

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/051572 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F26B 17/12 (2006.01) F26B 23/00 (2006.01)
F26B 21/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2009/000424

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2009 (05.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1723/2008 5. November 2008 (05.11.2008) AT

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : GROISBÖCK, Franz [AT/AT]; Sonnen-
hang 14, A-3304 St. Georgen am Ybbsfelde (AT).

(74) Anwalt: HÜBSCHER, Helmut; Spittelwiese 7, A-4020
Linz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD FOR DRYING A PRODUCT TO BE DRIED

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM TROCKNEN EINES TROCKNUNGSGUTS

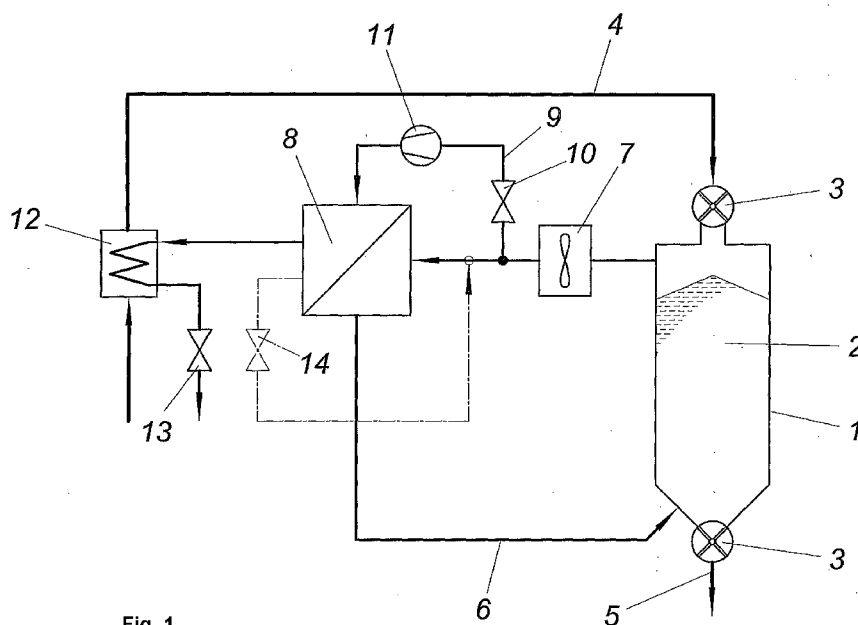


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for drying a product to be dried, which inside a drying chamber is subjected to a drying gas conducted in a cycle and heated by a heat exchanger (8) for removing the evaporated fluid. In order to make do with little external energy, it is proposed to precipitate part of the drying gas flow from the cycle, compress it and condense it in the heat exchanger (8) while dissipating heat to the drying gas flow conducted in the cycle.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/051572 A2

Es wird ein Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsguts beschrieben, das innerhalb eines Trocknungsraums mit einem im Kreislauf geführten, über einen Wärmetauscher (8) erwärmten Trocknungsgas zum Austragen der verdampften Flüssigkeit beaufschlagt wird. Um mit einem geringen Fremdenergieeinsatz das Auslangen zu finden, wird vorgeschlagen, dass ein Teil des Trocknungsgasstroms aus dem Kreislauf ausgeschieden, verdichtet und im Wärmetauscher (8) unter Wärmeabgabe an den im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom kondensiert wird.

Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsguts

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsguts, das innerhalb eines Trocknungsraums mit einem im Kreislauf geführten, über einen Wärmetauscher erwärmten Trocknungsgas zum Austragen der verdampften Flüssigkeit beaufschlagt wird.

Stand der Technik

Zum Trocknen von feuchten Feststoffen ist es üblich, das Trocknungsgut mit einem vorzugsweise vorgewärmten Trocknungsluftstrom zu beaufschlagen und die aus dem Trocknungsgut verdampfende Feuchtigkeit mit dem Trocknungsluftstrom auszutragen. Um feinkörniges Trocknungsgut vorteilhaft trocknen zu können, wurde bereits vorgeschlagen, den Trocknungsgasstrom, Luft oder ein Inertgas, beispielsweise Stickstoff, im Kreislauf über Trocknungsbehälter zu führen (US 3 599 344 A), durch die das Trocknungsgut über ein- und ausgangsseitig vorgesehene Schleusen gegensinnig zum Trocknungsgasstrom fortlaufend gefördert wird. Zur Beschleunigung des Trocknungsvorgangs wird das Trocknungsgut mit Hilfe von Wärmetauschern innerhalb der Trocknungsbehälter beispielsweise mit Heißdampf erwärmt. Das aus den Trocknungsbehältern über Zyklonabscheider ausgetragene, mit Dampf beladene Trocknungsgas wird hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehalts, der Temperatur und des Drucks konditioniert, um innerhalb der Trocknungsbehälter vorgegebene Trocknungsverhältnisse einhalten zu können. Nachteilig ist allerdings der Konstruktionsaufwand und der Umstand, dass für die Trocknung erhebliche Mengen von Fremdenergie eingesetzt werden müssen.

Ähnliche Nachteile ergeben sich bei einem anderen bekannten Verfahren (GB 1 201 354 A), bei dem zum Verdampfen von Lösungsmitteln aus einem Granulat ein Trocknungsgasstrom aus einem Inertgas im Kreislauf durch einen zweistufigen Trocknungsbehälter geführt wird. Durch eine aufwendige Führung des erwärmten Trocknungsgasstroms innerhalb des Trocknungsbehälters soll eine entsprechende gleichmäßige Verdampfung des Lösungsmittels aus dem kontinuierlich durch den Trocknungsbehälter geförderten Trocknungsgut sichergestellt werden. Der mit dem Trocknungsgasstrom aus dem Trocknungsbehälter ausgetragene Lösungsmitteldampf wird in einem Kondensator kondensiert und abgeschieden, während der gekühlte Trocknungsgasstrom in einem nachgeschalteten Wärmetauscher wieder erwärmt werden muss.

Schließlich ist es zur Nutzung der fühlbaren Abwärme der bei einer Trocknung von Braunkohle anfallenden Brüden bekannt (EP 0 268 819 A2), die Brüden zur besseren Wärmeausnützung zu verdichten und mit den verdichteten Brüden Heizedampf im Wärmeaustausch zu erwärmen, um mit dem erwärmten Heizedampf die Braunkohle innerhalb eines mehrstufigen Trocknungsbehälters im Wärmeaustausch auf die Verdampfungstemperatur vorzuwärmen. In den anschließenden Trocknungsstufen erfolgt die Erwärmung des Trocknungsguts mit Hilfe von Frischdampf, mit dem wiederum entsprechende Wärmetauscher beaufschlagt werden. Auch in diesem Fall ist der Energieeinsatz erheblich, wenn nicht auf eine Dampfquelle zurückgegriffen werden kann.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsguts der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass mit einem vergleichsweise geringen Aufwand an Fremdenergie das Auslangen gefunden werden kann.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass ein Teil des Trocknungsgasstroms aus dem Kreislauf ausgeschieden, verdichtet und im Wärmetauscher unter Wärmeabgabe an den im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom kondensiert wird.

Zufolge dieser Maßnahme wird der im Kreislauf geführte Trocknungsgasstrom nicht über einen Kondensator zur Abscheidung des aus dem Trocknungsgut aufgenommenen Dampfes geführt, sodass der Hauptanteil des Trocknungsgasstroms aus Wasserdampf besteht, der aus dem Trocknungsgut aufgenommen wurde. Aus diesem im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom wird nur ein Teilstrom abgezweigt, um mit Hilfe dieses abgezweigten Teilstroms nach einer entsprechenden Verdichtung und der damit verbundenen Temperaturerhöhung den im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom aufzuwärmen, sodass aufgrund der erhöhten Temperatur des dem Trocknungsgut zugeführten Trocknungsgasstroms zusätzlich Dampf aus dem Trocknungsgut aufgenommen werden kann, und zwar bis zur Sättigung des aufgrund der Wärmeabgabe an das Trocknungsgut abgekühlten Trocknungsgasstroms. Die Betriebsparameter können dabei so aufeinander abgestimmt werden, dass das Volumen des vom Trocknungsgasstrom aus dem Trocknungsgut neu aufgenommenen Wasserdampfes im Wesentlichen dem Volumen des vom Trocknungskreislauf abgezweigten Teilstroms des Trocknungsgases entspricht, sodass sich in der Kreislaufströmung des Trocknungsgases im Wesentlichen konstante Strömungsverhältnisse einstellen. Da mit dem Verdichten des aus dem Kreislauf abgezweigten Teilstroms der Taupunkt für diesen Teilstrom ansteigt, wird durch die Wärmeabgabe an den im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom der Taupunkt unterschritten, der im Teilstrom enthaltene Dampf kondensiert und das Kondensat abgeschieden. Dies bedeutet, dass kontinuierlich Wasserdampf aus dem im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom ausgeschieden wird und der Trocknungsvorgang kontinuierlich geführt werden kann, und zwar bei einem vergleichsweise geringen Einsatz von Fremdenergie, weil ja lediglich der aus dem Kreislauf der Trocknungsgasströmung abgezweigte Teilstrom entspre-

chend verdichtet werden muss. Die Wirtschaftlichkeit dieses Trocknungsverfahrens nimmt dabei mit dem Wasserdampfgehalt des Trocknungsgasstroms zu.

Das erfindungsgemäße Trocknungsverfahren eignet sich insbesondere für die kontinuierliche Trocknung von Schüttgut, das fortlaufend über geeignete Schleusen durch den Trocknungsraum gefördert wird. Es ist aber auch eine chargenweise Trocknung des Trocknungsguts möglich, beispielsweise im Zusammenhang mit der Trocknung von Schnittholz, wenn der Trocknungsgasstrom zur chargenweisen Trocknung des Trocknungsguts abwechselnd über zumindest zwei Trocknungsräume im Kreislauf geführt wird, die je zur Aufnahme einer Trocknungsgutcharge dienen.

Um die Trocknungsleistung zu erhöhen, kann der aus dem Kreislauf des Trocknungsgases abgezweigte Teilstrom vergrößert werden, wobei der gasförmige Anteil des im Wärmetauscher kondensierten Teilstroms des Trocknungsgases wieder dem Kreislauf des Trocknungsgases zugeführt wird, so dass sich wiederum konstante Strömungsverhältnisse im Bereich des Trocknungsraums einstellen können.

Zur Durchführung des Verfahrens kann von einer Vorrichtung mit wenigstens einem Trocknungsbehälter zur Aufnahme des Trocknungsguts, mit einer Kreislaufführung für ein den Trocknungsbehälter beaufschlagendes Trocknungsgas und mit einem Wärmetauscher zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms ausgegangen werden. Der Wärmetauscher zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms folgt jedoch nicht wie bei herkömmlichen Trocknungsvorrichtungen dieser Art einem Kondensator zum Ausscheiden des kondensierten Wasserdampfs aus dem Kreislauf des Trocknungsgases, sondern ist an einem Verdichter für einen aus der Kreislaufführung abgezweigten Teilstrom des Trocknungsgases angeschlossen, sodass aufgrund der höheren Temperatur des verdichteten Teilstroms der Trocknungsgasstrom innerhalb der Kreislaufführung erwärmt werden kann. Mit der Wärmeabgabe des verdichteten Teilstroms an die Kreislaufströmung des

Trocknungsgasstroms sinkt die Temperatur des verdichteten Teilstroms unter den aufgrund der Verdichtung erhöhten Taupunkt, sodass der im Teilstrom enthaltene Wasserdampf kondensiert und ausgetragen werden kann.

Die Restwärme des Kondensats und der verbleibende Gasanteil des Teilstroms können zur Erwärmung des Trocknungsguts genützt werden. Zu diesem Zweck kann das Trocknungsgut außerhalb des Trocknungsbehälters in einem gesonderten Wärmetauscher mit der Abwärme des Teilstroms beaufschlagt werden.

Besonders vorteilhafte Konstruktionsverhältnisse ergeben sich, wenn der Wärmetauscher zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms im Trocknungsbehälter selbst angeordnet wird, sodass die Abwärme des Teilstroms über die Gehäusewand dieses Wärmetauschers unmittelbar auf das Trocknungsgut im Wesentlichen durch Wärmeleitung übertragen werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert, und zwar wird eine Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsguts gemäß der Erfindung in einem schematischen Blockschaltbild gezeigt.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Die dargestellte Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsguts weist einen Trocknungsbehälter 1 für das Trocknungsgut auf, das in Form eines Schüttguts 2 über ein- und ausgangsseitige Schleusen 3, im Fall des Ausführungsbeispiels Zellradschleusen, kontinuierlich durch den Trocknungsbehälter 1 gefördert wird. Die Zulaufleitung für das Trocknungsgut ist mit 4 bezeichnet. Über eine Ablaufleitung 5 wird das getrocknete Gut dem Trocknungsbehälter 1 entnommen.

Zur Trocknung des Schüttguts 2 wird der Trocknungsraum des Trocknungsbehälters 1 mit einem Trocknungsgas beaufschlagt. Zu diesem Zweck ist der Trocknungsbehälter 1 an eine Kreislauflöhrung 6 für einen Trocknungsgasstrom angeschlossen, die ein Gebläse 7 für die Kreislauflöhrung des Trocknungsgases sowie einen Wärmetauscher 8 zum Erwärmen des aus dem Trocknungsbehälter 2 abgezogenen Trocknungsgasstroms umfasst. Dieser Wärmetauscher 8 wird mit einem Teilstrom des Trocknungsgases beaufschlagt, der über eine Abzweigleitung 9 der Kreislauflöhrung 6 über ein Dosierventil 10 entnommen und mit Hilfe eines Verdichters 11 auf ein höheres Druckniveau gebracht wird, um mit Hilfe der damit verbundenen Temperaturerhöhung das im Kreislauf geföhrte Trocknungsgas erwärmen zu können. Da mit der Verdichtung des Teilstroms des Trocknungsgases dessen Taupunkt steigt, kann der im Teilstrom enthaltende Wasserdampf bei einer Temperatur kondensiert werden, der über der Eingangstemperatur des im Kreislauf geföhrten Trocknungsgasstroms liegt. Das Kondensat kann mit dem verbleibenden gasförmigen Anteil des abgezweigten Teilstroms einen Wärmetauscher 12 zur Vorwärmung des Trocknungsguts zugeföhrte werden. Das für den Druckaufbau innerhalb des Wärmetauschers 8 eingesetzte Druckventil 13 kann in diesem Fall vorzugsweise dem Wärmetauscher 12 für die Vorwärmung des Trocknungsguts nachgeschaltet werden, um das höhere Temperaturniveau des noch nicht entspannten Teilstroms aus dem Wärmetauscher 8 ausnützen zu können.

Das im Wärmetauscher 8 erwärmte, im Kreislauf geföhrte Trocknungsgas durchströmt das zu trocknende Schüttgut 2 im Trocknungsbehälter 1, wobei unter gleichzeitiger Wärmeabgabe an das Trocknungsgut Wasserdampf aus dem Trocknungsgut aufgenommen wird, bis der Sättigungsgrad erreicht ist. Aufgrund der Abzweigung eines Teilstroms des aus dem Trocknungsbehälter 1 abgezogenen Trocknungsgases, beispielsweise im Ausmaß des aus dem Schüttgut 2 aufgenommenen Dampfolumens, und der anschließenden Erwärmung des im Kreislauf geföhrten Trocknungsgases 6 über den Wärmetauscher 8 kann der dem Trocknungsbehälter 1 zugeföhrte Trocknungsgasstrom

so eingestellt werden, dass er unter Berücksichtigung der Abkühlung innerhalb des Trocknungsbehälters 1 wiederum die Dampfmenge aufnimmt, die der abgezweigten Teilstrommenge entspricht, sodass im Bereich des Trocknungsbehälters 1 kontinuierliche Strömungsbedingungen für das Trocknungsgas eingehalten werden können.

Damit eine erhöhte Trocknungsrate sichergestellt werden kann, ist die über den Trocknungsgasstrom aufzunehmende Dampfmenge zu vergrößern, was einen größeren Teilstrom des Trocknungsgases über den Verdichter 11 bedingt. Damit unter diesen Voraussetzungen wiederum gleichbleibende Strömungsverhältnisse im Trocknungsbehälter 1 erzielt werden, kann der nach der Kondensierung des Dampfes verbleibende, gasförmige Anteil des abgezweigten Teilstroms aus dem Wärmetauscher 8 abgezogen und über ein Entspannungsventil 14 der Kreislauflöhrung 6 wieder zugeföhrt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Trocknen eines Trocknungsguts, das innerhalb eines Trocknungsraums mit einem im Kreislauf geführten, über einen Wärmetauscher (8) erwärmten Trocknungsgas zum Austragen der verdampften Flüssigkeit beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Trocknungsgasstroms aus dem Kreislauf ausgeschieden, verdichtet und im Wärmetauscher (8) unter Wärmeabgabe an den im Kreislauf geführten Trocknungsgasstrom kondensiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trocknungsgut über Schleusen (3) fortlaufend durch den Trocknungsraum gefördert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungsgasstrom zur chargenweisen Trocknung des Trocknungsguts abwechselnd über zumindest zwei Trocknungsräume zur Aufnahme je einer Trocknungsgutcharge im Kreislauf geführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trocknungsgut mit Hilfe der fühlbaren Abwärme des im Wärmetauscher (8) kondensierten Teilstroms des Trocknungsgases vorgewärmt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der gasförmige Anteil des im Wärmetauscher (8) kondensierten Teilstroms des Trocknungsgases wieder dem Kreislauf des Trocknungsgases zugeführt wird.
6. Vorrichtung zum Trocknen eines Trocknungsguts mit wenigstens einem Trocknungsbehälter (1) zur Aufnahme des Trocknungsguts, mit einer Kreislaufführung für ein den Trocknungsbehälter (1) beaufschlagendes Trocknungsgas

und mit einem Wärmetauscher (8) zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (8) zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms an einen Verdichter (11) für einen aus der Kreislaufführung (6) abgezweigten Teilstroms des Trocknungsgases angeschlossen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (8) zum Erwärmen des im Kreislauf geführten Trocknungsgasstroms im Trocknungsbehälter (1) angeordnet ist.

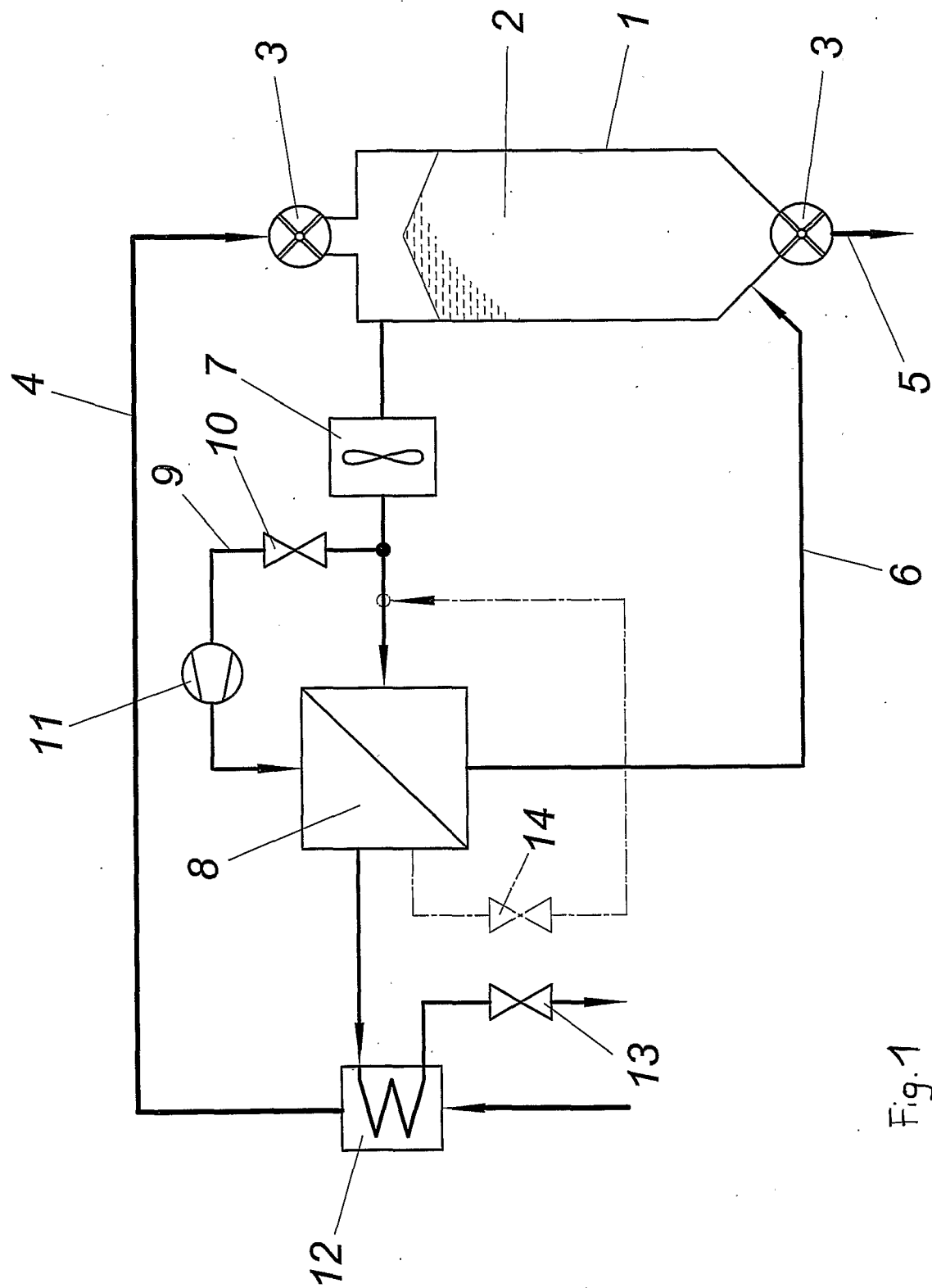


Fig. 1