie eine Archimedesschraube. Ausserdem sind die bekannten Pellet-Förderschnecken nicht für einen kompakten Holzofen von geringen Dimensionen geeignet. Ein weiteres beobachtetes Problem besteht darin, dass bei langsamer Zuförderung der Pellets von unten her in das Feuer hinein die Gefahr besteht, dass das Feuer langsam nach unten in die Förderschnecke hineinwandert.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulatformiges Brenngut für einen Ofen für Leistungen bis hinunter zu weniger als 1 kW zu schaffen. Die Zufuhreinrichtung soll an einem Ofen die kontinuierliche Zufuhr und das kontinuierliche Verbrennen des zugeführten granulatformigen Brenngutes auf dem Rost sicherstellen, und auch den kontinuierlichen Ascheabtransport sicherstellen, sodass ein langer unbeaufsichtigter Betrieb des Ofens ermöglicht wird, der nur durch die Grösse des Brenngut-Reservoirs sowie des Aschefängers zeitlich begrenzt ist, soweit diese Reservoirs nicht automatisch befüllt bzw. entleert werden.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst von einer Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulatformiges Brenngut für einen Ofen für Leistungen bis hinunter zu weniger als 1 kW, bestehend aus einem Rost und unterhalb desselben einem Förderrohr mit darin angeordneter Förderschnecke zum Hochfördern des Brenngutes, welche von einem zugehörigen Elektromotor mit Untersetzungsgetriebe antreibbar ist, wobei sich diese Brenngut-Zufuhreinrichtung dadurch auszeichnet, dass die Förderschnecke ein zentrales Schneckenachsenrohr aufweist, an dessen Aussenwand die Schneckenwindung angebracht ist und mit welcher zusammen die Förderschnecke im Förderrohr drehbar gelagert ist, wobei das Schneckenachsenrohr wenigstens ein Viertel des Förderrohr-Durchmessers ausfüllt, weiter dass dieses Schneckenachsenrohr oben in eine Spitze ausläuft und so einen Konus bildet, wobei oberhalb der Förderschnecke der zugehörige Rost kreisrund ausgeführt und horizontal angeordnet ist, mit einem zentralen runden Loch, wobei Luftzufuhröffnungen im äusseren Bereich des Rostes denselben durchsetzen und das zentrale Loch kleiner als der Durchmesser der Förderschnecke ist, und wobei vom Lochrand aus ein sich nach unten konisch erweiternder Aufsatzbereich eine trichterförmige Gleitwand für das hochzufördernde Brenngut bildet und diese Gleitwand annähernd oder genau parallel zum Konus des oberen Endes der Schneckenachse verläuft.

[0005] Anhand der Zeichnungen wird die Zufuhreinrichtung für das granulatformige Brenngut vorgestellt und nachfolgend beschrieben, und ihre Funktion wird erklärt.

Es zeigt:

Fig. 1: Den oberen Bereich der Brenngut-Zufuhreinrichtung mit ihrem oben auf dem Förderrohr aufgesetzten Rost in einem Längsschnitt gesehen;

Fig. 2: Einen Querschnitt durch die Förderschnecke, von oben gesehen;

Fig. 3: Die Brenngut-Zufuhreinrichtung mit ihrem Rost mit der gesamten Förderschnecke von der Seite her gesehen, in einem Längsschnitt dargestellt.

[0006] Das langsame Hochfördern von granulatformigem Brenngut, welches in der Regel aus zylinderförmigen Holzpellets von etwa 6 mm Dicke und bis zu 50 mm Länge besteht, die jedoch im Zuge der Förderung zu kürzeren Teilchen gebrochen werden, erweist sich als schwieriger als man es erwarten würde. Mit einer gewöhnlichen Förderschnecke, die oben einfach in der Ebene eines Rostes mündet, beobachtet man folgende Probleme: Zunächst besteht eine grosse Gefahr, dass die Pellets in der Förderschnecke einander gegenseitig verkeilen und sozusagen verklumpen. Es wird dann eine gewissermassen monolithisch wirkende Masse gebildet, welche infolge von Verklemmungen wie ein Pfropfen wirkt und zur Blockierung der Förderschnecke führt, auch wenn diese mit grossen Drehmomenten angetrieben wird. Bei einer Förderschnecke ist es wichtig, dass die Schneckenwindung möglichst gut gleitend unter dem Fördergut wegdreht, und das Fördergut muss, ohne im Förderrohr wesentlich gedreht zu werden, nach oben wandern. Mit sogenannten Pellets oder ähnlichem granulatformigem Brenngut gelingt das über geringe Förderstrecken recht gut. Wenn aber die Förderschnecke

zum Beispiel 400 mm und länger ist, für eine entsprechende Förderhöhe, so wird aufgrund der Gewichtslast des Brenngutes eine Verkeilung und Verklumpung beobachtet. Das hängt unter anderem von der Drehgeschwindigkeit und Geometrie der Förderschnecke ab, von der Grösse und Holzart der granulatformigen Brenngut-Stücke und nicht zuletzt auch von der Luftfeuchtigkeit. Will man einen Ofen mit einer geringen Heizleistung konstruieren, so muss eine sehr geringe Zufuhrleistung von Brenngut erreicht werden. Wenn nun Holzpellets von zum Beispiel 6 mm Durchmesser und 10 bis 25 mm Länge möglichst langsam über eine Förderhöhe von mehr als 400 mm hochgefördert werden sollen, so treten die oben erwähnten Probleme besonders häufig auf. Es ist daher wichtig, eine Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulatformiges Brenngut zu schaffen, mit welcher diese Probleme zuverlässig vermieden werden.

[0007] Die Fig. 1 zeigt eine solche Brenngut-Zufuhreinrichtung mit auf dem Förderrohr oben aufgesetzten Rost in einem Längsschnitt. Diese bildet eine Fördereinrichtung für granulatformiges Brenngut für einen Ofen, der für Leistungen von bis hinunter auf weniger als 1 kW ausgelegt ist. Das Brenngut kann dabei aus Holzpellets bestehen, aber auch aus Holz-schnitzeln, kleinen Holzstücken oder auch aus getrocknetem Mais- oder anderen Körnern. Der zugehörige Rost 1 wirkt mit der Zufördereinrichtung zusammen, und diese ist mit einer Förderschnecke 2 ausgestattet. Die Förderschnecke 2 ist im gezeigten Beispiel senkrecht zur Rostoberfläche angeordnet, und das zentrale Schneckenachsenrohr 3, an dessen Aussenwand 4 die Schneckenwindung 5 angebracht ist und mit welcher zusammen die Förderschnecke 2 im Förderrohr 8 drehbar gelagert ist, füllt einen ansehnlichen Teil des Förderrohres 8 aus, welches die ganze Förderschnecke 2 umschliesst. Das Förderrohr 8 mit der Förderschnecke 2 kann auch schiefwinklig zum Lot angeordnet sein. Es wird dann auf der Unterseite zusätzliche Reibung des Brenngutes mit dem Förderrohr 8 erzielt, was der Förderung dienlich ist. Im gezeigten Beispiel misst der Rohrdurchmesser des Schneckenachsenrohres 3 einen Drittel des Förderschnecken-Aussendurchmessers oder des Förderrohr-Innendurchmessers, und dieser misst zum Beispiel 60 mm. Der Aussendurchmesser des Schneckenachsenrohres 3 sollte wenigstens ein Viertel des Förderschnecken-Aussendurchmessers betragen, denn damit kann auch ein hinreichendes Drehmoment auf die eigentliche Förderschnecke 2 bzw. auf die schraubenlinienförmig um das Schneckenachsenrohr 3 gewundene möglichst glatte Förderfläche 5 übertragen werden. Auf der Förderfläche 5 der Förderschnecke 2 ist hier ein einzelnes Holzpellet eingezeichnet, um einen ungefähren Grössenvergleich zu geben. Dieses Schneckenachsenrohr 3 bildet oben einen Konus 10, indem es in eine Spitze ausläuft, wobei oberhalb der Schnecke 2 der zugehörige Rost 1 mit einem zentralen runden Loch 6 horizontal angeordnet ist. Er passt genau auf das obere Ende des Förderrohres 8 und ist auf dieses aufgesetzt.

[0008] Dieser Rost 1 ist vorzugsweise wie gezeigt kreisrund ausgeführt und im äusseren Bereich mit Luftzufuhröffnungen 7 durchsetzt. Das kreisrunde Loch 6 im Rost 1 misst ungefähr die Hälfte des Förderrohr-Durchmessers. Von diesem kreisrunden Loch 6 schliesst ein nach unten auskragender, trichterförmiger Aufsatzbereich 9 an, wobei sich dieser als Trichter nach unten öffnet. Dadurch wird eine Gleitwand gebildet, die nahezu oder genau parallel zum Konus 10 am Schneckenachsenrohr 3 verläuft. Im gezeigten Beispiel schliesst der Konus 10 mit der Verlaufsrichtung der Trichterinnenwand einen spitzen Winkel ein, wobei die Winkelspitze oben liegt. Dieser Winkel darf nur sehr klein sein, sonst wird ein Verkleben des Brenngutes im Bereich zwischen dem Konus 10 und der Trichterinnenwand provoziert. Die eigentliche Schnecke 2 bzw. deren gewundene Förderfläche 5 schliesst mit einem etwa senkrecht zur Rostoberfläche verlaufenden Fortsatz 11 ab. Die in Bezug auf die Drehachse äussere Seite des Fortsatzes schliesst bündig an den Innenrand des Loches 6 an. Diese Förderschnecke 2 wie hier gezeigt dreht im Betrieb von oben gesehen im Uhrzeigersinn. Selbstverständlich könnte sie auch so konstruiert sein, dass im Gegenuhrzeigersinn fördert. Das zu fördernde Brenngut bleibt in Bezug auf seine Drehlage im Förderrohr 8 annähernd an der gleichen Stelle, und die Förderfläche 5 der Schnecke 2 gleitet unter dem Brenngut hindurch, wobei es im Förderrohr 8 nach oben gehoben wird, bis es schliesslich auf der Höhe des Loches 6 ankommt. Wichtig für eine zuverlässige Förderung des Brenngutes durch die Förderschnecke erweist sich auch, dass die Innenseite des Förderrohres 8 mit mehreren vorzugsweise axial verlaufenden Plateaus oder Rillen 14 ausgerüstet ist, an denen die Schneckenwindung mit minimalem Abstand vorbeidreht, und zwischen den Plateaus oder Rillen einen Abstand von der Höhe der Plateaus oder Rillen zur Innenwand des Förderrohres 8 freilässt. Für den gleichen Zweck kann die Innenwand des Förderrohres 8 auch mit einer rauen Oberfläche versehen sein.

[0009] Die Förderschnecke 2 dreht allerdings nur sehr langsam, mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von weniger als 1 U/min⁻¹. Oben angekommen wird das Brenngut vom Fortsatz 11 erfasst und von oben gesehen im Uhrzeigersinn herum geschoben. Dort wo der Fortsatz den Rand des Loches 6 quasi berührt, beträgt seine absolute Geschwindigkeit bloss ca. 1.5-2.0 mm/s. Durch diese langsame Drehung des Fortsatzes 11 wird aber sichergestellt, dass die vorangeschobenen Teile des Brenngutes aufgrund der wirkenden Kräfte radial nach aussen wandern und schliesslich auf den inneren Bereich 12 des Rostes 1 geschoben werden. Dieser Bereich 12, ein konzentrischer Ring, der gleich an das Loch 6 im Rost 1 anschliesst, ist frei von Belüftungslöchern 7. Entsprechend brennen die Teile des Brenngutes dort schwer und müssen zunächst weiter radial nach aussen geschoben werden. Dieses erfolgt beim nächsten Durchgang des Fortsatzes 11, wenn von demselben wieder Teile von Brenngut ein kleines Stück weit auf die Rostfläche nachgeschoben werden. In dieser Weise werden die Brenngut-Teile minütlich, Umgang um Umgang des Fortsatzes 11, ganz langsam auf den Rost 1 und schliesslich auf dessen Brandzone geschoben, welche durch jenen Bereich 13 gebildet ist, der mit Luftlöchern 7 ausgestattet ist. Der Durchmesser des ganzen Rostes 1 beträgt etwa das Doppelte des Durchmessers des Förderrohres 8. Wenn dieses also 60 mm misst, so misst der Rost 1 im Durchmesser ca. 120 mm. Durch die sachte und kontinuierliche Zuführung von frischem Brenngut wird ein schönes, hohes und regelmässiges Flammenbild auf dem Rost 1 erzielt, und keine flackernden, technisch wirkenden Flammen.

[0010] In Fig. 2 sieht man die Förderschnecke 2 und das Förderrohr 8 in einem Querschnitt dargestellt. Hier erkennt man die Rillen bzw. die Erhöhungen 14 auf der Innenseite des Förderrohres 8, sowie ein Segment der eigentlichen Schnecke 2, die mit ihrem Aussenrand knapp an diesen Erhöhungen 14 vorbeistreicht. Die Brenngut-Teile finden an diesen Erhöhungen oder Rillen einen Rückhalt, was mithilft zu vermeiden, dass sie mit der Förderschnecke 2 mitdrehen. Die Drehung der Förderschnecke 2, welche unter dem Brenngut durchgleitet, verursacht ja eine Kraftkomponente, die radial nach aussen zeigt. Entsprechend wird das Brenngut an die Innenwand des Förderrohres 8 gedrückt und findet an den Erhöhungen 14 einen Halt. Wenn die äussersten Teile des Brenngutes dort gehalten werden, so halten sie die nach innen benachbarten Teile und diese die weiter innen benachbarten etc., so dass ein Mitdrehen der Brenngutstücke wirksam vermieden wird, egal ob nun das Brenngut aus Holzpellets, aus Holzschnitzeln, aus kleinen Holzstücken oder aus getrockneten Maiskörnern oder Ähnlichem besteht.

[0011] Die Fig. 3 zeigt die Förderschnecke 2 in ihrer gesamten Höhe. Sie misst zwischen 200 mm bis 800 mm in der Höhe und zwischen 55 mm und 85 mm im Durchmesser. Das Schnecken-Achsenrohr 3 misst im Durchmesser einen Viertel bis etwas mehr als einen Drittel des Durchmessers, und die Steigung der Schneckenwindung pro Umlauf beträgt ca. einen halben Förderschneckendurchmesser. Unten kann das Förderrohr 8 komplett in einem Haufen von Brenngut-Teilen stehen, bzw. in einem Kasten 15 stehen, der von oben oder über zum Beispiel eine Schrägfläche 16 als Zuschüttgasse mit Brenngut beschickt werden kann. Das Förderrohr 8 ist unten auf einer Seite geöffnet, und durch diese Öffnung 17 im Förderrohr 8 rieseln die Brenngut-Stücke, im gezeigten Beispiel zylinderförmige Holzpellets, auf die Förderschnecke 2 nach.

[0012] Die Brenngut-Zufuhreinrichtung für solche Holzöfen für Leistungen von weniger als 1 kW wird mit einem Elektromotor bestückt, der die Förderschnecke 2 über ein Untersetzungsgetriebe antreibt. Je nach spannungsabhängiger Ansteuerung des Elektromotors kann die Umdrehungsgeschwindigkeit der Förderschnecke 2 von 0.5 bis 2 Umdrehungen pro Minute eingestellt werden und somit kann die Zufuhrmenge von Brenngut pro Zeit und somit die Heizleistung reguliert werden.

Patentansprüche

1. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut für einen Ofen für Leistungen bis hinunter zu weniger als 1 kW, bestehend aus einem Rost (1) und unterhalb desselben einem Förderrohr (8) mit darin angeordneter Förderschnecke (2) zum Hochfördern des Brenngutes, welche von einem zugehörigen Elektromotor mit Untersetzungsgetriebe antreibbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderschnecke (2) ein zentrales Schneckenachsenrohr (3) aufweist, an dessen Aussenwand die Schneckenwindung (5) angebracht ist und mit welcher zusammen die Förderschnecke (2) im Förderrohr (8) drehbar gelagert ist, wobei das Schneckenachsenrohr (3) wenigstens einen Viertel des Förderrohr-Durchmessers ausfüllt, weiter dass dieses Schneckenachsenrohr (3) oben in eine Spitze ausläuft und so einen Konus (10) bildet, wobei oberhalb der Förderschnecke der zugehörige Rost (1) kreisrund ausgeführt und horizontal angeordnet ist, mit einem zentralen runden Loch (6), wobei Luftzufuhröffnungen (7) im äusseren Bereich (13) des Rostes (1) denselben durchsetzen, und das zentrale Loch (6) kleiner als der Aussendurchmesser der Förderschnecke (2) ist, und wobei vom Lochrand (18) aus ein sich nach unten konisch erweiternder Aufsatzbereich (9) eine trichterförmige Gleitwand für das hochzufördernde Brenngut bildet, und diese Gleitwand annähernd oder genau parallel zum Konus (10) des oberen Endes der Schneckenachse (3) verläuft.
2. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneckenwindung (5) der Förderschnecke (2) bis auf die Höhe des Lochs (6) im Rost geführt ist und hernach in einen vertikalen Fortsatz (11) ausläuft, welcher den Rost (1) nach oben überragt.
3. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Loch (6) im Rost den halben Durchmesser des Förderrohres (8) der Förderschnecke (2) aufweist und der Rost (1) aussen einen Durchmesser von wenigstens dem Doppelten des Durchmessers der Förderrohres (8) aufweist.
4. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schneckenachsenrohr (3) und die Schneckenwindung (5) aus Stahl mit glatter Oberfläche ausgeführt sind, während die Innenseite des Förderrohres (8) mit mehreren axial verlaufenden Plateaus (14) oder Rillen ausgerüstet ist, an denen die Schneckenwindung (5) ohne zu streifen vorbeidreht, und zwischen den Plateaus (14) oder Rillen einen Abstand von der Höhe der Plateaus oder Rillen zur Innenwand des Förderrohres (8) freilässt.
5. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwand des Förderrohres (8) im Vergleich zur Förderschnecke (2) eine rauere Oberfläche aufweist.
6. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulartförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderschnecke (2) zwischen 500 mm und 600 mm in der Höhe misst, zwischen 55 mm und 65 mm im Aussendurchmesser, während das Schneckenachsenrohr (3) im Aussendurchmesser einen Drittel des Aussendurchmessers der Förderschnecke (2) misst und die Steigung der Schneckenwindung pro Umlauf einen halben Förderschnecken-Aussendurchmesser ausmacht.

CH 704 571 B1

7. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulatförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zugehörige Rost (1) passgenau auf das obere Ende des Förderrohrs (8) aufsetzbar ist.
8. Brenngut-Zufuhreinrichtung für granulatförmiges Brenngut nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenngut-Zufuhreinrichtung je nach spannungsabhängiger Ansteuerung des Elektromotors Umdrehungsgeschwindigkeiten der Förderschnecke (2) von 0.5 bis 2 Umdrehungen pro Minute einstellbar sind.

Fig. 1

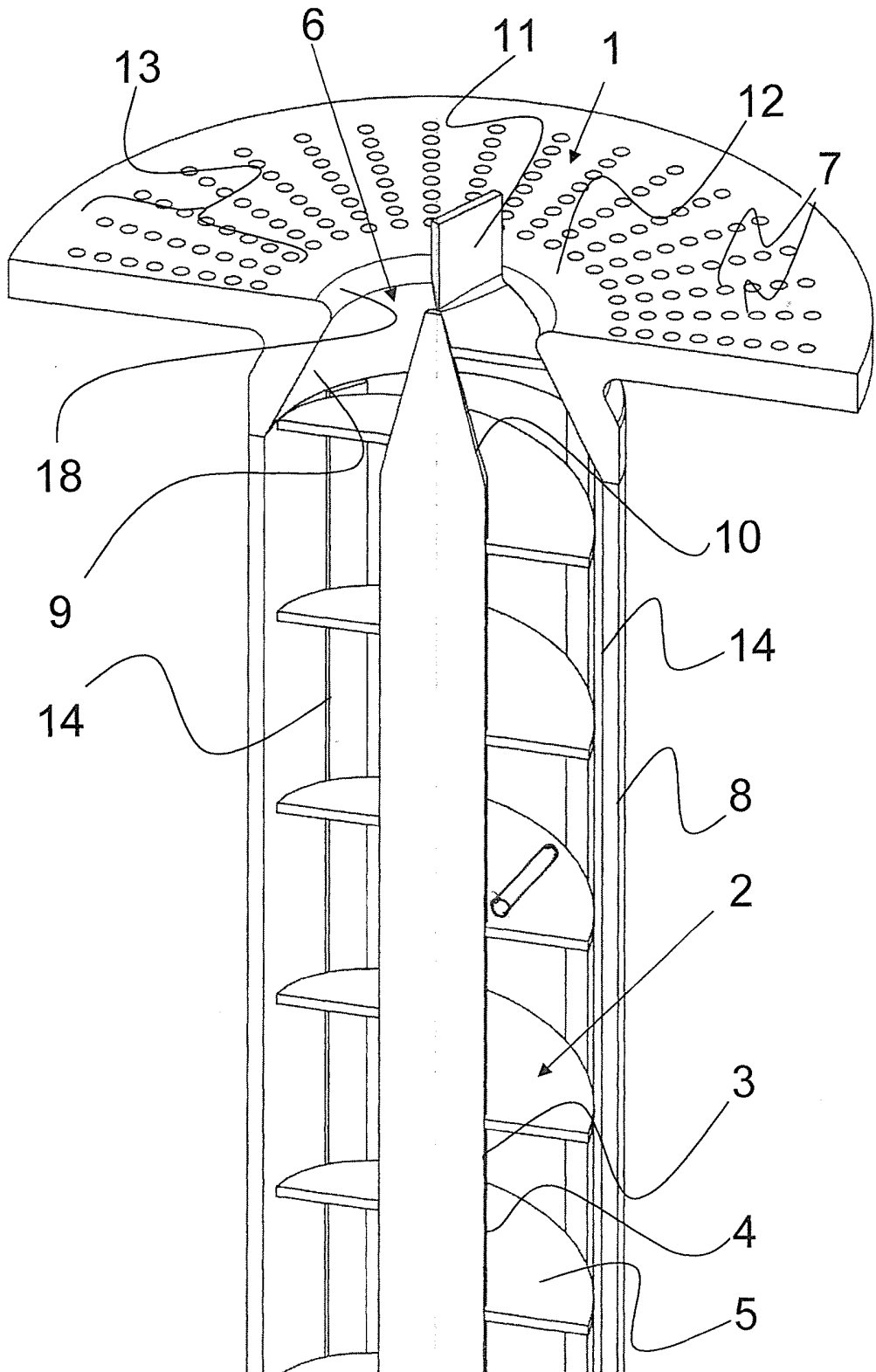


Fig. 2

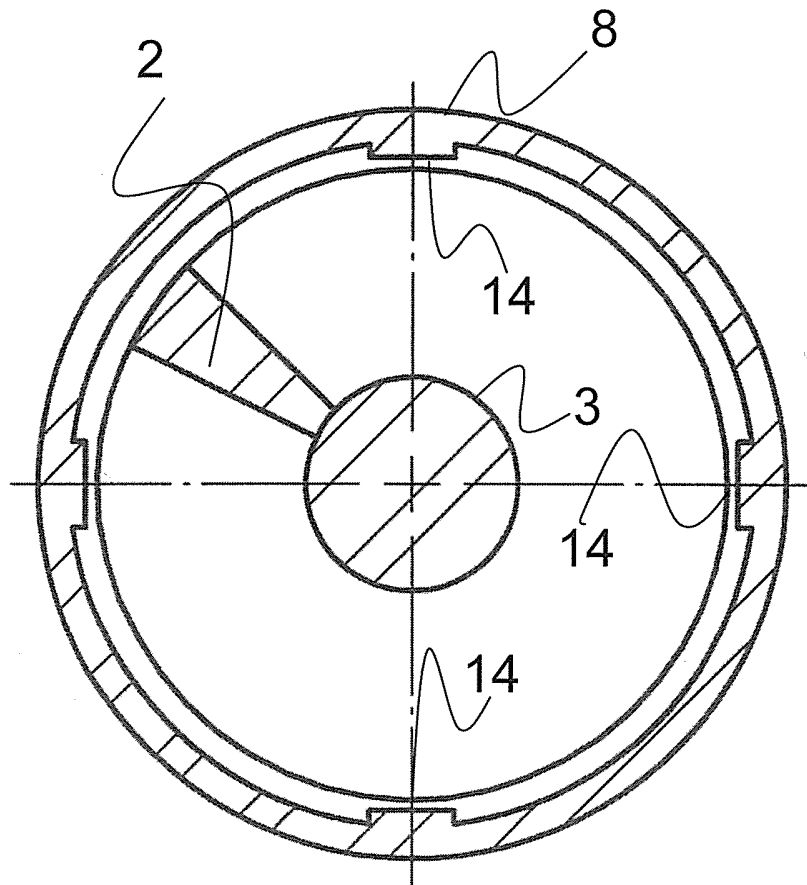


Fig. 3

