

(19)



(11)

**EP 3 292 912 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.12.2019 Patentblatt 2019/52**

(51) Int Cl.:

**B04C 9/00** (2006.01)      **B04C 11/00** (2006.01)  
**B02C 15/00** (2006.01)      **B04C 5/12** (2006.01)  
**B04C 5/14** (2006.01)      **B04C 5/185** (2006.01)  
**B04C 5/28** (2006.01)      **B02C 23/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16188007.5**

(22) Anmeldetag: **09.09.2016**

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES MULTIZYKLONS ZUM TRENNEN VON FEIN- UND FEINSTKORN SOWIE MULTIZYKLON**

METHOD FOR OPERATING A MULTICYCLONE FOR SEPARATING FINE AND MICRO GRAIN AND MULTICYCLONE

PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN MULTICYCLONE POUR LA SÉPARATION DE GRAINS FINS ET ULTRAFINS AINSI QUE MULTICYCLONES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

• **BÄTZ, André**  
**40549 Düsseldorf (DE)**  
• **RUHKAMP, Winfried**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.03.2018 Patentblatt 2018/11**

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Irmgardstrasse 3**  
**81479 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **Loesche GmbH**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:

• **WULFERT, Holger**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**CN-A- 1 036 578 DE-A1- 4 224 704**  
**FR-A- 1 517 649 FR-A- 1 584 200**  
**US-A- 2 799 355**

**EP 3 292 912 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Multizyklons zum Trennen von Fein- und Feinstkorn sowie einen Multizyklon.

**[0002]** Es sind gattungsgemäße Verfahren mit mehreren im Wesentlichen gleich aufgebauten Einzelzyklonen, welche jeweils eine Trägergaseintrittsöffnung, eine Trägergasaustrittsöffnung und eine Gießaustragsöffnung aufweisen, bekannt. Hierbei sind die Einzelzyklone gemeinsam in einem fehllufteintragarmen Gehäuse eingehaust, in dem eine obere und eine untere Kammer ausgebildet ist. Die Trägergasaustrittsöffnungen der Einzelzyklone sind zur oberen Kammer hin offen ausgeführt und die obere Kammer weist eine Trägergasgesamtaustrittsöffnung auf. Diese dient dazu, das Trägergas, welches jeweils aus den jeweiligen Trägergasaustrittsöffnungen der Einzelzyklone in die obere Kammer ausgetreten ist, über die Trägergasgesamtaustrittsöffnung aus dem Gehäuse des Multizyklons abzuführen. Die Gießaustragsöffnungen der Einzelzyklone sind jeweils zur unteren Kammer hin offen ausgebildet. Zusätzlich weist die untere Kammer eine Einrichtung zum fehllufteintragarmen Abziehen von durch die Gießaustrittsöffnungen eingetragenen Zyklongrieße auf. Ferner ist zu

**[0003]** Einzelzyklone werden auch als Fliehkraftabscheider bezeichnet. Sie dienen beispielsweise als sogenannte Massenkraftabscheider in prozesstechnischen Anlagen zum Separieren von festen Partikeln aus Gasen. Beispielsweise werden sie zur Abgasreinigung eingesetzt. Hierbei ist das Ziel, mittels des Zyklons das Trägergas, welches die Partikel in den Zyklon transportiert möglichst komplett, das heißt bis zu einem sehr großen Reinheitsgrad von Partikeln zu reinigen und wieder aus dem Zyklon abzuführen. Idealerweise wird hierbei ein Reinigungsgrad abhängig von der Partikelgröße und -masse von über 99% erreicht.

**[0004]** Wesentliche Bauteile eines Fliehkraftabscheiders sind ein oberer Einlaufzylinder, eine kegelförmige Verlängerung dieses Zylinders sowie ein Tauchrohr. Ein Zyklon funktioniert wie folgt. In den Einlaufzylinder wird Trägergas mit den abzutrennenden Partikeln tangential eingeblasen, sodass es eine kreisförmige Bahn beschreibt. Die in dem Trägergas befindlichen Partikel werden durch ihre Fliehkraft an die Wandung des zylindrischen Bereichs geleitet und im anschließenden kegelförmigen Bereich, insbesondere an den Kegelwänden, abgebremst, so dass sie aus dem Trägergasstrom herausfallen und den Zyklon nach unten verlassen. Das somit gereinigte Trägergas tritt über das Tauchrohr, welches sich im Inneren des Einlaufzylinders und des anschließenden Kegels erstreckt, wieder aus dem Zyklon aus.

**[0005]** Aus der PCT/EP2015/066348 ist bekannt, dass man einen Zyklon auch zum Trennen beziehungsweise Klassieren von feinen Partikeln einsetzen kann. Hierbei

wird gelehrt, dass über die Einströmungsgeschwindigkeit des Trägergasstromes in einen Zyklon teilweise die Trenneigenschaften des Zyklons beeinflusst werden können. Da jedoch in prozesstechnischen Anlagen die Trägergasströmung beziehungsweise Prozessgasströmung oft auf Grund von weiteren in derartigen Anlagen verbauten Apparaturen nicht beliebig beeinflussbar ist, hat sich eine derartige Regelung als nicht immer optimal durchführbar herausgestellt.

**[0006]** Aus der FR 1 517 649 A ist eine Vorrichtung bekannt, welche mehrere Multizyklone aufweist, wobei die jeweils einzelnen Multizyklone in einem gemeinsamen Gehäuse vorgesehen sind, wodurch eine obere und untere Kammer ausgebildet ist. Trägergas kann in die obere Kammer austreten. Zusätzlich weist die untere Kammer eine gemeinsame Gießaustragsöffnung auf.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die **Aufgabe** zugrunde, ein einfaches und effizientes Verfahren zum Betrieb eines Multizyklons zum Trennen von Fein- und Feinstkorn sowie einen Multizyklon zu schaffen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Betrieb eines Multizyklons zum Trennen von Fein- und Feinstkorn mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch einen Multizyklon mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

**[0009]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung sowie deren Figuren und deren Erläuterungen angegeben.

**[0010]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass den Trägergaseintrittsöffnungen jeweils von außerhalb des Gehäuses ein volumengleicher Trägergasstrom mit dem zu trennenden Fein- und Feinstkorn als Partikel zugeführt wird. In den Einzelzyklonen des Multizyklons wird eine zumindest anteilige Trennung von Fein- und Feinstkorn durchgeführt, wobei das Feinkorn als Zyklongrieß über die Gießaustragsöffnungen in die untere Kammer eintritt und von dort über die Einrichtung zum fehllufteintragarmen Abzug aus dem Gehäuse abgezogen wird. Das Feinstkorn wird als Zyklonfeingut mittels des Trägergasstroms über die obere Kammer und die Trägergasaustrittsöffnung aus dem Multizyklon geleitet. Ferner ist vorgesehen, dass mittels einer Regelung der Menge der durch die Zyklonregelluftzuführung in die untere Kammer zugeführten Zyklonregelluft pro Zeiteinheit die Menge, die Feinheit und/oder die Reinheit des aus dem Multizyklon geleiteten Feinstkorns eingestellt wird.

**[0011]** Falschlufteintragarm beziehungsweise falschluftarm oder auch fehlluftarm im Sinne der Erfindung kann derart verstanden werden, dass kaum beziehungsweise idealerweise keine Luft oder Gas von außerhalb des Multizyklons in den Multizyklon eindringen kann. Ein komplettes Verhindern des Eindringens von Falschluft oder Fehlluft ist jedoch bei realen Gegebenheiten nicht oder nur mit nicht vertretbarem Aufwand zu erreichen. Als wesentlicher Grund für den Eintrag von Fehlluft in den Multizyklon ist die Einrichtung zum fehllufteintragarmen Abzug von durch die Gießaustragsöffnungen aus-

getragenen Zyklongrieße anzusehen. Eine derartige Einrichtung kann beispielsweise als Zellradschleuse realisiert werden. Zellradschleusen, die den Anforderungen der hier beschriebenen Erfindung entsprechen, weisen beispielsweise eine Spaltbreite von ca. 0,3 mm auf. Insgesamt ist es möglich festzuhalten, dass der Falschlufteintrag im Sinne der Erfindung idealerweise möglichst gegen Null geht, jedoch in realen Szenarien maximal in einem Bereich von 1% liegen sollte.

**[0012]** Im Rahmen der hier vorliegenden Beschreibung wird der Begriff "Trägergasströmung" verwendet. Hierbei kann es sich im Sinne der Erfindung um eine Gas- oder Luftströmung handeln, mit der die zu trennenden Partikel, welche als Fein- und Feinstkorn bezeichnet werden, transportiert werden. Grundsätzlich kann hierzu jedes beliebige Gas oder Gasgemisch verwendet werden. Es kann sich beispielsweise um Umgebungsluft, sauerstoffabgereichertes Prozessgas oder dergleichen handeln.

**[0013]** Ein Grundgedanke der Erfindung kann darin gesehen werden, die in dem Multizyklon vorgesehenen Einzelzyklone jeweils mit einem volumengleichen Trägergasstrom zu versorgen. Dies hat zur Folge, dass die Einzelzyklone im Wesentlichen gleiche Trenncharakteristika zwischen Fein- und Feinstkorn aufweisen, wodurch eine Regelung dieser Trenngrenze über den gesamten Multizyklon deutlich vereinfacht wird.

**[0014]** Des Weiteren wurde entsprechend der Erfindung erkannt, dass es im Sinne eines einfachen Aufbaus und einer einfachen Regelung des Multizyklons zu bevorzugen ist, wenn Zyklonregelluft als Regelgröße für die Trenngrenze, das heißt insbesondere für die Menge, die Feinheit und/oder Reinheit des Feinstkorns, verwendet wird. Eine einfache Regelung ist auch dadurch gegeben, dass die Zyklonregelluft nicht jedem Einzelzyklon separat zugeführt wird, sondern eine gemeinsame einzige Zuführung der Zyklonregelluft zur unteren Kammer des Multizyklons vorgesehen ist. Selbstverständlich könnten auch konstruktionsbedingt mehrere Zuführungen in die untere Kammer vorgesehen sein. Wesentlich hierbei ist jedoch, dass die Zuführung und damit auch die Regelung der Zyklonregelluft in die untere Kammer erfolgt und nicht in jeden Einzelzyklon selbst und direkt.

**[0015]** Zentral bei der Erfindung ist, dass erkannt wurde, dass durch das Zuführen von Zyklonregelluft, der sich innerhalb des Zyklons ausbildende Wirbel beziehungsweise die Wirbelsenke gestört ausbildet, so dass keine 99%ige oder noch bessere Abscheidung der festen Partikel im Trägergasstrom mehr möglich ist. Tendenziell werden dann gröbere, das heißt Partikel mit einer höheren Dichte, noch abgeschieden, wohingegen kleinere beziehungsweise feinere Partikel mit einer geringeren Dichte nicht mehr aus dem Trägergasstrom abgeschieden werden können und über den aus dem Zyklon austretenden Trägergasstrom mitausgetragen werden.

**[0016]** Vorteilhaft ist es, wenn das Volumen pro Zeiteinheit der volumengleichen Trägergasströme zu den Einzelzyklonen abhängig von der Geometrie der verwen-

deten Einzelzyklone eingestellt wird, um bei geschlossener Zyklonregelluftzuführung ca. 99% des sich in den Trägergasströmen befindlichen Fein- und Feinstkorns als Zyklongrieß abzuscheiden. Es hat sich herausgestellt, dass ein derart eingestellter Grundzustand besonders effizient und effektiv mittels der Zuführung von Zyklonregelluft geregelt beziehungsweise gesteuert werden kann. Dies ergibt sich dadurch, dass die Einzelzyklone des Multizyklons in diesem Grundzustand derart betrieben werden, dass sie eine möglichst komplette Abscheidung des Fein- und Feinstkorns ermöglichen. Anschließend kann durch das Zuführen von Zyklonregelluft diese Trennung verschlechtert werden, so dass das Ziel erreicht wird, einen Teil des im Trägergasstroms befindlichen Partikel als Feinstkorn aus dem Multizyklon mittels des Trägergasgesamtaustrittstroms abzuführen und einer späteren Abscheidung zuzuführen.

**[0017]** Alternativ oder zusätzlich zum Einstellen des Volumens pro Zeiteinheit der volumengleichen Trägergasströme zu den Einzelzyklonen kann auch die Beladung der volumengleichen Trägergasströme zu den Einzelzyklonen mit Fein- und Feinstkorn abhängig von der Geometrie der Einzelzyklone eingestellt werden, um bei geschlossener Zyklonregelluftzuführung ca. 99% des sich in den Trägergasströmen befindlichen Fein- und Feinstkorn als Zyklongrieß abzuscheiden. In ähnlicher Weise wie über das Volumen pro Zeiteinheit der volumengleichen Trägergasströme ist auch die Beladung der volumengleichen Trägergasströme mit Partikeln, welche als Fein- und Feinstkorn abscheidbar sind, eine relevante Größe zum Einstellen eines stabilen Grundzustandes. Hierbei kann die Beladung als Gramm Staubpartikel pro Kubikmeter Trägergas oder als Kilogramm Staubpartikel pro Kilogramm Trägergas angegeben werden.

**[0018]** Das Einstellen einer Beladung, die die zuvor angegebenen Bedingungen erfüllt, ist bevorzugt, da bei einer zu hohen Beladung bereits grundsätzlich keine 99%ige Abscheidung von Fein- und Feinstkorn als Zyklongrieß möglich ist, und somit die Regelung über Zyklonregelluft erschwert wird. Wunschgemäß ist selbstverständlich die Beladung möglichst zu optimieren, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die Effektivität des Multizyklons hat. Dies bedeutet, je näher die Beladung am Optimum ist, das heißt bei einer 99%igen Abscheidung ohne dem Zuführen von Zyklonregelluft, ein umso größerer Durchsatz kann mit einem derartigen Multizyklon erreicht werden.

**[0019]** Bevorzugt ist es, wenn im Betrieb eine Druckdifferenz zwischen der oberen und der unteren Kammer eingestellt wird und der Druck in der oberen Kammer niedriger ist als der Druck in der unteren Kammer. Dies kann beispielsweise durch ein saugendes Gebläse nach dem Multizyklon erreicht werden, so dass sich im gesamten Multizyklon ein Druckgefälle einstellt. Hierdurch ist in der oberen Kammer der statische Druck niedriger als in der unteren Kammer. Somit ist es einfach möglich zu erreichen, dass die in die untere Kammer eingeführte Zyklonregelluft durch die Einzelzyklone in die obere

Kammer strömt, und somit den gewünschten Effekt auf die Trenneigenschaften der Einzelzyklone hat.

**[0020]** Diesbezüglich ist es vorteilhaft, wenn der Druck in der oberen Kammer und in der unteren Kammer niedriger als der Umgebungsdruck eingestellt wird. Hierdurch wird erreicht, dass die Zyklonregelluft nicht in den Multizyklon selbst geblasen werden muss, sondern in diesen eingesaugt wird. Ein derartiges Verfahren erleichtert den Aufbau und den Betrieb eines Multizyklons, da es verfahrensbedingt notwendig ist, entweder die Trägergasströme aktiv in den Multizyklon hineinzublasen oder wie es bevorzugt ist, über ein Gebläse durch den Multizyklon hindurchzusaugen.

**[0021]** Grundsätzlich kann das zu trennende Fein- und Feinstkorn direkt in einen Trägergasstrom aufgegeben werden. Vorteilhaft ist es jedoch, wenn das zu trennende Fein- und Feinstkorn vor der Aufgabe in den Multizyklon mittels des Trägergases einer Dispergiereinheit zugeführt wird, und von dort mittels des Trägergasstroms zum Multizyklon transportiert wird. Ein derartiges Verfahren ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Fein- und Feinstkorn nicht direkt aus einem vorgeschalteten Prozess über den Trägergasstrom zugeführt wird, sondern aus einer Lagerstelle wie einem Bunker. Durch das Verwenden einer Dispergiereinheit wird erreicht, dass das Fein- und Feinstkorn in dem Trägergasstrom möglichst homogen verteilt ist und auch kaum Partikel aneinander anhaften. Hierdurch wird das Ergebnis der Trennung im Multizyklon positiv beeinflusst.

**[0022]** Grundsätzlich kann das Feinstkorn, welches mittels des Trägergasaustrittstroms aus dem Multizyklon ausgetragen wird, in beliebiger Weise aus dem Trägergasstrom abgetrennt werden. Vorteilhaft ist es, wenn dies mittels eines Filters durchgeführt wird. Als Filter kann hierbei beispielsweise ein Schlauchfilter oder Patronenfilter verwendet werden.

**[0023]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise auf einen Multizyklon mit mehreren im Wesentlichen gleich aufgebauten Einzelzyklonen angewendet werden. Diese Einzelzyklone weisen jeweils eine Trägergaseintrittsöffnung, eine Trägergasaustrittsöffnung und eine Grießaustragsöffnung auf. Die Einzelzyklone sind gemeinsam in einem fehlufteintragsarmen Gehäuse eingehaust, in dem eine obere und eine untere Kammer ausgebildet ist. Hierbei sind die Trägergasaustrittsöffnungen der Einzelzyklone zur oberen Kammer hin offen ausgeführt. Diese obere Kammer weist eine Trägergasgesamtaustrittsöffnung auf, um das Trägergas, welches aus den jeweiligen Trägergasaustrittsöffnungen der Einzelzyklone in die obere Kammer eintritt, über diese Trägergasgesamtaustrittsöffnung aus dem Gehäuse des Multizyklons abzuführen. Die Grießaustragsöffnungen der Einzelzyklone sind jeweils zur unteren Kammer hin offen ausgebildet, wobei die untere Kammer eine Einrichtung zum fehlufteintragsarmen Abzug von durch die Grießaustragsöffnung eingetragenen Zyklongrieße aufweist.

**[0024]** Die Trägergaseintrittsöffnungen sind derart

ausgebildet, dass sie jeweils von außerhalb des Gehäuses des Multizyklons mit einem volumengleichen Trägergasstrom beaufschlagbar und nicht mit der oberen oder der unteren Kammer strömungstechnisch verbunden sind. Zu der unteren Kammer ist eine gemeinsame Zyklonregelluftzuführung vorgesehen, über welche gezielt Zyklonregelluft in die untere Kammer leitbar ist. Zusätzlich ist eine Steuer- und Regeleinrichtung vorgesehen und eingerichtet, um mittels der Menge der Zyklonregelluft pro Zeiteinheit die Menge, die Feinheit und/oder die Reinheit des aus dem Multizyklon geleiteten Feinstkorns einzustellen.

**[0025]** Mit einer derartigen erfindungsgemäßen Konstruktion ist es relativ einfach möglich, über das Einstellen der Zyklonregelluftmenge pro Zeiteinheit, die Menge, die Feinheit und/oder Reinheit des mittels des Multizyklons abgetrennten Feinstkorns einzustellen.

**[0026]** Der gesamte Aufbau des Multizyklons ist derart, dass es eine gemeinsame Zyklonregelluftzuführung zu allen Einzelzyklonen gibt. Dies bedeutet, dass lediglich eine Zuführung, welche zentral in die untere Kammer führt, eingestellt und/oder geregelt werden muss, um auf die zuvor aufgeführten Eigenschaften des Feinstkorns Einfluss zu nehmen.

**[0027]** Damit dies einfach möglich ist, sind die Einzelzyklone über ihre Grießaustragsöffnungen strömungstechnisch mit der unteren Kammer verbunden. Durch das Zuführen von Zyklonregelluft über die untere Kammer und die Grießaustragsöffnungen in die Einzelzyklone wird die Wirbelsenke, welche sich jeweils in den Einzelzyklonen ausbildet, und maßgeblich für die Trennschärfe beziehungsweise weitere Trenneigenschaften in einem Zyklon zuständig ist, beeinflusst. Je mehr diese Wirbelsenke beeinflusst wird, umso mehr verschiebt sich die Trenngrenze vom Bereich des Feinstkorns in den Bereich des Feinkorns.

**[0028]** Vorteilhaft an einer derartigen Ausführung ist, dass der Trägergasstrom, der den Einzelzyklonen zugeführt wird, hierbei nicht abgeändert oder beeinflusst werden muss. Dies bedeutet, dass der Multizyklon im Betrieb einmal auf einen idealerweise optimalen Betriebspunkt eingestellt wird und anschließend die Trenneigenschaften lediglich über die Menge der zugeführten Zyklonregelluft pro Zeiteinheit variiert und nachjustiert werden müssen.

**[0029]** So hat die Konstruktion des erfindungsgemäßen Multizyklons den Vorteil, dass der Multizyklon grundsätzlich in einem optimalen Betriebspunkt bezüglich der Menge des zuströmenden Trägergases sowie dessen Beladung eingestellt werden kann und somit in einer effizienten Weise betrieben werden kann.

**[0030]** Grundsätzlich können die Einzelzyklone in dem Multizyklon beliebig angeordnet sein. In Bezug auf eine einfache Regelung des Multizyklons ist es bevorzugt, wenn die Einzelzyklone strömungstechnisch parallel in dem Gehäuse vorgesehen sind. Dies bedeutet, dass sie alle eine jeweilige einzelne Trägergaseintrittsöffnung aufweisen, welche von außerhalb des Multizyklons mit

Partikeln beladenem Trägergas versorgt wird.

**[0031]** Durch die parallele Anordnung wird erreicht, dass sich die Einzelzyklone, welche im Wesentlichen identisch ausgebildet sind, jeweils gleich verhalten und so ein ähnliches Trennverhalten vorliegt. Auch bietet sich der Vorteil, dass der Multizyklon einfach skaliert werden kann, indem zusätzliche Einzelzyklone parallel vorgesehen werden, da diese lediglich in dem gemeinsamen Gehäuse vorgesehen werden müssen. Hier zeigt sich wiederum der Vorteil der gemeinsamen Zyklonregelluftzuführung, so dass für einen weiteren Einzelzyklon keine zusätzliche neue Zyklonregelluftzuführung notwendig ist.

**[0032]** Bevorzugt ist es, wenn die obere und die untere Kammer luftdicht zueinander ausgebildet sind, wobei ein Luftaustausch zwischen der oberen und der unteren Kammer im Wesentlichen nur über die Einzelzyklone erfolgt. Luftdicht in diesem Sinne bedeutet, dass ein Luftaustausch zwischen beiden Kammern ausschließlich über beziehungsweise durch die Einzelzyklone erfolgen kann, so dass kein direkter Luftaustausch zwischen diesen zwei Kammern vorgesehen ist. Das luftdichte Trennen der oberen und der unteren Kammer hat zur Folge, dass die Zyklonregelluft nur über die Gießaustrittsöffnungen der Einzelzyklone in die Einzelzyklone und über die Trägergasaustrittsöffnungen in die obere Kammer strömen kann. Mit einer derartigen Konstruktion wird erreicht, dass die in die untere Kammer eingeleitete Zyklonregelluft komplett durch die Einzelzyklone strömt und somit voll zur Steuerung der Trennung zwischen Fein- und Feinstkorn eingesetzt wird.

**[0033]** Ein erfindungsgemäßer Multizyklon kann bevorzugt im Rahmen eines Feinstkornabscheiders zum Trennen von Fein- und Feinstkorn aus einem Vor- oder Zwischenprodukt verwendet werden beziehungsweise eingebaut sein. Ein derartiger Feinstkornabscheider weist neben einem erfindungsgemäßen Multizyklon einen nach dem beziehungsweise stromabwärts des Multizyklons geschalteten Filter auf. Das Vor- oder Zwischenprodukt wird mittels eines Trägergasstroms mindestens einem Multizyklon zugeführt. Im Multizyklon ist das Feinkorn als Zyklongrieß abscheidbar. Anschließend wird das sich weiterhin im Trägergasstrom befindliche Feinstkorn weiter zum Filter geleitet, in dem es abscheidbar ist. Ein derartiger Feinstkornabscheider ermöglicht es in einfacher Weise, den aus dem Multizyklon austretenden Trägergasstrom, in welchem das in den Zyklonen nicht abgeschiedene Feinstkorn vorhanden ist, weiter zu behandeln, so dass auch das Feinstkorn aus dem Trägergasstrom gewonnen werden kann, und der Trägergasstrom selbst entweder dem Prozess erneut zugeführt oder in die Umwelt geleitet werden kann.

**[0034]** Ferner ist es möglich, mehrere Multizyklone vor dem Filter strömungstechnisch in Serie nacheinander vorzusehen. Hierbei sind die jeweiligen Einzelzyklone der mehreren Multizyklone in Strömungsrichtung des Trägergasstromes jeweils mit einem geringeren Durchmesser ausgestattet. Mit anderen Worten können meh-

rere Multizyklone kaskadierend vor dem Filter angeordnet sein, wobei der Durchmesser der Einzelzyklone kleiner wird je näher in Strömungsrichtung der Multizyklon an dem Filter angeordnet ist.

**[0035]** Der Durchmesser eines Einzelzyklons ist wesentlich verantwortlich für die Möglichkeiten zum Einstellen der Trenngrenze. Je kleiner der Durchmesser ist, umso weiter kann die Trenngrenze zwischen Fein- und Feinstkorn in Richtung Feinstkorn beziehungsweise kleinerem Durchmesser verschoben werden, so dass das Feinstkorn feiner ist. Mit einer derartigen kaskadierenden Anordnung von mehreren Multizyklonen ist es somit möglich, verschiedene Fraktionen von Fein- beziehungsweise Feinstkorn mit einem Feinstkornabscheider herzustellen.

**[0036]** Grundsätzlich kann das Vor- oder Zwischenprodukt dem Feinstkornabscheider direkt aus einer prozesstechnischen Anlage, beispielsweise einem Mahlprozess, zugeführt werden. Da in diesem Fall jedoch oft die Volumina der Trägergasströme basierend auf dem vorgeschalteten Prozess definiert sind, ist es nicht einfach, den Multizyklon dann in einem effizienten Betriebspunkt zu betreiben.

**[0037]** Daher ist es vorteilhaft, wenn vor dem oder den Multizyklonen des Feinstkornabscheiders ein Vorratsbunker für das Vor- und Zwischenprodukt sowie eine Dispergiereinheit vorgesehen ist. Das zu separierende Vor- oder Zwischenprodukt wird vom Vorratsbunker über die Dispergiereinheit dem Feinstkornabscheider mittels des Trägergasstroms zugeführt. Mit einem derartigen Aufbau kann der Feinstkornabscheider von einem vorgeschalteten Prozess abgekoppelt und so unabhängig von diesem Betriebszustand betrieben werden. Das Einsetzen einer Dispergiereinheit nach dem Vorratsbunker hat sich als vorteilhaft herausgestellt, da mittels der Dispergiereinheit erreicht wird, dass das mittels des Trägergasstroms weiter zu befördernde Fein- und Feinstkorn homogen und im Wesentlichen ohne Anhaftungen in dem Trägergasstrom vorhanden ist, so dass eine gute Trennung im Multizyklon ermöglicht ist.

**[0038]** Der Feinstkornabscheider kann auch in einer Mahlanlage zum Herstellen von Fein- und Feinstkorn aus einem Rohstoff eingesetzt werden. Eine derartige Mahlanlage weist eine Mühle-Sichter-Kombination auf, welche einen Sichter und eine Mühle hat. Hierbei ist die Mühle-Sichter-Kombination ausgebildet, um bei einer ersten Sichtung mindestens einmal zerkleinerten Rohstoff vom Sichter der Mühle-Sichter-Kombination als abgewiesenes Grobgut der Mühle wieder zur weiteren Zerkleinerung zuzuführen.

**[0039]** Ferner ist ein Mahlanlagenfilter vorgesehen. Mittels eines Mahlanlagen-trägergasstromes wird vom Sichter der Mühle-Sichter-Kombination nicht abgewiesenes zerkleinertes Mahlgut zum Mahlanlagenfilter transportiert und dort aus dem Mahlanlagen-trägergasstrom abgeschieden. Anschließend wird direkt oder indirekt, beispielsweise über einen Bunker, das am Mahlanlagenfilter abgeschiedene zerkleinerte Mahlgut dem Feinst-

kornabscheider zugeführt und dort in Fein- und Feinstkorn getrennt.

**[0040]** Grundsätzlich kann eine beliebige Mühlenkonstruktion verwendet werden, die eine Zerkleinerung des Mahlgutes auf die gewünschte Feinheit ermöglicht. Als vorteilhaft hat es sich herausgestellt, eine Vertikalmühle mit Mahlteller und Mahlwalzen hierfür zu verwenden, da hiermit ein gutes Zerkleinerungsergebnis erreicht wird und bei der Zerkleinerung eine große Bandbreite an Kornfraktionen entstehen, so dass in dem Trägergasstrom Fein- und Feinstkorn beider Fraktionen vorhanden ist. Vorteilhaft ist außerdem, dass eine Vertikalmühle in diesem Verfahren relativ energieeffizient im Vergleich zu Kugelmühlen betrieben werden kann.

**[0041]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Beispielen mit Hilfe von schematischen Figuren erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine skizzenhafte Darstellung eines erfindungsgemäßen Multizyklons;
- Fig. 2 ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Feinstkornabscheiders mit Dispergiereinheit und Vorratsbunker;
- Fig. 3 ein schematisches Flussdiagramm einer Mahlanlage mit erfindungsgemäßen Feinstkornabscheider, und
- Fig. 4 ein kombiniertes schematisches Diagramm zur Erläuterung der Zyklonregelluftmenge und der Staubbeladung des Trägergases in Bezug auf die Feinheit.

**[0042]** In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Multizyklons 1 gezeigt. In dem Multizyklons 1 sind in einem Gehäuse 3 mehrere, im hier dargestellten Ausführungsbeispiel sechs mal sechs, also 36, baugleiche Einzelzyklone 10 angeordnet. In Fig. 1 sind nur sechs Einzelzyklone 10 sichtbar. Die weiteren Einzelzyklone 10 befinden sich in der Tiefenrichtung der Skizze. Bevorzugt werden die Einzelzyklone 10 in einer quadratischen Anordnung eingesetzt.

**[0043]** Die Einzelzyklone 10 sind im Wesentlichen identischer Bauart und weisen jeweils eine Trägergaseintrittsöffnung 11, eine Trägergasaustrittsöffnung 12 sowie eine Gießaustragsöffnung 13 auf. Mittels einer Trennung 15 ist das Gehäuse 3 in eine obere Kammer 5 und in eine untere Kammer 6 unterteilt.

**[0044]** Die einzelnen Einzelzyklone 10 sind jeweils zwischen der oberen Kammer 5 und der unteren Kammer 6 angeordnet. Die Trägergaseintrittsöffnungen 11 der Einzelzyklone 10 sind derart ausgestaltet, dass sie mit einem Trägergasstrom von außerhalb des Gehäuses 3 bedient werden können. Die Zuführung des Trägergases in die Trägergaseintrittsöffnungen 11 der Einzelzyklone 10 erfolgt hierbei direkt von außerhalb des Gehäuses 3, so dass das Trägergas nicht zuerst in die obere Kammer

5 oder untere Kammer 6 eindringt.

**[0045]** Jeder Einzelzyklon 10 ist über seine Trägergasaustrittsöffnung 12 mit der oberen Kammer 5 strömungstechnisch verbunden. In analoger Weise ist jeder Einzelzyklon 10 über seine Gießaustragsöffnung 13 mit der unteren Kammer 6 strömungstechnisch verbunden. Die obere Kammer 5 weist eine Trägergasgesamtaustrittsöffnung 7 auf, über die Trägergas, welches aus den Trägergasaustrittsöffnungen 12 der Einzelzyklone 10 in die obere Kammer 5 eintritt, aus dieser austreten kann.

**[0046]** An der unteren Kammer 6 ist eine Einrichtung zum falsch- oder fehlluftarmen Abzug von Zyklongrießen vorgesehen. Diese Einrichtung kann beispielsweise als Zellradschleuse 8 ausgeführt sein, so dass die Zyklongrieße aus der unteren Kammer 6 abgeführt werden können, ohne dass größere Mengen Luft in die untere Kammer 6 eintreten können.

**[0047]** Zusätzlich ist eine Zyklonregelluftzuführung 9 in die untere Kammer 6 vorgesehen. Über diese Zyklonregelluftzuführung 9 kann gezielt Luft beziehungsweise Gas in die untere Kammer 6 geleitet werden. Hierfür ist eine Volumenstrommessung 62 sowie eine Regelklappe 61 vor der Zyklonregelluftzuführung 9 angebracht, womit das Volumen beziehungsweise die Menge der in die untere Kammer 6 eingebrachten Zyklonregelluft variiert und eingestellt werden kann.

**[0048]** Im Folgenden wird nun der Betrieb und die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Multizyklons 1 näher erläutert.

**[0049]** Entsprechend der Erfindung wird der Multizyklon 1 nicht, wie herkömmlicherweise üblich, zum Reinigen eines Luft- oder Gasstromes von Partikeln verwendet, sondern als gezieltes Trennaggregat von Partikeln, welche innerhalb eines Trägergasstromes vorhanden sind. Hierzu wird ein Trägergasstrom in die einzelnen Einzelzyklone 10, welche jeweils strömungstechnisch parallel, das heißt neben- und hinter einander, angeordnet sind, mit einer entsprechenden Partikelbeladung geleitet.

**[0050]** Im Rahmen der Erfindung wird diesbezüglich auf Fein- und Feinstkorn Bezug genommen, wobei eine Trennung zwischen Fein- und Feinstkorn durchgeführt werden soll. Das mit Partikeln beladene Trägergas wird an die einzelnen Einzelzyklonen 10 mit einem gleichen Volumen pro Zeiteinheit und einer gleichen Beladung von Partikeln aufgeteilt, so dass die Einzelzyklone 10 eine möglichst gleiche Abscheidecharakteristik beziehungsweise Trenneigenschaften aufweisen. Durch die Geometrie des Einlaufzylinders und des Kegels der Einzelzyklone 10 ist es in bekannter Weise möglich, die Partikel aus dem Trägergasstrom abzuschneiden. Die abgeschiedenen Partikel werden über die Gießaustragsöffnung 13 als Zyklongrieße in die untere Kammer 6 überführt beziehungsweise fallen in diese. Das im Wesentlichen von den Partikeln gereinigte Trägergas kann dann über die Trägergasaustrittsöffnung 12 aus den Einzelzyklonen 10 in die obere Kammer 5 eindringen und diese wiederum über die Trägergasgesamtaustrittsöffnung 7 ver-

lassen.

**[0051]** Im Einzelzyklon 10 findet die Abscheidung der Partikel im Wesentlichen dadurch statt, dass durch die Geometrie des Zyklons das sich auf einer kreisförmigen Bahn befindliche Trägergas mit den Partikeln weiter beschleunigt wird, so dass die Partikel aufgrund von Fliehkraft und Schwerkraft aus dem beschleunigten Trägergasstrom austreten und nach unten über die Gießaustragsöffnung 13 herausfallen. Das so gereinigte Trägergas kann dann über ein vorgesehenes Tauchrohr, wie bereits beschrieben, und über die Trägergasaustrittsöffnung 12 aus dem Einzelzyklon 10 austreten.

**[0052]** Die sich innerhalb eines Einzelzyklons 10 einstellenden Strömungsbedingungen werden auch als Wirbelsenke bezeichnet. Wird diese Wirbelsenke gestört, beispielsweise durch Zyklonregelluft, welche über die Gießaustragsöffnungen 13 in das Einzelzyklon 10 einströmt, verändert sich die Strömungsgeschwindigkeit des Trägergases in dem Einzelzyklon 10, so dass auch leichtere Partikel, welche hier als Feinstkorn bezeichnet werden, über das Tauchrohr aus dem Einzelzyklon 10 austreten können und nicht als Zyklongrieß über die Gießaustragsöffnung 13 abgeschieden werden.

**[0053]** Diese Erkenntnis macht sich die Erfindung zunutze, indem sie gezielt Zyklonregelluft über die Zyklonregelluftzuführung 9 in die untere Kammer 6 des Multizyklons 1 zuführt. Wesentlich ist hierbei, dass sichergestellt wird, dass die zugeführte Zyklonregelluft durch die Einzelzyklone 10 strömt und die Wirbelsenke beeinflusst. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass stromabwärts der Trägergasgesamtaustrittsöffnung 7 ein saugendes Gebläse vorgesehen ist, welches das Trägergas durch den Multizyklon 1 saugt. Auf diese Weise ist in der oberen Kammer 5 der statische Druck niedriger als in der unteren Kammer 6, wobei der Druck dort wiederum niedriger ist als der Umgebungsdruck. Auf diese Weise kann die Zyklonregelluft mittels der Regelklappe 62 durch Öffnen und Schließen der unteren Kammer 6 zugeführt werden.

**[0054]** Um einen effektiven Betrieb des erfindungsgemäßen Multizyklons 1 zu erreichen, hat es sich herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, die Menge des Trägergases sowie dessen Beladung mit Partikeln so einzustellen, dass eine 99%ige oder noch bessere Abscheidung der Partikel in den Einzelzyklonen 10 bei geschlossener Zyklonregelluftzuführung 9 erreicht wird. Wird nun gezielt Zyklonregelluft zugeführt, kann die Abscheidungsrate verändert werden, so dass ein Teil der Partikel als Feinstkorn über den aus dem Multizyklon 1 austretenden Trägergasgesamtsstrom abgeführt werden kann und später aus diesem abgeschieden werden kann.

**[0055]** Anders ausgedrückt, kann mittels der Zyklonregelluft die Massestromaufteilung zwischen Feinstgut, welches aus dem Multizyklon ausgetragen wird, und Feingut, welches als Zyklongrieß im Multizyklon abgeschieden wird, eingestellt werden. Dies bedeutet, dass bei einer komplett geöffneten Zyklonregelluftzuführung 9 annähernd 100% der im Trägergasstrom vorhandenen

Partikel über die Gesamträgergasaustrittsöffnung 7 wieder aus dem Multizyklon 1 ausgeführt werden. Demgegenüber werden annähernd 100%, genauer um etwa 99%, der Partikel im Trägergasstrom bei komplett geschlossener Zyklonregelluftzuführung 9 als Zyklongrieß im Multizyklon 1 abgeschieden.

**[0056]** Beispielsweise ist es möglich, bei einer Aufgabe von zu trennenden Partikeln mit 5000 Blaine, das heißt  $\text{ca } D_{50} = 8 \mu\text{m}$  und dem Verwenden von Einzelzyklonen mit einem Durchmesser von 150 mm Feinstkorn mit einer Feinheit von  $D_{50} < 6 \mu\text{m}$  bei entsprechend eingestellter Zyklonregelluftmenge abzuschneiden. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass der Bereich der optimalen Trennung im Wesentlichen auch durch die Geometrie, insbesondere den Durchmesser der Einzelzyklone, definiert wird. Dies kann auch als Selektivität eines Einzelzyklons bezeichnet werden. Im Zusammenhang mit der Zyklonregelluft lässt sich so die Feinheit des Feingutes in einem bestimmten Bandbereich definieren und nachregeln.

**[0057]** Der  $D_{50}$ -Wert beschreibt die Partikelgrößenverteilung bei einer Kornverteilung, bei der 50 M.-% größer und 50 M.-% kleiner als der angegebene Durchmesser des Grenzkornes sind. Insbesondere bei den hier vorliegenden Feinheiten hat sich herausgestellt, dass diese Größe besser geeignet ist als die übliche spezifische Oberfläche nach Blaine.

**[0058]** In Fig. 2 ist der erfindungsgemäße Multizyklon 1 im Rahmen eines Feinstkornabscheiders 40 dargestellt. Der Feinstkornabscheider 40 weist als wesentliche Elemente einen Vorratsbunker 42 für ein zu trennendes Vor- oder Zwischenprodukt auf. Ferner ist eine Dispergiereinheit 20 vorgesehen, um das zu trennende Vor- oder Zwischenprodukt möglichst homogen in einem Trägerluftstrom verteilen zu können. Anschließend wird ein erfindungsgemäßer Multizyklon 1 eingesetzt, an dem sich stromabwärts ein Filter 30, der bevorzugt als Schlauchfilter ausgeführt ist, anschließt.

**[0059]** Im Folgenden wird nun genauer auf den Aufbau des Feinstkornabscheiders 40 eingegangen, wobei gleichzeitig auch dessen Funktions- und Betriebsweise beschrieben wird.

**[0060]** Das im Bunker 42 gelagerte Vor- oder Zwischenprodukt wird über eine Zellradschleuse 43 einer drehzahlgeregelten Förderschnecke 44 zugeführt, die das Vor- oder Zwischenprodukt der Dispergiereinheit 20 zuführt. Grundsätzlich kann das Abführen aus dem Bunker sowie das Zuführen zur Dispergiereinheit 20 auch mit anderen Mitteln erreicht werden.

**[0061]** Wie bereits erläutert, dient die Dispergiereinheit 20 dazu, das zu trennende Produkt möglichst homogen in einem Trägergasstrom zu verteilen. Hierzu wird exemplarisch die in Fig. 2 schematisch dargestellte Dispergiereinheit 20 beschrieben, wobei auch anders aufgebaute Dispergiereinheiten verwendet werden können.

**[0062]** Zum Erzeugen des Trägergasstromes, in den das Vor- und Zwischenprodukt eingebracht wird, ist stromabwärts des Filters 30 ein Gebläse 45 mit entspre-

chender Regelung vorgesehen. Dieses Gebläse 45 saugt das Trägergas durch den Filter 30, den Multizyklon 1 und die Dispergiereinheit 20 an.

**[0063]** Hierzu sind in der Dispergiereinheit 20 Lufteingangöffnungen 23 vorgesehen. Die Dispergiereinheit 20 selbst weist einen Verteilerteller 22, einen Schaufelkranz 24, Turbulenzeinbauten 25 sowie einen Verdrängungskörper 26 auf. Das über die Förderschnecke 44 der Dispergiereinheit 20 zugeführte Vor- oder Zwischenprodukt fällt auf den Verteilerteller 22. Der Verteilerteller 22 dreht sich, so dass das aufgegebene Vor- oder Zwischenprodukt seitlich von dem Verteilerteller 22 abgleitet beziehungsweise an eine Wandung der Dispergiereinheit 20 geschleudert wird. Es wird also mechanisch auseinandergerissen und auf einen größeren Strömungsquerschnitt verteilt. Durch das bereits zuvor beschriebene Trägergas, welches durch die Luftansaugöffnungen 23 strömt, und zusätzlich mittels des Schaufelkranzes 24, welcher am Rand des Verteilertellers 22 angeordnet ist, verwirbelt wird, wird das zu trennende Vor- oder Zwischenprodukt vom Trägergasstrom mitgerissen. Durch das schnell einströmende Trägergas wird das Vor- oder Zwischenprodukt somit erneut, in diesem Fall pneumatisch, weiter auseinandergerissen.

**[0064]** Um eine noch bessere Dispergierung zu erreichen, sind in der Strömungsrichtung des Trägergases Turbulenzeinbauten 25 vorgesehen, welche eine zusätzliche Verwirbelung und damit bessere Dispergierung des zu trennenden Vor- und Zwischenproduktes erreichen. Die Turbulenzeinbauten 25 können beispielsweise mittels statischer Mischelemente oder Prallkörper ausgebildet sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit, zusätzlich oder alternativ zu diesen Ausführungen einen dynamischen Rotor zu verwenden, der die Durchmischung und Dispergierung des Vor- oder Zwischenproduktes weiter verbessert. Dies wird zusätzlich durch den Verdrängungskörper 26 verbessert, welcher höhenverstellbar ausgestaltet sein kann.

**[0065]** Nach der Dispergiereinheit 20 wird das zu trennende Vor- oder Zwischenprodukt mittels des Trägergasstromes zum erfindungsgemäßen Multizyklon 1 geleitet. Dieser wird, wie bereits in Bezug auf Fig. 1 erläutert, geregelt, indem er im Grundzustand bezüglich der Beladung des Trägergasstroms, welche mittels der Zuführung aus dem Bunker 42 eingestellt wird, und des Volumens pro Zeiteinheit des Trägergasstroms, welches über das Gebläse 45 eingestellt wird, derart betrieben wird, dass im Ausgangszustand eine fast komplette Abscheidung des Fein- und Feinstkorns im Multizyklon 1 ermöglicht ist. Über das Zuführen von Zyklonregelluft über die Zyklonregelluftzuführung 9 wird dann eine schlechtere Abscheidung erreicht, so dass die feineren Partikel im Trägergasstrom nicht als Zyklongrieß abgeschieden werden, sondern mit dem Trägergasstrom weiter Richtung Filter 30 geleitet werden.

**[0066]** In diesem Filter 30 werden auch die Feinstpartikel abgeschieden und können aus dem Filter 30, beispielsweise über eine Zellradschleuse 31 abgeführt wer-

den. Der somit gereinigte Trägergasstrom kann teilweise dem Prozess erneut zugeführt oder auch in die Umgebung ausgeblasen werden.

**[0067]** Vorteilhaft an dem hier beschriebenen Feinstkornabscheider 40 ist, dass dieser unabhängig von vorgeschalteten Prozessen, welche das Vor- oder Zwischenprodukt herstellen, immer im Bereich eines optimalen Betriebspunktes betrieben werden kann, da sowohl die Beladung wie auch das Volumen pro Zeiteinheit des Trägergases nur durch die Eigenschaften der Einzelbaugruppen des Feinstkornabscheiders 40 definiert werden und nicht auf vor- oder nachgeschaltete weitere Prozesse Rücksicht genommen werden muss.

**[0068]** Dies ist im Folgenden in Bezug auf Fig. 3 weiter verdeutlicht. In Fig. 3 ist eine Mahlanlage 50 mit einer Mühle-Sichter-Kombination 51 dargestellt. Die Mühle-Sichter-Kombination weist eine Mühle 52 und einen Sichter 53 auf. Das in der Mühle-Sichter-Kombination 51 zerkleinerte Mahlgut wird mittels eines Mahlanlagen-trägergasstromes, welcher durch das Mühlengebläse 56 eingestellt wird, zu einem Mahlanlagenfilter 55 transportiert. Der Mahlanlagen-trägergasstrom kann zum Teil wieder über einen Heißgaserzeuger 57, der beispielsweise eine Mahltrocknung in der Mühle-Sichter-Kombination ermöglicht, zurückgeführt werden.

**[0069]** In dem Mahlanlagenfilter 55 werden Partikel, welche sich in dem Trägergasstrom der Mahlanlage befinden, abgeschieden. Anschließend werden diese Partikel dem Feinstkornabscheider 40 mit einem erfindungsgemäßen Multizyklon 1 zugeführt.

**[0070]** In dieser Figur ist verdeutlicht, dass durch die Konstruktion des erfindungsgemäßen Feinstkornabscheiders 40 dieser im Wesentlichen entkoppelt zum Mahlanlagenkreislauf betrieben werden kann. Dies hat zur Folge, dass sowohl die Mahlanlage 50 selbst wie auch der Feinstkornabscheider 40 jeweils in optimalen Betriebspunkten betrieben werden können, die auch von der Beladung der Trägergasströme mit zu zerkleinerndem Gut beziehungsweise zu trennendem Gut und dem Volumen pro Zeiteinheit des Trägergases abhängen.

**[0071]** So weisen herkömmliche Mahlanlagen 50, wie sie in Fig. 3 exemplarisch dargestellt werden, in ihrem optimalen Betriebspunkt meist eine Beladung des Trägergases im Bereich von  $30 \text{ g/m}^3$  bis  $50 \text{ g/m}^3$  bei einer Feinheit von bis zu  $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$  auf. Dem hingegen kann ein erfindungsgemäßer Multizyklon 1 und damit auch der Feinstkornabscheider 40 mit einer Beladung im Bereich zwischen  $200 \text{ g/m}^3$  bis  $300 \text{ g/m}^3$  betrieben werden. Durch die Abkopplung ist es somit möglich, den Feinstkornabscheider 40 kleiner zu dimensionieren, beziehungsweise nur einen Feinstkornabscheider 40 für mehrere Mahlanlagen 50 vorzusehen. Dies verringert die notwendige Anlagengröße und minimiert dadurch die entstehenden Investitionskosten.

**[0072]** In Fig. 4 ist ein kombiniertes schematisches Diagramm dargestellt, welches den Zusammenhang zwischen der Zyklonregelluftmenge sowie der Staubbela-



Feinstkorns zeigt.

**[0073]** Hierbei ist auf der Ordinate die Feinheit in  $\text{cm}^2/\text{g}$  des Feinstkornes vorgesehen. Auf den Abszissen ist auf der linken Seite die Zyklonregelluftmenge in  $\text{m}^3/\text{h}$  und auf der rechten Seite die Beladung des Trärgases in  $\text{g}/\text{m}^3$  dargestellt.

**[0074]** Wie aus dem Diagramm ersichtlich, fällt die Feinheit des Feinstkorns mit zunehmender Zyklonregelluftmenge ab. Demgegenüber bildet sich für die Feinheit ein Optimum der Staubbiladung beziehungsweise Partikelbeladung des Trärgasstroms vor dem Multizyklon aus.

**[0075]** Hieraus kann gefolgert werden, dass wie zuvor bereits beschrieben, es einen optimalen Betriebspunkt zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Multizyklons in Bezug auf die Beladung des Trägerluftstromes gibt. Die Feinheit des Feinstkorns kann dann entsprechend einer Regelung über die Zyklonregelluft beeinflusst werden.

**[0076]** Der erfindungsgemäße Multizyklon sowie dessen Betriebsverfahren zum Trennen von Fein- und Feinstkorn ermöglichen somit ein einfaches und effizientes Trennen von Fein- und Feinstkorn sowie einen entkoppelten Betrieb zu vorgeschalteten Prozessanlagen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Multizyklons (1) zum Trennen von Fein- und Feinstkorn, wobei der Multizyklon (1) aufweist:

mehrere im Wesentlichen gleich aufgebaute Einzelzyklone (10), welche jeweils eine Trägergaseintrittsöffnung (11), eine Trägergasaustrittsöffnung (12) und eine Grießaustragsöffnung (13) aufweisen, wobei die Einzelzyklone gemeinsam in einem fehlufteintragarmen Gehäuse (3) eingehaust sind, in dem eine obere (5) und eine untere (6) Kammer ausgebildet ist, wobei die Trägergasaustrittsöffnungen (12) der Einzelzyklone (10) zur oberen Kammer (5) hin offen ausgeführt sind, wobei die obere Kammer (5) eine Trägergasgesamtaustrittsöffnung (7) aufweist, um das Trärgas, welches jeweils aus den jeweiligen Trägergasaustrittsöffnungen (12) der Einzelzyklone (10) in die obere Kammer (5) ausgetreten ist, über die Trägergasgesamtaustrittsöffnung (7) aus dem Gehäuse (3) des Multizyklons (1) abzuführen, wobei die Grießaustragsöffnungen (13) jeweils zur unteren Kammer (6) hin offen ausgebildet sind, wobei die untere Kammer (6) eine Einrichtung (8) zum Abzug von durch die Grießaustragsöffnungen (13) eingetragenen Zyklongrießen, welche im Wesentlichen fehlufteintragsfrei ausge-

führt ist, aufweist,

wobei zu der unteren Kammer (6) eine gemeinsame Zyklonregelluftzuführung (9) vorgesehen ist,

wobei den Trägergaseintrittsöffnungen (11) jeweils von außerhalb des Gehäuses (3) ein volumengleicher Trärgasstrom mit dem zu trennendem Fein- und Feinstkorn zugeführt wird, wobei in den Einzelzyklonen (10) eine zumindest anteilige Trennung von Fein- und Feinstkorn durchgeführt wird,

wobei das Feinkorn als Zyklongrieß über die Grießaustragsöffnungen (13) in die untere Kammer (6) eintritt und von dort über die Einrichtung (8) zum Abzug aus dem Gehäuse (3) abgezogen wird, wobei das Feinstkorn als Zyklonfeingut mittels des Trärgasstroms über die obere Kammer (5) und die Trägergasgesamtaustrittsöffnung (7) aus dem Multizyklon (1) geleitet wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** mittels einer Regelung der Menge der durch die Zyklonregelluftzuführung (9) in die untere Kammer (6) zugeführten Zyklonregelluft pro Zeiteinheit die Menge, die Feinheit und/oder die Reinheit des aus dem Multizyklon (1) geleiteten Feinstkorns eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Volumen pro Zeiteinheit der volumengleichen Trärgasströme zu den Einzelzyklonen (10) abhängig von der Geometrie der Einzelzyklone (10) eingestellt wird, um bei geschlossener Zyklonregelluftzuführung (9) ca. 99% des sich in den Trärgasströmen befindlichen Fein- und Feinstkorn als Zyklongrieß abzuscheiden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Beladung der volumengleichen Trärgasströme zu den Einzelzyklonen (10) mit Fein- und Feinstkorn abhängig von der Geometrie der Einzelzyklone (10) eingestellt wird, um bei geschlossener Zyklonregelluftzuführung (9) ca. 99% des sich in den Trärgasströmen befindlichen Fein- und Feinstkorn als Zyklongrieß abzuscheiden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** im Betrieb eine Druckdifferenz zwischen der oberen (5) und der unteren (6) Kammer eingestellt wird, und

**dass** der Druck in der oberen Kammer (5) niedriger ist als der Druck in der unteren Kammer (6).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Druck in der oberen Kammer (5) und in der unteren Kammer (6) niedriger als der Umgebungsdruck eingestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das zu trennende Fein- und Feinstkorn vor Aufgabe in den Multizyklon (10) einer Dispergiereinheit (20) zugeführt wird und von dort mittels des Trägergasstromes zum Multizyklon (1) transportiert wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Trägergasstrom mit dem Feinstkorn aus der Trägergasgesamtaustrittsöffnung (7) einem Filter (30) zum Abscheiden des Feinstkorns aus dem Trägergasstrom zugeführt wird. 15
8. Multizyklon (1) mit mehreren im Wesentlichen gleich aufgebauten Einzelzyklonen (10), welche jeweils eine Trägergaseintrittsöffnung (11), eine Trägergasaustrittsöffnung (12) und eine Grießaustragsöffnung (13) aufweisen, wobei die Einzelzyklone (10) gemeinsam in einem fehlufteintragarmen Gehäuse (3) eingehaust sind, in dem eine obere (5) und eine untere (6) Kammer ausgebildet ist, 20  
wobei die Trägergasaustrittsöffnungen (12) der Einzelzyklone (10) zur oberen Kammer (5) hin offen ausgeführt sind, 25  
wobei die obere Kammer (5) eine Trägergasgesamtaustrittsöffnung (12) aufweist, um das Trägergas, welches jeweils aus den jeweiligen Trägergasaustrittsöffnungen (12) der Einzelzyklone (10) in die obere Kammer ausgetreten ist, über die Trägergasgesamtaustrittsöffnung (12) aus dem Gehäuse (3) des Multizyklons (10) abzuführen, 30  
wobei die Grießaustragsöffnungen (13) jeweils zur unteren Kammer (6) offen ausgebildet sind, 35  
wobei die untere Kammer (6) eine Einrichtung (8) zum Abzug von durch die Grießaustragsöffnungen (13) eingetragenen Grießen, welche im Wesentlichen fehlufteintragsfrei ausgeführt ist, aufweist, 40  
wobei die Trägergaseintrittsöffnungen (11) jeweils von außerhalb des Gehäuses (3) mit einem volumengleichen Trägergasstrom, welche zu trennen des Fein- und Feinstkorn aufweist, beaufschlagbar ausgebildet sind, 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zu der unteren Kammer (6) eine gemeinsame Zyklonregelluftzuführung (9) vorgesehen ist, über welche gezielt Regelluft in die untere Kammer (6) leitbar ist, dass eine Steuer- und Regeleinrichtung vorgesehen ist, um mittels der Menge der Zyklonregelluft pro Zeiteinheit die Menge, die Feinheit und/oder die Reinheit des aus dem Multizyklon (1) geleiteten Feinstkorns einzustellen, und 50  
**dass** Feinkorn als Zyklongrieß abtrennbar ist. 55

9. Multizyklon nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Einzelzyklone (10) strömungstechnisch parallel in dem Gehäuse (3) vorgesehen sind.
10. Multizyklon nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die obere (5) und die untere (6) Kammer luftdicht zueinander ausgebildet sind, wobei ein Luftaustausch zwischen der oberen Kammer (5) und der unteren Kammer (6) nur über die Einzelzyklone (10) erfolgt.
11. Feinstkornabscheider (40) zum Trennen von Fein- und Feinstkorn aus einem Vor- oder Zwischenprodukt mit mindestens einem Multizyklon (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10 und einem Filter (30), wobei das Vor- oder Zwischenprodukt mittels eines Trägergasstromes dem mindestens einen Multizyklon (1) zuführbar ist, wobei das Feinkorn am Multizyklon (1) abscheidbar ist, und wobei mittels Trägergas das Feinstkorn zum Filter (30) weiterleitbar ist und dort abscheidbar ist.
12. Feinstkornabscheider (40) nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mehrere Multizyklone (1) vor dem Filter (30) strömungstechnisch in Serie nacheinander vorgesehen sind und  
**dass** die jeweiligen Einzelzyklone (10) der mehreren Multizyklone (1) in Strömungsrichtung des Trägergasstroms jeweils einen geringeren Durchmesser aufweisen.
13. Feinstkornabscheider (40) nach Anspruch 11 oder 12,  
**gekennzeichnet durch,**  
einen Vorratsbunker (42) für das Vor- oder Zwischenprodukt und eine Dispergiereinheit (20), wobei das zu separierende Vor- oder Zwischenprodukt vom Vorratsbunker (42) über die Dispergiereinheit (20) dem Feinstkornabscheider (40) mittels des Trägergasstromes zuführbar ist.
14. Mahlanlage (50) zum Herstellen von Fein- und Feinstkorn aus einem Rohstoff mit einer Mühle-Sichter-Kombination (51), welche einen Sichter (53) und eine Mühle (52) aufweist, wobei die Mühle-Sichter-Kombination (51) ausgebildet ist, um bei einer ersten Sichtung mindestens einmal zerkleinerten Rohstoff vom Sichter (53) der Mühle-Sichter-Kombination (51) als abgewiesenes Grobgut der Mühle (52) zur weiteren Zerkleinerung wieder zuzuführen, mit einem Mahlanlagenfilter (55),

wobei mittels eines Mahlanlagenträgergasstroms vom Sieb (53) der Mühle-Sichter-Kombination (51) nicht abgewiesenes Mahlgut zum Mahlanlagenfilter (55) transportierbar ist und dort aus dem Mahlanlagenträgergasstrom abscheidbar ist, **gekennzeichnet durch**

einen Feinstkornabscheider (40) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei mindestens ein Teil des am Mahlanlagenfilter (55) abgeschiedenen Mahlproduktes dem Feinstkornabscheider (40) als Voroder Zwischenprodukt zum Abtrennen von Fein- und Feinstkorn zuführbar ist.

15. Mahlanlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mühle (52) der Mühle-Sichter-Kombination (51) eine Vertikalmühle mit einem Mahlteller und Mahlwalzen ist.

## Claims

1. Method for operating a multi-cyclone (1) for separating fine and very fine particles, whereby the multi-cyclone (1) comprises:

several essentially identically designed individual cyclones (10), each of which features a carrier gas inlet opening (11), a carrier gas outlet opening (12) and a grit discharge opening (13), whereby the individual cyclones are housed together in a low-infiltrated-air housing (3), in which an upper (5) and a lower (6) chamber is designed,

whereby the carrier gas outlet openings (12) of the individual cyclones (10) are open towards the upper chamber (5),

whereby the upper chamber (5) has a carrier gas overall outlet opening (7) to discharge the carrier gas which enters the upper chamber (5) from the respective carrier gas outlet openings (12) of the individual cyclones (10), via the carrier gas overall outlet opening (7) from the housing (3) of the multi-cyclone (1).

whereby the grit discharge openings (13) are each open designed towards the lower chamber (6),

whereby the lower chamber (6) has a device (8) for the extraction of cyclone grits introduced through the grit discharge openings (13), which is realized largely free from infiltrated air, whereby a common cyclone control air supply (9) is provided to the lower chamber (6),

wherein the carrier gas inlet openings (11) are each supplied from outside the housing (3) with a carrier gas flow of equal volume with the fine and very fine particles to be separated,

wherein in the individual cyclones (10), an at least proportional separation of fine and very fine particles is carried out,

wherein the fine particles enter the lower chamber (6) as cyclone grit via the grit discharge openings (13) and are discharged from there out of the housing (3) via the device (8) for extraction,

whereby the very fine particles are passed as cyclone fines through the upper chamber (5) and the carrier gas overall outlet opening (7) out of the multi-cyclone (1) by means of the carrier gas flow,

### **characterized in that**

by controlling the quantity of the cyclone control air per unit of time supplied by the cyclone control air fed (9) into the lower chamber (6), the quantity, the fineness, and/or the purity of the very fine particles fed from the multi-cyclone (1) is adjusted.

2. Method according to claim 1,

### **characterized in that**

the volume per unit of time of the carrier gas flows of equal volume to the individual cyclones (10) is adjusted depending on the geometry of the individual cyclones (10), in order to separate approx. 99% of the fine and very fine particles being in the carrier gas flows as cyclone grit when the cyclone control air supply (9) is closed.

3. Method according to claim 1 or 2,

### **characterized in that**

the load of the carrier gas flows of equal volume to the individual cyclones (10) with fine and very fine particles is adjusted depending on the geometry of the individual cyclones (10), in order to separate approx. 99% of the fine and very fine particles being in the carrier gas flows as cyclone grit when the cyclone control air supply (9) is closed.

4. Method according to one of claims 1 to 3,

### **characterized in that**

a pressure difference between the upper (5) and lower (6) chamber is set during operation, and that the pressure in the upper chamber (5) is lower than the pressure in the lower chamber (6).

5. Method according to one of claims 1 to 4,

### **characterized in that**

the pressure in the upper chamber (5) and in the lower chamber (6) is set lower than the ambient pressure.

6. Method according to one of claims 1 to 5,

### **characterized in that**

the fine and very fine particles to be separated are fed to a dispersing unit (20), before the feed in the multi-cyclone (10) and from there are transported to the multi-cyclone (1) by means of the carrier gas flow.

7. Method according to one of claims 1 to 6,  
**characterized in that**  
the carrier gas flow with the very fine particles from the carrier gas overall outlet opening (7) is fed to a filter (30) for separating the very fine particles from the carrier gas flow.
8. Multi-cyclone (1) with  
several essentially identically designed individual cyclones (10), with in each case have a carrier gas inlet opening (11), a carrier gas outlet opening (12) and a grit discharge opening (13).  
whereby the individual cyclones (10) are housed together in a low-infiltrated-air housing (3), in which an upper (5) and a lower (6) chamber is designed, whereby the carrier gas outlet openings (12) of the individual cyclones (10) are designed open towards the upper chamber (5),  
whereby the upper chamber (5) has a carrier gas overall outlet opening (12) to discharge the carrier gas which enters the upper chamber from the respective carrier gas outlet openings (12) of the individual cyclones (10), via the carrier gas overall outlet opening (12) from the housing (3) of the multi-cyclone (10),  
whereby the grit discharge openings (13) in each case are designed open towards the lower chamber (6),  
whereby the lower chamber (6) has a device (8) for the extraction of grits introduced through the grit discharge openings (13), which is realized largely free from infiltrated air,  
whereby the carrier gas inlet openings (11) are each designed to be supplied from outside the housing (3) with a carrier gas flow of equal volume, which contains fine and very fine particles to be separated,  
**characterized in that**  
a common cyclone control air supply (9) is provided to the lower chamber (6), via which control air can be directed selectively into the lower chamber (6),  
that a control and regulating device is provided to adjust the quantity, the fineness, and/or the purity of the very fine particles directed from the multi-cyclone (1) by means of the quantity of the cyclone control air per unit of time, and  
that fine particles can be separated as cyclone grit.
9. Multi-cyclone according to claim 8,  
**characterized in that**  
the individual cyclones (10) are provided in the housing (3) in parallel, flow-wise.
10. Multi-cyclones according to claim 8 or 9,  
**characterized in that**  
the upper (5) and the lower (6) chambers are designed to be airtight to each other, whereby an air exchange between the upper chamber (5) and the lower chamber (6) only takes place via the individual cyclones (10).
11. Very fine particle separator (40) for separating fine and very fine particles from a preliminary or intermediate product with  
at least one multi-cyclone (1) according to one of claims 8 to 10 and a filter (30), whereby the preliminary or intermediate product can be supplied to the at least one multi-cyclone (1) by means of a carrier gas flow,  
whereby the fine particles can be separated on the multi-cyclone (1), and  
whereby by means of carrier gas the very fine particles can be further directed to the filter (30) and separated there.
12. Very fine particle separator (40) according to claim 11,  
**characterized in that**  
several multi-cyclones (1) are provided in series, flow-wise, one after another upstream of the filter (30) and  
the individual cyclones (10) of the multiple multi-cyclones (1) each feature a smaller diameter in the flow direction of the carrier gas flow.
13. Very fine particle separator (40) according to claim 11 or 12,  
**characterized by**  
a storage hopper (42) for the preliminary and intermediate product and a dispersing unit (20),  
whereby the preliminary or intermediate product to be separated is fed from the storage hopper (42) via the dispersing unit (20) to the very fine particle separator (40) by means of the carrier gas flow.
14. Grinding plant (50) to produce fine and very fine particles from a raw material with a mill-sifter combination (51), which features a sifter (53) and a mill (52), whereby the mill-sifter combination (51) is designed to feed raw material ground at least once during an initial sifting from the sifter (53) of the mill-sifter combination (51) back again to the mill (52) as rejected coarse material for further grinding, with a grinding plant filter (55),  
whereby by means of a grinding plant carrier gas flow, ground material not rejected by the sifter (53) of the mill-sifter combination (51) can be transported to the grinding plant filter (55), and there it can be separated from the grinding plant carrier gas flow,  
**characterized by**  
a very fine particle separator (40) according to one of the claims 11 to 13,  
whereby at least a part of the ground product separated on the grinding plant filter (55) can be fed to the very fine particle separator (40) as preliminary or intermediate product for the separation of fine and very fine particles.

15. The grinding plant according to claim 14,  
**characterized in that**  
the mill (52) of the mill-sifter combination (51) is a  
vertical mill with a grinding table and grinding rollers.

## Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'un multicyclone (1)  
pour la séparation de grains fins et ultrafins, dans  
lequel le multicyclone (1) présente :

plusieurs cyclones individuels (10) constitués  
sensiblement de manière identique qui présen-  
tent respectivement une ouverture d'entrée de  
gaz porteur (11), une ouverture de sortie de gaz  
porteur (12) et une ouverture d'extraction de gran-  
ulé (13),

dans lequel les cyclones individuels sont logés  
ensemble dans un boîtier (3) pauvre en apport  
d'air manquant dans lequel une chambre supé-  
rieure (5) et une chambre inférieure (6) sont réa-  
lisées,

dans lequel les ouvertures de sortie de gaz por-  
teur (12) des cyclones individuels (10) sont réa-  
lisées ouvertes vers la chambre supérieure (5),  
dans lequel la chambre supérieure (5) présente  
une ouverture de sortie entière de gaz porteur  
(7) afin d'évacuer le gaz porteur qui est sorti res-  
pectivement des ouvertures de sortie de gaz  
porteur (12) respectives des cyclones indivi-  
duels (10) dans la chambre supérieure (5), par  
l'ouverture de sortie entière de gaz porteur (7)  
du boîtier (3) du multicyclone (1),

dans lequel les ouvertures d'extraction de gran-  
ulé (13) sont réalisées respectivement ouver-  
tes vers la chambre inférieure (6),

dans lequel la chambre inférieure (6) présente  
un dispositif (8) de retrait de granulés de cyclone  
apportés à travers les ouvertures d'extraction  
de granulé (13) qui est réalisé sensiblement  
sans apport d'air manquant,

dans lequel une amenée d'air de régulation de  
cyclone commune (9) est prévue vers la cham-  
bre inférieure (6),

dans lequel un courant de gaz porteur identique en  
volume avec le grain fin et ultrafin à séparer est ame-  
né aux ouvertures d'entrée de gaz porteur (11) res-  
pectivement de l'extérieur du boîtier (3),

dans lequel une séparation au moins proportionnelle  
de grains fins et ultrafins est réalisée dans les cyclo-  
nes individuels (10),

dans lequel le grain fin entre en tant que granulé de  
cyclone par les ouvertures d'extraction de granulé  
(13) dans la chambre inférieure (6) et de là est retiré  
du boîtier (3) par le dispositif (8) de retrait,  
dans lequel le grain ultrafin est conduit en tant que

produit fin de cyclone au moyen du courant de gaz  
porteur par la chambre supérieure (5) et l'ouverture  
de sortie entière de gaz porteur (7) hors du multicy-  
clone (1),

### caractérisé en ce que

la quantité, la finesse et/ou la pureté du grain ultrafin  
conduit hors du multicyclone (1) est réglée au moyen  
d'une régulation de la quantité de l'air de régulation  
de cyclone amené à travers l'amenée d'air de régu-  
lation de cyclone (9) dans la chambre inférieure (6)  
par unité de temps.

2. Procédé selon la revendication 1,

### caractérisé en ce que

le volume par unité de temps des courants de gaz  
porteur identiques en volume vers les cyclones in-  
dividuels (10) est réglé en fonction de la géométrie  
des cyclones individuels (10) afin de séparer, lors-  
que l'amenée d'air de régulation de cyclone (9) est  
fermée, environ 99 % du grain fin et ultrafin se trou-  
vant dans les courants de gaz porteur en tant que  
granulé de cyclone.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,

### caractérisé en ce que

le chargement des courants de gaz porteur identi-  
ques en volume vers les cyclones individuels (10)  
avec du grain fin et ultrafin est réglé en fonction de  
la géométrie des cyclones individuels (10) afin de  
séparer, lorsque l'amenée d'air de régulation de cy-  
clone (9) est fermée, environ 99 % du grain fin et  
ultrafin se trouvant dans les courants de gaz porteur  
en tant que granulé de cyclone.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,

### caractérisé en ce que

en fonctionnement une différence de pression entre  
la chambre supérieure (5) et la chambre inférieure  
(6) est réglée, et

**en ce que** la pression dans la chambre supérieure  
(5) est plus faible que la pression dans la chambre  
inférieure (6).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,

### caractérisé en ce que

la pression dans la chambre supérieure (5) et dans  
la chambre inférieure (6) est réglée plus basse que  
la pression ambiante.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5,

### caractérisé en ce que

le grain fin et ultrafin à séparer est amené avant la  
distribution dans le multicyclone (10) à une unité de  
dispersion (20) et de là est transporté au moyen du  
courant de gaz porteur vers le multicyclone (1).

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,

### caractérisé en ce que

le courant de gaz porteur avec le grain ultrafin de l'ouverture de sortie entière de gaz porteur (7) est amené à un filtre (30) pour la séparation du grain ultrafin du courant de gaz porteur.

8. Multicyclone (1) comportant plusieurs cyclones individuels (10) constitués de manière sensiblement identique qui présentent respectivement une ouverture d'entrée de gaz porteur (11), une ouverture de sortie de gaz porteur (12) et une ouverture d'extraction de granulé (13), dans lequel les cyclones individuels (10) sont logés ensemble dans un boîtier pauvre en apport d'air manquant (3), dans lequel une chambre supérieure (5) et une chambre inférieure (6) sont réalisées, dans lequel les ouvertures de sortie de gaz porteur (12) des cyclones individuels (10) sont réalisées ouvertes vers la chambre supérieure (5), dans lequel la chambre supérieure (5) présente une ouverture de sortie entière de gaz porteur (12) afin d'évacuer le gaz porteur qui est sorti respectivement des ouvertures de sortie de gaz porteur (12) respectives des cyclones individuels (10) dans la chambre supérieure, par l'ouverture de sortie entière de gaz porteur (12) du boîtier (3) du multicyclone (10), dans lequel les ouvertures d'extraction de granulé (13) sont réalisées ouvertes respectivement vers la chambre inférieure (6), dans lequel la chambre inférieure (6) présente un dispositif (8) de retrait de granulés apportés à travers les ouvertures d'extraction de granulé (13) qui est réalisé sensiblement sans apport d'air manquant, dans lequel les ouvertures d'entrée de gaz porteur (11) sont réalisées de manière sollicitable respectivement depuis l'extérieur du boîtier (3) par un courant de gaz porteur identique en volume, qui présente du grain fin et ultrafin à séparer,  
**caractérisé en ce que**  
une amenée d'air de régulation de cyclone commune (9) est prévue vers la chambre inférieure (6), par laquelle de l'air de régulation peut être conduit de manière ciblée dans la chambre inférieure (6),  
**en ce qu'un** dispositif de commande et de régulation est prévu, afin de régler au moyen de la quantité d'air de régulation de cyclone par unité de temps la quantité, la finesse et/ou la pureté du grain fin conduit hors du multicyclone (1), et  
**en ce que** du grain fin peut être séparé en tant que granulé de cyclone.
9. Multicyclone selon la revendication 8,  
**caractérisé en ce que**  
les cyclones individuels (10) sont prévus en écoulement parallèlement dans le boîtier (3).
10. Multicyclone selon la revendication 8 ou 9,  
**caractérisé en ce que**  
la chambre supérieure (5) et la chambre inférieure

(6) sont réalisées de manière étanche à l'air entre elles,  
dans lequel un échange d'air entre la chambre supérieure (5) et la chambre inférieure (6) est effectué seulement par les cyclones individuels (10).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

11. Séparateur de grain ultrafin (40) pour la séparation de grains fins et ultrafins d'un produit primaire ou intermédiaire comportant au moins un multicyclone (1) selon l'une des revendications 8 à 10 et un filtre (30), dans lequel le produit primaire ou intermédiaire peut être amené au moyen d'un courant de gaz porteur à l'au moins un multicyclone (1), dans lequel le grain fin peut être séparé au niveau du multicyclone (1), et dans lequel au moyen du gaz porteur le grain ultrafin peut être transmis au filtre (30) et peut y être séparé.
12. Séparateur de grain ultrafin (40) selon la revendication 11,  
**caractérisé en ce que**  
plusieurs multicyclones (1) sont prévus avant le filtre (30) en écoulement en série les uns après les autres et  
**en ce que** les cyclones individuels (10) respectifs des plusieurs multicyclones (1) présentent dans le sens d'écoulement du courant de gaz porteur respectivement un diamètre plus faible.
13. Séparateur de grain ultrafin (40) selon la revendication 11 ou 12,  
**caractérisé par**  
une trémie de stockage (42) pour le produit primaire ou intermédiaire et  
une unité de dispersion (20),  
dans lequel le produit primaire ou intermédiaire à séparer peut être amené par l'unité de dispersion (20) de la trémie de stockage (42) au séparateur de grain ultrafin (40) au moyen du courant de gaz porteur.
14. Installation de broyage (50) pour la fabrication de grains fins et ultrafins à partir d'une substance brute avec une combinaison de broyeur-cribleur (51) qui présente un cribleur (53) et un broyeur (52), dans laquelle la combinaison de broyeur-cribleur (51) est réalisée afin d'amener de nouveau lors d'un premier criblage une substance brute au moins une fois broyée du cribleur (53) de la combinaison de broyeur-cribleur (51) en tant que produit brut rejeté du broyeur (52) pour un broyage supplémentaire, avec un filtre d'installation de broyage (55), dans lequel au moyen d'un courant de gaz porteur d'installation de broyage du produit broyé non rejeté par le cribleur (53) de la combinaison de broyeur-cribleur (51) peut être transporté au filtre d'installation de broyage (55) et peut y être séparé du courant

de gaz porteur d'installation de broyage,

**caractérisé par**

un séparateur de grain ultrafin (40) selon l'une des revendications 11 à 13,

dans lequel au moins une partie du produit de broyage séparé au niveau du filtre d'installation de broyage (55) peut être amenée au séparateur de grain ultrafin (40) en tant que produit primaire ou intermédiaire pour la séparation de grains fins et ultrafins.

5

10

15. Installation de broyage selon la revendication 14,

**caractérisé en ce**

**que** le broyeur (52) de la combinaison de broyeur-cribleur (51) est un broyeur vertical avec un plateau de broyage et rouleau de broyage.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

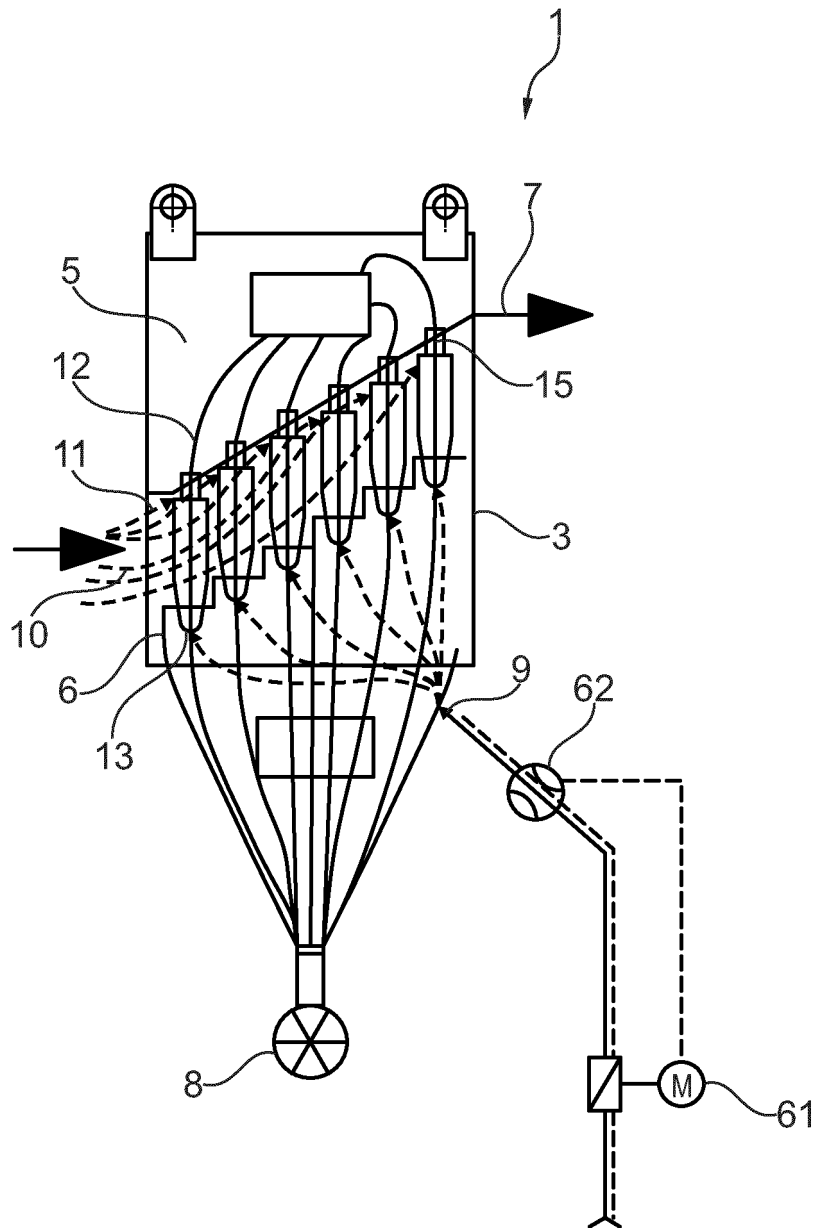


Fig. 1



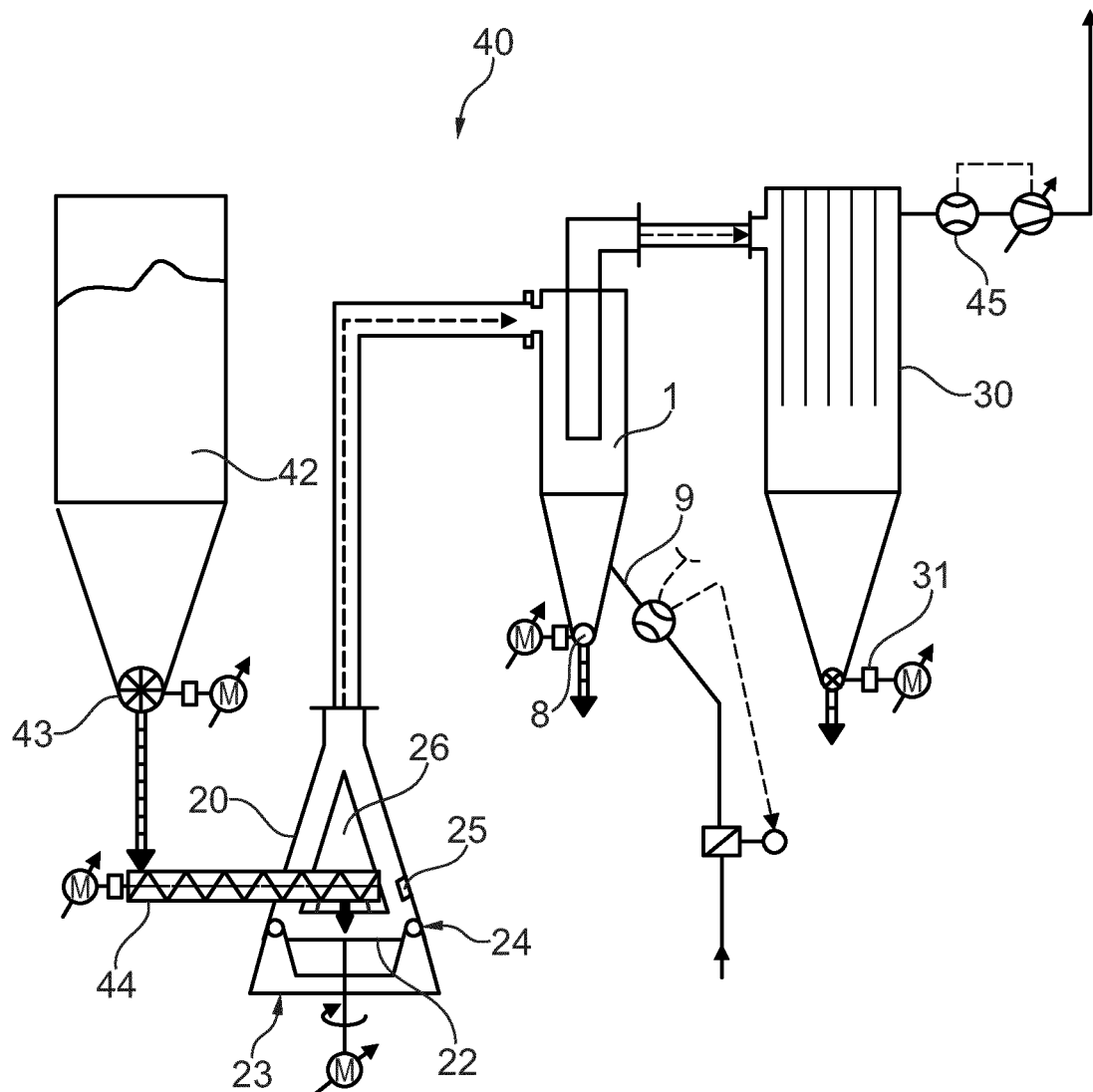


Fig. 2

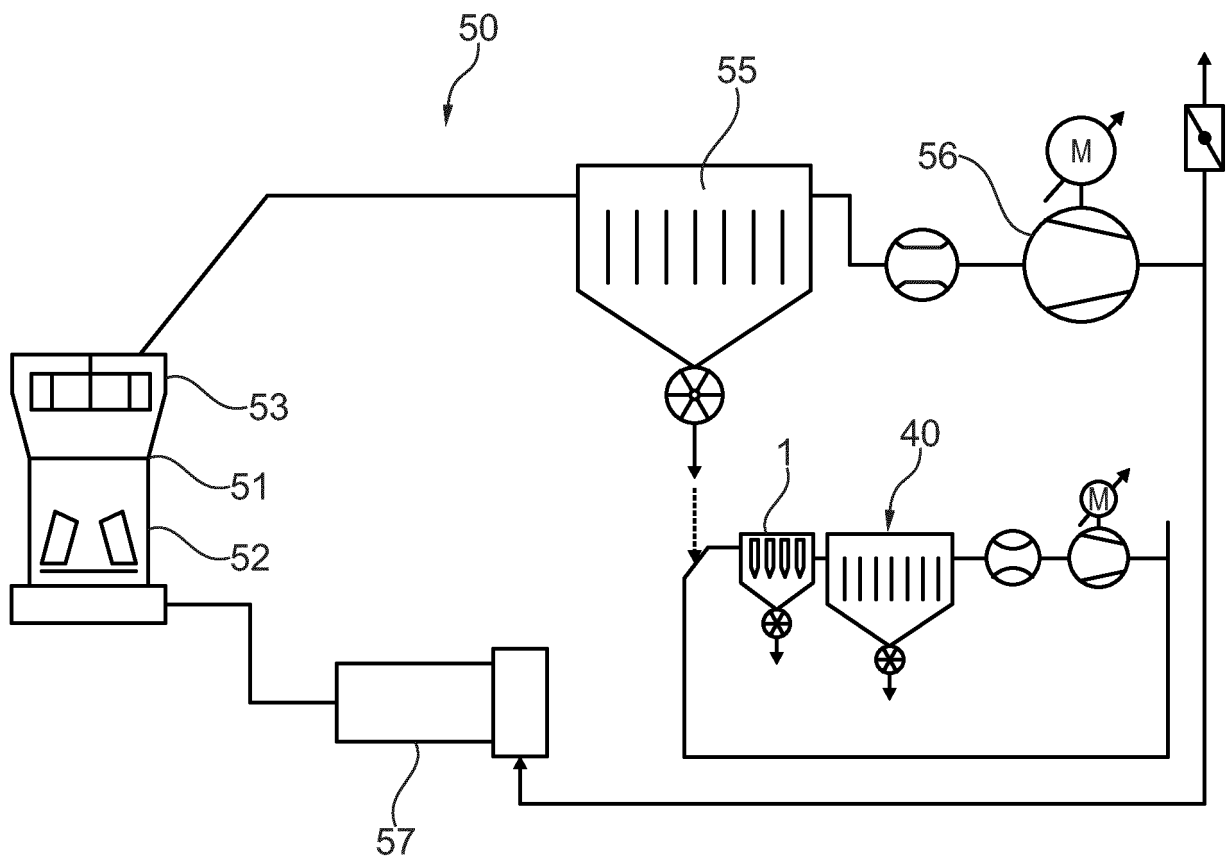


Fig. 3

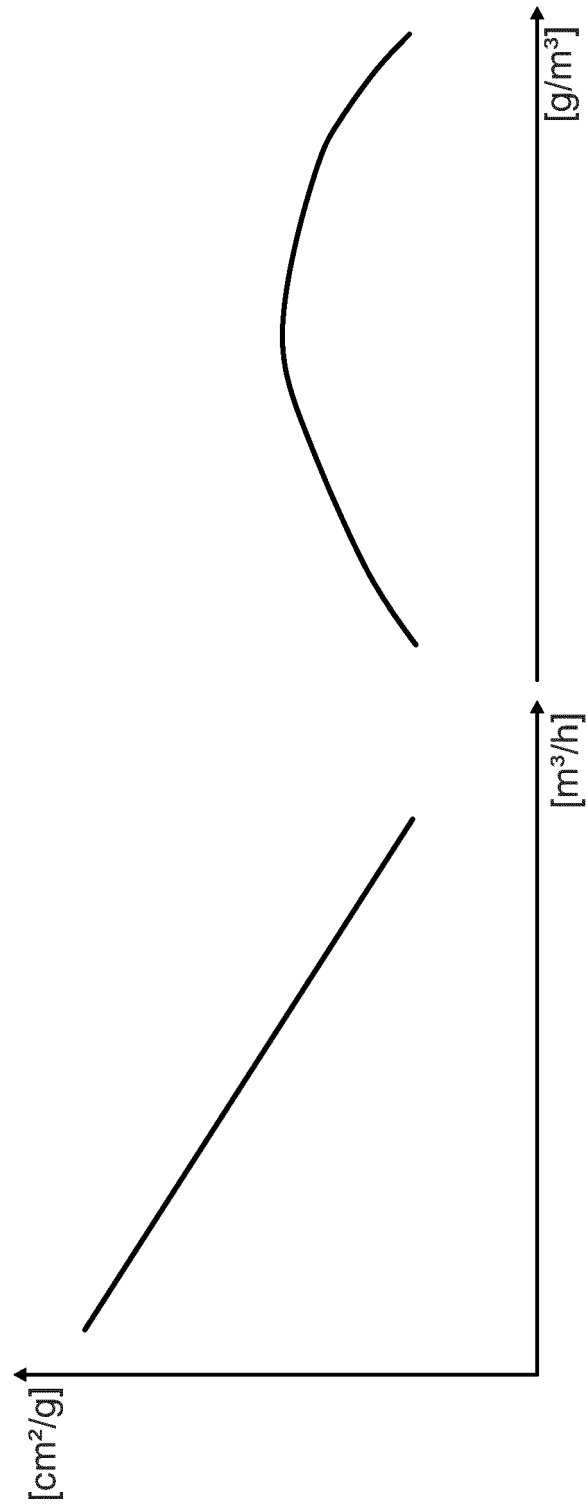


Fig. 4

**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 2015066348 W [0005]
- FR 1517649 A [0006]