



(11)

**EP 2 146 167 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.06.2010 Patentblatt 2010/24**

(51) Int Cl.:  
**F26B 3/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08012666.7**

(22) Anmeldetag: **14.07.2008**

### (54) **Vorrichtung und Verfahren zum Entfernen von Fluiden**

Device and method for removing fluids

Dispositif et procédé destinés à enlever des fluides

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.01.2010 Patentblatt 2010/03**

(73) Patentinhaber: **Braunschweigische  
Maschinenbauanstalt AG  
38122 Braunschweig (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Krell, Lothar  
38173 Erkerode (DE)**

• **Caspers, Gerald  
38527 Maine (DE)**

(74) Vertreter: **Weber-Bruls, Dorothée et al  
Jones Day  
Hochhaus am Park  
Grüneburgweg 102  
60323 Frankfurt am Main (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 183 154 EP-A- 0 955 511  
EP-A- 1 044 732 DE-A1- 1 932 388  
DE-A1- 2 421 278 GB-A- 833 232  
JP-A- 11 142 056 US-A- 3 360 867  
US-A- 4 593 477**

**EP 2 146 167 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entfernen zumindest von Fluiden aus einem Gemenge partikelförmiger Materialien mit einem Behälter, der einen ringförmigen Prozessraum mit einer zylindrischen Außenkontur umfasst, mit einer Eintrageinrichtung zum Eintragen eines Gemenge partikelförmiger Materialien in den Prozessraum, mit einer Austrageinrichtung zum Austragen der zumindest von Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum, mit einer Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Fluidisierungsmittels von unten in den Prozessraum sowie mit zumindest einer Aufbereiteinrichtung zum Aufbereiten, insbesondere Erwärmen, des Fluidisierungsmittels in Strömungsrichtung vor der Zuführeinrichtung, wobei in dem Prozessraum bis zu  $n$  Wände sowie

sich in Vertikalrichtung erstreckende  $n$  Zellen bereitgestellt sind, mit  $n \in \mathbb{N}$ , eine erste Zelle mit der Eintrageinrichtung in Wirkverbindung steht, eine  $n$ -te Zelle mit der Austrageinrichtung in Wirkverbindung steht, die  $n$  Zellen an ihren oberen Enden offen sind, die ersten  $(n-1)$  Zellen von unten durch einen mit ersten Öffnungen versehenen Boden von dem Fluidisierungsmittel durchströmbar sind, und die Wände zwischen den  $n$  Zellen, von der ersten bis zur  $n$ -ten Zelle, jeweils zumindest eine zweite Öffnung für einen Durchgang von partikelförmigen Materialien aufweisen, sowie ein Verfahren zum Entfernen von zumindest Fluiden aus einem Gemenge partikelförmiger Materialien in einer solchen Vorrichtung.

**[0002]** Solch eine Vorrichtung ist beispielsweise in der 1956 326 beschrieben und wird im Anschluss anhand der Figuren 6 und 7 näher erläutert. Figur 6 zeigt eine Trocknungsvorrichtung 1 mit einem Behälter 2, der eine im wesentlichen zylindrische Außenhaut 3 aufweist. Der Behälter 2 ist dabei auf einem Gestell 4 gelagert, um nicht nur den Behälter 1 auch von unten einer Wartung zugänglich zu machen, sondern auch einen Abtransport von getrockneten Teilchenmaterialien in eine weitere Bearbeitungsanlage zu erleichtern. Es ist in Figur 6 zu erkennen, dass die äußere Kontur des Behälters 2 im wesentlichen zylindrisch ist. Der geometrische Aufbau des Behälters 2 sowie der darin angeordneten Komponenten wird nachfolgend beschrieben.

**[0003]** Der auf dem Gestell 4 aufgestellte Behälter 2 weist an seinem unteren, dem Gestell 4 zugewandten Ende einen gewölbten Boden 5 auf, in dem ein nicht dargestelltes Ventilatorrad angeordnet ist, mit dem ein Fluidisierungsmittel, insbesondere überhitzter Dampf, in dem Behälter 2 zirkuliert wird. Innerhalb des Behälters 2 ist ein im wesentlichen zylindrischer Überhitzer 6 angeordnet, so dass das Fluidisierungsmittel von unten in einen im wesentlichen kreisringförmigen Prozessraum 20 eingeleitet wird, der zwischen dem Überhitzer 6 und der Außenhaut 3 ausgebildet ist und in den zu behandelnde Materialien über eine nicht dargestellte Eintrageinrichtung eintragbar sind. Der Prozessraum 20 ist dabei an seinem unteren Ende von einem mittels einer Anströmbodenhalterung gehaltenen Anströmboden 7 begrenzt, der den Durchtritt des Fluidisierungsmittels durch eine Vielzahl nicht gezeigter Öffnungen von unten erlaubt, ein Hindurchfallen des zu behandelnden Materialien jedoch nicht zulässt.

**[0004]** Oberhalb des Anströmbodens 7 sind vertikal ausgerichtete Wände 8 angeordnet, die sich von der Außenwandung des Überhitzers 6 bis an die Behälterwandung, also die Außenhaut, erstrecken und  $n$  Zellen zwischen sich ausbilden. Die Wände 8 können bis zum Anströmboden 7 hinunter reichen oder einen Freiraum dazwischen ausbilden. Die durch die Wände 8 gebildeten Zellen sind oben offen, so dass das Fluidisierungsmittel von unten nach oben durch die Zellen hindurchströmt und die zu behandelnden Materialien oder Partikel fluidisiert und teilweise nach oben mitreißt und ggf. in eine nachgeordnete Zelle transportiert. Die mit einer nicht dargestellten Austrageinrichtung versehene  $n$ -te Zelle oder Austragszelle wird im wesentlichen nicht von dem Fluidisierungsmittel durchströmt, so dass von oben oder an dem Anströmboden 7 entlang in diese Zelle ohne Anströmboden eintretendes Material in den Bodenbereich gelangt und über die Austrageinrichtung, beispielsweise eine Förderschnecke, aus der Austragszelle entfernt werden kann.

**[0005]** Oberhalb der Wände 8 schließen sich Drallschaukeln 9 an, die auch in Umfangsrichtung versetzt zwischen den Wänden 8 angeordnet sein können und in ihrer Vertikalerstreckung ungefähr der Vertikalerstreckung der Wände 8 entsprechen oder darüber hinausgehen, also länger als die Wände 8 sein können. Die Drallschaukeln 9 sind, jeweils an ihren Unterseite, die den Wänden 8 zugewandt ist, im Wesentlichen parallel zu den Wänden 8 ausgerichtet, so dass die Druckseite der Drallschaukeln 9 in einem Winkel von  $0^\circ$  zur Axialkomponente der Strömungsgeschwindigkeit des Fluidisierungsmittels orientiert ist. Die Drallschaukeln 9 sind in dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel gekrümmt ausgebildet und so orientiert, dass die Krümmung von der mit der Eintrageinrichtung in Wirkverbindung stehende Eintragszelle zur Austragszelle, also in Strömungsrichtung der partikelförmigen Materialien, zeigt. Sind beispielsweise die Eintragszelle und die Austragszelle nebeneinander unter Zwischenschaltung einer Wand 8 angeordnet, so weist die Krümmung der der Eintragszelle zugeordneten Drallschaukeln 9 von der Austragszelle weg, so dass der Partikel- und Materialienstrom über den gesamten Umfang des Behälters 2 und damit des Prozessraumes 20 transportiert werden muss, um bis zur Austragszelle zu gelangen.

**[0006]** An ihrem oberen Ende weisen die Drallschaukeln 9 eine Krümmung von bis zu  $35^\circ$  zur Axialkomponente der Strömungsgeschwindigkeit des Fluidisierungsmittels auf, um den Strom des Fluidisierungsmittels ebenso wie den der Materialien in Umfangsrichtung umzuleiten. Die Drallschaukeln 9 stellen eine Verlängerung der Wände 8 dar, wobei diese Verlängerung mit oder ohne Spalt zwischen den Drallschaukeln 9 und den Wänden 8 ausgebildet sein kann. Die Drallschaukeln 9 können eine einfach oder doppelt gekrümmte Fläche ausbilden, also eine Krümmung sowohl um die

Axialkomponente als auch um eine Radialkomponente aufweisen, um die Strömung des Fluidisierungsmittels und die Bewegungsrichtung des Materials oder der Feststoffe entsprechend den Anforderungen umzuleiten. Statt einer Krümmung kann auch eine Neigung ansonsten geradwandiger Drallschaukeln 9 zur Umleitung der Strömungsrichtung vorgesehen sein.

**[0007]** Oberhalb der Drallschaukeln 9 ist ein als Freiraum ausgestalteter Übergangsbereich 10 ausgebildet, der ohne strömungsbeeinflussende Einbauten vorgesehen ist, so dass die Strömung des Fluidisierungsmittels ebenso wie der Transport desselben, samt den im Fluidisierungsmittelstrom mitgeführten Partikeln, im wesentlichen ungehindert erfolgen kann. Dieser Freiraum 10, der sogenannte Übergangsbereich, ist ringförmig ausgebildet und erlaubt einen ununterbrochenen, freien, kreisförmigen Durchgang sowohl des Materials als auch des Fluidisierungsmittels in der horizontalen Ebene.

**[0008]** Oberhalb der Drallschaukeln 9 und des Übergangsbereiches 10 sind Zusatzdrallschaukeln 11 angeordnet, die ebenfalls eine einfach oder doppelt gekrümmte Fläche jedoch mit einem Eintrittswinkel von bis zu 15° bezogen auf die axiale Strömungsgeschwindigkeitskomponente auf ihrer Druckseite aufweisen. Der Austrittswinkel beträgt in gleicher Nomenklatur bis zu 90°, wobei der Innendurchmesser der Beschaukelung dem Außendurchmesser des Überhitzers 6 entspricht.

**[0009]** Die Zusatzdrallschaukeln 11 sind Bestandteil eines Staubabscheiders 12, dessen Außendurchmesser kleiner als der Außendurchmesser des Prozessraumes 20 und damit kleiner als der Außendurchmesser des Behältergehäuses im Bereich der Wände 8 und der Drallschaukeln 9 ist. Der Außendurchmesser der Zusatzdrallbeschaukelung entspricht dem Außendurchmesser des Staubabscheiders 12. Durch die Anpassung der Zusatzdrallbeschaukelung an die Drallschaukeln 9 ergibt sich eine hinsichtlich des Druckverlustes optimierte Konstruktion der Vorrichtung 1, so dass die Gesamtvorrichtung mit einem hohen Wirkungsgrad betrieben werden kann. Die Außenkontur 3 des Behälters 2 ist dabei zumindest bis auf die Höhe der Drallschaukeln, vorliegend bis auf die Höhe des Staubabscheiders 12 bzw. der Zusatzdrallschaukeln 11, zylindrisch, wodurch eine materialintensive Konstruktion des vorzugsweise als Druckbehälter gestalteten Behälters 2 vermieden wird. Die Drallbeschaukelung erzeugt und unterstützt über einer in dem Prozessraum 20 vorhandenen Wirbelschicht einen Vordrall oder die Drallströmung, wodurch der erforderliche und gewünschte Weitertransport von der Eintragszelle zu der Austragszelle nicht nur für Feinpartikel unterstützt wird. Innerhalb des Staubabscheiders 12 wird ein Zentrifugalfeld erzeugt, in dem die Staubpartikel und mitgerissene partikelförmige Materialien außen umlaufend bewegt werden und durch eine Öffnung ausgetragen werden.

**[0010]** Oberhalb der Zusatzdrallschaukeln 11 sind entgegen der Drallrichtung orientierte Rückführschaukeln 13 angeordnet, die den Drall des Fluidisierungsmittels umlenken und in einen statischen Druck umwandeln, um das Fluidisierungsmittel dem Überhitzer 6 zuzuführen. Die Rückführ- oder Rückdrallschaukeln 13 weisen ebenfalls eine einfache oder doppelt gekrümmte oder geneigte Fläche mit einem Eintrittswinkel von bis zu 90° bezogen auf die axiale Strömungsgeschwindigkeitskomponente des Fluidisierungsmittels auf, wobei der Austrittswinkel bei gleicher Nomenklatur bis zu 10° beträgt. Der Innendurchmesser der Beschaukelung entspricht dem Außendurchmesser eines Austrittsrohrs 14, während der Außendurchmesser der Beschaukelung dem Innendurchmesser des Überhitzers 6 entspricht. Über die in Figur 6 obere Öffnung 14a kann Dampf aus dem Behälter 2 entweichen und in einem anderen Prozess, vorzugsweise energetisch, weitergenutzt werden.

**[0011]** Die Figur 7 stellt einen Horizontalschnitt entlang der Linie D-D der Figur 6 dar. An dem unteren Ende der Figur 7 ist die Eintragszelle 15, die mit der nicht dargestellten Eintragsvorrichtung, beispielsweise einer Schneckenförderereinrichtung, in Wirkverbindung steht, gezeigt, die unmittelbar neben der Austragszelle 17 angeordnet ist, wobei die Eintragszelle 15 und die Austragszelle 17 strömungstechnisch so voneinander getrennt sind, dass ein unmittelbarer Übergang des Materials von der Eintragszelle 15 in die Austragszelle 17 verhindert wird. Ausgehend von der Eintragszelle 15 schließt sich eine Vielzahl von Verarbeitungszellen 16 an, die durch Trennwände 8 voneinander getrennt sind. Die Trennwände 8 können dabei bis unmittelbar an die Behälterwandung angrenzen oder in einem bestimmten Abstand davon innerhalb des ringförmigen Prozessraumes 20, der an der Unterseite von dem Anströmboden 7 und an der Oberseite von der Unterseite der Drallschaukeln 9 begrenzt wird, aufgehängt sein. Innerhalb der Verarbeitungszellen 16 können Zwischenheizwände 18 angeordnet sein, um zusätzliche Wärmeenergie für den Trocknungsprozess zur Verfügung stellen zu können.

**[0012]** Ferner offenbart die EP 0 955 511 B1 eine alternative Vorrichtung zum Trocknen von Granulat mittels überhitztem Dampf, bei der zwischen allen Verarbeitungszellen, einschließlich Eintragszelle und Austragszelle, eine Anordnung zur automatischen Regulierung eines Teilchenflusses von Zelle zu Zelle, vorzugsweise jeweils umfassend eine Klappe für eine Öffnung einer Wand zwischen zwei benachbarten Zellen, vorgesehen ist. Der Einsatz solcher Klappen birgt jedoch die Gefahr, dass es zu einer Granulatanhäufung vor einer jeden geschlossenen Klappe kommt, so dass die jeweilige Klappe verklemmt und somit nicht mehr gezielt öffnbar ist, wodurch schließlich weder der Trocknungsgrad noch die Austragsmenge an getrocknetem Granulat reproduzierbar einstellbar sind.

**[0013]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die gattungsgemäße Vorrichtung derart weiterzuentwickeln, dass sie die Nachteile des Stands der Technik überwindet.

**[0014]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass an der Wand zwischen der (n-1)-ten Zelle und der

n-ten Zelle zumindest eine Begrenzungswand zur Abgrenzung eines Zwischenraums zwischen der (n-1)-ten Zelle und der n-ten Zelle angebracht ist, wobei der Zwischenraum über die zweite Öffnung in der Wand zwischen der (n-1)-ten Zelle und der n-ten Zelle, die insbesondere in Form einer Aussparung an der dem Boden zugewandten Seite besagter Wand ausgebildet ist, mit der (n-1)-ten Zelle verbunden ist, der Zwischenraum über zumindest eine dritte Öffnung, die insbesondere in Form einer Aussparung der Begrenzungswand an der dem Boden zugewandten Seite der Begrenzungswand ausgebildet ist, mit der n-ten Zelle verbindbar ist, der Zwischenraum über die Begrenzungswand an seinem oberen, dem Boden gegenüberliegenden Ende und seitlich geschlossen und von unten durch erste Öffnungen in dem Boden von dem Fluidisierungsmittel durchströmbar ist, und die dritte Öffnung durch zumindest ein Verschlussglied der Austrageinrichtung zumindest zeitweise mindestens teilweise verschließbar oder offenbar ist.

[0015] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Verschlussglied über eine Antriebseinrichtung der Austrageinrichtung bewegbar ist, vorzugsweise geregelt, insbesondere in Abhängigkeit von Ausgabedaten zumindest eines Sensors.

[0016] Bevorzugt ist dabei wiederum, dass in den ersten (n-1) Zellen und dem Zwischenraum eine Wirbelschicht aus dem partikelförmigen Material durch das Fluidisierungsmittel erzeugbar ist, und der Sensor zumindest eine charakteristische Größe der Wirbelschicht misst, wobei vorzugsweise in der n-ten Zelle keine Wirbelschicht vorliegt.

[0017] Mit der Erfindung wird dabei vorgeschlagen, dass über den Sensor ein Differenzdruck der Wirbelschicht erfassbar ist, vorzugsweise mittels eines ersten Fühlers innerhalb der Wirbelschicht und eines zweiten Fühlers außerhalb, insbesondere oberhalb, der Wirbelschicht, insbesondere in der (n-1)-ten Zelle.

[0018] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Antriebseinrichtung zumindest einen Motor, wie einen Getriebemotor oder Schrittmotor, vorzugsweise mit einem Positionierer zur Positionierung des Verschlussgliedes, umfasst, und/oder das Verschlussglied über eine Welle mit einem Motor der Antriebseinrichtung verbunden ist.

[0019] Dabei wird vorgeschlagen, dass das Verschlussglied einen zur Welle coaxial angeordneten Kreissegment-Querschnitt aufweist.

[0020] Bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsformen sind zudem **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Verschlussglieder vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Verschlussglieder gleichmäßig verteilt auf einem konzentrischen Kreis um die Welle herum angeordnet sind.

[0021] Mit der Erfindung wird auch vorgeschlagen, dass jedes Verschlussglied von unten nach oben entlang der dritten Öffnung bewegbar ist, vorzugsweise auf einem Kreisbogen.

[0022] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass jedes Verschlussglied in der n-ten Zelle und die dazu gehörige Antriebseinrichtung außerhalb des Behälters angeordnet sind, so dass die Welle zwischen der Antriebseinrichtung und dem Verschlussglied durch die Außenkontur des Behälters hindurchtritt.

[0023] Auch kann vorgesehen sein, dass sich die Begrenzungswand, insbesondere ein Deckenteil derselben, am oberen Ende des Zwischenraums von der dritten Öffnung zur zweiten Öffnung in der Wand zwischen der (n-1)-ten Zelle und der n-ten Zelle erstreckt, vorzugsweise nach oben geneigt und/oder gebogen.

[0024] Es wird zudem vorgeschlagen, dass die Austrageinrichtung eine Fördereinrichtung umfasst, die zumindest teilweise in der n-ten Zelle verläuft.

[0025] Auch kann vorgesehen sein, dass die Austrageinrichtung einen Frequenzumrichter umfasst.

[0026] Ausführungsformen der Erfindung können des weiteren dadurch gekennzeichnet sein, dass in der Wand zwischen der (n-1)-ten Zelle und der n-ten Zelle zumindest eine vierte Öffnung oberhalb der zweiten Öffnung angeordnet ist, so dass oberhalb des Zwischenraums partikelförmiger Materialien von der (n-1)-ten Zelle in die n-ten Zelle eintreten kann.

[0027] Dabei wird vorgeschlagen, dass die vierte Öffnung zumindest zeitweise mindestens teilweise verschließbar ist, vorzugsweise durch ein weiteres Verschlussglied der Austrageinrichtung.

[0028] Bevorzugte Ausführungsformen sind ferner gekennzeichnet durch eine Wand zwischen der n-ten Zelle und der ersten Zelle, wobei diese Wand keine Öffnung aufweist.

[0029] Ebenfalls kann vorgesehen sein, dass die n Zellen konzentrisch um die Aufbereiteinrichtung, vorzugsweise umfassend einen Überhitzer, angeordnet sind.

[0030] Zudem wird vorgeschlagen, dass oberhalb der Wände Drallschaukeln angeordnet sind, die in Strömungsrichtung der partikelförmigen Materialien von der ersten Zelle zu der n-ten Zelle geneigt oder gekrümmt sind, wobei der Außendurchmesser der Drallschaukeln nicht größer als der Außendurchmesser der Wände ist und die Drallschaukeln von einer Außenhülle umgeben sind, die radial nicht über die Außenhülle hinaus ragt, die die Wände umgibt.

[0031] Die Erfindung liefert auch ein Verfahren zum Entfernen von zumindest Fluiden aus einem Gemenge partikelförmiger Materialien in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Verweilzeit des partikelförmigen Materials in dem Prozessraum der Vorrichtung in Abhängigkeit von einem Wirbelschicht-Differenzdruck in dem Prozessraum bestimmt wird.

[0032] Dabei kann vorgesehen sein, dass zum Austragen der von zumindest Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum jedes die dritte Öffnung verschließende Verschlussglied zuerst aus seiner jeweiligen Verschlussposition in eine die dritte Öffnung, vorzugsweise vollständig, freigebende Öffnungsposition gedreht wird, vorzugsweise an der dritten Öffnung von unten nach oben vorbei streichend, und im Anschluss das

Verschlussglied in der Öffnungsposition für eine erste bestimmte Zeitdauer gehalten wird.

**[0033]** Alternativ wird vorgeschlagen, dass zum Austragen der von zumindest Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum jedes Verschlussglied zuerst für eine zweite bestimmte Zeitdauer in einen stationären Zustand gebracht wird, in dem die dritte Öffnung teilweise geöffnet ist, und während der zweiten bestimmten Zeitdauer zumindest einmalig für eine dritte bestimmte Zeitdauer die dritte Öffnung weiter geöffnet, insbesondere komplett geöffnet, wird, wobei vorzugsweise zum zumindest bereichsweisen Öffnen der dritten Öffnung zumindest ein Verschlussglied von unten nach oben an der dritten Öffnung vorbeibewegt wird.

**[0034]** Zudem kann vorgesehen sein, dass zum zumindest teilweisen Schließen der dritten Öffnung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der ersten oder zweiten und/oder dritten Zeitdauer, zunächst zumindest ein Verschlussglied die dritte Öffnung entweder von oben nach unten oder von unten nach oben verschließt.

**[0035]** Schließlich wird erfindungsgemäß auch vorgeschlagen, dass der Prozessraum derart mit einem Gemenge aus partikelförmigen Materialien gefüllt wird und ein Fluidisierungsmittel derart dem Prozessraum zugeführt wird, dass sich zumindest in der (n-1)-ten Zelle die Wirbelschicht zumindest bis zur vierten Öffnung aufbaut.

**[0036]** Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass sich im Betrieb der Trocknungsvorrichtung mit einem kontinuierlichen Eintrag von zu trocknenden partikelförmigen Materialien und einem kontinuierlichen Austrag von getrockneten Materialien ein Wirbelschicht-Differenzdruck-Gefälle ausbildet, das zum einen ausreichend als Triebkraft für einen Transport der in der Wirbelschicht zu trocknenden partikelförmigen Materialien von Verarbeitungszelle zu Verarbeitungszelle ist und zum anderen für eine ständige Partikelbewegung vor einem Verschlussglied sorgt, das lediglich zwischen der letzten Verarbeitungszelle, in der sich die Wirbelschicht ausbreitet, und der Austragszelle ohne Wirbelschicht notwendig ist, wenn das Verschlussglied nicht zum Schließen einer Öffnung einer Wand zwischen besagter letzten Verarbeitungszelle mit Wirbelschicht und der Austragszelle ohne Wirbelschicht eingesetzt wird, sondern zum Schließen einer Öffnung eines Zwischenraums zwischen besagter letzten Verarbeitungszelle und der Austragszelle, so dass es nicht zu einer Verklebung von Partikeln und/oder einer Anhäufung von schwer fluidisierbarem Produkt vor dem Verschlussglied kommt.

**[0037]** Des Weiteren wird erfindungsgemäß die Kenntnis genutzt, dass dann, wenn die Menge an zugeführten partikelförmigen Materialien der Wirbelschicht gesteigert wird, der Wirbelschicht-Differenzdruck steigt, so dass zur Gewährleistung stationärer Prozessbedingungen in der Wirbelschicht mit annähernd konstanter Füllung und Produkt-Verweilzeit eine Einstellung des Austrags der zumindest teilweise zumindest von Fluiden befreiten partikelförmigen Materialien in Abhängigkeit von besagtem Wirbelschicht-Differenzdruck zu erfolgen hat. Dies ermöglicht eine geregelte Menge an partikelförmigen Materialien in der Wirbelschicht, bei gleichzeitiger Optimierung der Entfernung der Fluide aus dem partikelförmigen Material. Ferner wird selbst bei kurzzeitiger Unterbrechung oder Verringerung der Zufuhr an besagtem Gemenge partikelförmiger Materialien in den Prozessraum sichergestellt, dass die Wirbelschicht in dem Prozessraum nicht an fluidisieren Materialien verarmt und damit aufrechterhalten bleibt.

**[0038]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen im Einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

Figur 1 eine erste perspektivische Teilschnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 eine zweite perspektivische Teilschnittansicht der Vorrichtung von Figur 1;

Figur 3 eine dritte perspektivische Teilschnittansicht der Vorrichtung von Figur 1 und 2;

Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer Schließeinrichtung der Vorrichtung der Figuren 1 bis 3;

Figuren 5a bis 5c Teilschnittansichten durch eine Verarbeitungszelle und eine Austragszelle der Vorrichtung der Figuren 1 bis 3, mit verschiedenen Positionen der Schließeinrichtung von Figur 4;

Figur 6 eine perspektivische Teilschnittansicht einer bekannten Vorrichtung; und

Figur 7 eine Schnittansicht gemäß Linie DD der Figur 6.

**[0039]** Eine erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung stellt eine Weiterentwicklung der mit Bezug auf die Figuren 6 und 7 beschriebenen Vorrichtung 1 dar, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind und im Anschluss nicht nochmals beschrieben werden. Genauer gesagt unterscheidet sich die erfindungsgemäße Trocknungsvorrichtung 1, wie sie in den Figuren 1 bis 3 in unterschiedlichen perspektivischen Teilschnittansichten gezeigt ist, von der bekannten Trocknungsvorrichtung 1 der Figuren 6 und 7 im wesentlichen durch eine Schließeinrichtung 40, die im Detail in Figur 4 dargestellt ist.

**[0040]** Die Schließeinrichtung 40 umfasst gemäß Figur 4 eine Welle 41 zur Verbindung zweier Verschlussglieder 42a,

42b mit einer Antriebseinrichtung 43. Die Verschlussglieder 42a, 42b sind im Querschnitt auf einem Kreis, der konzentrisch zur Welle 41 verläuft, angeordnet, und zwar längs des Kreises gleichmäßig verteilt, so dass sie sich sozusagen gegenüber liegen.

**[0041]** Wie Figur 1 zu entnehmen ist, ist die Antriebseinrichtung 43 der Schließeinrichtung 40 außerhalb der Außenhaut 3 der Trocknungsvorrichtung 1 angeordnet, während die Verschlussglieder 42a, 42b in der Austragszelle 17 über die Welle 41 drehbar angeordnet sind. Die keinen Anströmboden aufweisende Austragszelle 17 ist im Bereich der Verschlussglieder 42a, 42b nicht unmittelbar benachbart zur in Figur 1 einzig dargestellten, sozusagen letzten Verarbeitungszelle 16 mit Anströmboden (nicht gezeigt) angeordnet, wie z.B. in Figur 3 zu erkennen ist, wobei hinsichtlich der Position des Anströmbodens auf die Figuren 5a - 5c verwiesen wird. Vielmehr lässt sich in den Figuren 1 bis 3 gut erkennen, dass zwischen der Verarbeitungszelle 16 und der Austragszelle 17 ein Zwischenraum, der im Anschluss aus später noch näher erläuterten Gründen Auflockerungsraum 19 genannt wird, angeordnet ist. Hierzu ist an der Wand 8a zwischen besagter Verarbeitungszelle 16 und der Austragszelle 17 im Bereich der Öffnung 8b, die eine Aussparung der Wand 8a an dem dem Anströmboden zugewandten Ende darstellt, eine Begrenzungswand 19b angebracht, so dass der Auflockerungsraum 19 über die Öffnung 8b mit besagter Verarbeitungszelle 16 und über eine weitere Öffnung 19a mit der Austragszelle 17 verbunden ist. Der Auflockerungsraum 19 ist nach oben sowie seitlich durch die Begrenzungswand 19b und nach unten durch den Anströmboden begrenzt, siehe hierzu insbesondere die Figuren 5a bis 5c.

**[0042]** Die Öffnung 19a des Auflockerungsraums 19 ist über eines der Verschlussglieder 42a, 42b verschließbar, wie beispielsweise in der Figur 2 dargestellt. Ist jedoch keines der Verschlussglieder 42a, 42b vor der Öffnung 19a angeordnet, wie beispielsweise in den Figuren 1 oder 3 dargestellt, können partikelförmige Materialien aus besagter Verarbeitungszelle 16 über den Auflockerungsraum 19 in die Austragszelle 17 gelangen, aus der sie dann über eine Fördereinrichtung 30 herausführbar sind, nämlich im Bereich einer Öffnung 17a, die am besten in Figur 1 dargestellt ist.

**[0043]** Die Funktionsweise der Trocknungsvorrichtung 1 wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 5a bis 5c erläutert:

**[0044]** Wird ständig ein Gemenge partikelförmiger Materialien in den Prozessraum 20, genauer gesagt in die Eintragszelle 15 im Prozessraum 20, eingeführt und gleichzeitig ein Fluidisierungsmittel, beispielsweise in Form von im Überhitzer 6 aufgeheiztem und über das Ventilatorrad im Boden 5 durch Öffnungen im Anströmboden 7 von unten nach oben geblasenem Dampf, in den Prozessraum 20 eingeführt, so baut sich eine Wirbelschicht im Prozessraum 20 auf, und mit ihr ein Wirbelschicht-Differenzdruck. Dieser Wirbelschicht-Differenzdruck ist proportional zur Menge an partikelförmigen Materialien in der Wirbelschicht. Die Triebkraft für den Materialientransport von der Eintragszelle 15 zu der Austragszelle 17 besteht in einem permanenten Wirbelschicht-Differenzdruck-Unterschied, der sich bei einem kontinuierlichen Betrieb der Trocknungsvorrichtung 1 vom Eintrag zum Austrag hin einstellt. Der Materialientransport verläuft dabei von der Eintragszelle 15 über die Verarbeitungszellen 16 in die Austragszelle 17, und zwar durch Öffnungen in den Trennwänden 8, wie beispielsweise die Öffnung 8b in der Trennwand 8a zwischen der letzten Verarbeitungszelle 16 mit Anströmboden 7 und der Austragszelle 17 ohne Anströmboden 7. Um stationäre Prozessbedingungen in der Wirbelschicht mit annähernd konstanter Füllung und Produkt-Verweilzeit zu gewährleisten, müssen entsprechend dem Zustrom der Materialien aus der Wirbelschicht Materialien ausströmen können, also die Trocknungsvorrichtung 1 durch die Öffnung 17a verlassen können. Dies kann auf unterschiedliche Weisen geschehen.

**[0045]** Bevor das Ausströmen von Materialien näher beschrieben wird, ist noch anzumerken, dass im Falle des Verschlusses der Öffnung 19a des Auflockerungsraums 19 durch das Verschlussglied 42a, wie in Figur 5a gezeigt, aufgrund der Neigung des Deckenteils der Begrenzungswand 19b von der Öffnung 19a des Auflockerungsraums 19 zu der Öffnung 8b in der Wand 8a, und zwar nach oben, sichergestellt ist, dass ein durch den Anströmboden 7 in den Auflockerungsraum 19 eintretendes Fluidisierungsmittel längs des Pfeils B in die Verarbeitungszelle 16 mit Anströmboden 7 gelangt und somit im geschlossenen Zustand des Auflockerungsraums 19 eine ständige Feststoffbewegung vor dem Verschlussglied 42a gewährleistet ist. - Daher findet im Auflockerungsraum 19 tatsächlich eine Auflockerung der partikelförmigen Materialien statt, die verhindert, dass während einer längeren Schließphase insbesondere grobe Produktpartikel z.B. durch Agglomeration gebildet werden, die dann nicht mehr aus dem Prozessraum 20 ausgetragen werden können, sondern vielmehr zu einer Verstopfung in dem Auflockerungsraum 19 führen würden. Im Folgenden werden drei Varianten der Ausbringung von Material aus dem Prozessraum über die Öffnung 17a beschrieben:

#### Erste Variante

**[0046]** Das Verschlussglied 42a wird aus der in Figur 5a gezeigten Schließposition in die in Figur 5b gezeigte Öffnungsposition gedreht, und zwar im Uhrzeigersinn. Diese Drehrichtung ist wichtig, da sie gewährleistet, dass das Verschlussglied 42a von unten nach oben an der Öffnung 19a vorbei streicht, so dass gröbere Teile nicht zu einem Verklemmen zwischen einerseits dem Verschlussglied 42a und andererseits der Wand 8a und/oder dem Ausströmboden 7 führen.

**[0047]** Die in Figur 5b gezeigte völlige Freigabe der Öffnung 19a bewirkt dann, dass auch gröbere Teile durch einen intensiven Impulsaustausch mit dem übrigen fluidisierenden Feststoff in der Wirbelschicht aus dem Auflockerungsraum

19 ausgetragen werden. Die Triebkraft für diesen Transporteffekt liefert dabei der Wirbelschicht-Differenzdruck, der auch annähernd zwischen dem Auflockerungsraum 19 und der Austragszelle 17 herrscht.

[0048] Nach einer festgelegten Öffnungszeit wird dann das Verschlussglied 42b wieder in seine Schließposition gebracht und verbleibt dort für eine festgelegte Zeitdauer. Die Geschwindigkeit der Drehbewegung muss dabei so groß sein, dass die Wirbelschicht vor der Austragszelle 17 nicht durch eine zu lange Öffnungszeit des Auflockerungsraums 19 an Feststoff verarmt. Eine Drehzahl von 10 bis 20 Umdrehungen pro Minute ist dabei wünschenswert.

[0049] Auf der Welle 41 können mehrere Verschlussglieder angebracht sein, um die Öffnungszeiten zu beeinflussen.

[0050] Wenn der Produktstrom aus der Verarbeitungszelle 16 in die Austragszelle 17 zu groß wird, kann auch eines der Verschlussglieder 42a, 42b in eine nur teilweise geöffnete Position gedreht werden, siehe beispielsweise Figur 5c, und in dieser Position verharren.

[0051] Die Dauer des geschlossenen sowie auch des geöffneten Zustands des Auflockerungsraums 19 ist in Abhängigkeit von einem Wirbelschicht-Differenzdruck zu regeln. Dieser wird über zwei Drucksensoren 44a, 44b gemessen, wobei der eine Drucksensor 44a oberhalb der Wirbelschicht und der andere Drucksensor 44b, wie bereits den Figuren 1-3 entnehmbar, innerhalb der Wirbelschicht in unmittelbarer Nähe über dem Ausströmboden 7 der Verarbeitungszelle 16 angeordnet ist.

[0052] Die einzelnen Positionen der Verschlussglieder 42a und 42b werden über die Antriebseinrichtung 43, die einen Getriebemotor mit Positionierer umfassen kann, gezielt angefahren.

[0053] Zur Erleichterung des Austrags des partikelförmigen Materials aus der Austragszelle 17 kann die Fördereinrichtung 30 zum Einsatz kommen.

#### Zweite Variante

[0054] Das Verschlussglied 42a kann sich, wie in Figur 5c gezeigt, in einer teilweise geöffneten Position befinden, in der sich die Unterkante des Verschlussgliedes 42a oberhalb der Unterkante der Öffnung 19a des Auflockerungsraums 19 befindet. Durch die damit gegebene Öffnung des Auflockerungsraums 19 können partikelförmige Materialien aus der Verarbeitungszelle 16 in die Austragszelle 17 nach Passieren des Auflockerungsraums 19 gelangen, wobei deren Menge in Abhängigkeit von einem erfassten Wirbelschicht-Differenzdruck durch Veränderung der Position des Verschlussgliedes 42a geregelt werden kann.

[0055] Zur Vermeidung von Verstopfungen des Auflockerungsraums 19 durch grobe Partikel kann in einem vorgegebenen Takt das Verschlussglied 42a für einen kurzen Zeitraum die Öffnung 19a völlig freigeben, wie in Figur 5b gezeigt, nämlich um den Austrag eventuell vorhandener grober Partikel zu ermöglichen. Bei einer kompletten Öffnung der Öffnung 19a findet also eine Art "Reinigung" des Auflockerungsraums 19 und somit auch in der vor dem Verschlussglied 42a in seiner Teilschließstellung vorhandenen Wirbelschicht statt.

[0056] Sollte bei der Drehbewegung des Verschlussgliedes 42a zum Verschließen der Öffnung 19a ein Drehmoment auftreten, das einen vorgegebenen Maximalwert bei einer Drehung im Uhrzeigersinn überschreitet, kann die Drehbewegung auch gegen den Uhrzeigersinn stattfinden. Diese Maßnahme dient zudem der Entfernung eventuell eingeklemmter Partikel zwischen dem Verschlussglied 42a und den Rändern der Öffnung 19a des Auflockerungsraums 19.

[0057] Die erforderliche Drehbewegung der Verschlussglieder 42a, 42b richtet sich auch nach der Anzahl der Verschlussglieder.

#### Dritte Variante

[0058] Durch eine weitere Öffnung 8c in der Wand 8a zwischen der Verarbeitungszelle 16 und der Austragszelle 17, die nur in Figur 1 gut erkennbar ist, ist es möglich, partikelförmige Materialien direkt von der Verarbeitungszelle 16 in die Austragszelle 17, nämlich oberhalb des Auflockerungsraums 19, strömen zu lassen. Zu diesem Zwecke muss die Wirbelschicht innerhalb der Verarbeitungszelle 16 zumindest bis an die untere Kante der Öffnung 8c heranreichen.

[0059] Ist die Öffnung 8c im Bereich der nominalen Wirbelschichthöhe angeordnet, wirkt sie als stationäres Wehr, das partikelförmige Materialien von der Verarbeitungszelle 16 in die Austragszelle 17 eintreten lässt.

[0060] Kombiniert man einen Partikeltransport über die Öffnung 8c mit einem Transport durch den Auflockerungsraum 19, entweder gemäß der ersten Variante oder gemäß der zweiten Variante, so strömen durch den Auflockerungsraum 19 im Wesentlichen grob partikelförmigere Materialien, was der Verbesserung der geregelten Fluidisierung dient.

[0061] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln wie auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

[0062]

|    |                 |                         |
|----|-----------------|-------------------------|
|    | 1               | Trocknungsvorrichtung   |
|    | 2               | Behälter                |
|    | 3               | Außenhaut               |
|    | 4               | Gestell                 |
| 5  | 5               | Boden mit Ventilatorrad |
|    | 6               | Überhitzer              |
|    | 7               | Anströmboden            |
|    | 8               | Wand                    |
|    | 8a              | Wand                    |
| 10 | 8b              | Öffnung                 |
|    | 8c              | Öffnung                 |
|    | 9               | Drallschaufel           |
|    | 10              | Übergangsbereich        |
|    | 11              | Zusatzdrallschaufel     |
| 15 | 12              | Staubabscheider         |
|    | 13              | Rückführschaufel        |
|    | 14              | Austrittsrohr           |
|    | 14a             | Öffnung                 |
|    | 15              | Eintragszelle           |
| 20 | 16              | Verarbeitungszelle      |
|    | 17              | Austragszelle           |
|    | 17a             | Öffnung                 |
|    | 18              | Zwischenheizwand        |
|    | 19              | Auflockerungsraum       |
| 25 | 19a             | Öffnung                 |
|    | 19b             | Begrenzungswand         |
|    | 20              | Prozessraum             |
|    | 30              | Fördereinrichtung       |
|    | 40              | Schließeinrichtung      |
| 30 | 41              | Welle                   |
|    | 42a, 42b        | Verschlussglied         |
|    | 43              | Antriebseinrichtung     |
|    | 44a, 44b        | Drucksensor             |
|    | A, B, B', C, C' | Strömungsrichtung       |
| 35 | d               | Drehrichtung            |

## Patentansprüche

- 40 1. Vorrichtung (1) zum Entfernen zumindest von Fluiden aus einem Gemenge partikelförmiger Materialien mit einem Behälter (2), der einen ringförmigen Prozessraum (20) mit einer zylindrischen Außenkontur (3) umfasst, mit einer Eintrageinrichtung zum Eintragen eines Gemenge partikelförmiger Materialien in den Prozessraum (20), mit einer Austrageinrichtung (30,40) zum Austragen der zumindest von Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum (20), mit einer Zuführeinrichtung (5) zum Zuführen eines Fluidisierungsmittels von unten in den Prozessraum(20) sowie mit zumindest einer Aufbereiteinrichtung (6) zum Aufbereiten, insbesondere
- 45 Erwärmen, des Fluidisierungsmittels in Strömungsrichtung vor der Zuführeinrichtung (5), wobei in dem Prozessraum (20) bis zu n Wände (8, 8a) sowie sich in Vertikalrichtung erstreckende n Zellen (15, 16, 17) bereitgestellt sind, mit  $n \in \mathbf{N}$ , eine erste Zelle (15) mit der Eintrageinrichtung in Wirkverbindung steht, eine n-te Zelle (17) mit der Austrageinrichtung (30, 40) in Wirkverbindung steht, die n Zellen (15, 16, 17) an ihren oberen Enden offen sind, die ersten (n-1) Zellen (15, 16) von unten durch einen mit ersten Öffnungen versehenen Boden (7) von dem Fluidisierungsmittel durchströmbar sind, und die Wände (8, 8a) zwischen den n Zellen (15, 16, 17), von der ersten bis zur n-ten Zelle (15, 16, 17), jeweils zumindest eine zweite Öffnung (8b) für einen Durchgang von partikelförmigen Materialien aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 50 an der Wand (8a) zwischen der (n-1)-ten Zelle (16) und der n-ten Zelle (17) zumindest eine Begrenzungswand (19b) zur Abgrenzung eines Zwischenraums (19) zwischen der (n-1)-ten Zelle (16) und der n-ten Zelle (17) angebracht ist, wobei der Zwischenraum (19) über die zweite Öffnung (8b) in der Wand (8a) zwischen der (n-1)-ten Zelle (16) und der n-ten Zelle (17), die insbesondere in Form einer Aussparung an der dem Boden (7) zugewandten Seite
- 55



besagter Wand (8a) ausgebildet ist, mit der (n-1)-ten Zelle (16) verbunden ist, der Zwischenraum (19) über zumindest eine dritte Öffnung (19a), die insbesondere in Form einer Aussparung der Begrenzungswand (19b) an der dem Boden (7) zugewandten Seite der Begrenzungswand (19b) ausgebildet ist, mit der n-ten Zelle (17) verbindbar ist, der Zwischenraum (19) über die Begrenzungswand (19b) an seinem oberen, dem Boden (7) gegenüberliegenden Ende und seitlich geschlossen und von unten durch erste Öffnungen in dem Boden (7) von dem Fluidisierungsmittel durchströmbar ist, und die dritte Öffnung (19a) durch zumindest ein Ver- - schlussglied (42a, 42b) der Austrageinrichtung (30, 40) zumindest zeitweise mindestens teilweise verschließbar oder öffnenbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verschlussglied (42a, 42b) über eine Antriebseinrichtung (43) der Austrageinrichtung (30, 40) bewegbar ist, vorzugsweise geregelt, insbesondere in Abhängigkeit von Ausgabedaten zumindest eines Sensors (44a, 44b).

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

in den ersten (n-1) Zellen (15, 16) und dem Zwischenraum (19) eine Wirbelschicht aus dem partikelförmigen Material durch das Fluidisierungsmittel erzeugbar ist, und der Sensor (44a, 44b) zumindest eine charakteristische Größe der Wirbelschicht misst, wobei vorzugsweise in der n-ten Zelle (17) keine Wirbelschicht vorliegt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass**

über den Sensor (44a, 44b) ein Differenzdruck der Wirbelschicht erfassbar ist, vorzugsweise mittels eines ersten Fühlers (44b) innerhalb der Wirbelschicht und eines zweiten Fühlers (44a) außerhalb, insbesondere oberhalb, der Wirbelschicht, insbesondere in der (n-1)-ten Zelle (16).

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Antriebseinrichtung (43) zumindest einen Motor, wie einen Getriebemotor oder Schrittmotor, vorzugsweise mit einem Positionierer zur Positionierung des Verschlussgliedes, umfasst, und/oder das Verschlussglied (42a, 42b) über eine Welle (41) mit einem Motor der Antriebseinrichtung (43) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verschlussglied (42a, 42b) einen zur Welle (41) koaxial angeordneten Kreissegment-Querschnitt aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Verschlussglieder (42a, 42b) vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Verschlussglieder (42a, 42b) gleichmäßig verteilt auf einem konzentrischen Kreis um die Welle (41) herum angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Verschlussglied (42a, 42b) von unten nach oben entlang der dritten Öffnung (19a) bewegbar ist, vorzugsweise auf einem Kreisbogen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Verschlussglied (42a, 42b) in der n-ten Zelle (17) und die dazu gehörige Antriebseinrichtung (43) außerhalb des Behälters (2) angeordnet sind, so dass die Welle (41) zwischen der Antriebseinrichtung (43) und dem Verschlussglied (42a, 42b) durch die Außenkontur (3) des Behälters (2) hindurchtritt.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Begrenzungswand (19b), insbesondere ein Deckenteil derselben, am oberen Ende des Zwischenraums (19) von der dritten Öffnung (19a) zur zweiten Öffnung (8b) in der Wand (8a) zwischen der (n-1)-ten Zelle (16) und der n-ten Zelle (17) erstreckt, vorzugsweise nach oben geneigt und/oder gebogen.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageinrichtung (30, 40) eine Fördereinrichtung (30) umfasst, die zumindest teilweise in der n-ten Zelle (17) verläuft.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrageinrichtung (30, 40) einen Frequenzumrichter umfasst.

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Wand (8a) zwischen der (n-1)-ten Zelle (16) und der n-ten Zelle (17) zumindest eine vierte Öffnung (8c) oberhalb der zweiten Öffnung (8b) angeordnet ist, so dass oberhalb des Zwischenraums (19) partikelförmiges Material von der (n-1)-ten Zelle (16) in die n-ten Zelle (17) eintreten kann.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die vierte Öffnung (8c) zumindest zeitweise mindestens teilweise verschließbar ist, vorzugsweise durch ein weiteres Verschlussglied der Austrageinrichtung (30, 40).
- 5 15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**  
eine Wand (18) zwischen der n-ten Zelle (17) und der ersten Zelle (15), wobei diese Wand keine Öffnung aufweist.
16. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die n Zellen (15, 16, 17)  
konzentrisch um die Aufbereiteinrichtung, vorzugsweise umfassend einen Überhitzer (6), angeordnet sind.
- 10 17. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** oberhalb der Wände (8, 8a) Drallschaufeln (9) angeordnet sind, die in Strömungsrichtung der partikelförmigen Materialien von der ersten Zelle (15) zu der n-ten Zelle (17) geneigt oder gekrümmt sind, wobei der Außendurchmesser der Drallschaufeln (9) nicht größer als der Außendurchmesser der Wände (8, 8a) ist und die Drallschaufeln (9) von einer Außenhülle (3) umgeben sind, die radial nicht über die Außenhülle (3) hinaus ragt, die die Wände (8, 8a) umgibt.
- 15 18. Verfahren zum Entfernen von zumindest Fluiden aus einem Gemenge partikelförmiger Materialien in einer Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Verweilzeit der partikelförmigen Materialien in dem Prozessraum der Vorrichtung in Abhängigkeit von einem Wirbelschicht-Differenzdruck in dem Prozessraum bestimmt wird.
- 20 19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
zum Austragen der von zumindest Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum jedes die dritte Öffnung verschließende Verschlussglied zuerst aus seiner jeweiligen Verschlussposition in eine die dritte Öffnung, vorzugsweise vollständig, freigebende Öffnungsposition gedreht wird, vorzugsweise an der dritten Öffnung von unten nach oben vorbei streichend, und im Anschluss das Verschlussglied in der Öffnungsposition für eine erste bestimmte Zeitdauer gehalten wird.
- 25 20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
zum Austragen der von zumindest Fluiden zumindest teilweise befreiten partikelförmigen Materialien aus dem Prozessraum jedes Verschlussglied zuerst für eine zweite bestimmte Zeitdauer in einen stationären Zustand gebracht wird, in dem die dritte Öffnung teilweise geöffnet ist, und während der zweiten bestimmten Zeitdauer zumindest einmalig für eine dritte bestimmte Zeitdauer die dritte Öffnung weiter geöffnet, insbesondere komplett geöffnet, wird, wobei vorzugsweise zum zumindest bereichsweisen Öffnen der dritten Öffnung zumindest ein Verschlussglied von unten nach oben an der dritten Öffnung vorbeibewegt wird.
- 30 21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
zum zumindest teilweisen Schließen der dritten Öffnung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der ersten, zweiten und/oder dritten Zeitdauer, zunächst zumindest ein Verschlussglied die dritte Öffnung entweder von oben nach unten oder von unten nach oben verschließt.
- 35 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Prozessraum derart mit einem Gemenge aus partikelförmigen Materialien gefüllt wird und ein Fluidisierungsmittel derart dem Prozessraum zugeführt wird, dass sich zumindest in der (n-1)-ten Zelle die Wirbelschicht zumindest bis zur vierten Öffnung aufbaut.
- 40 45

## Claims

- 50 1. A device (1) for removing at least fluids from a mixture of particle-shaped materials with a container (2) which comprises a ring-shaped process chamber (20) with a cylindrical outer contour (3), with an input device for entering a mixture of particle-shaped materials into the process chamber (20), with a discharge device (30, 40) for discharging the particle-shaped materials which have at least partially been freed from at least fluids from the process chamber (20), with a feed device (5) for feeding a fluidisation agent from below into the process chamber (20), and with at least one preparation device (6) for preparing, in particular heating, the fluidisation agent in the direction of flow before the feed device (5), wherein in the process chamber (20) up to n walls (8, 8a) and n cells (15, 16, 17) which extend in the vertical direction, are provided, with  $n \in \mathbb{N}$ , a first cell (15) is actively connected to the input device, an nth cell (17) is actively connected to the discharge device (30, 40), the n cells (15, 16, 17) are open at their upper
- 55

ends, the first (n-1) cells (15, 16) can be flowed through by the fluidisation agent from below through a floor (7) which is provided with first openings, and the walls (8, 8a) between the n cells (15, 16, 17), from the first through to the nth cell (15, 16, 17) each comprise at least one second opening (8b) for a passage of particle-shaped materials, **characterized in that**

on the wall (8a) between the (n-1)th cell (16) and the nth cell (17), at least one limiting wall (19b) is attached in order to limit an interim area (19) between the (n-1)th cell (16) and the nth cell (17), wherein the interim area (19) is connected to the (n-1)th cell (16) via the second opening (8b) in the wall (8a) between the (n-1)th cell (16) and the nth cell (17), which is designed in particular in the form of a recess on the side of said wall (8a) which faces the bottom (7), the interim area (19) can be connected to the nth cell (17) via at least one third opening (19a), which is in particular designed in the form of a recess of the limiting wall (19b) on the side facing the bottom (7), the interim area (19) is closed by the limiting wall (19b) on its upper end which lies opposite the bottom (7) and at the side, and can be flowed through by the fluidisation agent from below through first openings in the bottom (7), and the third opening (19a) can be at least partially closed or opened, at least at certain times, via at least one closing element (42a, 42b) on the discharge device (30, 40).

**2. A device according to claim 1, characterized in that**

the closing element (42a, 42b) can be moved via a drive device (43) on the discharge device (30, 40), preferably in a regulated manner, in particular depending on output data from at least one sensor (44a, 44b).

**3. A device according to claim 2, characterized in that**

in the first (n-1) cells (15, 16) and the interim area (19), a fluidised bed consisting of the particle-shaped material can be generated by the fluidisation agent, and the sensor (44a, 44b) measures at least one characteristic value of the fluidised bed, wherein preferably no fluidised bed is present in the nth cell (17).

**4. A device according to claim 3, characterized in that**

via the sensor (44a, 44b) a differential pressure can be recorded in the fluidised bed, preferably by means of a first sensor (44b) within the fluidised bed and a second sensor (44a) outside, in particular above, the fluidised bed, in particular in the (n-1)th cell (16).

**5. A device according to any one of claims 2 to 4, characterized in that** the drive device (43) comprises at least one motor, such as a gear motor or stepper motor, preferably with a positioning device for positioning the closing element, and/or the closing element (42a, 42b) is connected via a shaft (41) to a motor of the drive device (43).

**6. A device according to claim 5, characterized in that**

the closing element (42a, 42b) comprises a circle segment profile which is coaxially arranged in relation to the shaft (41).

**7. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that** at least two closing elements (42a, 42b) are provided, wherein preferably, the closing elements (42a, 42b) are distributed evenly on a concentric circle around the shaft (41).

**8. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that** each closing element (42a, 42b) can be moved upwards from below along the third opening (19a), preferably on a circular arc.

**9. A device according to any one of claims 2 to 8, characterized in that** each closing element (42a, 42b) in the nth cell (17) and the corresponding drive device (43) are arranged outside of the container (2), so that the shaft (41) enters through the outer contour (3) of the container (2) between the drive device (43) and the closing element (42a, 42b).

**10. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that** the limiting wall (19b), in particular a top part of said wall, extends on the upper end of the interim area (19) from the third opening (19a) to the second opening (8b) in the wall (8a) between the (n-1)th cell (16) and the nth cell (17), preferably inclined and/or bent upwards.

**11. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that** the discharge device (30, 40) comprises a conveying device (30) which runs at least partially in the nth cell (17).

**12. A device according to any one of the preceding claims, characterized in that** the discharge device (30, 40) comprises

a frequency converter.

13. A device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** in the wall (8a) between the (n-1)th cell (16) and the nth cell (17), at least one fourth opening (8c) is arranged above the second opening (8b), so that above the interim area (19), particle-shaped material can enter from the (n-1)th cell (16) into the nth cell (17).

14. A device according to claim 13, **characterized in that** the fourth opening (8c) is at least partially lockable, at least at certain times, preferably by a further closing element on the discharge device (30, 40).

15. A device according to any one of the preceding claims, **characterized by** a wall (18) between the nth cell (17) and the first cell (15), wherein this wall has no opening.

16. A device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the n cells (15, 16, 17) are arranged concentrically around the preparation device, preferably comprising a superheater (6).

17. A device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** above the walls (8, 8a), swirl vanes (9) are arranged which are inclined or curved in the direction of flow of the particle-shaped materials from the first cell (15) to the nth cell (17), wherein the outer diameter of the swirl vanes (9) is not larger than the outer diameter of the walls (8, 8a), and the swirl vanes (9) are surrounded by an outer sheath (3) which does not protrude radially over the outer sheath (3) which surrounds the walls (8, 8a).

18. A method for removing at least fluids from a mixture of particle-shaped materials in a device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the dwell time of the particle-shaped materials in the process chamber of the device is determined depending on a fluidised bed differential pressure in the process chamber.

19. A method according to claim 18, **characterized in that** in order to discharge the particle-shaped materials which have at least partially been freed at least from fluids from the process chamber, each closing element which locks the third opening is first turned from its respective locking position into an opening position which releases, preferably fully, the third opening, preferably sweeping upwards from below on the third opening, and subsequently, the closing element is held in the opening position for a first determined period of time.

20. A method according to either of claims 18 or 19, **characterized in that** in order to discharge the particle-shaped materials which have at least partially been freed at least from fluids from the process chamber, each closing element is first brought into a stationary condition for a second determined period of time, in which the third opening is partially opened, and during the second determined period of time, the third opening is further opened at least once for a third determined period of time, in particular, it is fully opened, wherein preferably in order to open the third opening at least in certain areas, at least one closing element is moved upwards from below past the third opening.

21. A method according to either of claims 19 or 20, **characterized in that** for the at least partial closure of the third opening, preferably depending on the first, second and/or third period of time, initially at least one closing element closes the third opening either downwards from above or upwards from below.

22. A method according to any one of claims 18 to 21, **characterized in that** the process chamber is filled with a mixture of particle-shaped materials, and a fluidisation agent is fed to the process chamber in such a manner that the fluidised bed at least in the (n-1)th cell, is built up at least up to the fourth opening.

## Revendications

1. Appareil (1) pour retirer au moins des fluides à partir d'une quantité de matériaux particuliers, avec un récipient (2), qui comprend un espace de traitement (20) annulaire possédant un contour extérieur cylindrique (3), avec un dispositif de chargement pour le chargement d'une quantité de matériaux particuliers dans l'espace de traitement

(20), avec un dispositif de déchargement (30, 40) pour décharger hors de l'espace de traitement (20) les matériaux particuliers au moins partiellement libérés d'au moins des fluides, avec un dispositif d'amenée (5) pour amener un agent de fluidisation depuis le bas dans l'espace de traitement (20) ainsi qu'avec au moins un dispositif de préparation (6) pour préparer, en particulier chauffer, l'agent de fluidisation dans le sens de l'écoulement avant le dispositif d'amenée (5), n cellules (15, 16, 17) s'étendant en direction verticale étant disposées dans l'espace de traitement (20) jusqu'aux n parois (8, 8a), avec  $n \in \mathbb{N}$ , une première cellule (15) étant en liaison fonctionnelle avec le dispositif de chargement, une n-ième cellule (17) étant en liaison fonctionnelle avec le dispositif de chargement (30, 40), les n cellules (15, 16, 17) sont ouvertes au niveau de leurs extrémités supérieures, les (n-1) premières cellules (15, 16) pouvant être parcourues par l'agent de fluidisation depuis le bas à travers un fond (7) muni de premières ouvertures, et les parois (8, 8a) entre les n cellules (15, 16, 17), de la première à la n-ième cellule (15, 16, 17), présentant respectivement au moins une deuxième ouverture (8b) pour un passage de matériaux particuliers, **caractérisé en ce que**

au moins une paroi de délimitation (19b) pour la délimitation d'un espace intermédiaire (19) entre la (n-1)-ième cellule (16) et la n-ième cellule (17) est installée au niveau de la paroi (8a) entre la (n-1)-ième cellule (16) et la n-ième cellule (17), l'espace intermédiaire (19) étant relié à la (n-1)-ième cellule (16) par l'intermédiaire de la deuxième ouverture (8) dans la paroi (8a) entre la (n-1)-ième cellule (16) et la n-ième cellule (17), qui est réalisée en particulier sous la forme d'un évidement au niveau de la face, tournée vers le fond (7), de ladite paroi (8a), l'espace intermédiaire (19) pouvant être relié à la n-ième cellule (17) par l'intermédiaire d'au moins une troisième ouverture (19a), qui est réalisée en particulier sous la forme d'un évidement de la paroi de délimitation (19b) au niveau de la face, tournée vers le fond (7), de la paroi de délimitation (19), l'espace intermédiaire (19) étant fermé latéralement et au niveau de son extrémité supérieure, faisant face au fond (7), par l'intermédiaire de la paroi de délimitation (19b) et pouvant être parcouru par l'agent de fluidisation depuis le bas à travers des premières ouvertures situées dans le fond (7), et la troisième ouverture (19a) pouvant être fermée ou ouverte au moins partiellement et au moins temporairement grâce à au moins un organe de fermeture (42a, 42b) du dispositif de déchargement (30, 40).

**2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que**

l'organe de fermeture (42a, 42b) peut être déplacé par l'intermédiaire d'un dispositif d'entraînement (43) du dispositif de déchargement (30, 40), de préférence de manière régulée, en particulier en fonction de données de sortie d'au moins un capteur (44a, 44b).

**3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que**

une couche fluidisée constituée du matériau particulier peut être produite dans les (n-1) premières cellules (15, 16) et dans l'espace intermédiaire (19) grâce à l'agent de fluidisation, et le capteur (44a, 44b) mesure au moins une grandeur caractéristique de la couche fluidisée, aucune couche fluidisée n'étant présente de préférence dans la n-ième cellule (17).

**4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que**

une pression différentielle de la couche fluidisée peut être enregistrée par le capteur (44a, 44b), de préférence au moyen d'un premier détecteur (44b) à l'intérieur de la couche fluidisée et d'un deuxième détecteur (44a) à l'extérieur, en particulier au-dessus, de la couche fluidisée, en particulier dans la (n-1)-ième cellule (16).

**5. Appareil selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que**

le dispositif d'entraînement (43) comprend au moins un moteur, comme un moteur-réducteur ou un moteur pas à pas, de préférence avec un positionneur pour le positionnement de l'organe de fermeture, et/ou l'organe de fermeture (42a, 42b) est relié par l'intermédiaire d'un arbre (41) à un moteur du dispositif d'entraînement (43).

**6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que**

l'organe de fermeture (42a, 42b) présente une section en segment de cercle agencée de manière coaxiale par rapport à l'arbre (41).

**7. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que**

au moins deux organes de fermeture (42a, 42b) sont prévus, les organes de fermeture (42a, 42b) étant agencés de manière régulièrement répartie sur un cercle concentrique autour de l'arbre (41).

**8. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que**

chaque organe de fermeture (42a, 42b) peut être déplacé de bas en haut le long de la troisième ouverture (19), de préférence sur un arc de cercle.

9. Appareil selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** chaque organe de fermeture (42a, 42b) est agencé dans la n-ième cellule (17) et le dispositif d'entraînement (43) correspondant est agencé à l'extérieur du récipient (2), de sorte que l'arbre (41) pénètre entre le dispositif d'entraînement (43) et l'organe de fermeture (42a, 42b) à travers le contour extérieur (3) du récipient (2).
10. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la paroi de délimitation (19b), en particulier une partie formant plafond de celle-ci, s'étend au niveau de l'extrémité supérieure de l'espace intermédiaire (19) depuis la troisième ouverture (19a) jusqu'à la deuxième ouverture (8b) dans la paroi (8a) entre la (n-1)-ième cellule (16) et la n-ième cellule (17), de préférence en étant inclinée et/ou courbée vers le haut.
11. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de déchargement (30, 40) comprend un dispositif de transport (30), qui passe au moins partiellement dans la n-ième cellule (17).
12. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de déchargement (30, 40) comprend un convertisseur de fréquence.
13. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** au moins une quatrième ouverture (8c) est agencée au-dessus de la deuxième ouverture (8b) dans la paroi (8a) entre la (n-1)-ième cellule (16) et la n-ième cellule (17), de sorte que du matériau particulaire peut entrer au-dessus de l'espace intermédiaire (19) de la (n-1)-ième cellule (16) jusque dans la n-ième cellule (17).
14. Appareil selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la quatrième ouverture (8c) peut être fermée au moins partiellement et au moins temporairement, de préférence grâce à un autre organe de fermeture du dispositif de déchargement (30, 40).
15. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une paroi (18) entre la n-ième cellule (17) et la première cellule (15), cette paroi ne présentant aucune ouverture.
16. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les n cellules (15, 16, 17) sont agencées de manière concentrique autour du dispositif de préparation, comprenant de préférence un surchauffeur (6).
17. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des pales d'hélice (9) sont agencées au-dessus des parois (8, 8a), qui sont inclinées ou coudées dans la direction d'écoulement des matériaux particuliers de la première cellule (15) jusqu'à la n-ième cellule (17), le diamètre extérieur des pales d'hélice (9) n'étant pas supérieur au diamètre extérieur des parois (8, 8a) et les pales d'hélice (9) étant entourées par une enveloppe extérieure (3), qui ne fait pas saillie radialement par-dessus l'enveloppe extérieure (3) qui entoure les parois (8, 8a).
18. Procédé pour retirer au moins des fluides à partir d'une quantité de matériaux particuliers dans un appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le temps de séjour des matériaux particuliers dans l'espace de traitement de l'appareil est déterminé en fonction d'une pression différentielle de couche fluidisée dans l'espace de traitement.
19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** pour le déchargement hors de l'espace de traitement des matériaux particuliers au moins partiellement libérés d'au moins des fluides, chaque organe de fermeture fermant la troisième ouverture est d'abord tourné à partir de sa position de fermeture respective dans une position d'ouverture libérant, de préférence complètement, la troisième ouverture, de préférence en passant du bas vers le haut devant la troisième ouverture, et l'organe de fermeture est par la suite maintenu dans la position d'ouverture pour une première durée déterminée.
20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce que** pour le déchargement hors de l'espace de traitement des matériaux particuliers au moins partiellement libérés d'au moins des fluides, chaque organe de fermeture est d'abord placé pour une deuxième durée déterminée dans un état stationnaire, dans lequel la troisième ouverture est partiellement ouverte, et la troisième ouverture est à nouveau ouverte, en particulier complètement ouverte, au moins une fois pour une troisième durée déterminée.

## EP 2 146 167 B1

pendant la deuxième durée déterminée, au moins un organe de fermeture étant déplacé du bas vers le haut en passant devant la troisième ouverture, de préférence en vue d'une ouverture au moins par endroit de la troisième ouverture.

- 5     **21.** Procédé selon la revendication 19 ou 20, **caractérisé en ce que**  
pour une fermeture au moins partielle de la troisième ouverture, de préférence en fonction des première, deuxième et/ou troisième durées, au moins un organe de fermeture ferme d'abord la troisième ouverture du haut vers le bas ou du bas vers le haut.
- 10    **22.** Procédé selon la revendication 18 ou 21, **caractérisé en ce que** l'espace de traitement est rempli avec une quantité de matériaux particuliers et un agent de fluidisation est amené vers l'espace de traitement de sorte que la couche fluidisée se constitue au moins dans la (n-1)-ième cellule au moins jusqu'à la quatrième ouverture.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

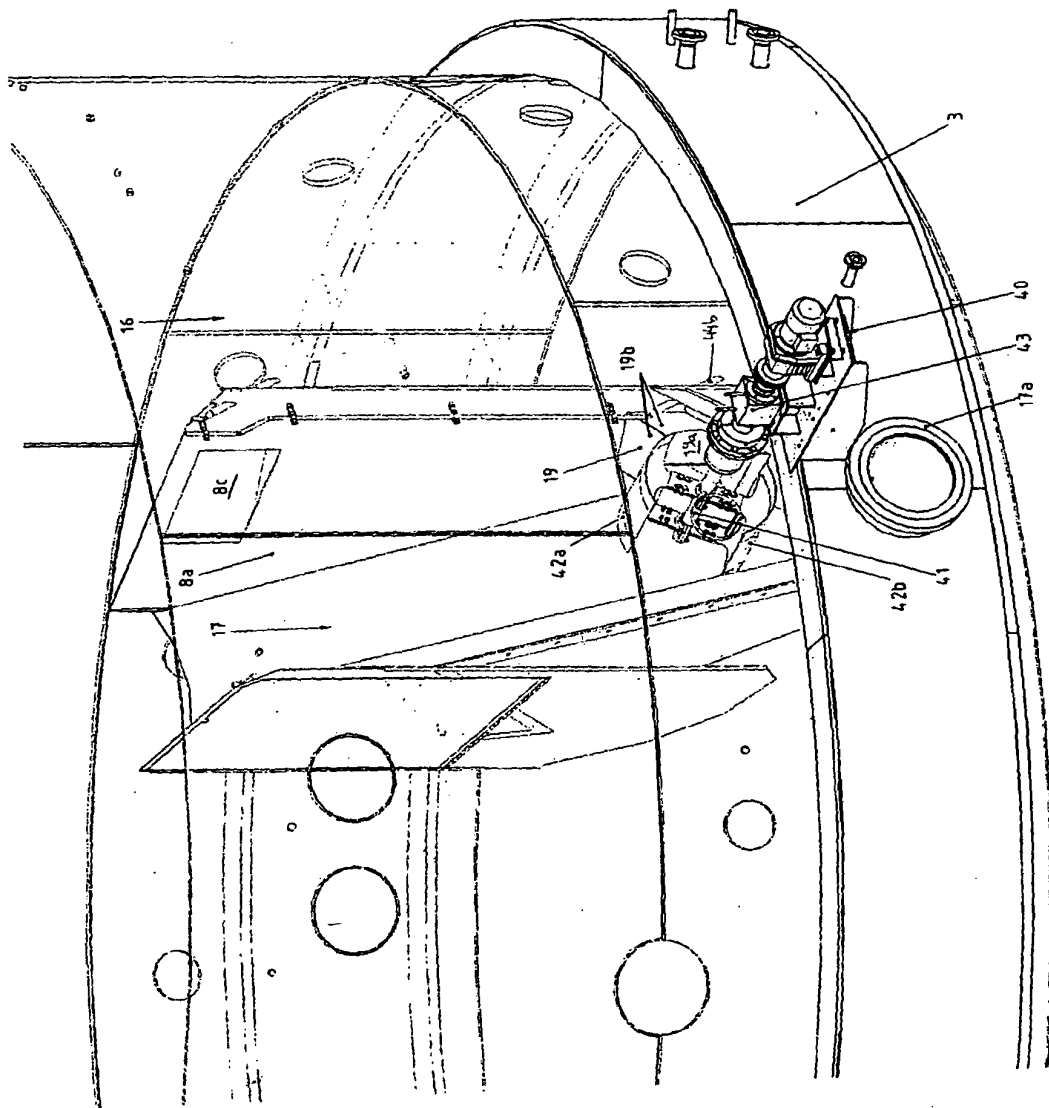
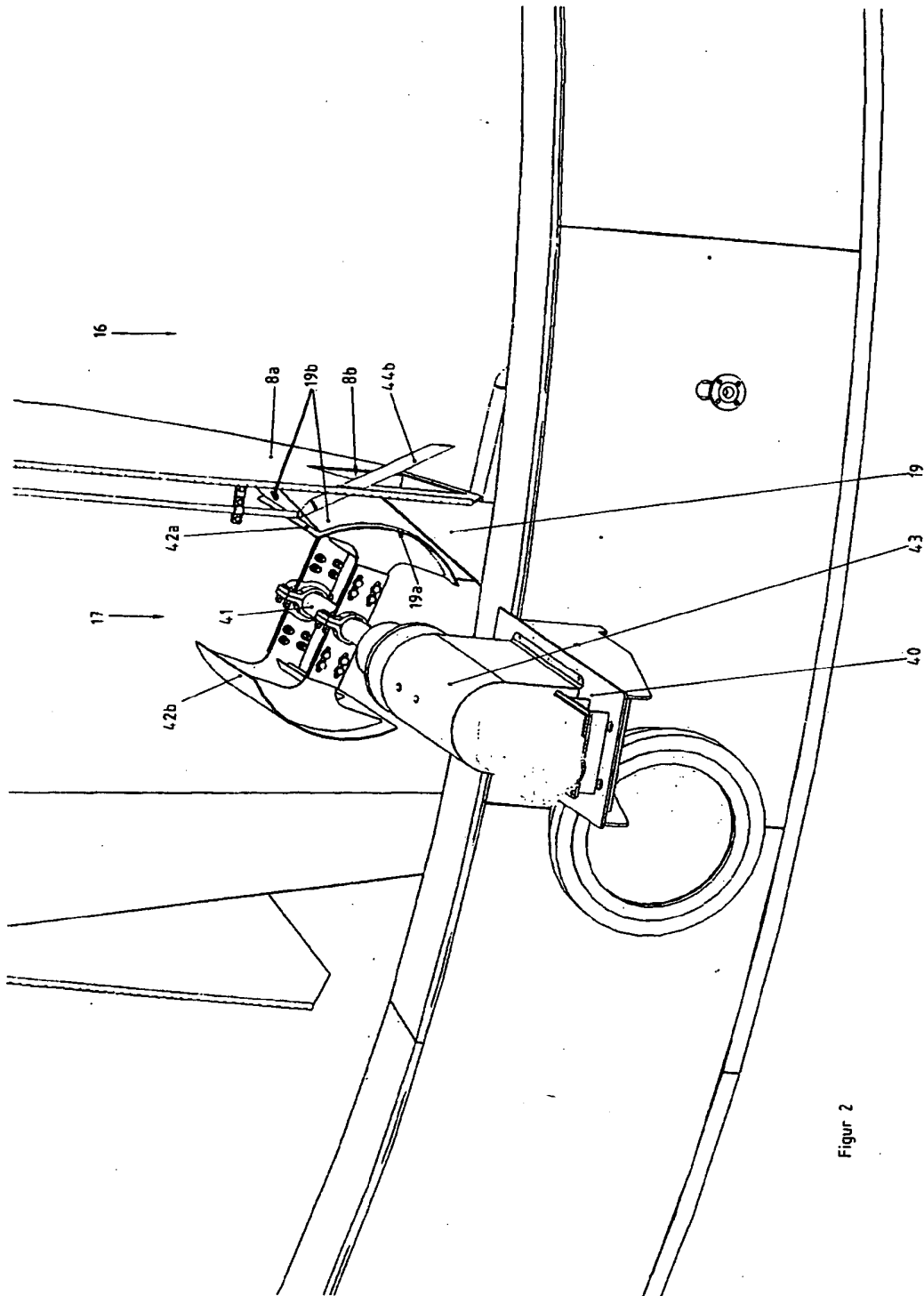


Fig. 1





Figur 2

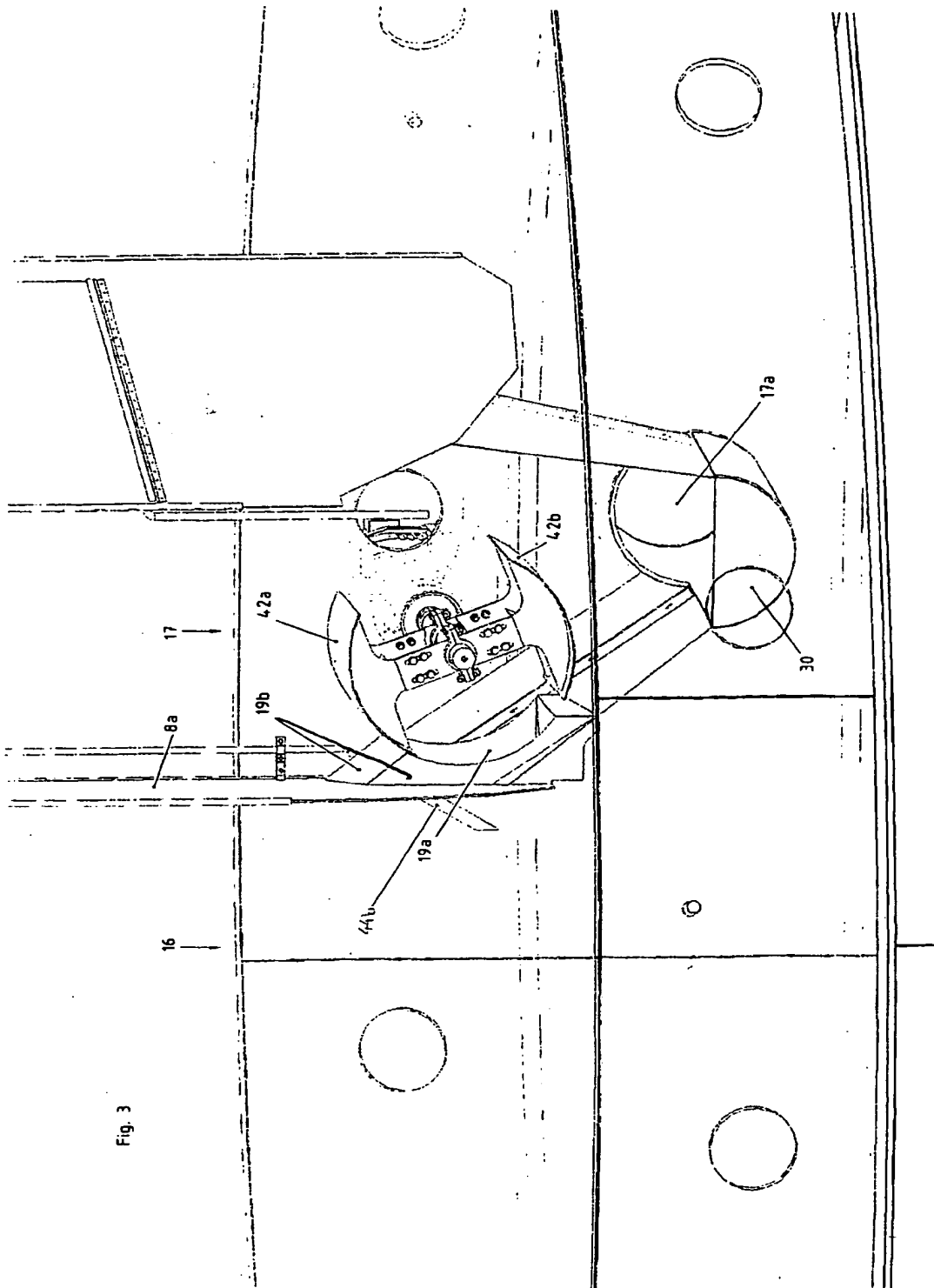
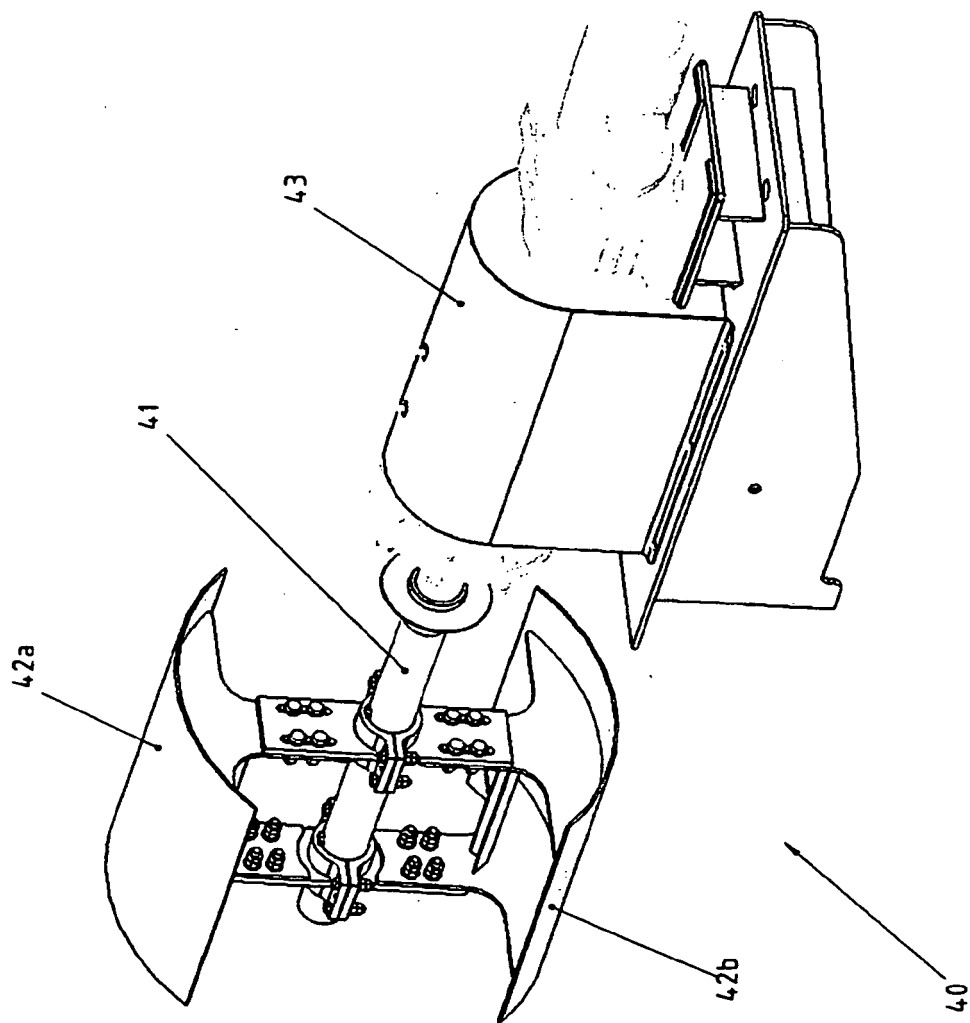
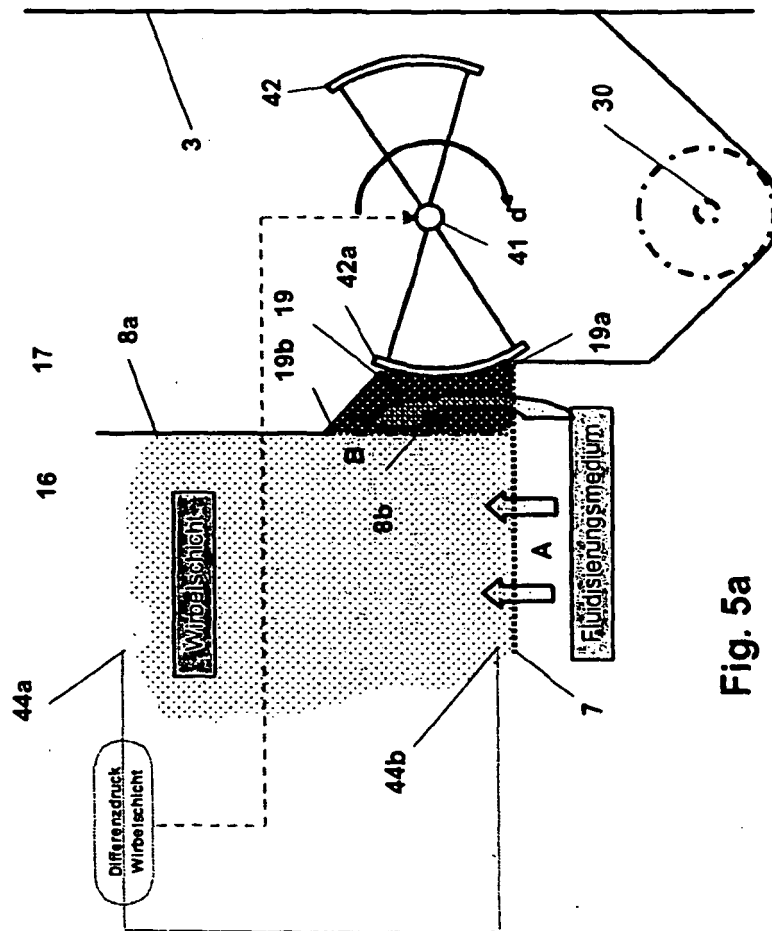


Fig. 3

Figur 4





**Fig. 5a**

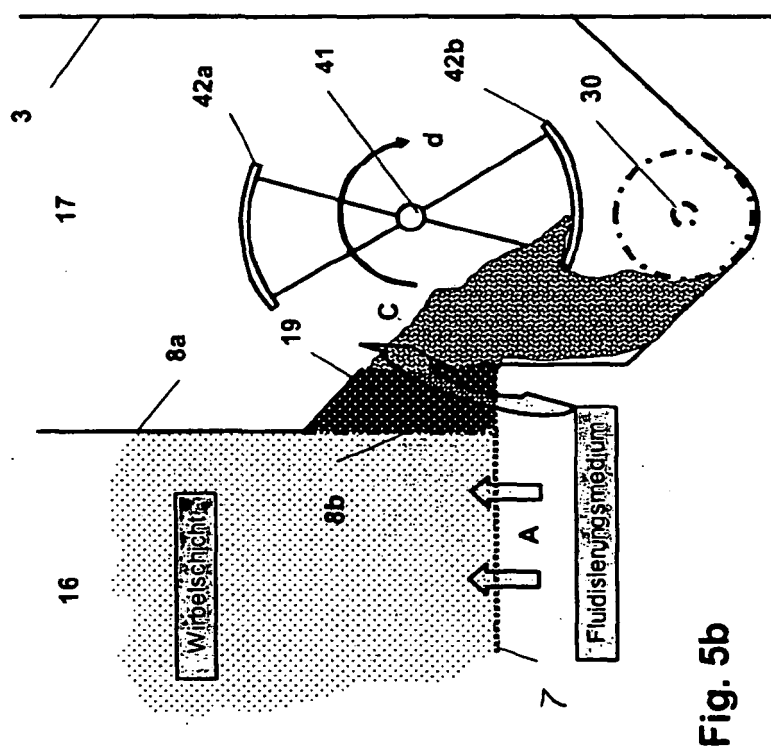


Fig. 5b

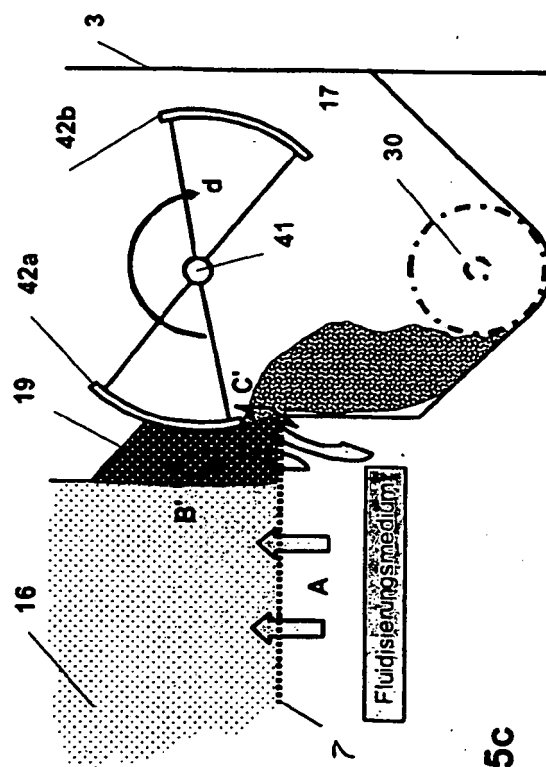


Fig. 5c

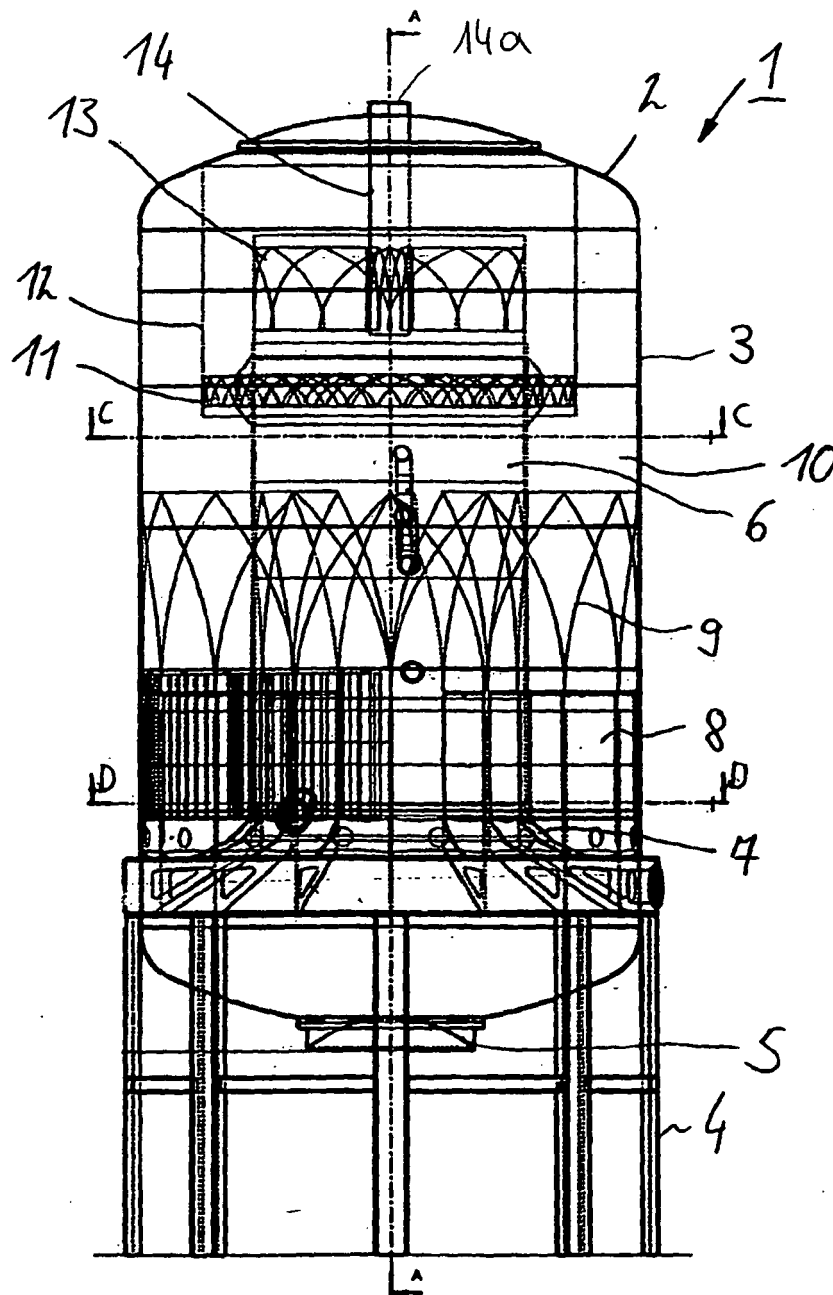
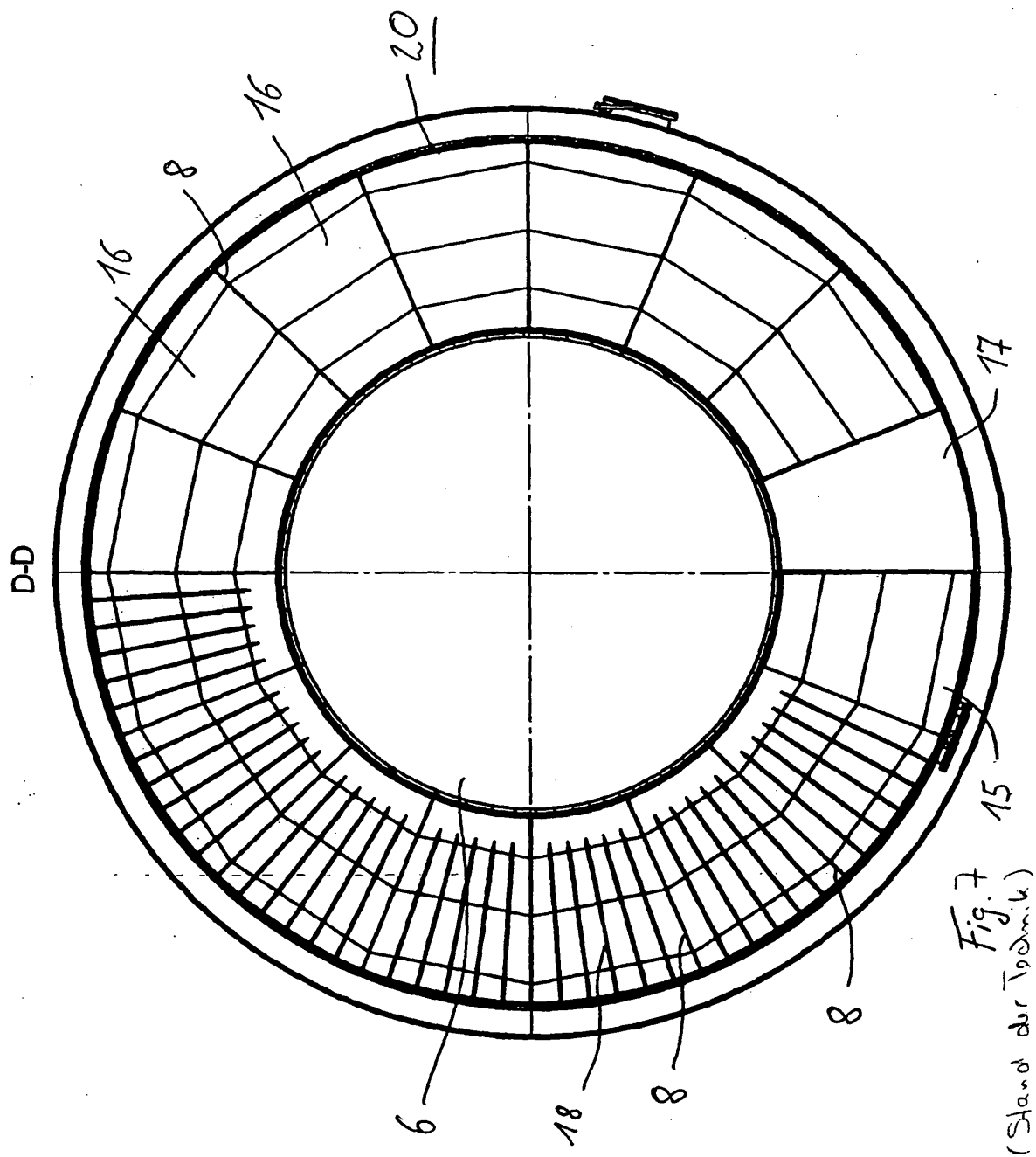


Fig. 6 (Stand der Technik)





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0955511 B1 [0012]