

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 535 862 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(51) Int Cl.7: B65D 88/28, B65D 88/64

(21) Anmeldenummer: 04027256.9

(22) Anmeldetag: 17.11.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL HR LT LV MK YU

(72) Erfinder:  
• Kohlmüller, Klaus  
27726 Worpsswede (DE)  
• Faber, Harald  
68519 Viernheim (DE)

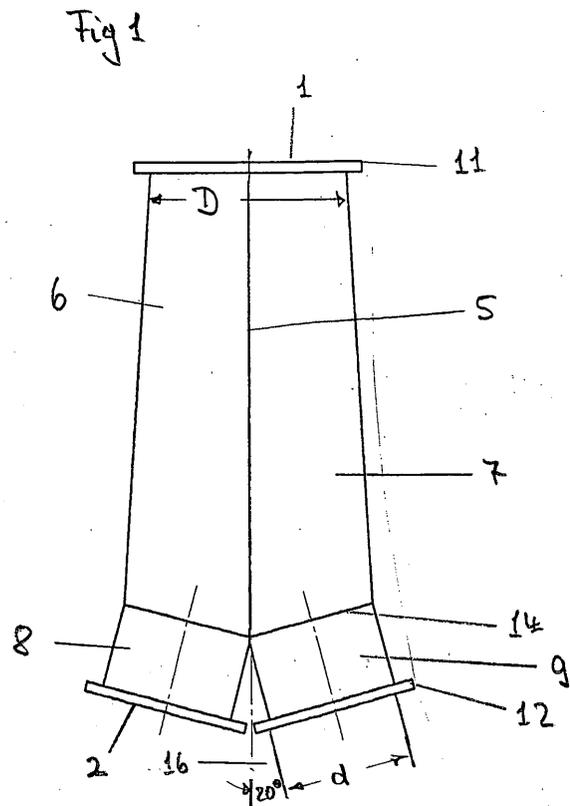
(30) Priorität: 28.11.2003 DE 10356339

(74) Vertreter: Behrens, Helmut, Dipl.-Ing.  
Gross-Gerauer Weg 55  
64295 Darmstadt (DE)

(71) Anmelder: Schenck Process GmbH  
64293 Darmstadt (DE)

#### (54) Siloauslaufverteiler

(57) Die Erfindung betrifft einen Siloauslaufverteiler der unter einem Schüttgutsilo angeordnet ist und das abfließende Schüttgut an bis zu vier Abnehmer aufteilt. Dazu wird unter dem Schüttgutsilo eine Einlauföffnung (1) angebracht, die nach unten mindestens 2 trichterförmige ineinander mündende Rohrstümpfe (6, 7) aufweist, die an ihrem unteren Ende mindestens zwei kleinere kreisförmige Auslauföffnungen (2) besitzt. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrstümpfe (6, 7; 8, 9) so ineinander münden, dass zur Vertikalen keine Ansetzwinkel (16) auftreten, die mehr als 30° betragen. Dabei sind die Rohrstümpfe (6, 7; 8, 9) rosettenförmig zueinander angeordnet und münden so ineinander, dass die Summe der Auslassquerschnittsflächen in axialer Richtung in jeder Querschnittsebene zwischen den Einlass- (1) und Auslassöffnungen (2) etwa konstant bleibt. Dabei sind die Auslassquerschnitte und der Einlassquerschnitt auf eine maximal zulässige Schüttgutgeschwindigkeit  $v_{max}$  bemessen, die einen gleichmäßigen gravimetrischen Massenfluss im Auslaufverteiler gewährleisten und so Brückenbildungen oder ein pulsierendes Auslaufverhalten verhindern.



EP 1 535 862 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Siloauslaufverteiler gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Vor volumetrischen und gravimetrischen Dosiergeräten ist in der Regel ein Silo- oder ein Vorratsbehälter vorgesehen, der ein kontinuierliches Nachströmen des zu dosierenden Schüttgutes sicherstellen soll. Dabei muß dafür Sorge getragen werden, dass der aus dem Silo ausströmende Schüttgutstrom möglichst gleichmäßig und mindestens mit der auszutragenden Förderstärke in das Dosiergerät nachströmen kann. Bei runden Silos mit einer einzigen Auslauföffnung ist dies in der Regel nicht weiter problematisch, wenn das Schüttgut nicht zur Brückenbildungen neigt und die Übergangswinkel von dem großvolumigen Siloquerschnitt zu dem verhältnismäßig kleinen Auslaufrohr nicht zu groß sind. Bei zu Brückenbildungen neigenden vornehmlich staubförmigen Schüttgütern wird bei kritischen Verengungswinkeln ein kontinuierlicher Auslauf oft durch Austragshilfen wie Rührwerke und dergleichen sichergestellt.

**[0003]** Teilweise ist es aber auch notwendig oder vorteilhaft von einer einzigen Siloanlage gleich mehrere Abnehmer oder Dosiergeräte zu versorgen, so dass unterhalb oder am Silo ein Siloauslaufverteiler für mehrere Auslaufrohre vorgesehen werden muss. Insbesondere bei staubförmigen oder schwer fließenden Schüttgütern ist dabei ein kontinuierlicher Auslaufstrom in jedes der Auslaufrohre zu gewährleisten. Da bei einer derartigen Querschnittsaufteilung zumindest partielle Querschnittsverengungen konstruktionsbedingt sind, treten gerade dort häufig Brücken- oder Schachtbildungen auf, die zu Betriebsstörungen der Siloanlage führen können. Insbesondere auch bei starkem Kernflussverhalten treten häufig schwankende Fließgeschwindigkeiten auf die durch die Dosiergeräte häufig nicht ausregelbar sind, so dass dadurch zumindest auch die Dosiergenauigkeit beeinträchtigt werden kann.

**[0004]** Ein Schüttgutsilo mit zwei Auslassöffnungen ist aus der DE 35 29 779 C2 bekannt, das einen Siloauslaufverteiler darstellt. Bei diesem Schüttgutsilo sind im Anschluss an den Auslaufrichter ein zylindrischer Behälterteil angeordnet, der an seiner Unterseite zwei kleine Auslauföffnungen aufweist. Die beiden Auslauföffnungen werden dabei durch zwei schiefe Auslaufrichter gebildet, die oben in den zylindrischen Auslaufteil münden. Die Auslaufrichter sind in der Mitte mit einander und außen mit dem zylindrischen Siloteil verbunden und bilden dadurch unterschiedliche Ansatzwinkel zur Senkrechten, die bis zu 45° betragen. Dadurch entstehen im Innenbereich des Silos insbesondere beim Auslaufverteiler stark geneigte Schrägflächen zur Vertikalen, die den Schüttgutaussfluss erheblich behindern können. Deshalb sind die beiden Auslaufrichter mit einem gelochten Zwischenboden abgedeckt, auf dem ein Flachgitter aufliegt, das mit einem Vibrationsantrieb verbunden ist. Zusätzlich ist in den beiden einzelnen Ab-

laufrichtern noch jeweils eine Vibrationseinrichtung angeordnet, die beide einen kontinuierlichen Schüttgutstrom in die Auslaufrohre sicherstellen sollen. Zusätzlich zur Vermeidung der Fließ-/Austragseigenschaften sind im Silobehälter unter den Zwischenböden noch Belüftungsvorrichtungen vorgesehen, die die Fließeigenschaften des Schüttgutes im Silo verbessern sollen. Ein derartiger Siloauslauf für zwei Auslaufrohre ist relativ aufwendig, da zur Sicherstellung eines kontinuierlichen Fließverhaltens offensichtlich zwei Zwischenböden, vier Vibrationseinrichtungen und zwei Belüftungsvorrichtungen notwendig sind.

**[0005]** Zum gleichmäßigen Schüttgutaustrag aus einem Schüttgutsilo ist aus dem Firmenprospekt "Rotaflo Schüttgutaktivator" der Firma Altmayer aus 66780 Rehlingen, Südstraße 14 ein separater Siloauslaufverteiler bekannt. Dieser besteht aus einem runden, flachen, nach unten gewölbten Gehäuseteil mit einer großen Einlassöffnung und zwei oder drei kleineren Auslassöffnungen. Die Einlassöffnung ist mit einem seitlichen Befestigungsflansch versehen und wird damit unter der Siloauslauföffnung befestigt, während an die mindestens zwei Auslauföffnungen weiterführende Auslaufrohre anschraubbar sind. Im Innenraum des Siloauslaufverteilers ist ein Rührarm angeordnet, der von einem außenliegenden Elektromotor angetrieben wird. Zur besseren Auflockerung der abfließenden Schüttgüter ist noch eine Belüftungsvorrichtung an der Unterseite des Auslaufverteilerbodens vorgesehen. Zur gleichmäßigen Schüttgutaustragung rotiert der Rührarm horizontal im Innenraum des Gehäuseteils, so dass eine Brückenbildung oder andere fließhemmende Verdichtungen aufgelöst werden sollen. Ein derartiger Siloauslaufverteiler ist aber mit seinen angetriebenen Drehteilen einem Verschleiß unterworfen und erfordert daher einen regelmäßigen Pflege- und Erhaltungsaufwand durch den der Betriebsablauf Störungen unterworfen sein kann.

**[0006]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Siloauslaufverteiler für fließende Schüttgüter zu schaffen, der eine Brücken- oder Schachtbildung verhindert und ohne zusätzliche verschleißbehaftete Austragshilfen auskommt.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst. Weiterbildung und vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0008]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass durch das rosettenartige Anordnen der durchdringenden Rohrstutzen von der Einlauföffnung bis in die Auslauföffnungen der gesamte Abflussquerschnitt im wesentlichen unverändert bleibt und nur Schrägflächen mit geringen Wandneigungen auftreten, so dass das Fließverhalten durch die kleineren Auslauföffnungen im Grunde nicht beeinträchtigt wird. Zur Kompensation der störenden Schrägflächen kann es sogar vorteilhaft sein, die Summe der Auslaufquerschnitte geringfügig größer zu wählen wie den Einlaufquerschnitt.

**[0009]** Durch die spitzwinkelige Durchdringung der aufteilenden Rohrstützen ergeben sich vorteilhafterweise Ansetzwinkel von unter 30° zur Senkrechten, durch die der Massenfluss nahezu nicht behindert wird, so dass Austragshilfen und energieabhängige Antriebe unnötig sind. Da der Auslaufverteiler gleichzeitig eine Querschnittsverengung vermeidet kommt es kaum zu Richtungsänderungen im Massenstrom, so dass vorteilhafterweise auch eine Betriebsunterbrechung nicht zur Verstopfung führt, da der Schwerkraftdurchfluss auch durch die Aufteilung auf mehrere Auslassöffnungen nicht beeinträchtigt wird. Vorteilhafterweise wird durch diese geringen Richtungsänderungen an den sphärischen Ansatzstellen gleichzeitig auch ein Aufstauen von Teilströmen verhindert, so dass keine Toträume mit schüttgutverdichtenden Bereichen entstehen, wodurch Betriebsstörungen weitgehend vermeidbar sind.

**[0010]** Die Erfindung hat weiterhin den Vorteil, dass durch die Querschnittsoptimierung der Einlassöffnung zu den Auslassöffnungen eine Überschreitung der kritischen Schüttgutgeschwindigkeit vermieden werden kann. Dadurch werden insbesondere bei kompressiblen oder schwer fließenden Schüttgütern vorteilhafterweise Druckunterschiede im Schüttgutstrom durch partielle Fließgeschwindigkeitsunterschiede vermieden, die sonst zu einem pulsierenden Schüttgutaustrag führen können und dadurch die Dosierkonstanz beeinträchtigen. Die Querschnittsoptimierung hat gleichzeitig den Vorteil, dass der Siloauslaufverteiler trotz fehlender Austragshilfen nur eine geringe Bauhöhe erfordert, da in den Siloauslaufverteiler im Grunde keine Querschnittsverengung auftritt. Deshalb ergibt sich die Bauhöhe lediglich aus den konstruktiven Verbindungsmöglichkeiten der ineinander mündenden Rohrstützen und ist daher nicht von den die Durchflussmenge beeinflussenden Verengungswinkeln wie bei trichterförmigen Ausläufen abhängig.

**[0011]** Durch die symmetrische, rosettenartige Anordnung der aufteilenden ineinander mündenden Rohrstützen sind vorteilhafterweise auch Auslaufverteiler in gleicher Bauart mit bis zu vier Auslauföffnungen möglich. Durch die ineinander mündenden Rohrstützen entstehen an den Ansetzwinkeln nahezu keine horizontalen Ansetzflächen, so dass der Siloauslaufverteiler vorteilhafterweise auch bei bis zu vier Auslauföffnungen keine Totzonen aufweist. Gleichzeitig entstehen durch die spitzwinkelige Ineinandermündung der Rohrstützen nahezu gleichartige Verbindungswinkel zur Senkrechten, mit sphärischen Verbindungskanten die den schwerkraftabhängigen Massenstrom nur geringfügig behindern, so dass auch bei großen Durchflussmengen pro Zeiteinheit keine störenden Strömungsverhältnisse auftreten.

**[0012]** Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: die Vorderansicht eines Siloauslaufverteilers

mit zwei Ausläufen;  
 Fig. 2: die Seitenansicht des Siloauslaufverteilers mit zwei Ausläufen;  
 Fig. 3: die Draufsicht auf den Siloauslaufverteiler mit zwei Ausläufen;  
 Fig. 4: eine Draufsicht auf einen Siloauslaufverteiler mit drei Ausläufen, und  
 Fig. 5: eine Draufsicht auf einen Siloauslaufverteiler mit 4 Ausläufen.

**[0013]** In Fig. 1 der Zeichnung ist ein Siloauslaufverteiler in Vorderansicht mit zwei Ausläufen dargestellt, der im wesentlichen aus vier ineinander mündenden Rohrstützen 6, 7, 8, 9 besteht, die so ausgebildet sind, dass diese an ihren miteinander verbundenen Durchdringungskanten gleichmäßige spitze Neigungswinkel von ca. 20° zur Senkrechten bilden. Dabei sind die Rohrstützen 6, 7, 8, 9 rosettenartig und symmetrisch zu einer senkrechten Mittelebene 5 angeordnet.

**[0014]** Bei dem dargestellten Siloauslaufverteiler handelt es sich um eine Ausführung zur Verteilung von Kohlenstaub in einem Brennröhrfen zur Zementherstellung, der unter einem nicht dargestellten Vorratssilo angebracht ist. Der Siloauslaufverteiler kann auch als Teil des Vorratssilos oder dessen Auslaufrichter ausgebildet sein. Vom Vorratssilo sollen zwei Kohlenstaubdosiervorrichtungen versorgt werden, die den Kohlenstaub in eine pneumatische Förderleitung einleiten, die dann zu einem oder mehreren Brennröhren führt. Jede Dosiervorrichtung besteht vorzugsweise aus einer nicht dargestellten Zellenradschleuse und einer nachfolgenden kontinuierlichen gravimetrischen Wägevorrichtung.

**[0015]** Zur Verteilung von schwerfließenden zu Kernfluss neigenden staubförmigen Schüttgütern, wie vorzugsweise Kohlenstaub, geht die Erfindung von einer antriebslosen Lösung aus, die einen störungsfreien Betrieb durch einen gleichmäßigen gravimetrischen Massenfluss im Auslaufverteiler gewährleistet. Kern der Erfindung war dabei die Erkenntnis, dass bei Überschreitung einer kritischen Schüttgutgeschwindigkeit im System Betriebsstörungen durch Schachtbildungen oder Brückenbildungen kaum auszuschließen sind. Dadurch können auch Unterdruckbereiche entstehen, die zu pulsierenden Druckausgleichsvorgängen führen und einen unregelmäßigen Schüttgutstrom verursachen, der durch geregelte Dosiereinrichtungen oft nur unzureichend ausgleichbar ist.

**[0016]** Zusätzlich entstehen in einer Siloanlage bei schwerfließenden Schüttgütern, wie vorzugsweise Kohlenstaub, durch Querschnittsverengungen und durch Reibungswirkungen an den Wandflächen teilweise Schachtbildungen oder ein Kernflussverhalten. Beim Kernflussverhalten ist dann hauptsächlich nur noch das Schüttgut oberhalb des Ausflussquerschnitts in Bewegung, wodurch zusätzliche Totzonen entstehen in denen sich die Schüttgüter mit der Zeit verfestigen. Bei den sich dadurch verkleinernden Kernbereichen treten dann

aber wieder zusätzlich höhere Schüttgutgeschwindigkeiten auf, die zu einer Überschreitung einer kritischen Schüttgutgeschwindigkeit führen können. Deshalb sieht die Erfindung einen Siloauslaufverteiler mit möglichst geringer Auslaufgeschwindigkeit unterhalb der kritischen Schüttgutgeschwindigkeit vor.

**[0017]** Beim vorliegenden Schüttgut/Kohlenstaub wurde durch empirische Untersuchungen eine kritische Schüttgutgeschwindigkeit von  $v_{\max} = 0,05$  m/s ermittelt, bei dessen Überschreitung in der Regel mit Unterdruckbereichen und unregelmäßigem Massenstrom zu rechnen ist. Es sind aber auch Kohlenstaubsorten bekannt, die eine kritische Schüttgutgeschwindigkeit von nur 0,04 m/s aufweisen. Deshalb weist der Schüttgutverteiler bei einem vorgegebenen Massenstrom bzw. Einzelförderstärke von  $\dot{m} = 40$  t/h Rohrstützen 6, 7, 8, 9 einer Auslassöffnung von  $d = 750$  mm  $\emptyset$  auf. Dieser Auslassdurchmesser  $d$  jedes der beiden Rohrstützen 6, 7, 8, 9 wurde für einen Auslaufverteiler aus einem glatten rostfreien Edelstahlblech ermittelt, der nur eine geringe Wandreibung gegenüber dem Kohlenstaub aufweist. Der Rohrdurchmesser  $d$  wurde nach folgender Formel:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot \rho_{ko} \cdot v_{\max}}}$$

ermittelt.

**[0018]** Dabei bedeutet:

$\dot{m}$	entspricht der Förderstärke,
$\rho_{ko}$	entspricht der Kohlenstaubdichte,
$\pi$	entspricht der Kreiskonstante 3,14, und
$v_{\max}$	entspricht der kritischen Schüttgutgeschwindigkeit.

**[0019]** Für das berechnete Ausführungsbeispiel wurde als Kohlenstaubdichte ein bekannter Wert von  $\rho_{ko} = 0,5$  t/m<sup>3</sup> zu Grunde gelegt und für die maximale oder kritische Schüttgutgeschwindigkeit  $v_{\max} = 0,05$  m/s gewählt. Nach der vorliegenden Berechnung des Auslaufdurchmessers  $d$  ergibt sich beispielsweise für die Kohlenstaubdosierung ein Mindestdurchmesser von ca. 750 mm der einhaltbar ist, wenn im gesamten Auslaufverteiler eine gleichmäßige kritische Fließgeschwindigkeit nicht überschritten werden soll. Um diese unterkritische Fließgeschwindigkeit  $v_{\max}$  sicherzustellen, wurde ein Auslaufverteiler vorgesehen, bei dem die Auslaufrohre so ineinander münden, dass diese im gesamten Auslaufverteiler die Fließgeschwindigkeit kaum beeinträchtigen können. Dazu wurden wie aus Fig. 2 und Fig. 3 ersichtlich ist, die oberen beiden Rohrstützen 6, 7 auf ihrer Mantelfläche so aufgeschnitten, dass sie um den oberen Befestigungsflansch 11 einen runden Einlassdurchmesser  $D$  bilden. Die beiden oberen Rohrstützen 6, 7 sind leicht trichterförmig mit unterschiedlichen axialen Wandneigungen ausgebildet, die unten in zwei runden Öffnungen enden.

**[0020]** Die beiden oberen Rohrstützen 6, 7 sind rosettenartig nebeneinander angeordnet und auf einer vertikalen Mittelebene 5 miteinander verbunden. Zur Verbindung sind beide Rohrstützen 6, 7 miteinander verschweißt und bilden in der Mittelebene 5 eine nach oben offene hyperbelförmige schmale Verbindungskante 13. Die beiden unteren Öffnungen besitzen den berechneten Durchmesser  $d = 750$  mm, wobei die oberen Rohrstützen 6, 7 eine Länge von 2000 mm aufweisen. Die Länge ergibt sich im wesentlichen aus den geometrischen Mantelflächen der Rohrstützen 6, 7, die sowohl von den Auslassöffnungen  $d$  als auch von der Einlassöffnung  $D$  abhängt.

**[0021]** Aus der erfindungsgemäßen Erkenntnis, dass die kritische Schüttgutgeschwindigkeit  $v_{\max}$  an keiner Stelle im Auslaufverteiler größer sein darf als in ihren Auslassöffnungen 2 wurde ein vergrößerter Einlaufquerschnitt ermittelt, der im Grunde sicherstellt, dass im gesamten System keine Engstelle auftritt. Aus dieser Erkenntnis wurde eine Durchflussmenge festgesetzt, die sich aus der Summe der Auslassmengen bei höchstens  $v_{\max}$  ergibt. Bei einer derartigen vorgesehenen rosettenartigen Anordnung der Rohrstützen 6, 7 ist eine Verteilung bis auf mindestens 4 Auslauföffnungen ausführbar, so dass sich der Einlassdurchmesser  $D$  nach folgender Formel:

$$D = d \cdot \sqrt{n}$$

ergibt. Wobei  $n$  die Anzahl der Auslauföffnungen 2 angibt.

**[0022]** Bei den gewählten 2 Auslauföffnungen 2 von 750 mm  $\emptyset$  ergibt sich ein Einlaufdurchmesser von ca.  $D_{n=2} = 1100$  mm. Zur Einhaltung der maximal zulässigen kritischen Schüttgutgeschwindigkeit  $v_{\max}$  könnte zwar der Einlaufdurchmesser  $D$  auch größer gewählt werden, hierdurch besteht dann aber leicht die Gefahr des Kernflussverhaltens mit Todzonenbildung und einsetzender Verfestigung in diesen Bereichen. Deshalb ist es vorteilhaft, den Einlaufdurchmesser  $D$  nicht größer als den ermittelten Durchmesserwert  $D_{n=2}$  zu wählen. Zur Kompensation der fließhemmenden Schrägflächen ist es sogar vorteilhaft, den Einlaufquerschnitt geringfügig kleiner als die Summe der Auslaufquerschnitte festzulegen.

**[0023]** Allerdings sind diese Schüttgutgeschwindigkeiten  $v_{\max}$  nur einhaltbar, wenn der Auslaufverteiler nahezu keine Engstellen aufweist, durch die der durchfließende Schüttgutstrom, wenn auch nur partiell abgebremst werden könnte. Konstruktionsbedingt sind aber bei einer derartigen Aufteilung auf mehrere Auslassöffnungen grundsätzlich Aufprallflächen nicht gänzlich zu vermeiden. Deshalb münden die durchmessererzeugenden beiden oberen Rohrstützen 6, 7 so ineinander, dass die Ansatzwinkel an den Durchdringungskanten nur eine geringe Schräge zur Senkrechten aufweisen, die ca. 20° beträgt.

**[0024]** An den beiden oberen Rohrstützen 6, 7 sind zusätzlich noch zwei untere Rohrstützen 8, 9 angeschweißt, die zylinderförmig ausgebildet sind. Die beiden unteren Rohrstützen 8, 9 weisen dabei einen Durchmesser  $d$  auf, der gleich dem Auslassdurchmesser von  $d = 750$  mm ist. Die beiden unteren Rohrstützen 8, 9 sind dabei seitlich nach außen geneigt, so dass sie mit der Senkrechten bzw. Vertikalen einen Winkel von  $20^\circ$  bilden. Am unteren Rand der Auslassöffnungen 2 sind ebenfalls zwei kleinere Befestigungsflansche 12 angeschweißt, an die Verbindungsrohre zur Zellenrad-schleuse anschraubbar sind. Die beiden unteren Rohrstützen 8, 9 sind dabei nur nach einer Seite geneigt, so dass sie aus Sicht der Seitenansicht in Fig. 2 vertikal verlaufen. Durch die axial zweiteilige Aufteilung mittels der vier Rohrstützen 6, 7; 8, 9 entstehen wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, insgesamt sphärische Verbindungskanten 13, die gleichmäßige Anstellungswinkel von höchstens  $20^\circ$  zur Senkrechten aufweisen und somit den gravimetrischen Massenstrom in seinem Fließverhalten nahezu ungehindert verteilen.

**[0025]** Die beiden unteren Rohrstützen 8, 9 besitzen eine Länge von ca. 500mm die sich im Grunde lediglich aus den Befestigungsmöglichkeiten der Anschlussflansche 13 ergibt. Diese Rohrstützen 8, 9 können auch länger ausgebildet und bis zu den Zellenradschleusen oder anderen Dosiervorrichtungen verlängert werden. Es ist aber auch möglich, den Siloauslaufverteiler lediglich mit den beiden oberen Rohrstützen 6, 7 auszuführen, wenn die Verbindungsrohre zu den Dosierorganen direkt angeschweißt werden. Da alle Rohrstützen 6, 7; 8, 9 rosettenartig ineinander münden und dadurch gleichbleibende spitzwinkelige sphärische Verbindungskanten 13 miteinander bilden, sind auch Auslaufverteiler mit bis zu vier Auslassöffnungen ausführbar.

**[0026]** In Fig. 4 der Zeichnung ist ein Siloauslaufverteiler mit drei Auslassöffnungen 2 in Draufsicht dargestellt. Dabei sind für die funktionsgleichen Geräteteile die gleichen Bezugsziffern wie in den Figuren 1 bis 3 angegeben. Bei einem derartigen Auslaufverteiler besteht der obere Teil aus drei rosettenartig nebeneinander angeordneten und miteinander verbundenen Rohrstützen 6, 7; 8, 9 die in einem Winkel von  $120^\circ$  zueinander angeordnet sind. Diese oberen Rohrstützen 6, 7 sind an einem Einlassbefestigungsflansch 11 mit rundem Durchmesser angeschweißt und bilden an ihrem unteren Ende drei kreisrunde Öffnungen 14. An diesen Öffnungen 14 sind ebenfalls drei untere zylinderförmige Rohrstützen 8, 9 angeschweißt, die seitlich nach Außen um  $20^\circ$  zur Senkrechten bzw. Vertikalen geneigt sind. An den Auslassöffnungen 2 sind wiederum Befestigungsflansche 12 angeschweißt, an die die nachfolgenden Dosierorgane anbringbar sind. Bei einem derartigen Auslaufverteiler für Kohlenstaub wären die Auslassöffnungen ebenfalls mit einem Durchmesser  $d$  von mindestens  $d = 750$  mm ausführbar, woraus sich dann ein Einlassdurchmesser  $D_{n=3}$  von ca. 1300 mm ergibt.

**[0027]** Da auch dieser dreiteilige Auslaufverteiler zu

seiner vertikalen Mittelachse 15 symmetrisch ausgebildet ist, ergeben sich gleichmäßige Durchdringungskanten 13 die allesamt sphärisch ausgebildet sind und einen Neigungswinkel zur Senkrechten von ebenfalls etwa  $20^\circ$  aufweisen. Dadurch wird ein gravimetrischer Schüttgutfluss gewährleistet, der zur Senkrechten durch keine nennenswerten Prallflächen oder Umlenkungswinkel behindert wird, so dass ein kontinuierlicher gleichmäßiger Durchfluss gewährleistet ist. Bei einem derartigen gravimetrischen Durchfluss würde auch eine Betriebsunterbrechung nicht zu einem Verstopfen führen, da die Schwerkraft ein jederzeitiges Wiederanlaufen durch Einbrechen der Brücken ermöglicht.

**[0028]** Derartige Siloauslaufverteiler mit zwei bis vier Ausläufen sind nicht nur für staubförmige Schüttgüter sondern auch für Granulate, Späne, Sand oder schwerfließende Körner einsetzbar, wobei auch Neigungswinkel bis zu  $30^\circ$  zur Senkrechten einen ungehinderten Durchfluss ermöglichen. Dies ist allerdings immer auf die Art des Schüttgutes und die Anhaftfähigkeit der Innenwände abzustimmen.

**[0029]** In Fig. 5 der Zeichnung ist die Draufsicht eines Siloauslaufverteilers dargestellt, der vier Auslassöffnungen 2 enthält. Dieser unterscheidet sich von der Ausführung nach Fig. 4 lediglich dadurch, dass die Rohrstützen 6, 7; 8, 9 in einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander und symmetrisch zur Mittelachse 15 angeordnet sind. Bei einem Auslassdurchmesser  $d$  von ebenfalls 750 mm ergibt sich daher ein Einlassdurchmesser  $D_{n=4}$  von ca. 1500 mm. Auch dieser Auslaufverteiler besitzt einen in axialer Richtung nahezu durchgängigen gleichen Öffnungsquerschnitt, der sich aus der Summe der vier Auslassquerschnitte ergibt. Auch die Bauhöhe beträgt insgesamt nur 2500 mm, wobei allerdings auch die unteren Rohrstützen 8, 9 ineinander münden und nach beiden seitlichen Raumrichtungen gegenüber der Vertikalen um  $20^\circ$  geneigt angeordnet sind. Auch dieser Auslaufverteiler mit vier Auslassöffnungen 2 verfügt über gleichbleibende Neigungswinkel an seinen Verbindungskanten 13, wobei alle Verbindungskanten 13 sphärisch ausgebildet sind und deshalb den gravimetrischen Schüttgutstrom in Schwerkraftrichtung kaum behindern.

**[0030]** Für eine Kohlenstaubdosierung werden alle Auslaufverteiler vorzugsweise aus einem glatten rostfreien Stahlblech hergestellt, dessen Kanten gut miteinander verschweißbar sind. Es sind aber auch Auslaufverteiler aus anderen Materialien denkbar, die zur Verringerung der Wandreibung mit reibungsmindernden Belägen beschichtet werden können. Bei weniger erosiven Schüttgütern sind auch Auslaufverteiler aus Kunststoff denkbar, die auch in derartiger Formgebung miteinander verschweißbar sind. Theoretisch sind auch Auslaufverteiler mit mehr als vier Auslassöffnungen ausführbar, die allerdings eine Fülle sphärischer Verbindungskanten und Durchdringungslinien aufweisen, die konstruktiv und herstellungsmäßig sehr aufwendig sind und sehr große Einlassdurchmesser erfordern.

## Patentansprüche

1. Siloauslaufverteiler mit einer kreisförmigen Einlauföffnung (1) und mindestens zwei kleineren kreisförmigen Auslauföffnungen (2), wobei die Einlassöffnung (1) mit mindestens zwei trichterförmigen Rohrstützen (6, 7), die ineinander münden mit den Auslauföffnungen (2) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrstützen (6, 7) so ineinander münden, dass kein Ansetzwinkel (16) zur Vertikalen größer als 30° ist und dass die Rohrstützen (6, 7) rosettenartig zueinander angeordnet sind, wobei die Summe der Querschnittsflächen in axialer Richtung in jeder Ebene zwischen der Einlass- (1) und den Auslassöffnungen (2) in etwa konstant bleibt oder sich zu den Auslassöffnungen (2) leicht erhöht.

2. Siloauslaufverteiler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser d jeder Auslassöffnung (2) mittels einer empirisch ermittelten kritischen Schüttgutgeschwindigkeit  $V_{\max}$  in Abhängigkeit des vorgegebenen Massenflusses m (Förderstärke) des Einzelaustrages und der vorgeesehenen Schüttguldichte p nach der Formel

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot m}{\pi \cdot \rho_{Ko} \cdot V_{\max}}}$$

festgelegt wird.

3. Siloauslaufverteiler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser D der Einlassöffnung (1) nach der Summe der Auslassquerschnitte der vorgesehenen Auslassöffnungen (2) nach der Formel  $D = d \cdot \sqrt{n}$  ermittelt wird, wobei n die Anzahl der Auslassöffnungen (2) ist.

4. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrstützen (6, 7) so ineinander münden, dass sie an der Einlauföffnung (1) eine kreisförmige Einlassquerschnittsfläche und am unteren Ende mindestens zwei kreisförmige Auslassquerschnittsflächen (14) bilden, wobei deren Verbindungs- (13) oder Durchdringungskanten weitgehend gleich große spitze Neigungswinkel zur Vertikalen bilden.

5. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweiteilige Auslaufverteiler aus vier ineinander mündenden Rohrstützen (6, 7; 8, 9) besteht, wobei die beiden unteren Rohrstützen (8, 9) zylinderförmig ausgebildet und schräg nach außen an die beiden oberen Rohrstützen (6, 7) symmetrisch angeordnet sind.

6. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die oberen Rohrstützen (6, 7) zwischen der Einlauföffnung (1) und den Auslauföffnungen (2) oder den unteren Rohrstützen (8, 9) wie schiefe Trichter ausgebildet sind, die gegenüber der Vertikalen unterschiedliche Wandneigungen aufweisen, wobei alle Rohrstützen (6, 7; 8, 9) zu einer vertikalen Mittelachse (15) symmetrisch und rosettenförmig nebeneinander angeordnet sind.

7. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oberen Rohrstützen (6, 7) alle die gleich axiale Länge und bis zu vier Öffnungen (14) aufweisen.

8. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oberen Rohrstützen (6, 7) miteinander und mit den unteren Rohrstützen (8, 9) verschweißt sind und spitzwinkelige sphärische Verbindungskanten (13) miteinander bilden, die alle einen Ansetzwinkel zur Senkrechten von 30° nicht überschreiten.

9. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axiale Länge der zwei- bis vierteiligen Auslaufverteiler gleich ist und eine Länge von 2500 mm nicht überschreitet.

10. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser als separates Geräteteil ausgebildet ist und an den Einlauf- (1) und Auslauföffnungen (2) Befestigungsflansche (11, 12) vorgesehen sind, die eine Verbindung zum Siloauslauf und weiterführenden Verbindungsteilen ermöglichen.

11. Siloauslaufverteiler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrstützen (6, 7; 8, 9) aus einem glatten Edelstahlblech oder anderen glattflächigen Wandmaterialien bestehen oder mit einem schwer anhaftenden Oberflächenmaterial innen beschichtet sind.

Fig 1

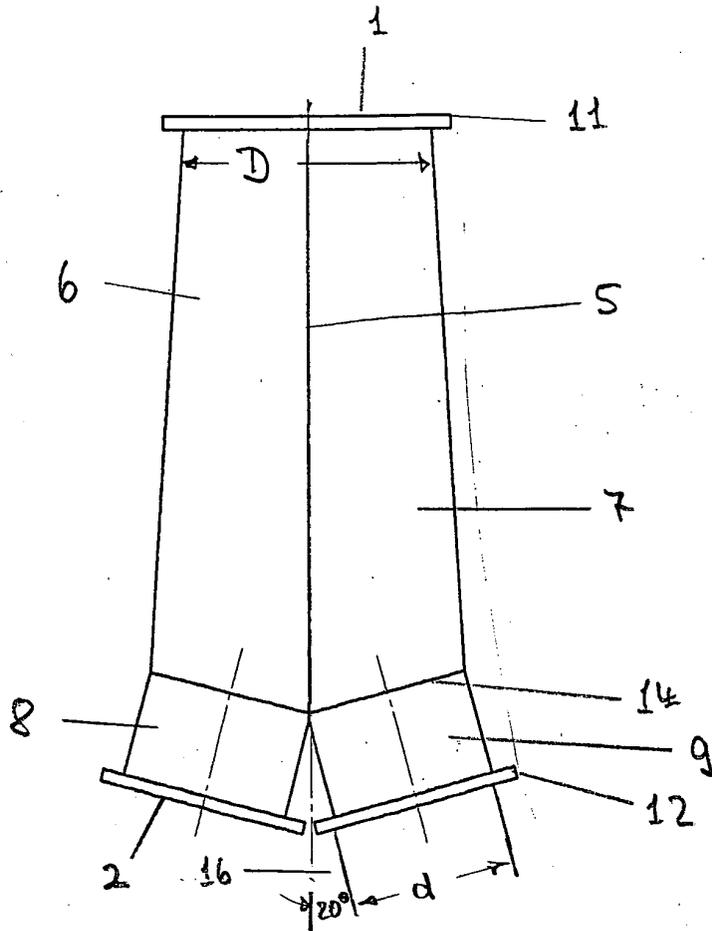


Fig 2

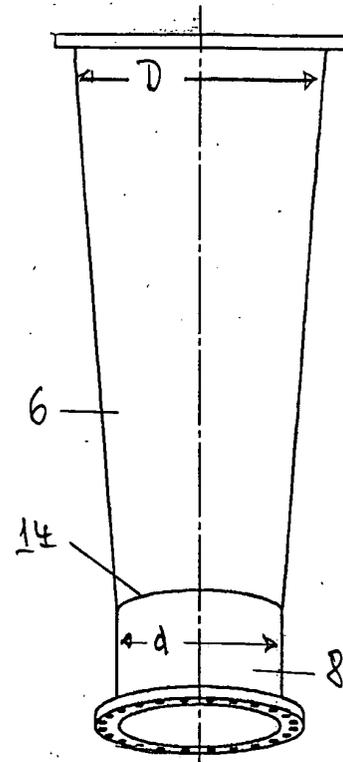


Fig 3

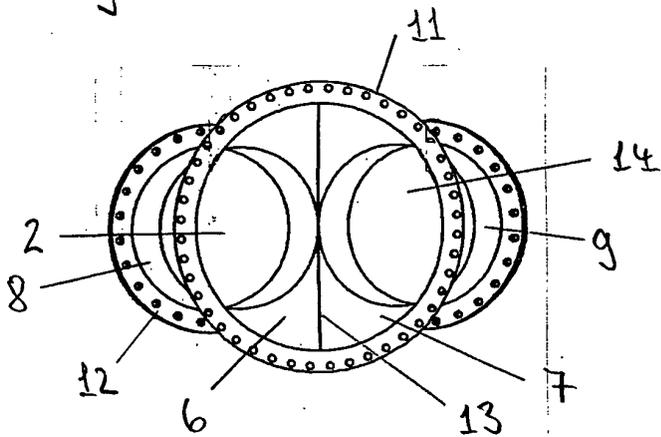


Fig 4

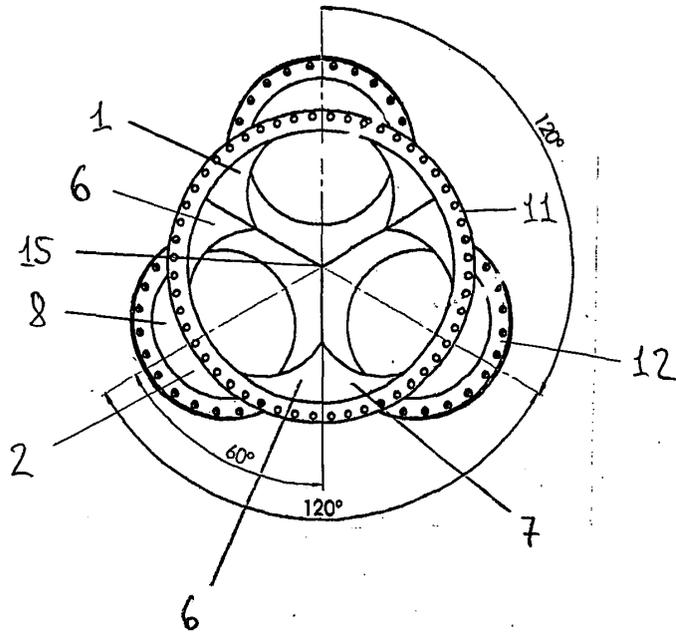


Fig 5

