

(19)



(11)

EP 3 983 739 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

27.12.2023 Patentblatt 2023/52

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F26B 3/06 ^(2006.01) **F26B 17/12** ^(2006.01)
F26B 17/14 ^(2006.01) **F26B 21/06** ^(2006.01)
F26B 25/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20737332.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F26B 17/12; F26B 3/06; F26B 17/14; F26B 21/06; F26B 25/002

(22) Anmeldetag: **08.06.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/AT2020/060233

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/247992 (17.12.2020 Gazette 2020/51)

(54) **VERFAHREN ZUR TROCKNUNG VON SCHÜTTGUT**

METHOD FOR DRYING BULK MATERIAL

PROCÉDÉ DE SÉCHAGE DE MATÉRIAUX EN VRAC

(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

(72) Erfinder:

- **FUX, Erhard**
3451 Michelhausen (AT)
- **KREMER, Dieter**
51709 Marienheide (DE)

(30) Priorität: **12.06.2019 AT 505242019**

(74) Vertreter: **Felfernig, Oliver**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

20.04.2022 Patentblatt 2022/16

Reichsratsstraße 15
1010 Wien (AT)

(73) Patentinhaber: **Wittmann Technology GmbH**

1220 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 3 034 975 **EP-A1- 3 258 197**
EP-A1- 3 258 198 **JP-A- 2012 063 072**
US-A1- 2006 168 843

EP 3 983 739 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 zur Trocknung von Schüttgut insbesondere Feststoffen, wie Granulate, Pulver, Körner, Folien, Schnipsel, o. dgl., insbesondere für die Kunststoffverarbeitende Industrie, wie es in dem Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben ist.

[0002] Wie an sich bekannt, müssen vor der Verarbeitung in einer Maschine, beispielsweise in einer Spritzgussmaschine, die meisten Typen von Kunststoff-Granulat getrocknet werden.

[0003] Dabei ist aus der EP 3258197 A1 eine Anordnung und Verfahren zum Entfeuchten von granulatförmigem Schüttgut bekannt. Jeder Trocknungstrichter weist einen Füllstandsensor auf, der einem Materialabscheider eines jeden Trocknungstrichters zugeordnet ist. Jede BeladungschARGE erhält beim Beladen einen Zeitstempel und wandert physisch nach dem First-In, First-Out Prinzip durch den Trocknungstrichter. In ähnlicher Weise erfolgt ein datentechnisches Weiterschieben in einer Liste [20(x)]. Aus der Relation zwischen Volumen des Trocknungsbehälters zu Volumen des Materialabscheiders ergibt sich die Größe M des Speichers für das Schüttgut. Diese steht in einem direkten Verhältnis zur Anzahl der Fördervorgänge für eine komplette Befüllung des Trocknungstrichters. Aus dem jeweils ältesten Eintrag in der Liste 20(x) ergibt sich die sogenannte "Verweilzeit". Also die Verweilzeit der ältesten Charge ist somit die aktuelle Zeit minus dem Zeitstempel in dieser ältesten Charge. Nachteilig ist hierbei, dass bei dieser Berechnung die Durchführung einer BeladungschARGE zeitlich nicht direkt mit einer Materialentnahme zusammenhängt.

[0004] Weiters sind aus der EP 3258198 A1, der EP 3034975 A1, der US 2006/0168843 A1 und JP 2012-63072 A ein Verfahren und eine Trocknungsanlage mit einem Trocknungsbehälter zum Trocknen eines sich im Trocknungsbehälter befindlichen Schüttgut durch Hindurchströmen eines Trocknungsmediums bekannt.

[0005] Es sind bereits Trocknungsanlagen zur Erzeugung eines getrockneten oder erhitzten gasförmigen Mediumsstromes, insbesondere Luft, für kunststoffverarbeitende Maschinen bekannt, wobei ein oder mehrere Trocknungsbehälter an die Trocknungsanlage angebunden sind und für die Trocknung des Kunststoffmaterials ein den oder die Trocknungsbehälter durchströmendes, getrocknetes, gasförmiges Medium, insbesondere Luft, vorgesehen ist. Dem oder den Trocknungsbehältern sind eine oder mehrere Prozessheizungen oder Luftheritzer vorgeschaltet. Die aus dem jeweiligen Trocknungsbehälter austretende Rückluft wird über eine individuelle Rückluftleitung oder eine Sammelleitung für mehrere Trocknungsbehälter wieder der Trocknungsanlage zugeführt.

[0006] So ist aus der AT 505 391 B1 ein Verfahren zum Trocknen von Schüttgut, vorzugsweise Kunststoffgranulat, bekannt, bei dem in einem Trocknungsbehälter mittels eines Luftstromes das Schüttgut getrocknet wird. Der aus dem Trocknungsbehälter austretende Abluft-Luftstrom bzw. die Rückluft wird in einer ein Trocken- bzw.

Adsorptionsmittel enthaltenden Trocknungszelle getrocknet, gegebenenfalls das Adsorptionsmittel regeneriert und als Trocken-Luftstrom dem Schüttgut zugeführt.

[0007] Ein weiteres Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen von feuchten Gasen ist aus der DE 44 37 494 A1 bekannt.

[0008] Auch aus der DE 36 25 013 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen von Schüttgut, vorzugsweise Kunststoffgranulat in einem Trocknungsbehälter mittels Trockenluft bekannt. Im Zuge dieses Verfahrens wird die aus dem Trocknungsbehälter austretende Abluft in einem ein Adsorptionsmittel enthaltenden Trockner getrocknet und dem Schüttgut als Trockenluft wieder zugeführt.

[0009] Weiters ist aus der DE 197 57 537 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen und Erhitzen von Luft, die zum Trocknen von Schüttgut dient, bekannt. Diese Vorrichtung besteht im Wesentlichen aus mindestens einer Trockenpatrone bzw. Trocknungszelle, einem nachgeordneten Luftheritzer, einem nachgeordneten Trocknungsbehälter und einer nachgeordneten Kühlvorrichtung.

[0010] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass eine Trocknungsanlage auch ohne Trockenpatrone, jedoch den anderen Komponenten, also Luftheritzer und einem nachgeschalteten Trocknungsbehälter bestehen kann.

[0011] Auch andere Geometrien der Trocknungspatrone sind möglich, wie beispielsweise aus der EP 2 542 846 B1 und EP 2 542 847 B1 der Anmelderin ersichtlich. Darin ist ein Segmentradtrockner mit einer drehbaren Trommel beschrieben, in der die feuchte Luft aus dem Behälter für das Schüttgut entnommen wird, getrocknet und wieder dem Behälter zugeführt wird.

[0012] Nachteilig ist bei allen bekannten Verfahren, dass die benötigte Trocknungsleistung für den jeweiligen Trocknungsbehälter nur indirekt und mit Hilfe von zusätzlichen Sensoren, vorzugsweise Temperaturfühlem, ermittelt werden kann. Notwendige Änderungen in der Trocknungsleistung können nur mit Verzögerung festgestellt werden, da Temperaturfühler naturgemäß ein langsames Ansprechverhalten aufweisen. Das Erkennen eines Trendverlaufes eines Temperaturwertes erfordert überdies einen längeren Beobachtungszeitraum, was eine zusätzliche Verzögerung im Regelverhalten bewirkt. Vorzugsweise wird für die Ermittlung der Trocknungsleistung das Verhalten des Temperaturdifferentials zwischen Vorluft zum und Rückluft vom Materialbehälter verwendet.

[0013] Eine schwankende Trocknungsleistung ergibt sich aus unterschiedlichen Produktionsanforderungen, z.B. wenn zusätzliche Verarbeitungsmaschinen für die Materialversorgung an denselben Trocknungsbehälter angeschlossen werden oder wenn es bei einer Verarbeitungsmaschine zu einem Produktionsstillstand kommt. Ebenso lässt die Beladung eines Trocknungsbehälters mit kaltem oder feuchtigkeitsgesättigtem Kunststoffmaterial auf eine höhere Trocknungsleistung schließen, ob-

wohl der Materialdurchsatz durch den Trocknungsbehälter unverändert sein kann. Empfindliche Kunststoffmaterialien können bei Übertrocknung eine thermische Schädigung davontragen. Bei zu geringer Trocknung wiederum verursacht die im plastifizierten Materialstrom enthaltene Feuchtigkeit Qualitätsprobleme, z.B. Schließen im produzierten Kunststoffteil.

[0014] Hersteller von Kunststoffmaterial definieren für den Trocknungsprozess typischerweise die Verweilzeit und Prozesstemperatur des jeweiligen Materials im getrockneten und/oder auf die entsprechende Temperatur erhitzten gasförmigen Mediumsstrom. Aus Datenblättern der Hersteller können die Restfeuchtwerte des Materials bei einer definierten, nicht zu überschreitenden Anfangsfeuchte der Materialien entnommen werden. Bei der Auslegung einer Trocknungsanlage werden diese Vorgaben selbstverständlich berücksichtigt. So bestimmt sich dadurch die Größe der jeweiligen Materialbehälter und die benötigte Luftleistung der Trocknungsgeräte. Im Betrieb wird dann von der Einhaltung der Verweilzeit des Materials ausgegangen, da keine einfache Feststellung der tatsächlichen Verweilzeit möglich ist. Sollten mehr Verbraucher an einen Materialbehälter angeschlossen werden, als ursprünglich vorgesehen und entsprechend ausgelegt, tritt im Folgenden eine Unterschreitung der Verweilzeit des Materials ein. Ein nicht ordnungsgemäßer Betrieb einer Trocknungsanlage zeigt sich erst an fehlerhaft produzierten Teilen. Vorteilhaft wäre somit das Wissen der tatsächlichen Verweilzeit des Materials im Trocknungsbehälter.

[0015] Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur Trocknung von Schüttgut, insbesondere Feststoffen, wie Granulate, Pulver, Körner, Folien, Schnipsel, o. dgl., vorzugsweise Kunststoffgranulat, der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der einerseits die zuvor beschriebenen Nachteile vermieden werden und andererseits die Materialqualität des zur Verfügung zu stellenden Schüttgutes konstant zu halten bzw. zu erhöhen.

[0016] Die Aufgabe wird durch die Erfindung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass je nach verwendetem Material bzw. Schüttgut die vom Hersteller spezifizierte oder vom Anwender eingestellte Trocknungszeit, insbesondere Verweilzeit (45), entweder von einer übergeordneten Steuerung oder vom Verbraucher übertragen oder in der Steuerung des Behälters oder des Trocknungsgerätes vom Bediener eingestellt wird oder in der Steuerung des Behälters oder des Trocknungsgerätes in Form einer lokalen Datenbank vorhanden ist, wobei der Verbraucher den Materialverbrauch bzw. das Schussgewicht pro Produktionszyklus oder die individuellen oder kumulierten Schussgewichte für mehrere Produktionszyklen oder andere Werte, die auf den Materialverbrauch schließen lassen, an das oder die Trocknungsgeräte und/oder Materialbehälter direkt oder indirekt über die übergeordnete Steuerung übermittelt, wobei sich jeder Materialbehälter steuerungsseitig aus mehreren Beladungschargen mit

Zeitstempeln zusammensetzt und sich für die jeweils unterste Beladungscharge, insbesondere Materialcharge, im Materialbehälter die Trocknungs- bzw. Verweilzeit aus der Differenz der aktuellen Zeit der jeweiligen Materialentnahme durch den Verbraucher und dem der ältesten Beladungscharge zugehörigen Zeitstempel ergibt, wobei die Steuerung oder Steuerungen des oder der Trocknungsgeräte oder des oder der Materialbehälter die jeweiligen Einträge zu den Beladungschargen, zumindest die Zeitstempel in Form eines Ringpuffers hält, wobei von der jeweils ältesten Beladungscharge im Ringpuffer der vom Verbraucher übermittelte aktuelle Materialverbrauch solange abgezogen wird, bis diese Beladungscharge vollständig aufgebraucht ist, wobei anschließend die nächstälteste Beladungscharge, also der nächste Eintrag im Ringpuffer für die Berechnung herangezogen wird, wobei sich eine neue Beladungscharge für einen bestimmten Materialbehälter durch einen Förderzyklus des für die Beladung dieses Materialbehälters zugehörigen Schüttgut-Fördergerätes ergibt. Für eine hohe Qualität der Spritzgussteile ist es wesentlich, dass die für das jeweilige Schüttgut notwendige und durch die Datenblätter der Materialhersteller vorgegebene Verweilzeit oder Trocknungszeit für jede vom Verbraucher, vorzugsweise einer oder mehrerer kunststoffverarbeitender Maschinen, benötigte Materialcharge präzise berechnet und somit überwacht werden kann. Bei einer zu langen Verweilzeit, die sich durch einen Stillstand des oder der Verbraucher oder prozessbedingt durch geringeren Materialverbrauch eines oder mehrerer Verbraucher ergibt, können unterschiedliche, bereits bekannte Strategien zur Anpassung des Trocknungsprozesses eingeleitet werden. So können die eingestellten Prozesstemperaturen im oder in den Behältern oder die Beladung des oder der Behälter mit Material bzw. Schüttgut oder die Luftmenge des oder der Trocknungsgeräte an Hand der Übermittlung zumindest des Materialverbrauches vom Verbraucher, an das oder die Trocknungsgeräte oder Materialbehälter, automatisch angepasst werden. Neu ist, dass auch eine zu kurze Verweilzeit und somit eine mögliche Untertrocknung des Materials erkannt werden kann. Dieser Fall tritt dann auf, wenn die Verbraucher zu viel Material aus dem oder den Trocknungsbehältern abrufen und die durch die Materialhersteller spezifizierte Verweil- oder Trocknungszeit des Materials nicht mehr eingehalten werden kann. Wenn sich geräte- und baugrößenbedingt keine Erhöhung der Trockenluftmenge oder höhere Beladung der Materialbehälter erreichen lässt, ist ein möglicher Fehlerzustand gegeben, der entsprechend dem oder den Verbrauchern oder Anwendern angezeigt werden muss.

[0018] Erfindungsgemäß wird von der jeweils ältesten Beladungscharge im Ringpuffer der vom Verbraucher übermittelte aktuelle Materialverbrauch solange abgezogen, bis diese Beladungscharge vollständig aufgebraucht ist, wobei anschließend die nächstälteste Beladungscharge, also der nächste Eintrag im Ringpuffer für die Berechnung herangezogen wird. Dadurch kann ei-

nerseits die aufgebrauchte Beladearge für Qualitätsaufzeichnungen zu den hergestellten Kunststoffteilen zugeordnet werden und andererseits ist zu jedem Zeitpunkt die Materialmenge einer, insbesondere der ältesten, Beladearge bekannt, sodass von der Steuerung festgestellt werden kann, ob der nächsten Herstellungszyklus noch mit der ältesten Beladearge durchgeführt werden kann oder ob weiteres Material von der nächsten Beladearge herangezogen wird. Sollte dabei jedoch die nächste Beladearge noch nicht die notwendige Verweilzeit erreicht haben, so kann von der Steuerung eine entsprechende Meldung ausgegeben werden, sodass entweder der Herstellungszyklus gestoppt wird oder das hergestellte Teil vorgemerkt bzw. gekennzeichnet wird, um dieses nachträglich einer Qualitätsüberprüfung zu unterziehen.

[0019] Erfindungsgemäß ergibt sich eine neue Beladearge und somit ein Eintrag im Ringpuffer für einen bestimmten Materialbehälter durch einen Förderzyklus des für die Beladung dieses Materialbehälters zugehörigen Schüttgut-Fördergerätes.

[0020] Dadurch wird erreicht, dass in einem Förderzyklus mehr Schüttgut zum Trocknen in den Speicher befördert werden kann als bei einem Herstellungszyklus bzw. Spritzgießzyklus der Spritzgießmaschine benötigt wird.

[0021] Vorteilhaft ist hierbei, dass aus den von der kunststoffverarbeitenden Maschine gemeldeten Verbrauchsdaten, z.B. Schussgewicht pro Zyklus oder Materialverbrauch pro Einheit und den, im oder in den Materialbehältern oder im oder in den Trocknungsgeräten steuerungsseitig verwalteten Beladeargen des oder der Materialbehälter, die Verweilzeit des Schüttguts im Trocknungsbehälter berechnet werden kann. Die Berechnung der Verweilzeit beruht auf dem First-In-First-out Durchlaufprinzip von Schüttgut im Trocknungsbehälter, sowie der ermittelten oder eingestellten, jedenfalls bekannten Größe von Behälter und dem Schüttgut-Fördergerät für die Beladung des Behälters. Typischerweise sind Schüttgut-Fördergeräte wesentlich kleiner, als Trocknungsbehälter, z.B. im Verhältnis 1:20 bis zu 1:60 oder sogar darüber. Steuerungsseitig setzt sich ein Trocknungsbehälter somit aus mehreren Beladeargen zusammen, die mit einem Zeitstempel versehen und in einem Ringpuffer gehalten werden. Die Größe des Ringpuffers, also die Anzahl der Zeileneinträge, entspricht ungefähr dem Verhältnis Größe vom Trocknungsbehälter zu Größe des Schüttgut-Fördergerätes. Die jeweils "älteste" Beladearge im Ringpuffer wird für die Berechnung der Verweilzeit des Materials herangezogen. Bei einem diskontinuierlichen Betrieb, wie er beispielsweise bei einer Spritzgießmaschine vorliegt, meldet der Verbraucher bei jedem Spritzzyklus über unterschiedliche physikalische Größen den entsprechenden Materialverbrauch. Die Verweilzeit der jeweils untersten Materialcharge im Materialbehälter, die für den Spritzgießzyklus verwendet wird, ergibt sich aus der Differenz der aktuellen Zeit zum Zeitpunkt des Bedarfs des Ver-

brauchers und dem Zeitstempel der ältesten Beladearge im Ringpuffer. Bei einem kontinuierlichen Materialverbrauch, wie es beispielsweise bei Extrusionsanlagen vorliegt, erfolgt die Meldung des Verbrauchers entweder zyklisch von Zeit zu Zeit oder wenn sich eine Änderung im Materialverbrauch ergibt. Ein derartiges Verfahren zum Trocknen von Schüttgut wird allgemein in der Kunststoffverarbeitungstechnik, insbesondere für das Spritzgießen und in der Extrusionstechnik, eingesetzt, wobei die Information des benötigten Schüttgutes entsprechend angepasst wird, d.h., dass bei der Spritzgießtechnik nach jedem Spritzgießzyklus erfolgen kann, wogegen in der Extrusionstechnik kontinuierlich zu einstellbaren Zeiten die Übermittlung erfolgt.

[0022] Um die Verweilzeit auf dem vom Hersteller vorgegebenen Wert zu halten und somit eine Über Trocknung oder einen unnötig hohen Energieaufwand zu verhindern, können in Abhängigkeit der Ausstattung des Trocknungsgerätes und der Trocknungsbehälter unterschiedliche Strategien für die Anpassung der Trocknungsleistung oder Luftdurchströmung gewählt werden. Diese Strategien können manuell durch vorgegebene Selektion oder automatisch ausgewählt werden. Ebenso ist eine beliebige Kombination dieser Strategien möglich.

[0023] Im Standardfall wird bei Überschreitung der für den jeweiligen Kunststoff bzw. Schüttgut vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit in dem oder den Behältern die Prozesstemperatur auf einen einstellbaren oder automatisch bestimmten Wert verändert, vorzugsweise verringert. Dadurch wird erreicht, dass bei zu geringer Materialanforderung und somit zu langer Verweilzeit im Behälter die Temperatur für das Schüttgut bzw. den Kunststoff reduziert wird, sodass ein Austrocknen des im Behälter befindlichen Kunststoffes verhindert wird. Dies kann oftmals dann auftreten, wenn während des Prozesszyklus bei einem oder mehreren Verbrauchern ein Fehler auftritt oder diese abgeschaltet wurden oder ein Produktionsstopp auftrat. Bei vielen über trockneten Kunststoffen tritt eine thermische Degradation auf, die zu einem fehlerhaften Kunststoffteil führen, z.B. Festigkeitsverlust, Versprödung, Verfärbung oder Rissbildung. Außerdem können im Kunststoff gebundene Zusatzstoffe oder Additive durch Über Trocknung freigesetzt werden, die über die Rückluftleitung in das Trocknungsgerät zurückgelangen und dort den Trocknungsprozess durch Verkleben und Blockieren von Filtern und Trockenmittel eine negative Auswirkung hervorrufen können.

[0024] Eine weitere Strategie besteht darin, die Luftmenge durch den Silo mit Hilfe einer Klappe, die ähnlich einem Proportionalventil funktioniert und typischerweise im Vorluftstrom platziert ist, zu regulieren. Das verringert zwar nicht die Verweilzeit des Materials im Trocknungsbehälter, passt jedoch die Luftmenge an, die beim jeweiligen Material vorbeiströmt und schränkt damit die Aufnahme fähigkeit von Feuchtigkeit aus dem Material ein. Die überschüssige Luft wird über ein Bypass-Ventil dem Trocknungsgerät zurückgeführt. Da diese Luft nicht mit Feuchtigkeit beladen ist, entsteht im Trocknungsgerät

kein energetischer Aufwand für die Entfeuchtung.

[0025] Bei einem oder mehreren Trocknungsgeräten, die mit einem Frequenzumrichter zur Veränderung des Luftvolumens ausgestattet sind, kann die Luftmenge direkt beeinflusst, somit verringert oder vergrößert werden und somit einen ähnlichen Effekt wie die Klappe bewirken.

[0026] Eine weitere Methode beeinflusst direkt die Menge an Schüttgut im Speicher des Behälters. Somit wird bei Erhöhung des Materialverbrauches im nächsten bzw. den nächsten Prozesszyklen das Volumen im Speicher erhöht, wogegen bei Verringerung des benötigten Schüttgutes das Volumen im Speicher abgebaut wird, um ein zu langes Verharren des Schüttgutes im Speicher zu verhindern, d.h., dass das Ladevolumen des Behälters ständig an die benötigte Menge angepasst wird, wogegen im Stand der Technik darauf geachtet wird, dass immer ausreichend Schüttgut vorhanden ist und das Ladevolumen konstant gehalten wird.

[0027] Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich auch daraus, dass auch eine zu kurze Verweilzeit des Materials erkannt werden kann und dem Bediener nach Ablauf einer einstellbaren oder fix vorgegebenen Zeit eine entsprechende Fehlermeldung angezeigt wird.

[0028] Von Vorteil sind die Maßnahmen, bei denen sowohl der Verbraucher, vorzugsweise eine oder mehrere Spritzgießmaschinen, als auch das oder die Trocknungsgeräte und Materialbehälter autark voneinander funktionieren und über Kommunikationsschnittstellen miteinander verbunden sind. Dadurch ist es möglich, dass die Trocknungsgeräte und Materialbehälter zur jeweiligen Verarbeitungsmaschine gebracht werden können, so dass eine optimale Schüttgutversorgung für sämtliche Arbeitszellen in der Industrieanlage gewährleistet ist.

[0029] Vorteilhaft ist auch, dass das oder die Trocknungsgeräte und Materialbehälter aus den übermittelten Materialdurchsätzen bzw. Schussgewichten pro Produktionszyklus oder -zyklen die Verweilzeit des in dem oder den Behältern vorhandenen Materials bzw. Schüttgut berechnet. Dadurch wird erreicht, dass die den Schüttgutverarbeitenden Geräten, insbesondere den Spritzgießmaschinen, eine optimale Schüttgutqualität für die Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt wird. Dies ist insofern von Vorteil, da bei Spritzgießbauteilen die Plastifizierung des Schüttgutes wesentlich ist, sodass kein übertrocknetes Schüttgut, was bei einer zu langen Verweilzeit im Behälter entsteht, oder zu feuchtes Schüttgut, was bei zu kurzer Verweilzeit im Behälter verursacht wird, an die kunststoffverarbeitenden Maschinen gefördert wird.

[0030] Von Vorteil sind die Maßnahmen, bei der sowohl der Verbraucher, vorzugsweise eine oder mehrere Spritzgießmaschinen, als auch das oder die Trocknungsgeräte und Materialbehälter autark voneinander funktionieren und über Kommunikationsschnittstellen miteinander verbunden sind. Dadurch kann jederzeit eine Berechnung der Verweilzeit oder anderer Zustände unabhängig vom Produktionszyklus des Verbrauchers ermittelt bzw.

berechnet werden.

[0031] Es sind die Maßnahmen von Vorteil, bei der die Steuerung oder Steuerungen des oder der Trocknungsgeräte oder des oder der Materialbehälter die jeweiligen Einträge zu den Beladungschargen, zumindest die Zeitstempel in Form eines Ringpuffers hält. Dadurch wird erreicht, dass von der Steuerung jederzeit ein Abgleich mit dem vom Hersteller vorgegebenen Verweilzeiten durchführen und reagieren kann, um für die bestmögliche Qualität des herzustellenden Kunststoffteils die vorgegebenen Verweilzeiten einzuhalten.

[0032] Es sind aber auch die Maßnahmen von Vorteil, bei denen sich die minimale Anzahl an Beladungschargen eines Ringpuffers aus dem Verhältnis des Volumens des Materialbehälters und des Volumens des zugehörigen Schüttgut-Fördergerätes ergibt.

[0033] Vorteilhaft sind die Maßnahmen, bei denen sich aus dem Volumen des, einem Materialbehälter zugeordneten Schüttgut-Fördergerätes, die physische Größe einer Beladungscharge ergibt, von der der vom Verbraucher übermittelte Materialverbrauch jeweils abgezogen wird.

[0034] Es sind aber auch die Maßnahmen von Vorteil, bei denen das oder die Trocknungsgeräte bei Unter- oder Überschreitung der vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit des Materials bzw. Schüttguts unterschiedliche Strategien für die Trocknung des Materials in dem oder den Behältern durch vorgegebene Selektion oder automatisch auswählen kann. Dadurch wird erreicht, dass die vorgegebene Verweilzeit des verwendeten Granulates nicht überschritten wird und somit die bestmögliche Qualität des erzeugten Spritzgießteils gewährleistet ist.

[0035] Von Vorteil sind die Maßnahmen, bei denen die Prozesstemperatur während der Dauer einer Überschreitung der für den jeweiligen Kunststoff bzw. Schüttgut vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit in dem oder den Behältern auf einen einstellbaren oder automatisch bestimmten Wert verändert, vorzugsweise verringert wird. Dadurch wird verhindert, dass das Schüttgut im Materialbehälter zu trocken wird.

[0036] Vorteilhaft sind die Maßnahmen, bei denen das oder die Trocknungsgeräte, das oder die mit einem Frequenzumrichter zur Veränderung des Luftvolumens bzw. Luftmenge ausgestattet sind, während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit, das Luftvolumen durch den oder die Behälter automatisch verändern.

[0037] Es sind die Maßnahmen von Vorteil, bei denen ein mit einer Drosselklappe, zur Veränderung der durch diesen Behälter strömenden Luftmenge (47), ausgestatteter Materialbehälter, während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit, das Luftvolumen durch den Behälter automatisch verändert. Dadurch wird ein einfacher und effektiver Aufbau erreicht.

[0038] Von Vorteil sind die Maßnahmen, bei denen die Materialvorlage bzw. die Menge des Schüttguts in dem

oder den Materialbehältern automatisch an die vorgegebene Verweilzeit angepasst werden kann, um so für das jeweilige Material eine optimale und konstante Verweilzeit im Materialbehälter zu erreichen.

[0039] Es sind aber auch die Maßnahmen von Vorteil, bei denen bei Unterschreiten der für das jeweilige Material vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit, nach einer einstellbaren oder fest vorgegebenen Zeitdauer eine Fehlerausgabe erfolgen kann. Dadurch wird verhindert, dass einerseits die mit diesem Material hergestellten Produkte nachträglich auf ihre Qualität kontrolliert wird oder dass das entsprechende Material oder Kunststoffteile entsorgt werden.

[0040] Schließlich sind die Maßnahmen von Vorteil, bei denen die Größe des oder der Behälter einstellbar oder ermittelbar ist und somit die Gesamtvorlage von Material in dem oder den Behältern ermittelt werden kann. Dadurch können bei gleicher Ausbildung des Behälters jedoch unterschiedliche maximale Volumensmengen an einzufüllenden Material definiert werden, d.h., dass ein standardisierter Speicher im Behälter für die unterschiedlichsten Ausführungen verwendet wird, jedoch über die Einstellungen eine andere Größe des Behälters definiert werden kann.

[0041] Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass die zuvor beschriebenen Verfahrensabläufe beliebig miteinander kombinierbar sind.

[0042] Die Erfindung wird an Hand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die Erfindung nicht auf die gezeigten Darstellungen, insbesondere den Aufbau und die Zusammensetzung der Anlagen, begrenzt ist.

[0043] Es zeigen:

- Fig. 1 ein Übersichtsbild einer kunststoffverarbeitenden Industrieanlage in einer Arbeitszelle, in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 2 eine schaubildliche Darstellung einer Kunststoffindustrieanlage deren Produktionsmittel als Bestandteil einer Zentralförderanlage verbunden sind, in vereinfachter, schematischer Darstellung.
- Fig. 3 eine Detailansicht eines schematischen Aufbaus der Trocknungsanlage, in vereinfachter, schematischer Darstellung.
- Fig. 4 eine schaubildliche Darstellung eines Materialbehälters einer Trocknungsanlage mit mehreren Beladechargen, in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 5 eine weitere schaubildliche Darstellung einer Ausführungsvariante eines Materialbehälters einer Trocknungsanlage mit mehreren Einströmpunkten für die Zuführung der Luft in unterschiedliche Bereiche, insbesondere zu den Beladechargen, in vereinfachter, schematischer Darstellung

[0044] Einführend sei festgehalten, dass in den unter-

schiedlichen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die beschriebene Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Auch können Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen.

[0045] In den Fig. 1 bis 5 ist eine Industrieanlage 1 für Kunststoffanwendungen gezeigt, bei der die einzelnen Produktionsmittel 2 zum Erzeugen eines oder mehrerer Produkte/Halbprodukte oder Spritzgießteile 3 zusammen geschaltet sind.

[0046] Beispielsweise ist es möglich, dass für die Herstellung eines Spritzgießteils 3 Kunststoffgranulat oder -pulver über ein Granulatlördergerät 9 und eventuell über ein Dosiergerät 11 oder aus einem Granulattrockner 10 der Verarbeitungsmaschine 4 zugeführt wird. Über ein Temperiergerät 13 und/oder Kühlgerät kann die Spritzgussform 7 durch Zuführung eines Temperiermediums auf Betriebstemperatur gehalten werden bzw. entsprechend geheizt oder gekühlt werden, sodass eine optimale Verarbeitung des Kunststoffgranulates oder -pulvers, welches zum Einspritzen in die Spritzgussform 7 plastifiziert werden muss, ermöglicht wird.

[0047] Zusätzlich kann die Anlage eine Überwachungs Vorrichtung 15, insbesondere ein Kamerasystem, aufweisen, um eine automatische Qualitätskontrolle des erzeugten Produktes 3 durchführen zu können. Ebenso sind sehr häufig vor- bzw. nachgeschaltete Automatisierungsanlagen 16 vorhanden, z.B. Angußabschneide-17, Zentrier-, Vereinzelungs-, Zuführstationen, Kisten-, Palettenstapelstationen, etc., die direkt in die Robotersteuerung bzw. Industrieanlage 1 eingebunden und von dieser über digitale oder analoge Signale oder andere Kommunikationsschnittstellen gesteuert werden. Die Erstellung der Ablauf- und Steuerlogik für den Roboter 5 bzw. Handhabungsautomat 5 und etwaige angeschlossene Automatisierungskomponenten 16 bzw. -anlagen erfolgt typischerweise im Teach-In-Verfahren, wozu eine entsprechende Teachbox 18 bzw. Robotsteuerung eingesetzt werden kann.

[0048] Damit die einzelnen Geräte eingestellt bzw. programmiert werden können, weisen diese vorzugsweise eine Steuerelektronik bzw. Steuerung 19, wie schematisch eingezeichnet, auf, wobei die Einstellung bzw. Programmierung über an den Geräten angeordneten Displays oder der Teachbox 18 eingegeben und angezeigt wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass auch über eine externe Komponente, die über eine Schnittstelle mit den Produktionsmitteln 2 verbunden ist, die Programmierung bzw. Einstellung erfolgen kann.

[0049] Der Vollständigkeit halber wird des Weiteren

erwähnt, dass sämtliche Geräte mit entsprechenden Leitungen, insbesondere Spannungsversorgungen, Netzwerk- und Verbindungsleitungen, Flüssigkeitsversorgungsleitungen, Materialleitungen usw. verbunden sind, die in der gezeigten Darstellung der übersichtshalber nicht dargestellt wurden. Auch werden derartige Produktionsmittel 2 vorzugsweise zu einer oder mehreren Arbeitszellen 20 zusammengefasst, wobei die Kommunikation der Produktionsmittel 2 innerhalb der Arbeitszellen 20 direkt mit der Maschine 4 oder über eine Arbeitszellensteuerung 21 erfolgen kann. Dabei kann die Industrieanlage einen oder mehreren Control Rooms 23, in dem insbesondere eine oder mehrere Bedieneinheiten 24 bzw. Computer angeordnet ist, wobei auch über Handys 25 und/oder Tablett 26, eingesetzt werden können. Damit die kunststoffverarbeitenden Produktionsmittel 2 mit Schüttgut 12 versorgt werden, können die entsprechenden Produktionsmittel 2 über eine Zentralförderanlage 27, wie diese beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist, über entsprechende Versorgungsleitungen 28 versorgt werden.

[0050] Dabei ist in Fig. 3 ein Detail des Aufbaus einer Trocknungsanlage 29 zur Darstellung des Verfahrens zur Trocknung von Schüttgut 12, insbesondere Feststoffen, wie Granulate, Pulver, Körner, Folien, Schnipsel, o. dgl., vorzugsweise Kunststoffgranulat in einem einzelnen oder mehreren zu einem Verbund zusammengeschalteten Trocknungsgeräten 30 und Behältern 10, 31, insbesondere Materialbehälter 10, 31, gezeigt.

[0051] Wie zuvor bereits erwähnt, sind die Produktionsmittel 2, insbesondere das Trocknungsgerät 30 und der Behälter 10, 31 über eine Leitung 22 zur Kommunikation über deren Steuerungen 19 verbunden, wobei die Steuerung 19 die einzelnen Komponenten, Sensoren steuert bzw. regelt. Weiters sind alle in der Trocknungsanlage 29 befindlichen Trocknungsgeräte 30 und Behälter 10, 31 über eine Luft-Zuleitung 32 und Luft-Rückleitung 33 miteinander verbunden. Dabei wird von den Trocknungsgeräten 30 die feuchte Luft 34 entfeuchtet und anschließend trockene Luft 34 in die Luft-Zuleitung 32 eingespeist, sodass diese von den Behältern 10, 31 zur Trocknung des Schüttgutes 12 entnommen und über eine Prozessheizung 35 entsprechend aufgeheizt und anschließend durch den mit Granulat 12 befüllten Speicher 36 hindurch gefördert wird, sodass die Luft 34 die Feuchtigkeit des Schüttgut 12 aufnehmen kann, worauf die feuchte Luft 34 in die Luft-Rückleitung 33 eingespeist wird. Damit können die Trocknungsgeräte 30 die feuchte Luft 34 aus der Luft-Rückleitung 33 entnehmen und über eine Pumpe/Verdichter 37 an eine Entfeuchtungseinheit 38 fördern, der die Feuchtigkeit in der Luft 34 entfernt. Für die Entnahme und Einspeisung der Luft 34 sind die einzelnen Geräte mit Klappen oder Ventilen 39 ausgestattet, die über die Steuerung 19 entsprechend angesteuert werden.

[0052] Erfindungsgemäß ist nunmehr vorgesehen, dass eine für das jeweilige Material 12 bzw. Schüttgut 12 eingestellte Prozesstemperatur 40 im oder in den Be-

hältern 10, 31 oder die Beladung 41 des oder der Behälter 10, 31 mit Material 12 bzw. Schüttgut 12 oder die Luftmenge 42 des oder der Trocknungsgeräte 30 an Hand der Übermittlung zumindest des Materialverbrauches 43 vom Verbraucher 2, vorzugsweise einer oder mehrerer kunststoffverarbeitender Maschinen an das oder die Trocknungsgeräte 30 oder Behälter 10, 31, angepasst wird, d.h., dass sämtliche Verbraucher bzw. Produktionsmittel, die Schüttgut 12 benötigen bzw. verarbeiten den Materialverbrauch 43 mitteilen, sodass der Trocknungsprozess von dem oder den Trocknungsgeräten 30 oder Behältern 10, 31 entsprechend an die Gegebenheiten angepasst werden kann.

[0053] Damit eine reibungslose Versorgung mit ausreichend trockenem Schüttgut 12 gewährleistet werden kann, werden von den Verbrauchern 2 deren Materialverbrauch bzw. das Schussgewicht pro Produktionszyklus oder die individuellen oder kumulierten Schussgewichte für mehrere Produktionszyklen an das oder die Trocknungsgeräte 30 und Materialbehälter 10, 31 übermittelt, die von deren Steuerung 19 weiterverarbeitet werden, d.h., dass aus sämtlich übermittelten Daten der benötigte Materialverbrauch 43 ermittelt bzw. berechnet wird, sodass eine entsprechende Steuerung bzw. Regelung zur Erhöhung oder Verringerung des benötigten trockenen Schüttgutes 12 vorgenommen wird. Dabei kann der Behälter 10, 31 und/oder das Trocknungsgerät 30 eine Verweilzeit 45 des im Speicher 36 des Behälters 10, 31 vorhandenen Schüttgutes 12 ermitteln bzw. berechnen, um eine zu kurze oder unnötig lange Lagerzeit 46 für eine optimale Plastifizier- und Materialeigenschaft des Schüttgutes 12 zu verhindern. Wird nämlich das Schüttgut 12 beispielsweise zu lange und/oder zu heiß getrocknet, so kann es dazu führen, dass das Schüttgut 12 zu trocken wird und nicht mehr optimal von den kunststoffverarbeitenden Maschinen verarbeitet werden kann, was zu fehlerhaften Produktionsteilen führen kann. Dabei werden von den Steuerungen 19 noch weitere Parameter, wie die Materialart bzw. Typ des Kunststoffes, Materialgröße, usw. miteinbezogen.

[0054] Dabei ist es wesentlich, dass je nach verwendetem Material bzw. Schüttgut 12 die optimale Verweilzeit entweder von einer übergeordneten Steuerung oder Datenbank übertragen oder in der Steuerung 19 des Behälters 10, 31 oder des Trocknungsgerätes 30 vom Bediener eingestellt wird oder in der Steuerung 19 des Behälters 10, 31 oder des Trocknungsgerätes 30 in Form einer lokalen Datenbank vorhanden ist.

[0055] Wie zuvor erwähnt, können die unterschiedlichsten Steuer- und Regelverfahren angewandt werden, bei denen immer das oberste Ziel ist, eine gleichbleibende Schüttgutqualität den kunststoffverarbeitenden Geräten zur Verfügung zu stellen.

[0056] Dabei ist es möglich, dass in unterschiedlichen Behältern 10, 31, insbesondere in deren Speicher 36, verschiedene Materialien 12 bzw. Schüttgut 12 verarbeitet, insbesondere getrocknet wird, deren Parameter, insbesondere die Prozesstemperatur 40 je Behälter 10, 31

eingestellt werden kann, d.h., dass die einzelnen mit unterschiedlichen Schüttgut 12 versorgten Behälter 10, 31 unterschiedliche Parameter aufweisen können, die unabhängig voneinander geregelt bzw. gesteuert werden, sodass immer ein Schüttgut 12 mit konstant gleich guter Qualität für die Weiterarbeit zur Verfügung gestellt wird. Dabei ist es auch möglich, dass mehrere Behälter 10, 31 in der Trocknungsanlage 29 parallel geschaltet sind, da damit mehr Material 12 und somit mehr Verbraucher gleichzeitig versorgt werden können.

[0057] Wie in Figur 3 schematisch durch einen strichlierten Pfeil 43 im Bereich der Leitung 22 übermittelt oder die Verbraucher 2 den Materialdurchsatz 43 bzw. das Schussgewicht pro Produktionszyklus oder die individuellen oder kumulierten Schussgewichte für mehrere Produktionszyklen oder andere Werte, die direkt oder indirekt auf den Materialdurchsatz schließen lassen, an das oder die Trocknungsgeräte 30 und/oder Materialbehälter 10, 31 übermittelt. Dadurch kann das oder die Trocknungsgeräte 30 und/oder Materialbehälter 10, 31 aus den übermittelten Materialdurchsätzen bzw. Schussgewichten pro Produktionszyklus oder -zyklen die Verweilzeit 45 des in dem oder den Behältern 10, 31 vorhandenen Materials bzw. Schüttguts 12 berechnet.

[0058] In Figur 4 wird schematisch der Zusammenhang zwischen Ringpuffer 49 und Beladearge 48,48a,48b,48c dargestellt. Der Ringpuffer 49 dient steuerungsseitig zur Speicherung und Verwaltung der Zeitstempel 50, insbesondere der Zeitstempel 50a bis c der unterschiedlichsten Beladeargen 48a bis c, und möglicherweise weiterer Informationen, z.B. Größe der Beladearge 48a bis c, der effektiven Trocknungsdauer 51a,51b,51c einer Beladearge 48a bis c oder Zusatzinformationen 53a,53b,53c, der Beladeargen 48a bis c. Eine neue Beladearge 48, steuerungsseitig im Ringpuffer 49 und physisch im Materialbehälter 10, 31, ergibt sich durch einen Materialförderzyklus eines Fördergerätes 9, welches auf dem Materialbehälter 10, 31 montiert ist. Dabei wird die aktuelle Zeit und optional weitere Informationen in einem Eintrag im Ringpuffer 49 abgelegt. Die physischen Beladeargen 48a bis c werden in Figur 4 schematisch durch unterschiedliche Orientierung der Schüttgutkörner angedeutet und sind unterschiedliche Schichten, wie mit strichlierten Linien schematisch getrennt, im Materialbehälter 10, 31. Das Material bewegt sich konstruktionsbedingt nach dem FIFO (First-In, First-Out) Prinzip durch einen Materialbehälter 10, 31. Die jeweils "älteste" Beladearge 48a im Ringpuffer 49 wird für die Berechnung der Verweilzeit 45 des Materials herangezogen. Bei einem diskontinuierlichen Betrieb, wie er beispielsweise bei einer Spritzgießmaschine vorliegt, meldet der Verbraucher bei jedem Spritzzyklus über unterschiedliche physikalische Größen den entsprechenden Materialverbrauch. Die Verweilzeit 45a der jeweils untersten Materialcharge 48a im Materialbehälter 10, 31, die für den Spritzgießzyklus verwendet wird, ergibt sich aus der Differenz der aktuellen Zeit zum Zeitpunkt des Bedarfs des Verbrauchers 2 und dem Zeit-

stempel 50a der ältesten Beladearge im Ringpuffer 49.

[0059] Wird eine derartige Trocknungsanlage für den Betrieb einer Extrusionsanlage eingesetzt, so wird der Materialverbrauch vorzugsweise kontinuierlich und vor-einstellbaren Zeitabständen übermittelt, um die Verweilzeit 45 zu ermitteln.

[0060] Weiters ist es möglich, wie in Fig. 5 schematisch dargestellt, dass die Luftzuführung für die unterschiedlichsten Beladeargen 48,48a bis 48c gesteuert bzw. geregelt werden kann, d.h., dass am Behälter 10,31, insbesondere am Speicher 36, mehrere Einstrompunkte 54 für die Zufuhr der getrockneten Luft 34 angeordnet sind, sodass je berechnete Verweilzeit 45,45a bis c der verschiedensten Beladeargen 48,48a bis c die benötigte Luft 34 eingespeist wird. Dadurch ist es beispielsweise möglich, dass die Luftzufuhr für die älteste, also unterste, Beladearge 48a reduziert wird und für die nächste bzw. nächsten Beladeargen 48b, 48c erhöht werden.

[0061] Wie zuvor ausgeführt, ist es möglich, dass das oder die Trocknungsgeräte 30 bei Unter- oder Überschreitung der vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit 45,45a,45b,45c des Materials bzw. Schüttguts 12 unterschiedliche Strategien für die Trocknung des Materials 12 in dem oder den Behältern 10, 31 durch vorgegebene Selektion oder automatisch auswählen kann. Dabei kann beispielsweise die Prozesstemperatur 40 während der Dauer einer Überschreitung der für den jeweiligen Kunststoff bzw. Schüttgut 12 vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit 45,45a,45b,45c in dem oder den Behältern 10, 31 auf einen einstellbaren oder automatisch bestimmten Wert verändert, vorzugsweise verringert wird. Es ist aber auch möglich, dass ein mit einer Drosselklappe 46, zur Veränderung der durch diesen Behälter 10,31 strömenden Luftmenge 47, ausgestatteter Materialbehälter 10,31, während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material 12 vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit 45,45a,45b,45c, das Luftvolumen durch den Behälter automatisch verändert. Dabei ist es auch möglich, dass das oder die Trocknungsgeräte 30, das oder die mit einem Frequenzumrichter zur Veränderung des Luftvolumens bzw. Luftmenge 42 ausgestattet sind, während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit 45 das Luftvolumen 42 durch den oder die Behälter 10, 31 automatisch verändern. Selbstverständlich sind noch weitere aus dem Stand der Technik bekannte Strategien für die Trocknung möglich. Auch ist es möglich, dass bei Unterschreiten der für das jeweilige Material 12 vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit 45, nach einer einstellbaren oder fest vorgegebenen Zeitdauer eine Fehlerausgabe erfolgen kann.

[0062] Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass alle Geräte bzw. Produktionsmittel 2 als sogenannte Stand-Alone-Geräte ausgebildet sein können und somit unabhängig von anderen autark arbeiten.

[0063] Der Ordnung halber wird darauf hingewiesen,

dass die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsvarianten beschränkt ist, sondern auch weitere Ausbildungen und Aufbauten beinhalten können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung von Schüttgut (12), insbesondere Feststoffen, wie Granulate, Pulver, Körner, Folien, Schnipsel, o. dgl., vorzugsweise für kunststoffverarbeitende Maschinen, in einem einzelnen oder mehreren zu einem Verbund zusammengeschalteten Trocknungsgeräten (30) und Behältern (10, 31), insbesondere Materialbehältern (10, 31), wobei je nach verwendetem Material bzw. Schüttgut (12) die vom Hersteller spezifizierte oder vom Anwender eingestellte Trocknungszeit (45), insbesondere Verweilzeit (45), entweder von einer übergeordneten Steuerung oder vom Verbraucher (2) übertragen oder in der Steuerung (19) des Behälters (10, 31) oder des Trocknungsgerätes (30) vom Bediener eingestellt wird oder in der Steuerung (19) des Behälters (10, 31) oder des Trocknungsgerätes (30) in Form einer lokalen Datenbank vorhanden ist, wobei der Verbraucher (2) den Materialverbrauch (43) bzw. das Schussgewicht pro Produktionszyklus oder die individuellen oder kumulierten Schussgewichte für mehrere Produktionszyklen oder andere Werte, die auf den Materialverbrauch (43) schließen lassen, an das oder die Trocknungsgeräte (30) und/oder Materialbehälter (10, 31) direkt oder indirekt über die übergeordnete Steuerung übermittelt, wobei sich jeder Materialbehälter (10, 31) steuerungsseitig aus mehreren Beladungschargen (48,48a,48b,48c) mit Zeitstempeln (50a,50b,50c) zusammensetzt und sich für die jeweils unterste Beladungscharge (48,48a,48b,48c), insbesondere Materialcharge, im Materialbehälter (10, 31) die Trocknungs- bzw. Verweilzeit (45) aus der Differenz der aktuellen Zeit der jeweiligen Materialentnahme durch den Verbraucher (2) und dem der ältesten Beladungscharge (48) zugehörigen Zeitstempel (50a) ergibt, wobei die Steuerung oder Steuerungen des oder der Trocknungsgeräte (30) oder des oder der Materialbehälter (19, 31) die jeweiligen Einträge zu den Beladungschargen (48,48a,48b,48c), zumindest die Zeitstempel (50a,50b,50c) in Form eines Ringpuffers (49) hält, wobei von der jeweils ältesten Beladungscharge (48a) im Ringpuffer (49) der vom Verbraucher (2) übermittelte aktuelle Materialverbrauch (43) solange abgezogen wird, bis diese Beladungscharge (48a) vollständig aufgebraucht ist, wobei anschließend die nächstälteste Beladungscharge (48b), also der nächste Eintrag im Ringpuffer (49) für die Berechnung herangezogen wird, wobei sich eine neue Beladungscharge (48,48a,48b,48c) für einen bestimmten Materialbehälter (10, 31) durch einen Förderzyklus des für die Beladung dieses Materialbehälters (10,31) zugehörigen Schüttgut-Fördergerätes (9) ergibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl der Verbraucher (2), vorzugsweise eine oder mehrere Spritzgießmaschinen (4), als auch das oder die Trocknungsgeräte (30) und Materialbehälter (10, 31) autark voneinander funktionieren und über Kommunikationsschnittstellen miteinander verbunden sind.
3. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die minimale Anzahl an Beladungschargen (48,48a,48b,48c) eines Ringpuffers (49) aus dem Verhältnis des Volumens des Materialbehälters (10, 31) und des Volumens des zugehörigen Schüttgut-Fördergerätes (9) ergibt.
4. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich aus dem Volumen des, einem Materialbehälter (10,31) zugeordneten Schüttgut-Fördergerätes (9), die physische Größe einer Beladungscharge (48,48a,48b,48c) ergibt, von der der vom Verbraucher (2) übermittelte Materialverbrauch (43) jeweils abgezogen wird.
5. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder die Trocknungsgeräte (30) bei Unter- oder Überschreitung der vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit (45,45a,45b,45c) des Materials bzw. Schüttguts (12) unterschiedliche Strategien für die Trocknung des Materials (12) in dem oder den Behältern (10, 31) durch vorgegebene Selektion oder automatisch auswählen kann.
6. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prozesstemperatur (40) während der Dauer einer Überschreitung der für den jeweiligen Kunststoff bzw. Schüttgut (12) vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit (45,45a,45b,45c) in dem oder den Behältern (10, 31) auf einen einstellbaren oder automatisch bestimmten Wert verändert, vorzugsweise verringert wird.
7. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder die Trocknungsgeräte (30), das oder die mit einem Frequenzumrichter zur Veränderung des Luftvolumens bzw. Luftmenge (42) ausgestattet sind, während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit (45,45a,45b,45c), das Luftvolumen (42) durch den oder die Behälter (10, 31) automatisch verändern.
8. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen

dadurch gekennzeichnet, dass ein mit einer Drosselklappe (46), zur Veränderung der durch diesen Behälter (10,31) strömenden Luftmenge (47), ausgestatteter Materialbehälter (10,31), während der Dauer einer Unter- oder Überschreitung der für das jeweilige Material (12) vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit (45,45a,45b,45c), das Luftvolumen durch den Behälter automatisch verändert.

9. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialvorlage bzw. die Menge des Schüttguts (12) in dem oder den Materialbehältern (10, 31) automatisch an die vorgegebene Verweilzeit (45,45a,45b,45c) angepasst werden kann, um so für das jeweilige Material (12) eine optimale und konstante Verweilzeit (45,45a,45b,45c) im Materialbehälter (31) zu erreichen.
10. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Unterschreiten der für das jeweilige Material (12) vorgegebenen oder ermittelten Verweilzeit (45,45a,45b,45c), nach einer einstellbaren oder fest vorgegebenen Zeitdauer eine Fehlerausgabe erfolgen kann.
11. Verfahren nach den vorangegangenen Ansprüchen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des oder der Behälter (10, 31) einstellbar oder ermittelbar ist und somit die Gesamtvorlage von Material (12) in dem oder den Behältern (10, 31) ermittelt werden kann.

Claims

1. Method for drying bulk material (12), in particular solids, such as granule materials, powders, grains, films, chips, or the like, preferably for plastics-processing machines, in one or several drying devices (30) and containers (10, 31), in particular material containers (10, 31), which are interconnected to form an assembly, wherein, depending on the material or bulk material, respectively, (12) used, the drying time (45) specified by the manufacturer or set by the user, in particular the residence time (45), is either transmitted by a superordinate controller or by the consumer (2) or is set in the controller (19) of the container (10, 31) or of the drying device (30) by the operator or is present in the controller (19) of the container (10, 31) or of the drying device (30) in the form of a local database, wherein the consumer (2) transmits the material consumption (43) or the shot weight per production cycle, respectively, or the individual or cumulated shot weights for several production cycles or other values which are indicative of the material consumption (43) to the drying device(s) (30) and/or material container(s) (10, 31), di-

rectly or indirectly via the superordinate controller, whereby each material container (10, 31) consists on the control side of several loading batches (48,48a,48b,48c) with time stamps (50a,50b,50c), and for the respectively lowest loading batch (48,48a,48b,48c), in particular material batch, in the material container (10, 31) the drying or residence time (45), respectively, results from the difference between the current time of the respective material removal by the consumer (2) and the time stamp (50a) associated with the oldest loading batch (48), wherein the control or control systems of the drying device or devices (30) or of the material container or containers (19, 31) hold the respective entries for the loading batches (48, 48a, 48b, 48c), at least the time stamps (50a,50b,50c), in the form of a ring buffer (49), wherein the current material consumption (43) transmitted by the consumer (2) is subtracted from the respectively oldest loading batch (48a) in the ring buffer (49) until this loading batch (48a) is completely used up, whereby subsequently the next oldest loading batch (48b), i.e. the next entry in the ring buffer (49), is used for the calculation, whereby a new loading batch (48,48a,48b,48c) for a specific material container (10, 31) results from a conveying cycle of the bulk material conveying device (9) associated with the loading of this material container (10, 31).

2. Method according to claim 1, **characterized in that** both the consumer (2), preferably one or several injection-molding machines (4), and the drying device or devices (30) and material containers (10, 31) function autonomously from each other and are mutually interconnected via communication interfaces.
3. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the minimum number of loading batches (48,48a,48b,48c) of a ring buffer (49) results from the ratio of the volume of the material container (10, 31) and the volume of the associated bulk material conveying device (9).
4. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the physical size of a loading batch (48,48a,48b,48c) results from the volume of the bulk material conveying device (9) associated with a material container (10,31), from which the material consumption (43) transmitted by the consumer (2) is subtracted in each case.
5. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the drying device or devices (30) can select from among various strategies for drying the material (12) in the container or containers (10, 31) by predetermined selection or automatically when the predetermined or determined residence time (45,45a,45b,45c) of the material or bulk material

(12), respectively, is not reached or exceeded.

6. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the process temperature (40) is changed, preferably reduced, to an adjustable or automatically determined value for the duration of an exceedance of the residence time (45,45a,45b,45c) in the container(s) (10, 31) predetermined or determined for the respective plastic or bulk material (12), respectively.
7. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the drying device or devices (30) equipped with a frequency converter for varying the air volume or air quantity, respectively, (42) automatically vary the air volume (42) through the container or containers (10, 31) for the duration of an undershoot or exceedance of the residence time (45, 45a, 45b, 45c) predetermined or determined for the respective material.
8. A method according to the preceding claims, **characterized in that** a material container (10,31) equipped with a throttle valve (46) for varying the air volume (47) flowing through said container (10,31) automatically varies the air volume through the container for the duration of an undershoot or exceedance of the residence time (45,45a,45b,45c) predetermined or determined for the respective material (12).
9. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the material supply or the quantity of bulk material, respectively, (12) in the material container or containers (10, 31) can be automatically adapted to the predetermined residence time (45,45a,45b,45c) in order to achieve an optimum and constant residence time (45,45a,45b,45c) in the material container (31) for the respective material (12).
10. Method according to the preceding claims, **characterized in that**, if the residence time (45,45a,45b,45c) specified or determined for the respective material (12) is not reached, an error message can be produced after an adjustable or fixed period of time.
11. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the size of the container or containers (10, 31) is adjustable or determinable and thus the total supply of material (12) in the container or containers (10, 31) can be determined.

Revendications

1. Procédé pour le séchage de produits en vrac (12), en particulier de matières solides, telles que des gra-

nulés, des poudres, des grains, des feuilles, des rognures ou similaires, de préférence pour des machines de transformation de matières plastiques, dans un seul ou plusieurs appareils de séchage (30) et récipients (10, 31) raccordés de manière à former un ensemble, en particulier des récipients de matière (10, 31), le temps de séchage (45) spécifié par le fabricant ou réglé par le consommateur selon la matière ou les produits en vrac employés (12), en particulier le temps de séjour (45), étant soit transmis par une commande supérieure ou par le consommateur (2), soit réglé par l'opérateur sur la commande (19) du récipient (10, 31) ou de l'appareil de séchage (30), soit présent sur la commande (19) du récipient (10, 31) ou de l'appareil de séchage (30) sous forme d'une base de données locale, le consommateur (2) transmettant la consommation de matière (43) ou le poids injecté par cycle de production ou les poids injectés individuels ou cumulés pour plusieurs cycles de production ou d'autres valeurs, qui permettent de déduire la consommation de matière (43), à l'appareil ou aux appareils de séchage (30) et/ou au récipient de matière (10, 31) directement ou indirectement par le biais de la commande supérieure, chaque récipient de matière (10, 31) se composant, côté commande, de plusieurs lots de chargement (48, 48a, 48b, 48c) avec horodatages (50a, 50b, 50c) et le temps de séchage ou temps de séjour (45) résultant de la différence entre le temps actuel du prélèvement de matière respectif par le consommateur (2) et l'horodatage (50a) associé au lot de chargement le plus ancien (48) pour le lot de chargement (48, 48a, 48b, 48c) respectivement le plus bas, en particulier le lot de matière, dans le récipient de matière (10, 31), la commande ou les commandes du ou des appareils de séchage (30) ou du ou des récipients de matière (19, 31) conservant les entrées respectives relatives aux lots de chargement (48, 48a, 48b, 48c), au moins les horodatages (50a, 50b, 50c) sous la forme d'une mémoire tampon circulaire (49), la consommation actuelle de matière (43) transmise par le consommateur (2) étant déduite du lot de chargement le plus ancien (48a) dans la mémoire tampon circulaire (49) jusqu'à ce que ce lot de chargement (48a) soit complètement consommé, le lot de chargement suivant le plus ancien (48b), c.-à-d. l'entrée suivante dans la mémoire tampon circulaire (49), étant ensuite employé pour le calcul, un nouveau lot de chargement (48, 48a, 48b, 48c) pour un récipient de matière déterminé (10, 31) étant obtenu par un cycle de transport de l'appareil de transport de produits en vrac (9) associé pour le chargement de ce récipient de matière (10,31).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**aussi bien le consommateur (2), de préférence une ou plusieurs machines de moulage par injection (4), que le ou les appareils de séchage (30) et les

- réipients de matière (10, 31) fonctionnent de manière autonome les uns par rapport aux autres et sont reliés entre eux par des interfaces de communication.
3. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le nombre minimal de lots de chargement (48, 48a, 48b, 48c) d'une mémoire tampon circulaire (49) résulte du rapport entre le volume du réipient de matière (10, 31) et le volume de l'appareil de transport de produits en vrac (9) associé.
 4. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la taille physique d'un lot de chargement (48, 48a, 48b, 48c) est obtenue à partir du volume de l'appareil de transport de produits en vrac (9) associé à un réipient de matière (10, 31), dont la consommation de matière (43) transmise par le consommateur (2) est respectivement déduite.
 5. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le ou les appareils de séchage (30) peuvent, en cas de dépassement vers le bas ou vers le haut du temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini ou déterminé de la matière ou du produit en vrac (12), sélectionner différentes stratégies pour le séchage de la matière (12) dans le ou les réipients (10, 31) par sélection prédéfinie ou de manière automatique.
 6. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température de processus (40) est modifiée, de préférence diminuée, pendant la durée d'un dépassement du temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini ou déterminé pour la matière plastique ou le produit en vrac (12) respectifs dans le ou les réipients (10, 31) à une valeur réglable ou définie automatiquement.
 7. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le ou les appareils de séchage (30), qui est ou sont équipés d'un convertisseur de fréquence en vue de la modification du volume d'air ou du débit d'air (42), modifient automatiquement le volume d'air (42) circulant à travers le ou les réipients (10, 31) pendant la durée d'un dépassement vers le bas ou vers le haut du temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini ou déterminé pour la matière respective.
 8. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** réipient de matière (10, 31) équipé d'un clapet d'étranglement (46) conçu en vue de la modification du débit d'air (47) circulant à travers ce réipient (10, 31), modifie automatiquement le volume d'air traversant le réipient pendant la durée d'un dépassement vers le bas ou vers le haut du temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini ou dé-
- terminé pour la matière (12) respective.
9. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la réserve de matière ou la quantité de produit en vrac (12) dans le ou les réipients de matière (10, 31) peut être adaptée automatiquement au temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini afin d'atteindre ainsi un temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) optimal et constant pour la matière (12) respective dans le réipient de matière (31).
 10. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en cas de dépassement vers le bas du temps de séjour (45, 45a, 45b, 45c) prédéfini ou déterminé pour la matière respective (12), une erreur peut être affichée après une durée réglable ou prédéfinie de manière fixe.
 11. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la taille du ou des réipients (10, 31) est réglable ou peut être déterminée, ce qui permet de déterminer la réserve totale de matière (12) disponible dans le ou les réipients (10, 31).

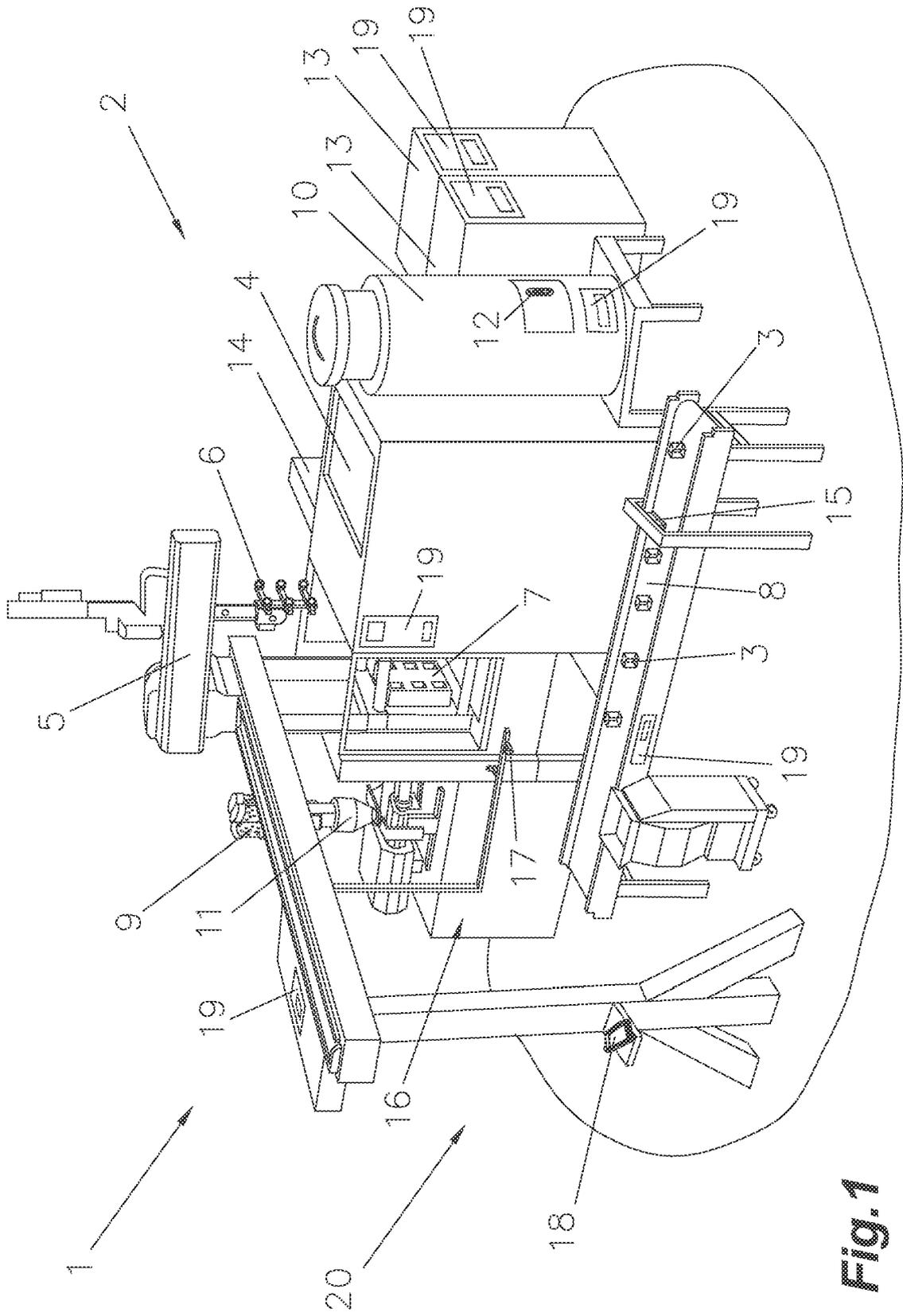


Fig.1

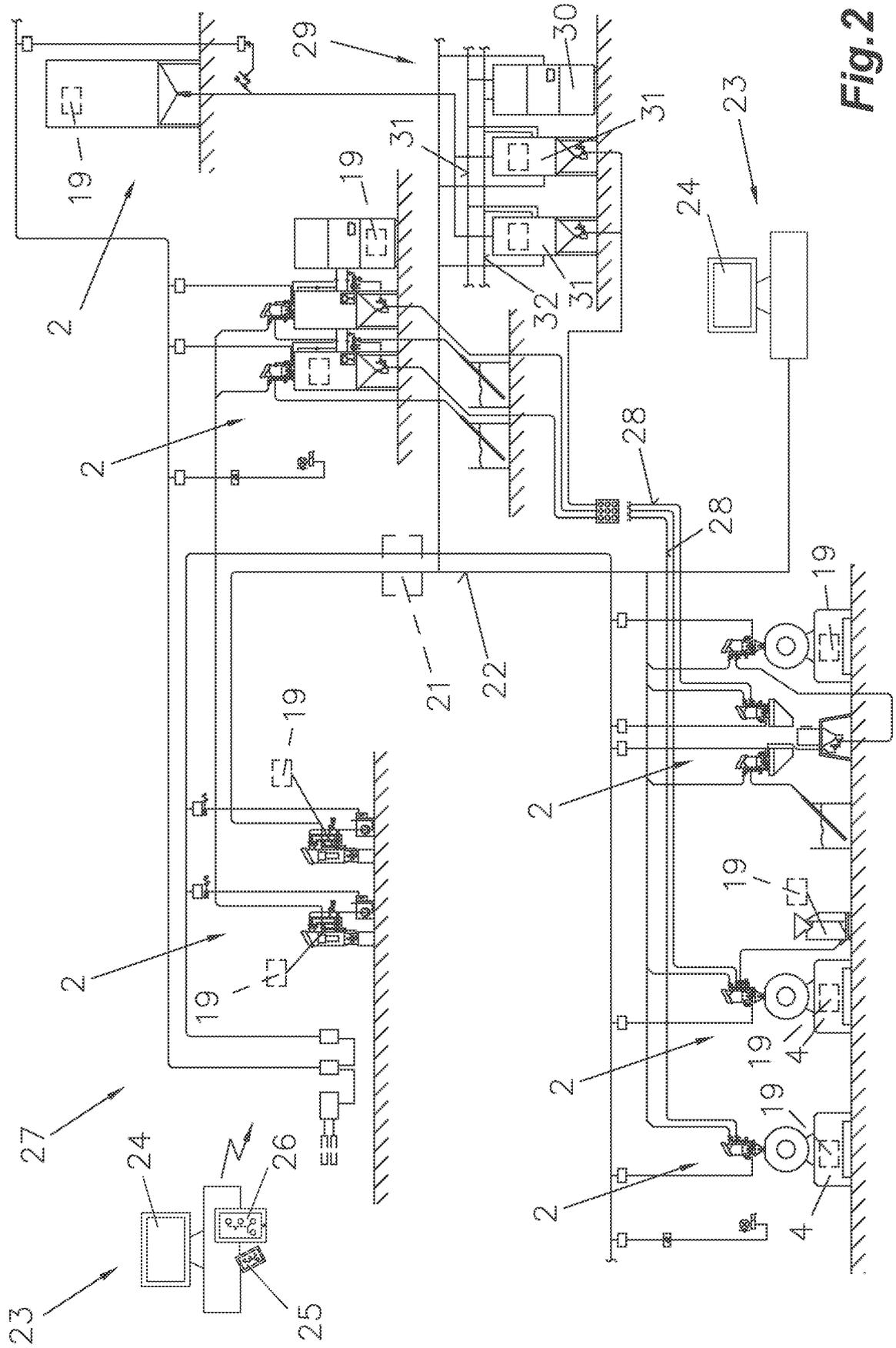


Fig.2

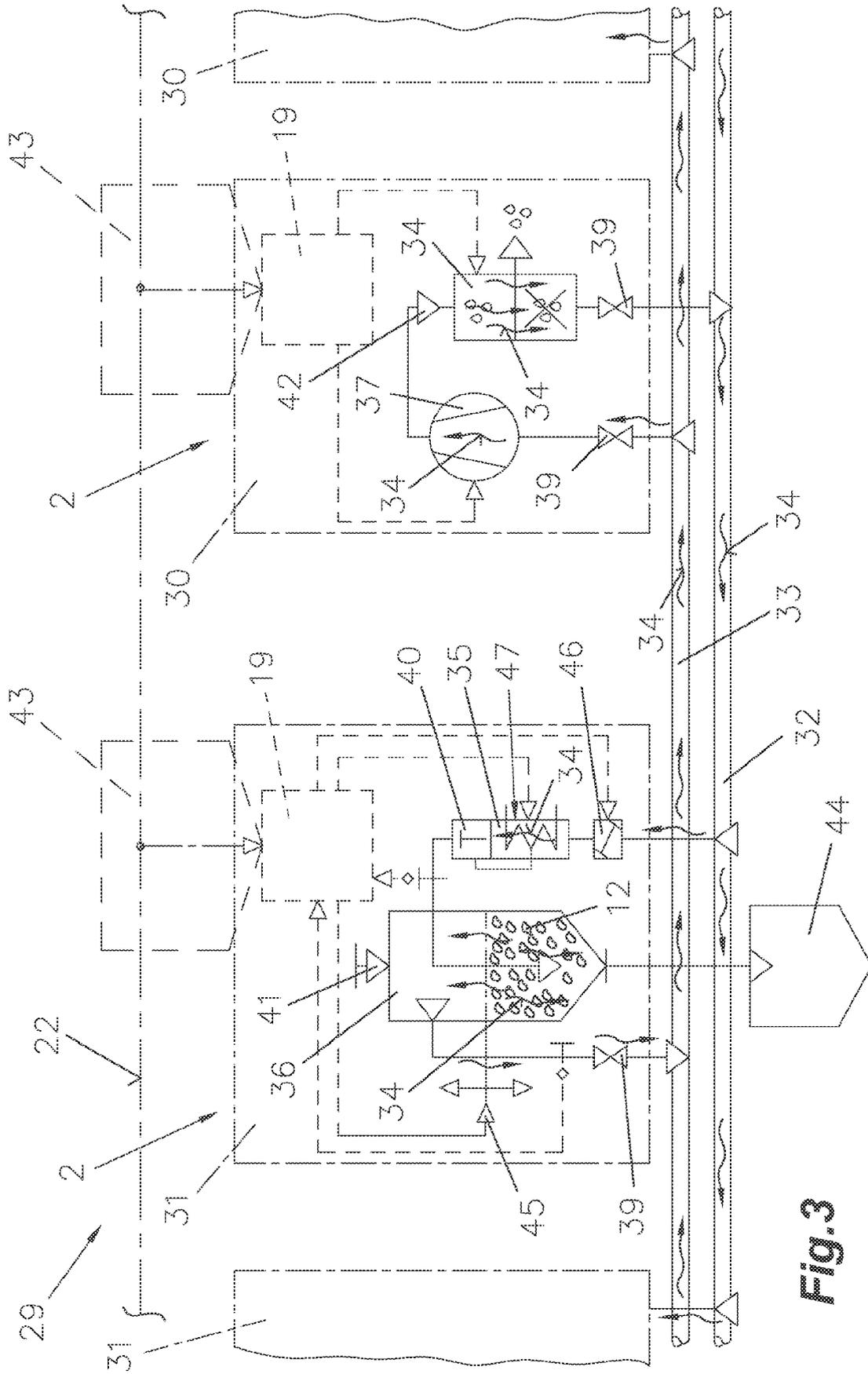


Fig.3

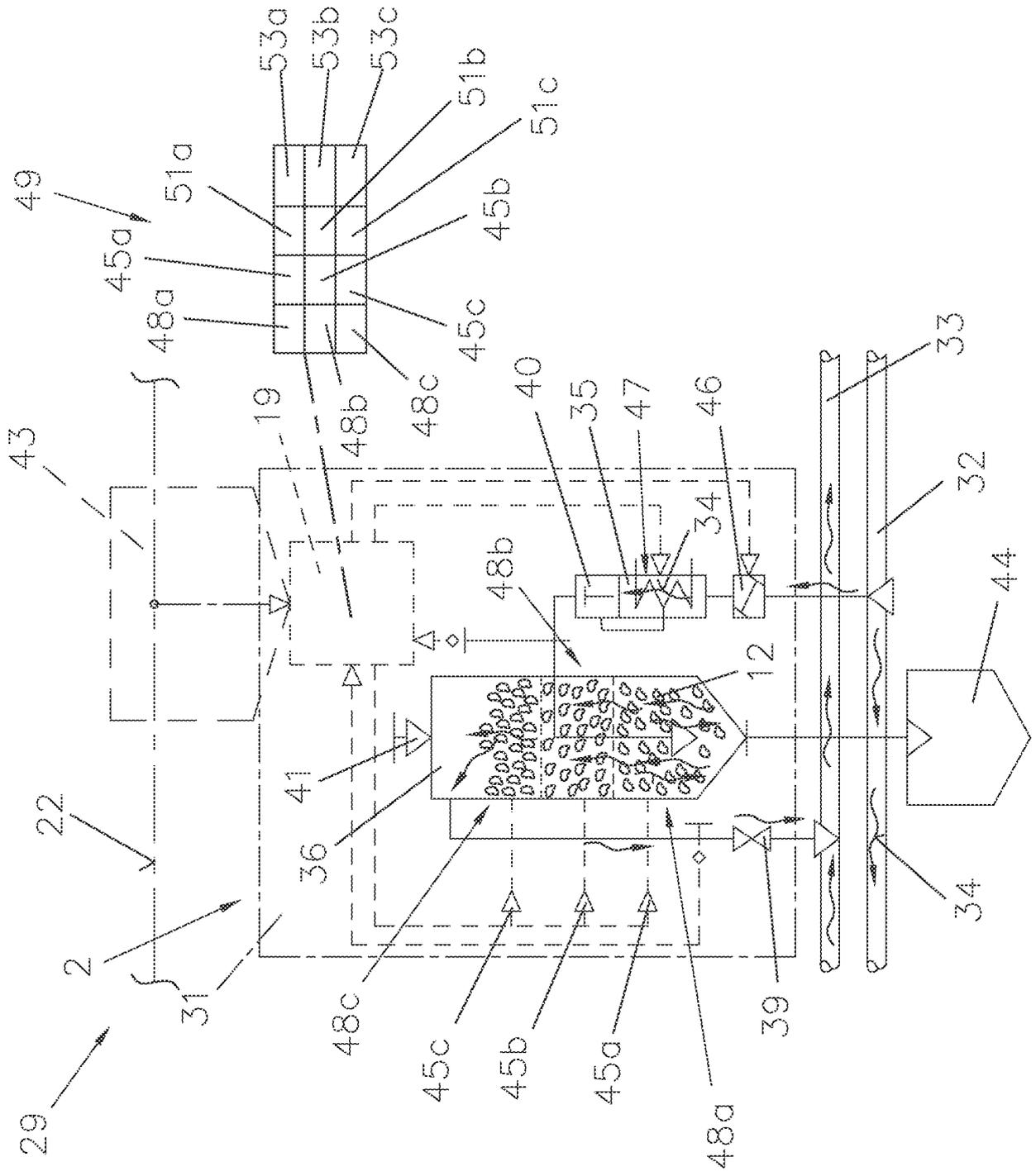


Fig.4

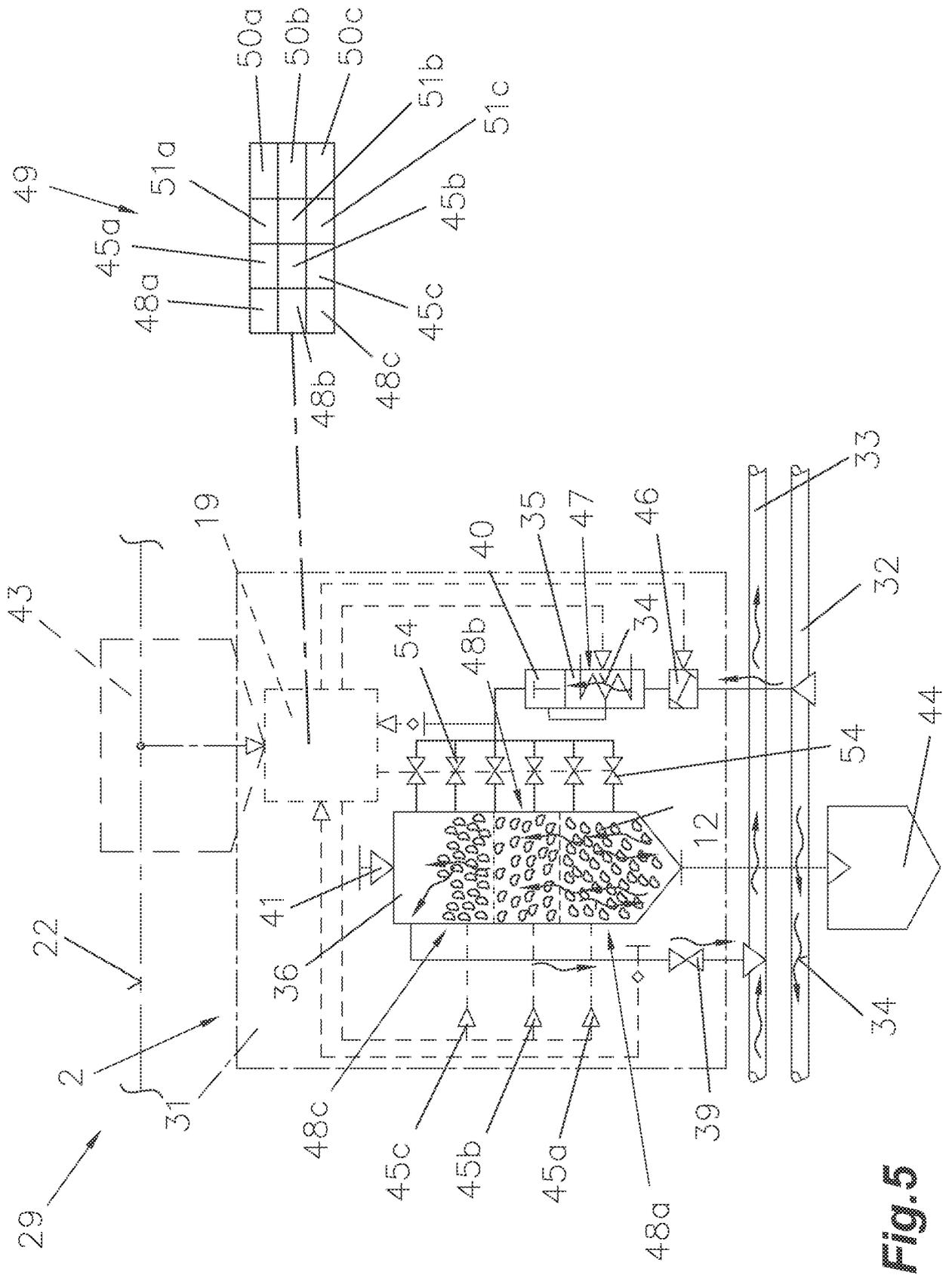


Fig.5

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 3258197 A1 [0003]
- EP 3258198 A1 [0004]
- EP 3034975 A1 [0004]
- US 20060168843 A1 [0004]
- JP 2012063072 A [0004]
- AT 505391 B1 [0006]
- DE 4437494 A1 [0007]
- DE 3625013 A1 [0008]
- DE 19757537 A1 [0009]
- EP 2542846 B1 [0011]
- EP 2542847 B1 [0011]