



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

707 049 A2

(19)

(51) Int. Cl.: **B03C** 3/88 (2006.01)
C10L 5/44 (2006.01)
C10L 9/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01451/13

(22) Anmeldedatum: 26.08.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2014

(30) Priorität: 18.09.2012
DE 10 2012 108 782.2

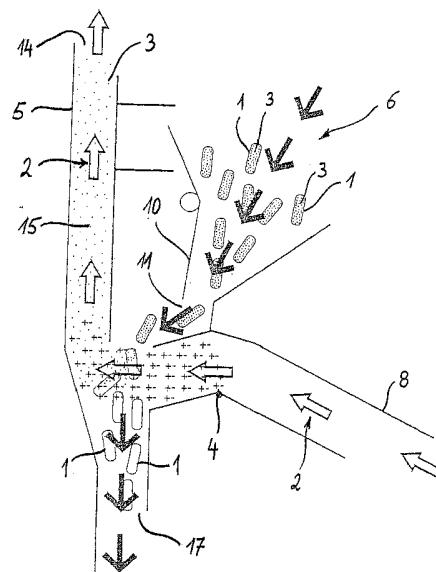
(71) Anmelder:
Wagner Lizenzvermarktung GmbH, Gewerbestrasse 12
86637 Wertingen-Geratshofen (DE)

(72) Erfinder:
Stefan Wagner, 86637 Wertingen (DE)

(74) Vertreter:
LUCHS & PARTNER AG PATENTANWÄLTE,
Schulhausstrasse 12
8002 Zürich (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von Holzpellets.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Pellets (1), insbesondere Holzpellets, wobei die Pellets in einem Windsichter in einen Gasstrom (2) eingebracht werden, um Feinanteile (3) auszutragen. Um einen verbesserten Austrag der Feinanteile zu ermöglichen, sieht die Erfindung vor, dass der Gasstrom (2) und/oder die Pellets (1) zumindest teilweise mittels einer Ionisierungseinrichtung (4) ionisiert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Pellets, insbesondere Holzpellets, nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2.

[0002] Holzpellets werden in immer grösserem Umfang als Trockenbrennstoff verwendet. Da Holzpellets in erster Linie aus Sägenebenprodukten hergestellt werden können, handelt es sich um einen ökologisch hochwertigen und CO₂-neutralen Brennstoff. Die Herstellung der Holzpellets erfolgt dabei meist nahe der Rohstoffquelle, z.B. in Säge- oder Hobelwerken, in denen Holzabfälle oder Sägenebenprodukte anfallen. Die Rohstoffe zur Herstellung der Holzpellets werden zunächst zerkleinert und anschliessend in einer Pelletieranlage zu Pellets geformt. Die Pellets sind in der Regel stäbchenförmig und weisen Durchmesser zwischen 4 mm und 25 mm auf.

[0003] Aufgrund ihrer Eigenschaften, die im Wesentlichen durch den Herstellungsprozess bedingt sind, neigen Holzpellets zur Staubbildung, die im Wesentlichen durch Materialabrieb an der Oberfläche der Pellets verursacht wird. Der Abrieb von Fein- und Feinstanteilen von der Oberfläche der Pellets wird vor allem durch mechanische Beanspruchung insbesondere beim Transport der Pellets und beim Einbringen in Lager hervorgerufen. Die abgeriebenen Fein- und Feinstanteile machen sich als Staubanteile in einer Pelletschüttung bemerkbar und sind für die Verwendung der Holzpellets als Trockenbrennstoff nachteilig. Zu hohe Fein- und Feinstanteile in einer Pelletschüttung reduzieren den Brennwert und verschlechtern das Zündverhalten im Brenner. Ein zu hoher Staubanteil ist darüber hinaus wegen einer unangenehmen Feinstaubbelastung der Pellets-Lagerräume nachteilig und verschlechtert auch das Fließverhalten der Pellets im Lager und in den Transport- und Fördereinrichtungen, mit denen die Holzpellets zu einer Pelletheizung transportiert werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Feinanteile aus einer Pelletschüttung durch Siebverfahren zu entfernen. Hierbei kommen beispielsweise Siebtrommeln und Siebsysteme mit Rieselflächen zur Anwendung. Diese Siebverfahren reichen jedoch in der Regel nicht aus, die Fein- und Feinstanteile in einer Pelletschüttung auf ein akzeptables Mass zu reduzieren.

[0005] In der WO 2011/057 608 A1 wurde bereits ein Verfahren zur Bearbeitung von Holzpellets vorgeschlagen, durch welches die Holzpellets widerstandsfähiger gegenüber mechanischer Belastung gemacht werden sollen. In diesem Verfahren werden die Holzpellets über eine Transportstrecke mittels einer Fördereinrichtung transportiert, wobei den Holzpellets auf der Transportstrecke durch die Fördereinrichtung ein elastizitätserhöhendes, die Materialspannungen senkendes und zugleich schmierendes und staubbindendes Additiv zugesetzt werden. Bei dem staubbindenden Additiv handelt es sich um ein Öl oder ein geschmolzenes oder flüssiges Wachs oder Fett, welches die Feinanteile in der Pelletschüttung, welche insbesondere durch Abrieb von der Oberfläche der Pellets entstanden sind, an die Pellets binden soll.

[0006] Dieses Verfahren hat sich als nachteilig erwiesen, weil es beim Einbringen des zähflüssigen oder wachsförmigen Additivs zu Verklumpungen kommen kann. Diese können insbesondere dann, wenn das Additiv brennbar ist, zu Verpuffungen in der Pelletheizung führen.

[0007] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Holzpellets aufzuzeigen, mit denen die Fein- und Feinstanteile in einer Pelletschüttung möglichst effizient entfernt werden können.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst. Bevorzugte Ausführungsbeispiele des Verfahrens und der Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die herkömmlich zur Entfernung von Fein- und Feinstanteilen aus Holzpellets-Schüttungen verwendeten Siebverfahren häufig nicht das gewünschte Ergebnis bringen und nicht ausreichend sind, um die Fein- und Feinstanteile in einer Holzpellets-Schüttung auf tolerierbare Anteile zu reduzieren. Es wurde nun in überraschender Weise festgestellt, dass die Fein- und Feinstanteile in einer Holzpellets-Schüttung durch herkömmliche Siebverfahren deshalb nicht in dem gewünschten Mass entfernt werden können, weil die Fein- und Feinstanteile aufgrund elektrostatischer Anziehungskräfte an der Oberfläche der Pellets haften und daher nicht in den herkömmlichen Siebverfahren von den Pellets abgetrennt werden können. Zum Austrag der Fein- und Feinstanteile aus einer Pelletschüttung sieht die Erfindung vor, die Holzpellets in einen Gasstrom einzubringen, um die Feinanteile auszutragen, wobei die Gasmoleküle des Gasstroms und/oder die Pellets mittels einer Ionisierungseinrichtung zumindest teilweise ionisiert werden.

[0010] Durch die (zumindest partielle) Ionisierung des Gasstroms und/oder der Pellets selbst mittels einer Ionisierungseinrichtung können Oberflächenladungen an der Oberfläche der Pellets abgeführt werden. Dies führt zur Verringerung oder zur vollständigen Beseitigung der elektrostatischen Haftkräfte, durch welche die Fein- und Feinstanteile an der Oberfläche der Pellets anhaften. Durch die Verminderung oder Beseitigung dieser elektrostatischen Haftkräfte wird die Haftung der Fein- und Feinstanteile an der Oberfläche der Pellets gelöst und die dadurch frei werdenden Fein- und Feinstanteile können mittels des Gasstroms aus der Pelletschüttung ausgetragen werden.

[0011] Diese und weitere Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgend unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher beschriebenen Ausführungsbeispielen deutlich. Die Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: Schnittdarstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Behandlung von Pellets in einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 2: Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Behandlung von Pellets in einer zweiten Ausführungsform;
- Fig. 3: Schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsvarianten eines erfindungsgemässen Verfahrens zur Behandlung von Pellets.

[0012] In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Behandlung von Pellets gezeigt, mit der Fein- und Feinstanteile aus einer Pelletschüttung entfernt werden können. Unter Fein- und Feinstanteile werden hierbei sämtliche Staub-, Fein- und Bruchanteile von Pelletschüttungen verstanden, deren Partikel kleiner als 4 mm sind. Dies entspricht der DINplus für Holzpellets, wonach als Pellets sowohl intakte Pellets als auch Bruchstücke gelten, die einen Durchmesser von grösser als 4 mm aufweisen.

[0013] Die Vorrichtung zur Behandlung von Pellets der Fig. 1 umfasst eine Siebeinrichtung 9 sowie einen sich daran anschliessenden Windsichter 7. Die Siebeinrichtung 9 umfasst ein Grobsieb 9a und ein Feinsieb 9b, sowie einen Pelletzulauf 12. Sowohl das Grobsieb 9a als auch das Feinsieb 9b umfasst eine schräg zur horizontalen liegende Rieselfläche, wobei die Rieselfläche des Feinsiebs 9b unterhalb der Rieselfläche des Grobsiebs 9a angeordnet ist, so dass die durch die Rieselfläche des Grobsiebs 9a fallenden Partikel auf die Rieselfläche des Feinsiebs 9b fallen können. Durch den Pelletzulauf 12, der mit einem Pelletlager, z.B. einem mit Pellets gefüllten Silo in Verbindung steht, wird der Vorrichtung eine von Fein- und Feinstanteilen zu reinigende Pelletschüttung zugeführt. Die in den Pelletzulauf 12 eingeführten (und in Fig. 1 nicht dargestellten) Pellets werden zunächst in dem Grobsieb 9a, vorgesiebt, um grössere Fremdkörper auszusieben. Die feineren Pellets rieseln durch das Grobsieb 9a nach unten auf die Rieselfläche des Feinsiebs 9b. Durch das Feinsieb 9b fallen lose Fein- und Feinstpartikel sowie Pellets-Bruchstücke, die kleiner sind als die Maschenweite des Feinsiebs 9b. Der Feinanteil der Pellets beträgt nach der Feinsiebung bevorzugt zwischen 0,08% und 1,2 % und liegt zweckmässig bei ca. 0,1 %. Die auf der Rieselfläche des Feinsiebs 9b verbleibenden Pellets werden mittels einer Fördereinrichtung auf eine Rutsche 13 gefördert. Von dort gelangen die Pellets in den sich an die Siebeinrichtung 9 anschliessenden Windsichter 7.

[0014] Der Windsichter 7 weist eine von einer verschwenkbaren Klappe 10 verschliessbare Pellet-Zufuhröffnung 11 auf, durch welche die von der Rutsche 13 kommenden Pellets in den Windsichter 7 einlaufen. Der Windsichter 7 weist weiterhin einen Zufuhrkanal 8 zur Zuleitung eines Gasstroms 2 auf. An seiner Oberseite umfasst der Windsichter 7 einen mit Unterdruck beaufschlagten Abfuhrkanal 14, durch den der Gasstrom abgesaugt wird. Der Windsichter 7 ist bevorzugt als Steigsichter mit einem Steigrohr 5 ausgebildet. Das Innere des Steigrohrs 5 bildet einen Sichterkanal 15. Die Querschnittsfläche des Sichterkanals 15 ist zweckmässig über ein in dem Steigrohr 5 in dessen Längsrichtung verlaufendes und verschiebbar angeordnetes Trennblech 16 einstellbar. Durch Veränderung der Lage des verschiebbaren Trennblechs 16 innerhalb des Steigrohrs 5 kann die Querschnittsfläche des Sichterkanals 15 und dadurch die Strömungsgeschwindigkeit des Gasstroms 2 reguliert werden.

[0015] Der vom Zufuhrkanal 8 in den Sichterkanal 15 strömende Gasstrom 2, bei dem es sich zweckmässig um einen Luftstrom handelt, strömt aufgrund des Unterdrucks im Abfuhrkanal 14 in dem Sichterkanal 15 nach oben. Die von der Siebeinrichtung 9 kommenden Pellets 1 strömen als Pelletstrom 6 durch die Pellet-Zufuhröffnung 11 als Querstrom in den Gasstrom 2. Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform strömt der Pelletstrom 6 unter einem Winkel von ca. 45° in den nach oben gerichteten Gasstrom 2. Der Winkel zwischen dem Pelletstrom 6 und dem Gasstrom 2 kann auch auf andere Werte eingestellt werden, um eine möglichst gute Effizienz des Sichtungsverfahrens in dem Windsichter zu erzielen. Der Gasstrom 2 durchzieht den Pelletstrom 6 und trägt die leichteren Fein- und Feinstanteile des Pelletstrom 6 nach oben in den Sichterkanal 15. Die schwereren Partikel des Pelletstroms 6, insbesondere die intakten Pellets 1, fallen dagegen schwerkraftbedingt nach unten und verlassen den Windsichter 7 durch eine Pellet-Auslassöffnung 17. An die Pellets-Auslassöffnung 17 ist eine hier zeichnerisch nicht dargestellte Pellet-Sammeleinrichtung angeschlossen, in der die erfindungsgemäss behandelten Pellets 1 gesammelt werden.

[0016] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein wesentlicher Anteil der Fein- und Feinstanteile mit herkömmlichen Windsichtern nicht im gewünschten Masse entfernt werden können, weil ein erheblicher Anteil der Fein- und Feinstpartikel (im Folgenden als Feinanteil 3 bezeichnet) aufgrund elektrostatischer Anziehung an der Oberfläche der Pellets 1 anhaftet. Zur Entfernung der an der Oberfläche der Pellets 1 anhaftenden Feinanteile 3 sieht die Erfindung eine Ionisierung des Gasstroms 2 und/oder der Pellets 1 vor. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist hierfür eine Ionisierungseinrichtung 4 im Bereich des Zufuhrkanals 8 zur Zuleitung des Gasstroms 2 in dem Windsichter 7 vorgesehen. Bei der Ionisierungseinrichtung 4 handelt es sich bevorzugt um einen Ionisierungsstab, der zweckmässig im Bodenbereich des Zufuhrkanals 8 angeordnet ist, um dort zumindest einen Teil der Gasmoleküle des Gasstroms 2 zu ionisieren. Der auf diese Weise zumindest partiell ionisierte Gasstrom 2 strömt in den Sichterkanal 15 nach oben und sorgt für eine elektrostatische Entladung der Oberflächen der Pellets 1, die als Pelletstrom 6 in den Gasstrom 2 einströmen. Aufgrund der Entladung der Oberfläche der Pellets 1 durch die ionisierten Gasmoleküle des Gasstroms 2 werden die elektrostatischen Anziehungskräfte, die die Haftung der Feinanteile 3 an der Oberfläche der Pellets 1 verursachen, reduziert oder vollständig beseitigt.

Dadurch werden die an der Oberfläche der Pellets 1 haftenden Feinanteile 3 von den Pellets 1 abgelöst und können mit dem Gasstrom 2 durch den Sichterkanal 15 nach oben und schliesslich durch den Abfuhrkanal 14 ausgetragen werden.

[0017] Dieser Mechanismus ist in Fig. 3a gezeigt. Dort ist schematisch der Pelletstrom 6 dargestellt, der von der Siebeinrichtung 9 kommend in den Windsichter 7 einströmt und aus Pellets 1 besteht, an deren Oberfläche Feinanteile 3 haften. Der Pelletstrom 6 strömt von schräg oben kommend in den zumindest partiell ionisierten Gasstrom 2, der vom Zufuhrkanal 8 kommend in dem Sichterkanal 15 nach oben strömt. Die Gasmoleküle des Gasstroms 2 werden im Bereich des Zufuhrkanals 8 von der Ionisierungseinrichtung 4 zumindest partiell ionisiert. Die Ionisierung des Gasstroms 2 ist in Fig. 3a mit «+» angedeutet. Der partiell ionisierte Gasstrom 2 entlädt die elektrostatischen Ladungen an der Oberfläche der Pellets 1. Dies führt dazu, dass die an der Oberfläche der Pellets 1 haftenden Feinanteile 3 sich von der Oberfläche der Pellets 1 lösen und mit dem (partiell ionisierten) Gasstrom 2 in dem Sichterkanal 15 nach oben ausgetragen werden. Die von den Feinanteilen 3 befreiten Pellets 1 fallen nach unten durch die Pelletabfuhröffnung 17 aus dem Windsichter 7 heraus. Der Feinanteil des auf diese Weise behandelten Pelletstroms 6 kann auf Werte von 0,08% bis 0,1 % reduziert werden.

[0018] In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Behandlung von Pellets 1 gezeigt. Das Funktionsprinzip dieser Vorrichtung entspricht demjenigen der Vorrichtung von Fig. 1. Entsprechende Teile sind daher mit den in Fig. 1 verwendeten Bezugszeichen bezeichnet. Die in Fig. 2 nur in einer Seitenansicht gezeigte Siebeinrichtung 9 entspricht dabei identisch der Siebeinrichtung 9 von Fig. 1. Der von der Siebeinrichtung 9 kommende Pelletstrom 6 strömt durch die Pellet-Zufuhröffnung 11, welche wie in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 mit einer verschwenkbaren Klappe 10 verschliessbar ist, in den Windsichter 7 ein. Bei dem Windsichter 7 handelt es sich wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 um einen Steigsichter mit einem Steigrohr 5, welches einen Sichterkanal 15 bildet, dessen Querschnitt wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 mittels eines verschiebbaren Trennblechs 16 einstellbar ist. An das Steigrohr 5 schliesst sich ein mit Unterdruck beaufschlagter Abfuhrkanal 14 an, der den im Sichterkanal 15 nach oben strömenden Gasstrom 2 absaugt.

[0019] Anders als bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 durchströmt der Pelletstrom 6 den Gasstrom 2 im Gegenstrom, d.h., der Pelletstrom 6 strömt in dem Sichterkanal 15 nach unten, während der Gasstrom 2 nach oben abgesaugt wird. Wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist im Bereich des Zufuhrkanals 8, durch den der Gasstrom 2 in den Sichterkanal 15 geführt wird, eine Ionisierungseinrichtung 4 angeordnet, welche die Gasmoleküle des Gasstroms 2 zumindest partiell ionisiert. Der zumindest teilweise ionisierte Gasstrom 2 durchströmt den Pelletstrom 6 und entlädt dabei die Oberfläche der elektrisch geladenen Oberfläche der Pellets 1. Dadurch werden die an der Oberfläche der Pellets 1 aufgrund elektrostatischer Anziehung haftenden Feinanteile 3 von der Oberfläche der Pellets 1 entfernt und können durch den im Sichterkanal 15 nach oben strömenden Gasstrom 2 ausgetragen werden. Dieser Gegenstrommechanismus der Vorrichtung von Fig. 2 ist in Fig. 3b schematisch dargestellt.

[0020] Eine alternative Ausführungsform ist in Fig. 3c schematisch gezeigt, in der der Pelletstrom 6 den Gasstrom 2 als Querström durchströmt.

[0021] Die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren eignen sich hervorragend zur Entfernung von Feinanteilen 3 aus einer Pelletschüttung von Holzpellets. Die erfindungsgemässe Vorrichtung und das erfindungsgemässe Verfahren können jedoch auch in entsprechender Weise zur Entfernung von Feinanteilen und insbesondere von Staubanteilen aus anderen Pelletsarten, wie z.B. Futterpellets oder dergleichen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Pellets (1), insbesondere Holzpellets, wobei die Pellets (1) in einen Gasstrom (2) eingebracht werden, um Feinanteile (3) auszutragen, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasstrom (2) und/oder die Pellets (1) mittels einer Ionisierungseinrichtung (4) zumindest teilweise ionisiert werden.
2. Vorrichtung zur Behandlung von Pellets (1), insbesondere Holzpellets, mit einem Windsichter (7), in dem die Pellets (1) in einen Gasstrom (2) eingebracht werden, um Feinanteile (3) auszutragen, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Ionisierungseinrichtung (4) aufweist, mit welcher der Gasstrom (2) und/oder die Pellets (1) zumindest teilweise ionisiert werden.
3. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Ionisierungseinrichtung (4) um einen Ionisierungsstab handelt.
4. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Gasmoleküle des Gasstroms (2) durch den Ionisierungsstab ionisiert wird.
5. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Einbringen der Pellets (1) in den zumindest teilweise ionisierten Gasstrom (2) oberflächliche elektrostatische Ladungen an den Pellets (1) abgeführt werden.
6. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pellets (1) in einem Windsichter (7) in den Gasstrom (2) eingebracht werden.
7. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pellets (1) als Pelletstrom (6) in den quer oder schräg zum Pelletstrom (6) strömenden Gasstrom (2) eingebracht werden.

8. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pellets (1) als Pelletstrom (6) in einem Windsichter (7) im Gegenstrom zu dem horizontal nach oben strömenden Gasstrom (2) eingebracht werden.
9. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Gasstrom (2) um einen Gasstrom handelt, der ionisierbare Gasmoleküle, insbesondere Sauerstoff-, Stickstoff oder Luftmoleküle, enthält.
10. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pellets (1) zunächst in einer Siebstufe mittels einer Siebeinrichtung (9) gesiebt und anschliessend in einem Windsichter (7) in den Gasstrom (2) eingebracht werden.
11. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Windsichter (7) einen Zufuhrkanal (8) zur Zuleitung des Gasstroms (2) aufweist und dass die Ionisierungseinrichtung (4) in dem Zufuhrkanal (8) angeordnet ist.
12. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Windsichter (7) eine von einer verschwenkbaren Klappe (10) verschliessbare Pellet-Zufuhröffnung (11) zur Zuleitung des Pelletstroms (6) aufweist.
13. Verfahren oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Windsichter (7) als Steigsichter mit einem Steigrohr (5) ausgebildet ist, wobei das Steigrohr (5) einen Sichterkanal (15) bildet, dessen Querschnittsfläche einstellbar ist.

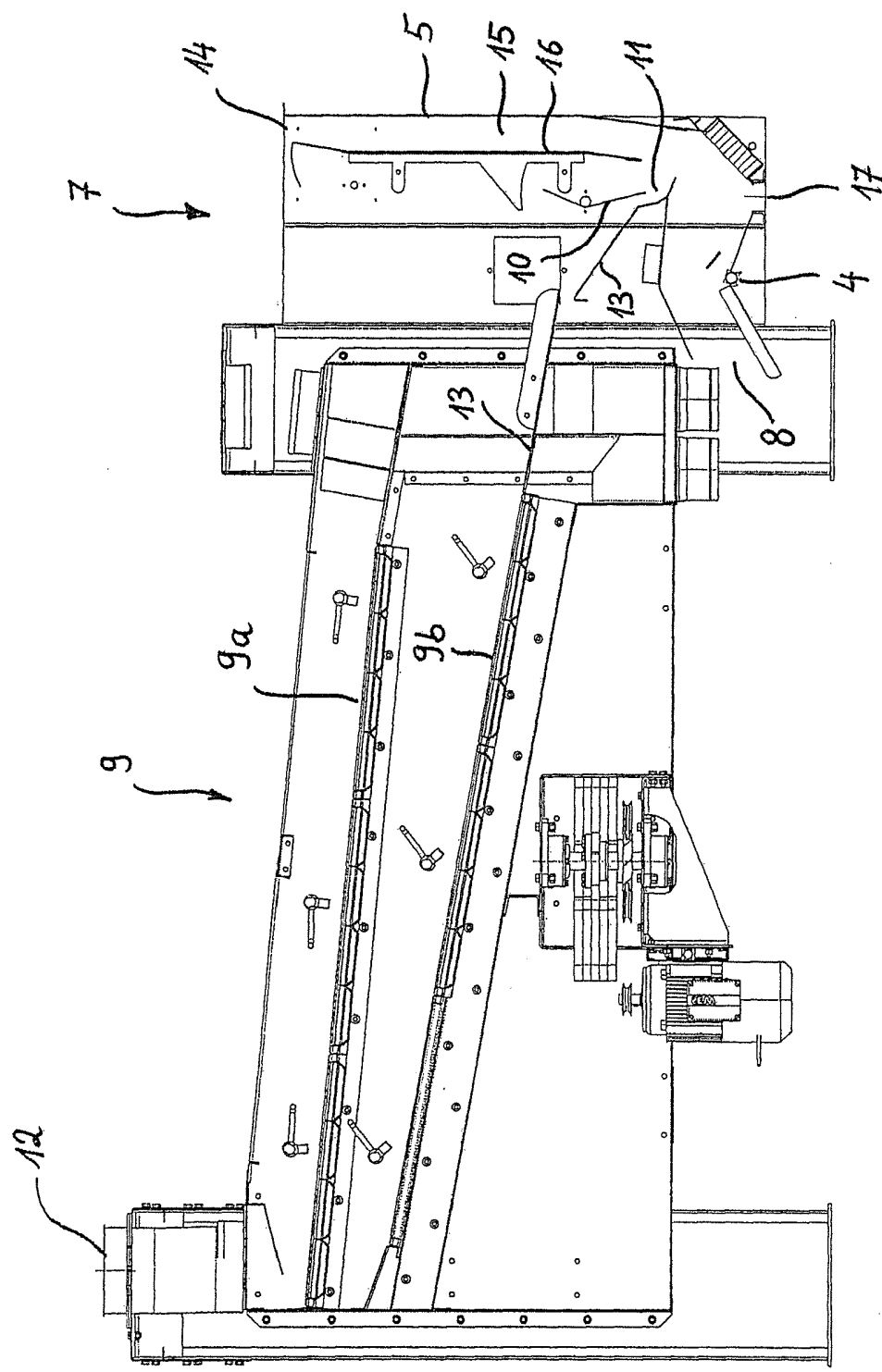


Fig. 1

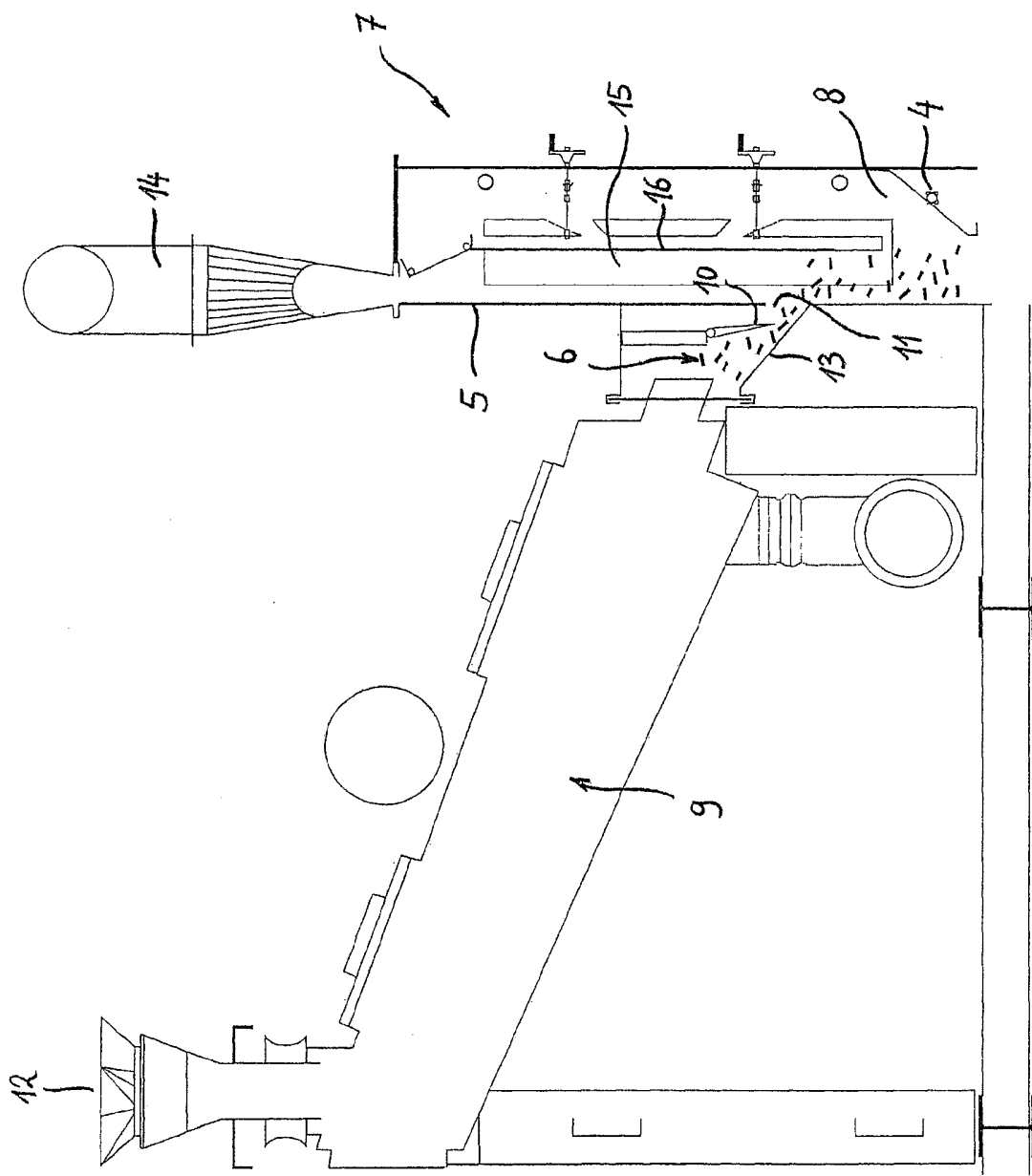


Fig. 2

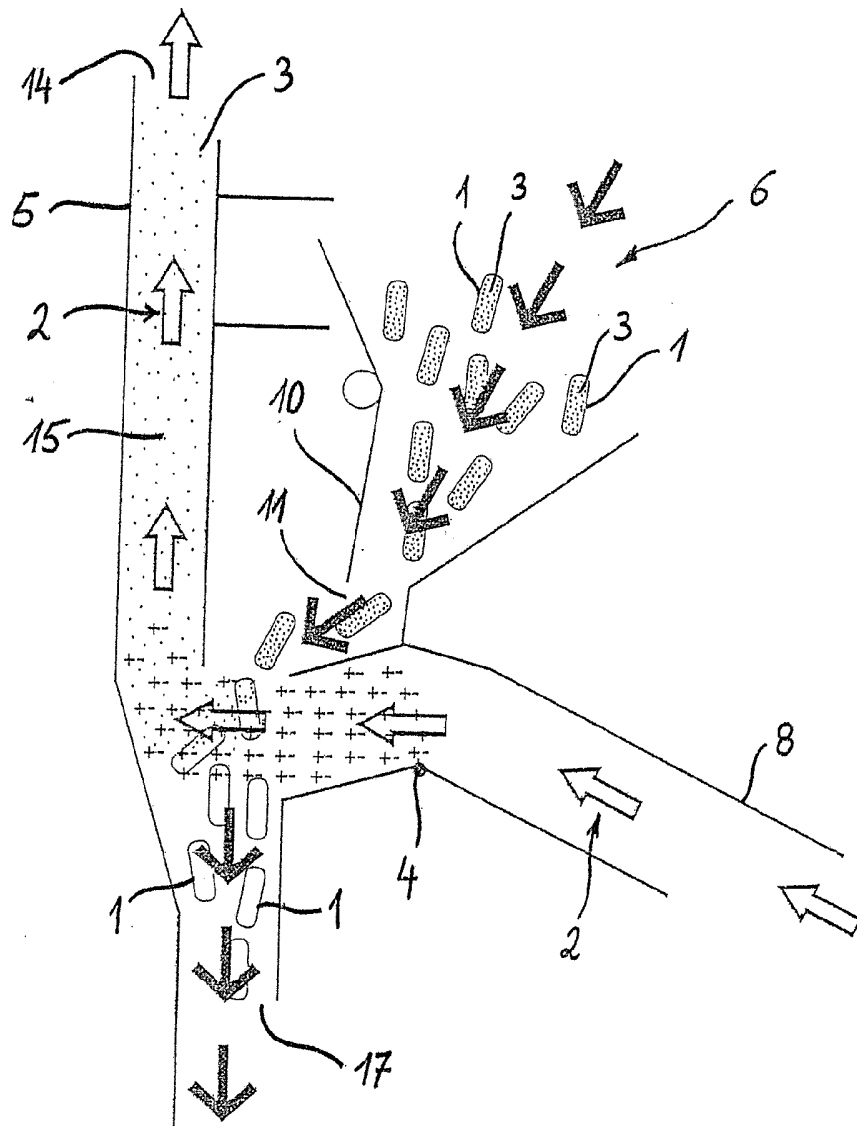
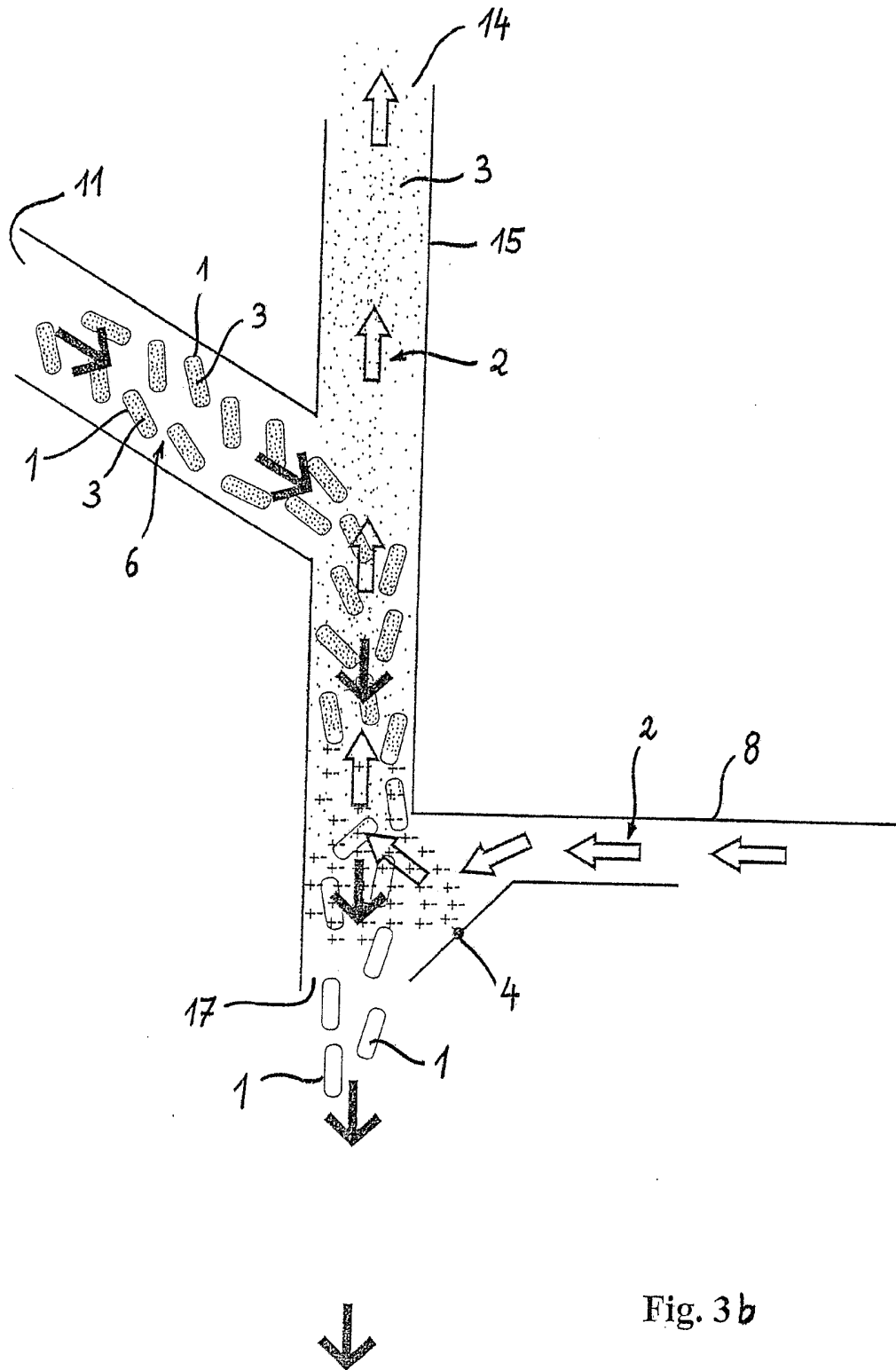


Fig. 3a



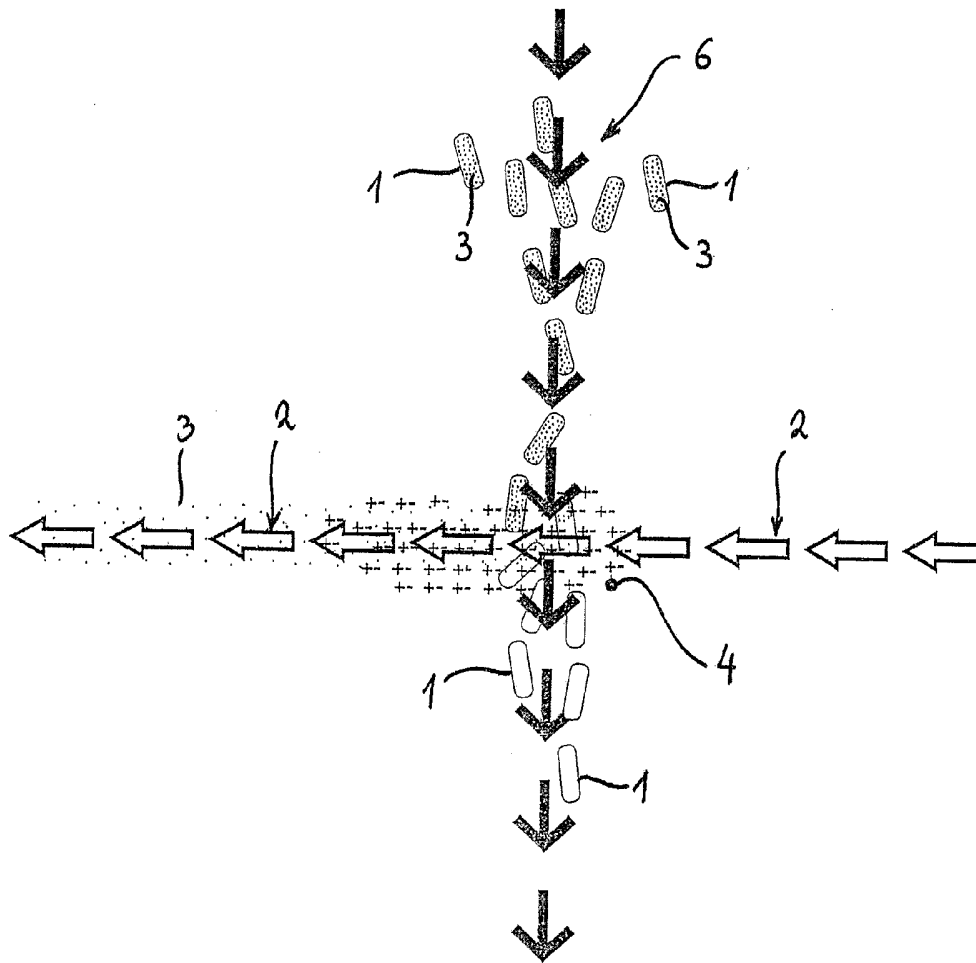


Fig. 3c