



(12)

# **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 2210/84

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **B01J 8/38**  
B01J 2/16

(22) Anmeldetag: 9. 7.1984

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1990

(45) Ausgabetag: 10. 1.1991

(30) Priorität:

12. 3.1984 DD 260786 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

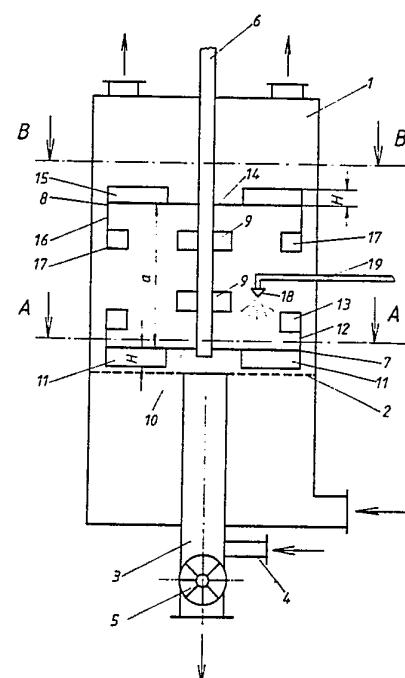
VEB SCHWERMASCHINENBAU-KOMBINAT "ERNST THÄLmann"  
MAGDEBURG  
D-3011 MAGDEBURG (DE).

## **(54) VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG EINER GERICHTETEN FESTSTOFFSTRÖMUNG IN WIRBELSCHICHTEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten zum Granuliertrocknen von Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen.

Das Ziel und die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zu schaffen, die klebrige Produkte mit hoher Viskosität kontinuierlich trocknet und gleichzeitig granuliert und die Endprodukte eine definierte, geringe und über alle Granulate gleichmäßig verteilte Restfeuchte besitzen.

Erfindungsgemäß sind in einem Wirbelraum über dem Anströmboden (2) mit einem definierten Öffnungsverhältnis an einer Welle Rührarme (7, 8) mit Bewehrungsblechen angebracht, die in ihrer Geometrie und Befestigung unterschiedlich ausgeführt sind und zwischen den Rührarmen ein Flüssigkeitszuführrohr (19) einmündet, das in einer nach unten gerichteten Düse (18) endet. Die Erfindung ist in der Nahrungsmittel- und Chemischen Industrie sowie Landwirtschaft anwendbar.



**AT 392 016 B**

Anwendung der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten. Sie kann vorzugsweise in der chemischen Industrie, in der Landwirtschaft und in der Nahrungsmittelindustrie angewendet werden, und zwar besonders vorteilhaft dort, wo Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen 5 granuliergetrocknet werden müssen und das erzeugte Granulat eine geringe definierte Restfeuchte besitzen soll.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Trocknung und gleichzeitigen Granulierung von Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen sind Vorrichtungen bekannt, bei denen die Flüssigkeit über geeignete Verteiler in die Wirbelschicht eingebracht wird, sich auf der Oberfläche der Feststoffteilchen anlagert und diese zum Wachsen bringt, während durch die Wärme des Trocknungsmediums das Lösungsmittel verdampft wird und mit dem Trocknungsmedium den Wirbelschichtapparat verläßt, DE-OS 2901 723.

Wenn die Feststoffteilchen eine bestimmte Zielgröße erreicht haben, verlassen sie über einen zentral angeordneten klassierenden Abzug den Apparat.

Voraussetzung für die ordnungsgemäße Funktionsweise derartiger Apparate ist eine hohe Turbulenz und damit eine große Teilchengeschwindigkeit in der Wirbelschicht, wodurch alle Teilchen einen großen Impuls besitzen und die Flüssigkeit gleichmäßig auf die gesamte zur Verfügung stehende Feststoffoberfläche verteilt wird.

Nachteilig wirkt sich bei den bekannten Lösungen aus, daß die erforderlichen hohen Teilchengeschwindigkeiten erst bei relativ hohen Gasgeschwindigkeiten zu erzielen sind und somit eine bestimmte Mindestgasbelastung unumgänglich wird. Außerdem kommt es insbesondere bei der Eindüsung von Flüssigkeiten mit hoher Viskosität und Klebekraft speziell bei kleineren Feststoffteilchendurchmessern häufig zur Agglomeration ganzer Teilchenkollektive. Auf diese Art entstehen in der Wirbelschicht Klumpen, die ständig weiter wachsen und sich nicht mehr auflösen. Dies führt dann zum Verkleben der gesamten Wirbelschicht und zum Havariezustand der Anlage.

Aus diesem Grunde wurden Lösungen entwickelt, DE-OS 2602 454, CH-PS 515 472, bei denen durch bewegte Einbauten in der Wirbelschicht die entstandenen Agglomerate kontinuierlich zerstört werden sollen. Der Nachteil dieser Lösungen besteht darin, daß bei der Zerstörung dieser Agglomerate auch kleine Teilchen zerstört werden und außerdem ein erhöhter Abrieb entsteht, der die der Wirbelschicht nachgeschalteten Entstaubungsanlagen zusätzlich belastet. Außerdem sind eine Reihe von Produkten bekannt, bei denen sich einmal gebildete Klumpen durch bewegte Einbauten in der Wirbelschicht nicht wieder zerstören lassen.

Unter WP-DD 119 304 wird eine Lösung beschrieben, mit Hilfe derer versucht wird, durch Erzeugung einer gerichteten Strömung in der Wirbelschicht, hervorgerufen durch die Gestaltung des Anströmbodens, Agglomerationseffekte zu verhindern. Die Feststoffteilchen gelangen bei dieser Lösung im Zentrum des Apparates an der Düse vorbei von oben nach unten, treffen auf den klassierenden Abzug und werden dann am Boden der Schicht in radialer Richtung zum äußeren Rand der Wirbelschicht transportiert, wo sie an der Wand des Apparates wieder durch die dort herrschende hohe Luftgeschwindigkeit nach oben gefördert werden. Diese Lösung eignet sich besonders vorteilhaft für die Granulationstrocknung thermolabiler Produkte, da die feuchtesten Teilchen immer an die wärmste Stelle des Apparates gelangen.

Diese Vorrichtung hat jedoch zwei erhebliche Nachteile:

Bei hohen Schichthöhen, wie sie zur Granulationstrocknung klebriger Produkte benötigt werden, kommt es nicht mehr zur Ausbildung des genannten Strömungseffektes, und dadurch, daß die Teilchen unmittelbar, nachdem sie an der Düse vorbei sind und dort mit Flüssigkeit benetzt wurden, auf den klassierenden Abzug gelangen, kommt es vor, daß einzelne frisch benetzte Feststoffteilchen in den klassierenden Abzug gelangen. Dies führt insbesondere bei solchen Produkten zu erheblichen Schäden, bei denen eine gleichmäßige und geringe Restfeuchte der Produkte gefordert wird.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen so zu trocknen und gleichzeitig zu granulieren, daß das Endprodukt eine definierte, geringe und über alle Granulate gleichmäßig verteilte Restfeuchte besitzt.

Das Trocknungsmedium soll besser ausgenutzt und damit Einsparungen an Wärmeenergie erzielt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten mit klassierendem Abzug zu schaffen, die es ermöglicht, klebrige Lösungen, Schmelzen oder Suspensionen mit hoher Viskosität, kontinuierlich und mit gleichmäßiger, geringer Restfeuchte zu trocknen und gleichzeitig zu granulieren.

Es ist eine gerichtete Strömung in der Wirbelschicht zu schaffen, durch die die Feststoffteilchen im Zentrum des Apparates von unten nach oben bewegt werden. An der Oberfläche der Wirbelschicht sollen die Feststoffteilchen eine radiale Strömungsrichtung erhalten, und an den Wänden des Apparates sollen die Teilchen nach unten strömen, von wo aus sie wieder in radiale Richtung direkt über dem Anströmboden zum Zentrum des

Apparates direkt über den klassierenden Abzug gelangen sollen. Durch die mechanische Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung soll dies auch bei Gasgeschwindigkeiten in der Nähe des Wirbelpunktes und darunter möglich sein. Durch entsprechende Gestaltung des Anströmbodens und einer Rührvorrichtung sollen diese Effekte erzielt werden.

- 5 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß unmittelbar über dem Anströmboden die Rührarme und im Abstand weitere Rührarme an der Welle angebracht und so ausgebildet sind, daß für jeden Rührarm an der Welle in radialer Richtung ein Befestigungsstab angebracht ist, an dessen Ende ein oder mehrere, gekrümmte, einen Viertelkreis bildende Bleche der Höhe vertikal angeordnet sind, deren Krümmungsmittelpunkt auf den Befestigungsstäben liegt, der Krümmungsradius kleiner als der halbe Apparatedurchmesser und die Krümmung
- 10 zum Apparatemittelpunkt gerichtet ist und bei Drehung der Welle das freie Ende dem befestigten Ende nachläuft sowie jeweils ein senkrechter Stab angebracht ist, an dem ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° zur Vertikalen schräggestellte Leitbleche so befestigt sind, daß ihre obere Kante in Drehrichtung der unteren Kante vorausseilt, während im Gegensatz dazu die oberen Rührarme um 45° versetzt, spiegelbildlich zu den unteren Rührarmen, angeordnet sind.
- 15 Gemäß einem weiteren Kennzeichen der Erfindung ist der Abstand zwischen Unterkante des oberen Rührarmes und der Oberkante des unteren Rührarmes größer als 15  $d_K$ . Erfindungsgemäß sind weiters auf der Welle zwischen den Rührarmen ein oder mehrere schräggestellte oder spiralförmig ausgebildete Bleche angebracht, deren untere Kante in Drehrichtung der Welle der oberen Kante vorausseilt. Erfindungsgemäß wird fernerhin das Verhältnis
- 20 zwischen dem maximalen Öffnungsverhältnis  $\varphi_{\max}$  des Anströmbodens direkt am zentralen Abzugsrohr und dem minimalen Öffnungsverhältnis  $\varphi_{\min}$  des Anströmbodens am Rande des Apparates nach folgendem Zusammenhang von maximalem Teilchendurchmesser  $d_K$  [m] ausgebildet:

$$\frac{\varphi_{\max}}{\varphi_{\min}} = 405 \cdot d_K 0,768 ,$$

25

wobei das Öffnungsverhältnis als Quotient zwischen der freien Durchströmungsfläche und der gesamten Fläche des Anströmbodens definiert ist. Endlich sind erfindungsgemäß die Leitbleche analog wie die einen Viertelkreis bildenden Bleche ausgebildet.

- 30 Erfindungsgemäß funktioniert die Vorrichtung so, daß durch die Anordnung der an der zentralen Welle angebrachten Rührarme sowie von Leitblechen auf die Feststoffteilchen in der Wirbelschicht solche Kräfte ausgeübt werden, daß sich eine Feststoffströmung ergibt, die einen Weg der Feststoffteilchen am Rande der Wirbelschicht nach unten, danach unmittelbar über den Anströmboden in radialer Richtung direkt zum klassierenden Abzug hin und im Zentrum der Wirbelschicht wieder von unten nach oben bis zur Oberfläche der Schicht und dort wieder in radialer Richtung nach außen ergeben. Durch diesen kontinuierlichen Feststoffkreislauf und die Anordnung der Düsen in der Mitte zwischen aufsteigender und abfallender Feststoffströmung wird der überraschende Effekt erzielt, daß bei hoher Ausnutzung des Trocknungspotentials des Gases trotzdem gewährleistet wird, daß nur trockene Teilchen in den klassierenden Abzug gelangen, da alle Feststoffteilchen, die aus dem Apparat austreten, erst, in radialer Richtung unmittelbar über dem Anströmboden von außen nach innen geführt und somit scharf nachgetrocknet werden.

- 40 Dieser Effekt wird durch die Gestaltung des Anströmbodens mit sich nach innen vergrößerndem Öffnungsverhältnis noch wesentlich verbessert. Die Anordnung der Düsen in der Grenzzone zwischen aufsteigenden und herabfallenden Feststoffteilchen hat eine optimale Verteilung der Flüssigkeit auf alle Feststoffteilchen, und zwar proportional zu ihrer Oberfläche zur Folge, wodurch Havariefälle infolge Verkleben der Schicht weitestgehend ausgeschlossen werden.

45 Durch die Anordnung von oberen und unteren Rührern sowie der Leitbleche kommt es weiterhin zu dem überraschenden Effekt, daß die Wirbelschicht unter Granulationsbedingungen auch in der Nähe und sogar unterhalb des Wirbelpunktes stabil betrieben werden kann, was mit allen herkömmlichen Vorrichtungen nicht der Fall ist.

- 50 Dieser Effekt tritt auch bei beliebigen Schichthöhen der Wirbelschicht auf.

#### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen in der

- 55 Fig. 1 Prinzipschema der Vorrichtung  
 Fig. 2 Schnitt (A-A) der Fig. 1  
 Fig. 3 Schnitt (B-B) der Fig. 1

- 60 Die Vorrichtung besteht aus einem zylindrischen Wirbelschichtapparat (1) mit einem Durchmesser von 600 mm, dessen Anströmboden (2) in der Mitte mit einem klassierenden Abzug (3) mit einem Durchmesser

von 100 mm versehen ist. Der klassierende Abzug (3) wird nach unten durch ein Feststoffabförderorgan (5) begrenzt, wobei zwischen Feststoffabförderorgan (5) und oberen Ende des klassierenden Abzuges (3) ein Gaszuführungsrohr (4) angeordnet ist. Genau in der Apparateachse befindet sich eine drehbare Welle (6), die unmittelbar über der Öffnung des klassierenden Abzuges (3) frei endet. An dieser Welle (6) sind unmittelbar über dem Anströmboden (2) vier untere Rührarme (7) befestigt. In einem Abstand von 600 mm sind vier obere Rührarme (8) um 45° gegen die unteren Rührarme versetzt an der drehbaren Welle (6) befestigt. Auf der Welle (6) selbst sind im Abstand von je 200 mm vom unteren bzw. oberen Rührarm (7, 8) je vier schräggestellte Bleche (9) im Winkel von 45° so angebracht, daß die jeweils untere Kante des Bleches (9) in Drehrichtung der Welle (6) der oberen Kante vorausseilt. Die unteren Rührarme (7) sind so ausgebildet, daß auf der zentralen Welle (6) vier Befestigungsstäbe (10) in radialer Richtung um je 90 Grad gegeneinander versetzt angebracht sind und bis zum äußeren Rand des Apparates (1) reichen. An diesen Befestigungsstäben (10) sind je 2-viertelkreisgekrümmte ausgebildete, vertikal angeordnete Bleche (11) der Höhe 80 mm angebracht. Der Krümmungsradius dieser Bleche (11) beträgt 80 mm (innen) und 150 mm (außen), und die Bleche (11) sind so angebracht, daß der Krümmungsmittelpunkt auf der Achse des Befestigungsstabes (10) liegt. Die Krümmung zeigt zur Apparateachse hin. Das eine Ende der vertikal angeordneten Bleche (11) ist direkt an dem Befestigungsstab (10) so befestigt, daß sein freies Ende dem befestigten Ende in Drehrichtung der Welle (6) nachläuft und daß am Ende des Befestigungsstabes (10) jeweils ein senkrechter Stab (12) angebracht ist, an dem maximal 45° schräggestellte Leitbleche (13) so befestigt sind, daß ihre obere Kante in Richtung der Winkelgeschwindigkeit der unteren Kante der Drehung der Welle (6) vorausseilt, während im Gegensatz die oberen Rührarme (8) so ausgebildet sind, daß sie im Schnitt (B-B) ein um 45° versetztes Spiegelbild der unteren Rührarme (7) ergeben, wobei an den Befestigungsstäben (14) viertelkreisgekrümmte ausgebildete, vertikal angeordnete Bleche (15) der Höhe (H) und nach unten vertikal angeordnete Stäbe (16) angebracht sind, die ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° schräggestellte Bleche (17) tragen. Unmittelbar unter den oberen Rührarmen (7) führt seitlich ein Flüssigkeitszuführungsrohr (19) in den Wirbelschichtapparat (1), das in einer nach unten gerichteten Düse (18) endet. Diese Düse (18) ist so angebracht, daß sich ihre Öffnung (150) mm von der zentralen Achse des Apparates befindet. Das Öffnungsverhältnis des Anströmbodens (2) ist in 2 Stufen unterteilt. Die äußere Kreisringfläche hat dabei einen Außendurchmesser von 600 und einen Innendurchmesser von 300 mm. Das Öffnungsverhältnis dieser Kreisringfläche beträgt bei einem Bohrungsdurchmesser von 2 mm  $\varphi = 0,06$ . Das Öffnungsverhältnis des inneren Kreisringes mit einem Außendurchmesser von 300 mm und einem Innendurchmesser von 100 mm beträgt bei einem Bohrungsdurchmesser von 1,5 mm  $\varphi = 0,11$ . Es sollen Feststoffgranulate aus einer Suspension mit einem Wassergehalt von 18 % und einem Zieldurchmesser von 5 mm erzeugt werden. Der Feststoff in der Suspension ist Eiweiß.

35

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- (1) - Wirbelschichtapparat
  - (2) - Anströmboden
  - (3) - klassierender Abzug
  - (4) - Gaszuführungsrohr
  - (5) - Feststoffabförderorgan
  - (6) - drehbare Welle
  - (7) - unterer Rührarm
  - (8) - oberer Rührarm
  - (9) - schräggestellte oder spiralförmige ausgebildete Bleche
  - (10) - Befestigungsstab
  - (11) - Viertelkreisgekrümmte ausgebildete Bleche des unteren Rührarms
  - (12) - senkrechter Stab
  - (13) - schräggestellte Leitbleche
  - (14) - Befestigungsstab
  - (15) - viertelkreisgekrümmte ausgebildete Bleche des oberen Rührarms
  - (16) - senkrechter Stab
  - (17) - schräggestellte Leitbleche
  - (18) - Düse
  - (19) - Flüssigkeitszuführungsrohr
- 
- (H'), (H) - Höhe der Bleche
  - (a) - Abstand unterer und oberer Rührarm
  - (d<sub>K</sub>) m - maximaler Teilchendurchmesser
  - (φ) - Öffnungsverhältnis

## PATENTANSPRÜCHE

- 10 1. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung in Wirbelschichten mit klassierendem Abzug, bei der in einem zylindrischen oder leicht konischen Wirbelschichtapparat, dessen Anströmboden zentral einen klassierenden Abzug mit Gaszuführungsrohr und Feststoffabförderorgan besitzt, in der Apparateachse eine drehbare Welle angeordnet ist, die unmittelbar über der Öffnung des zentralen Abzugsrohres frei endet und mit Rührarmen ausgerüstet ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß unmittelbar über dem Anströmboden (2) die Rührarme (7) und im Abstand (a) weitere Rührarme (8) an der Welle (6) angebracht und so ausgebildet sind, daß für jeden Rührarm (7) an der Welle (6) in radialer Richtung ein Befestigungsstab (10) angebracht ist, an dessen Ende ein oder mehrere, gekrümmte, einen Viertelkreis bildende Bleche (11) der Höhe (H) vertikal angeordnet sind, deren Krümmungsmittelpunkt auf den Befestigungsstäben (10) liegt, der Krümmungsradius kleiner als der halbe Apparatedurchmesser und die Krümmung zum Apparatemittelpunkt gerichtet ist und bei 15 Drehung der Welle (6) das freie Ende dem befestigten Ende nachläuft sowie jeweils ein senkrechter Stab (12) angebracht ist, an dem ein oder mehrere unter einem Winkel von maximal 45° zur Vertikalen schräggestellte Leitbleche (13) so befestigt sind, daß ihre obere Kante in Drehrichtung der unteren Kante vorausseilt, während im 20 Gegensatz dazu die oberen Rührarme (8) um 45° versetzt, spiegelbildlich zu den unteren Rührarmen, angeordnet sind.
- 25 2. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Abstand zwischen der Unterkante des oberen Rührarmes (8) und der Oberkante des unteren Rührarmes (7) größer als 15  $d_K$  ist.
- 30 3. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach den Ansprüchen 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf der Welle (6) zwischen den Rührarmen (7) und (8) ein oder mehrere schräggestellte oder spiralförmig ausgebildete Bleche (9), deren untere Kante in Drehrichtung der Welle (6) der oberen Kante vorausseilt, angebracht sind.
- 35 4. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Verhältnis zwischen dem maximalen Öffnungsverhältnis  $\varphi_{\max}$  des Anströmbodens (2) direkt am zentralen Abzugsrohr (3) und dem minimalen Öffnungsverhältnis  $\varphi_{\min}$  des Anströmbodens am Rande des Apparates (1) nach folgendem Zusammenhang vom maximalen Teilchendurchmesser  $d_K$  [m] ausgebildet wird:

40

$$\frac{\varphi_{\max}}{\varphi_{\min}} = 405 \cdot d_K^{0,768}$$

45

wobei das Öffnungsverhältnis als Quotient zwischen der freien Durchströmungsfläche und der gesamten Fläche des Anströmbodens definiert ist.

50

5. Vorrichtung zur Erzeugung einer gerichteten Feststoffströmung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Leitbleche (13) und (17), analog wie die einen Viertelkreis bildenden Bleche (11) und (15) ausgebildet sind.

55

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

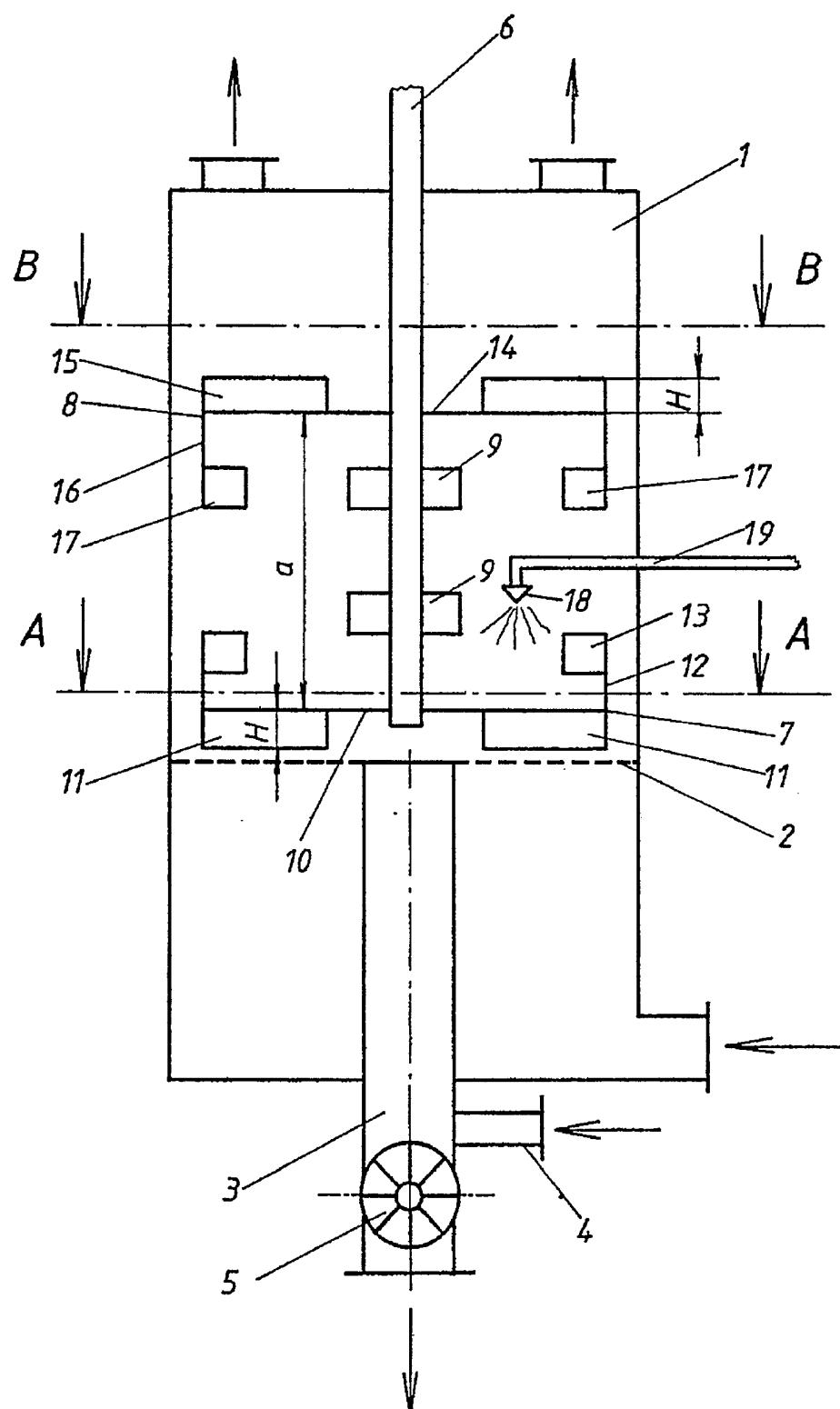
10. 01.1991

Blatt 1

Int. Cl. 5: B01J 8/38

B01J 2/16

Fig. 1



Ausgegeben

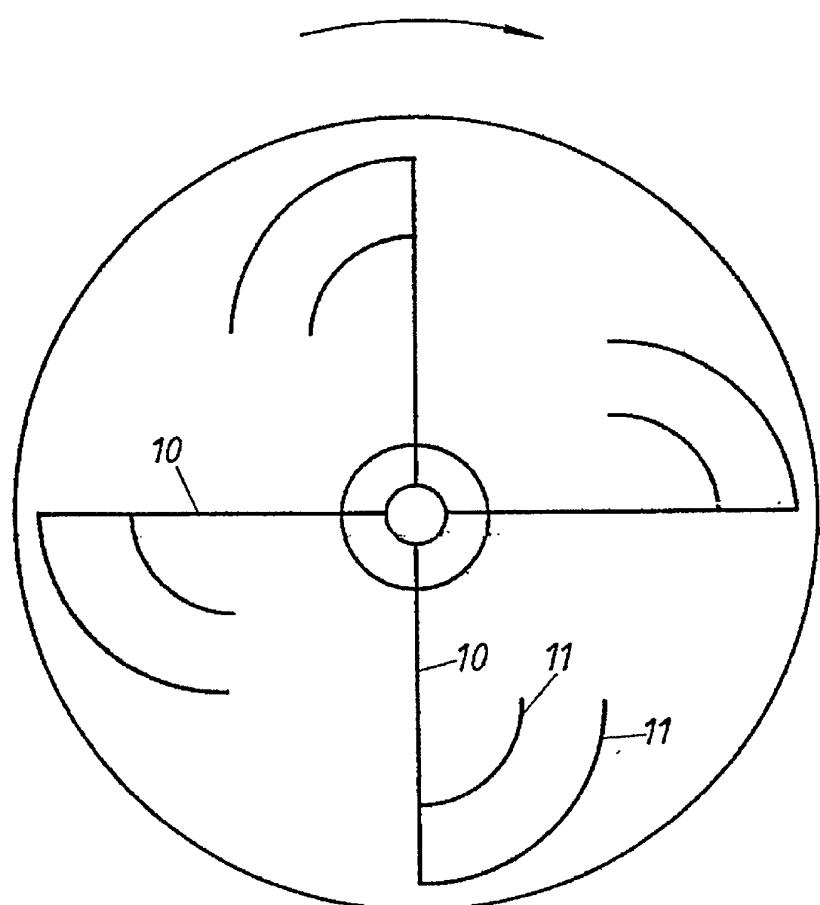
10. 01.1991

Blatt 2

Int. Cl. 5: B01J 8/38

B01J 2/16

*A - A*



*Fig. 2*

Ausgegeben

10. 01.1991

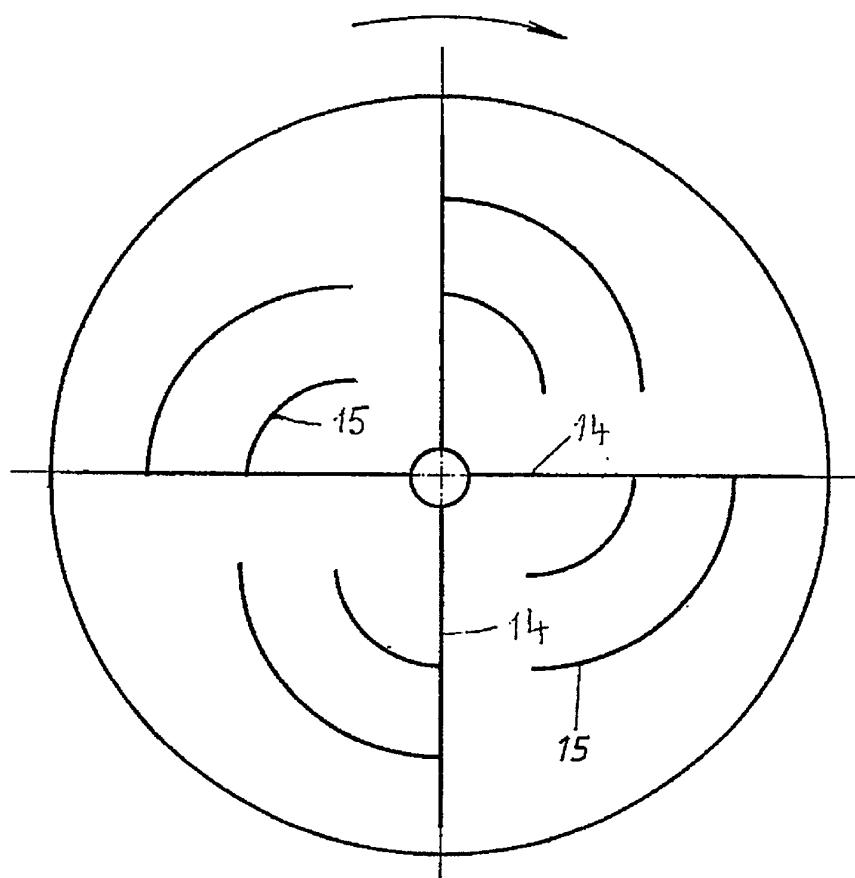
Int. Cl. 5: B01J 8/38

Blatt 3

B01J 2/16

*B - B*

*um 45° versetzt*



*Fig. 3*