

(19)



(11)

EP 2 450 655 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.05.2012 Patentblatt 2012/19

(51) Int Cl.:
F26B 5/04 (2006.01) F26B 25/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11007011.7**

(22) Anmeldetag: **27.08.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Merk, Dieter**
79725 Laufenburg (DE)

(74) Vertreter: **Maucher, Wolfgang et al**
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Maucher, Börjes & Kollegen
Urachstrasse 23
79102 Freiburg im Breisgau (DE)

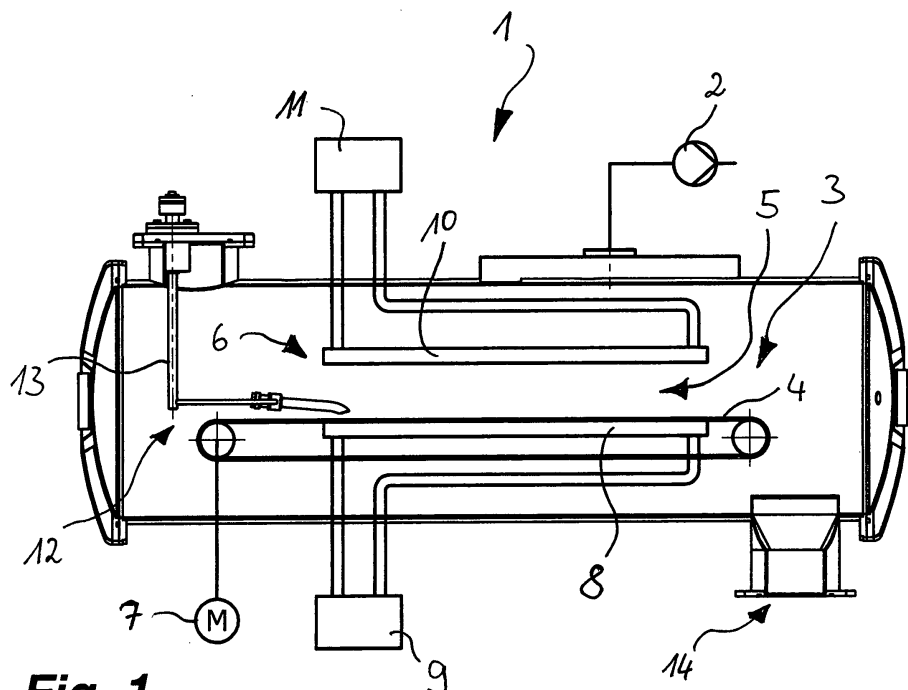
(30) Priorität: **04.11.2010 DE 102010050440**

(71) Anmelder: **Merk Process**
79725 Laufenburg (DE)

(54) Trocknungsverfahren und Trocknungsvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung (1) zur schonenden Trocknung eines insbesondere empfindlichen Trocknungsgutes, wobei die Trocknungsvorrichtung (1) wenigstens eine Druckänderungseinrichtung (2) und wenigstens ein Transportmittel (4) aufweist, mittels dessen das Trocknungsgut in mindestens eine Heizzone (5) eines Prozessraums (3) der Trocknungsvorrichtung (1) gefördert

wird, in welcher wenigstens eine Temperiereinrichtung (6) den Feuchtegehalt des Trocknungsguts ändert. Um für unterschiedlich, empfindliche Trocknungsgüter produktschonende, optimierte, quasi-kontinuierliche Vakuumtrocknung erreichen zu können, wird vorgeschlagen, bestimmte Prozessparameter in jeder Phase der Trocknung kontinuierlich automatisch anzupassen. Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

**Fig. 1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung zur schonenden Trocknung eines insbesondere empfindlichen Trocknungsgutes, wobei die Trocknungsvorrichtung wenigstens eine Druckänderungseinrichtung und wenigstens ein Transportmittel aufweist, mittels dessen das Trocknungsgut in mindestens eine Heizzone eines Prozessraums der Trocknungsvorrichtung gefördert wird, in welcher wenigstens eine Temperiereinrichtung den Feuchtegehalt des Trocknungsguts ändert.

[0002] Derartige Verfahren sind bereits bekannt und verwenden in Prozessräumen eine oder mehrere Heizeinrichtungen, deren Wärmeabgabe das Trocknungsgut durch Änderung von dessen Feuchtegehalt in einer gewissen Zeit trocknet, also dessen Gehalt an einem Lösungsmittel, welches meist Wasser ist, bis zu einem gewünschten Punkt reduziert. Nun verlangen einige Trocknungsgüter, wie etwa empfindliche Lebensmittel einen besonders schonenden Umgang, der den Trocknungsprozess aufwändig macht, da eine Kontrolle des Feuchtegehalts zu jedem Moment des Trocknungsprozesses zum Erhalt bestimmter Eigenschaften des Trocknungsguts wünschenswert erscheint. Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Trocknungsverfahren zur Verfügung zu stellen, das eine quasi-kontinuierliche Vakuumtrocknung des Trocknungsguts gestattet und derart auf einfache Weise eine Erhöhung der Güte des Trocknungsprodukts ermöglicht.

[0003] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, bei welchem nach Evakuierung des Prozessraums das Trocknungsgut durch einen Beschicker auf das Transportmittel aufgebracht wird und sodann durch dessen Bewegung das Trocknungsgut in die Heizzone bewegt wird. Durch die Wärmeabgabe der wenigstens einen Temperiereinrichtung mit einer anfänglich maximalen Heizleistung wird das Trocknungsgut sodann getrocknet, wobei gegebenenfalls die Änderung des Feuchtegehalts des Trocknungsgutes durch wenigstens einen ersten Sensor ermittelt wird. Die Heizleistung und/oder der Vakuumdruck in dem Prozessraum wird hierbei durch eine Regel- und Steuereinrichtung kontinuierlich angepasst und der Trocknungsendpunkt für das Trocknungsgut durch wenigstens einen weiteren Sensor ermittelt. Bei Ende des Trocknungsprozesses wird dann das getrocknete Trocknungsgut durch das Transportmittel aus dem Prozessraum ausgetragen anschließend der Prozessraum für einen nächsten Trocknungslauf erneut evakuiert. Eine schonende Behandlung des Trocknungsguts und ein optimierter Prozessablauf werden demnach erfindungsgemäß durch eine ständige Anpassung von Parametern des Trocknungsprozesses erreicht.

[0004] Eine höhere Anzahl von Möglichkeiten, den Trocknungsprozess verschiedenartig zu gestalten wird durch eine Variante des Verfahrens ermöglicht, bei welcher durch die Regel- und Steuereinrichtung einer oder

mehrere der Parameter Temperatur, Druck, Speisemenge des Trocknungsguts und Durchlaufzeit vor und/oder während des Trocknungsprozesses manipulierbar sind.

[0005] Insbesondere bei einer größeren Anzahl gleich ablaufender Durchgänge eines Trocknungsprozesses, bei welchem dann immer wieder die gleichen Parameter eingestellt bzw. durchlaufen werden kann eine Weiterbildung des Verfahrens vorteilhaft sein, bei welcher bei Verwendung der Temperatur und/oder des Vakuumdrucks als Regelgrößen der Regel- und Steuereinrichtung abhängig von der Art des Trocknungsguts und gegebenenfalls vom Trocknungsgrad oder dergleichen weiteren Parametern vorab ermittelte, fest programmierte Kurven zur Automatisierung des Trocknungsprozesses vorgegeben werden, auf welche die Regel- und Steuereinrichtung zugreifen kann, wenn diese vorher entsprechend, beispielsweise in einer zugeordneten Speichereinrichtung, abgelegt wurden.

[0006] Bei einer anderen vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, das eine Regelung des Trocknungsprozesses nach dem Feuchtegehalt des Trocknungsguts vorsieht, kann die Änderung des Feuchtegehalts sensorisch durch Wiegen des Trocknungsguts insbesondere während des Trocknungsprozesses ermittelt werden, wofür das Trocknungsgut während des Prozesses zumindest mittelbar auf einer Wiegeeinrichtung angeordnet wird, die mit der Heizeinrichtung integriert ausgebildet sein kann. Hierdurch lässt sich der Trocknungsgrad des Trocknungsguts zu jedem Prozesszeitpunkt bestimmen.

[0007] Darüber hinaus kann bei einer weiteren vorteilhaften Variante des Verfahrens die Temperatur des Trocknungsgutes, insbesondere der Endpunkt des Trocknungsprozesses optisch überwacht werden, wodurch der Trocknungsprozess zusätzlich gegen eine unerwünschte Beschädigung des meist empfindlichen Trocknungsguts abgesichert werden kann.

[0008] Um einen schnellen Ein- und Austrag des Trocknungsguts in aus dem Prozessraum zu erreichen, kann zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Trocknungsvorrichtung vorgesehen sein, bei der das Transportmittel durch einen gurtbandartigen Stiegt Förderer mit Ober- und Untertrum gebildet ist.

[0009] Zur gleichmäßigen Trocknung des Trocknungsguts kann bei einer Weiterbildung der Trocknungsvorrichtung deren wenigstens eine Temperiereinrichtung eine Mehrzahl von Temperiermitteln aufweist, von welchen zumindest eines auch zur Kühlung des Trocknungsgutes einsetzbar ist, so dass unterschiedliche Arten von Trocknungsprozessen mit der Vorrichtung gefahren werden können, beispielsweise solche, die eine zwischenzeitliche schnelle Abkühlung des Trocknungsgutes vorsehen.

[0010] Eine zweckmäßige Ausführung der Trocknungsvorrichtung kann eines der Temperiermittel derart vorsehen, dass eine Temperaturänderung des Trocknungsguts durch zumindest mittelbaren Kontakt verursacht wird, insbesondere durch den Umstand, dass ein

gurtbandartiges Transportmittel auf dem Temperiermittel zumindest abschnittsweise aufliegt und das Temperiermittel also eine Kontaktheizung bildet.

[0011] Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Trocknungsvorrichtung ist wenigstens ein weiteres Temperiermittel vorgesehen, bei welchem es sich vorzugsweise um ein solche zur Abgabe von Wärmestrahlung handelt, das vorteilhaft oberhalb des Trocknungsguts angeordnet sein kann.

[0012] Größere Mengen von Trocknungsgut können zweckmäßig mit einer Weiterbildung der Trocknungsvorrichtung gleichzeitig und gleichmäßig getrocknet werden, wenn an dieser eine Mehrzahl horizontal und/oder vertikal benachbarter Temperierzonen vorgesehen ist, von denen eine einzelne Menge von Trocknungsgut wenigstens zwei nacheinander durchläuft oder die jeweils in einem Trocknungszyklus mehrere Volumina von Trocknungsgut gleichzeitig trocknen. Es kann dabei auch vorgesehen sein, dass das Trocknungsgut mehrere Heizzonen mit unterschiedlichen Umgebungsbedingungen, insbesondere verschiedenen Temperaturen durchläuft.

[0013] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Trocknungsvorrichtung kann die Regel- und Steuereinrichtung als speicherprogrammierbare Steuerung vorse-

hen.
[0014] Zweckmäßigerweise ist an der Druckänderungseinrichtung der Trocknungsvorrichtung wenigstens eine Pumpe zur Aufbringung eines Unter- oder Überdrucks auf den Prozessraum angeordnet ist. Es können hierbei genauso mehrere Pumpen auch unterschiedlicher Art, etwa zur Erreichung eines Hochvakuum vorgesehen sein.

[0015] Um den Feuchtegehalt des Trocknungsguts jederzeit schnell und sicher bestimmen zu können kann an der Trocknungsvorrichtung im Bereich des Trocknungsguts als erster Sensor ein Feuchtesensor und/oder eine im Bereich des Transportmittels befindliche Wägeeinrichtung zur Gewichtsbestimmung des Trocknungsgutes vorgesehen sein. Der Sensor kann zum Beispiel als optischer Sensor oder als visueller Indikator vorgesehen sein.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung, mit der sich das Ende des Trocknungsprozesses bei dem Trocknungsgut einfach bestimmen lässt, ist bei der Trocknungsvorrichtung im Prozessraum eine Thermokamera als weiterer Sensor zur Beobachtung des Trocknungsguts angeordnet.

[0017] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert. In schematisierter Form zeigt hierbei die einzige Zeichnungsfigur eine im Ganzen mit 1 bezeichnete Trocknungsvorrichtung, an der eine Druckänderungseinrichtung 2 in Form einer Pumpe angeordnet ist, die den Druck des Prozessraums 3 beeinflusst. Darüber hinaus ist ein durch einen Motor als Antriebsmittel 7 angetriebenes Gurtband als Transportmittel 4 zu erkennen, mittels dessen das nicht weiter dargestellt Trocknungsgut in die

Heizzone 5 des Prozessraums 3 der Trocknungsvorrichtung 1 gefördert wird, in welcher die Temperiereinrichtung 6 den Feuchtegehalt des Trocknungsguts ändert. Die Temperiereinrichtung 6 der Trocknungsvorrichtung 1 ist dabei in einer Anordnung vorgesehen, bei der eine Heiz-Kühl-Kontaktplatte als Kontaktelement 8 über eine bestimmte Länge unterhalb des Gurtbandes 4 angeordnet ist. Diese Kontaktplatte 8 wird mit einem Wärmeträger (Thermoöl, Dampf oder Druckwasser) geheizt und gekühlt und über ein Fördermittel 9 mit Reservoir mit diesem gespeist. Mit im wesentlichen gleicher Länge wie die Kontaktplatte 8 ist oberhalb des Gurtbandes 4 eine Strahlungsplatte 10 angeordnet. Die Strahlungsplatte 10 wird ebenfalls über ein Fördermittel 11 mit Reservoir mit einem Wärmeträger (Thermoöl, Dampf oder Druckwasser) nur geheizt.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren wird dann mit der vorstehend beschriebenen Vorrichtung 1 wie folgt durchgeführt:

Das Trocknungsgut wird unter einem durch die Druckänderungseinrichtung 2 erzeugten Vakuum auf das Gurtband 4 aufgetragen, wobei zu diesem Zeitpunkt über nicht weiter dargestellte Sicherungen gewährleistet ist, dass die Kontakt- und Strahlungsplatte als Heizungen außer Betrieb sind. Das Trocknungsgut wird hierbei durch einen Schwenkbeschicker 12 auf das Gurtband 4 aufgebracht, welches sich hierbei für den Betrachter angetrieben durch den Motor 7 von links nach rechts bewegt. Der Schwenkbeschicker 12 ist hierbei um die Längsachse seines vertikalen Arms 13 schwenkbewegbar, so dass das Gurtband 4 optimal mit Trocknungsgut bedeckt werden kann. Wenn das so eingebrachte Produkt das Ende der Kontaktplatte 8 erreicht, wird das Gurtband 4 sensorgesteuert gestoppt und gleichzeitig die Speisung und Schwenkbeschickung ausgeschaltet. Danach werden die Kontaktheizung und die Strahlungsheizung eingeschaltet und trocknen das Produkt mit einer anfänglich maximal möglichen Temperatur, diese Temperatur wird entsprechend der Geschwindigkeit der Lösungsmittelreduktion (in der Regel Wasser) stetig angepasst abgesenkt. Das anfängliche maximal mögliche Vakuum wird ebenfalls entsprechend der Geschwindigkeit der Lösungsmittelreduktion (in der Regel Wasser) bis in den Gefrier-trocknungsbereich reduziert, wobei die erwähnten Anpassungen durch die nicht weiter dargestellte Regel- und Steuereinrichtung durchgeführt werden. Die Ermittlung der Geschwindigkeit der Lösungsmittelreduktion ist hierbei durch Laborversuche vorermittelt und auf die Trocknungsvorrichtung durch entsprechende Programmierung der Regel- und Steuereinrichtung übertragen worden. Überdies ist an der Kontaktplatte 8 der Temperiereinrichtung 6 eine in der Figur 1 nicht erkennbare Waage vorgesehen, die die Gewichtsänderung des Trocknungsguts im Laufe des Trocknungsprozesses verfolgt. Die Pro-

dukttemperatur wird mittels einer nicht dargestellten Thermobildkamera erfasst und ist zusammen mit dem Gewichtsverlust der Indikator für das Trocknungsende. Nun wird das Produkt über das Austragsystem 14 ausgetragen, während gleichzeitig der nächste Beschickungszyklus mit Eva-kuierung wie anfänglich beschrieben beginnt.

[0019] Der Betrieb des vorstehenden kontinuierlich betriebenen Vakuumbandtrockners als Trocknungsvorrichtung 1 zeichnet sich mithin dadurch aus, dass während der Trocknung Parameter wie Speisemenge, Temperaturen, Vakuum und Durchlaufzeit eingestellt und geregelt werden können, also Parameter, die in üblichen Verfahren fix eingestellt sind. Hierdurch wird eine äußerst produktschonende, optimierte, quasi-kontinuierliche Vakuumtrocknung mit präzise einstellbaren Parametern erreicht, welche in jeder Phase der Trocknung automatisch entsprechend angepasst werden können, so dass auch Produkte, welche während der Trocknung eine variable Heizung-Kühlung und/oder ein variables Vakuum benötigen, schonend bearbeitet werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Trocknungsvorrichtung (1) zur schonenden Trocknung eines insbesondere empfindlichen Trocknungsgutes, wobei die Trocknungsvorrichtung (1) wenigstens eine Druckänderungseinrichtung (2) und wenigstens ein Transportmittel (4) aufweist, mittels dessen das Trocknungsgut in mindestens eine Heizzone (5) eines Prozessraums (3) der Trocknungsvorrichtung (1) gefördert wird, in welcher wenigstens eine Temperiereinrichtung (6) den Feuchtegehalt des Trocknungsguts ändert, **gekennzeichnet** zumindest durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Evakuierung des Prozessraums (3) durch die Druckänderungseinrichtung (2);
- Auftrag des Trocknungsguts auf das Transportmittel (4) und Beschicken der Heizzone (5) mit dem Trocknungsgut durch Bewegung des Transportmittels (4);
- Trocknung des Trocknungsguts durch Wärmeabgabe der wenigstens einen Temperiereinrichtung (6) mit einer anfänglich maximalen Heizleistung;
- Gegebenenfalls Ermittlung der Änderung des Feuchtegehalts des Trocknungsgutes durch wenigstens einen ersten Sensor;
- Kontinuierliche Anpassung der Heizleistung wenigstens eines Temperiermittels (8, 10) der Temperiereinrichtung (6) und/oder des Vakuumdrucks durch eine Regel- und Steuereinrichtung.
- Ermittlung des Trocknungsendpunkts für das

Trocknungsgut durch wenigstens einen weiteren Sensor;

- Ende des Trocknungsprozesses mit Austrag des getrockneten Trocknungsguts durch das Transportmittel (4) aus dem Prozessraum (3) und anschließender erneuter Evakuierung des Prozessraums (3) sowie Beschickung für einen nächsten Trocknungslauf.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Regel- und Steuereinrichtung einer oder mehrere der Parameter Temperatur, Druck, Speisemenge des Trocknungsguts und Durchlaufzeit vor und/oder während des Trocknungsprozesses manipulierbar sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Verwendung der Temperatur und/oder des Vakuumdrucks als Regelgrößen der Regel- und Steuereinrichtung abhängig von der Art des Trocknungsguts und gegebenenfalls vom Trocknungsgrad oder dergleichen weiteren Parametern vorab ermittelte, fest programmierte Kurven zur Automatisierung des Trocknungsprozesses vorgegeben werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei sensorischer Ermittlung die Feuchtegehaltsänderung durch Wiegen bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Trocknungsgutes, insbesondere der Endpunkt des Trocknungsprozesses optisch überwacht wird.

6. Trocknungsvorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Transportmittel (4) durch einen gurtbandartigen Stetigförderer mit Ober- und Untertrum gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Temperiereinrichtung (6) eine Mehrzahl von Temperiermitteln (8, 10) aufweist, von welchen zumindest eines auch zur Kühlung des Trocknungsgutes einsetzbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der Temperiermittel (8) eine Temperaturänderung des Trocknungsguts durch zumindest mittelbaren Kontakt verursacht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein weiteres Temperiermittel (10) zur Abgabe von Wärmestrahlung vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dieser eine Mehrzahl horizontal und/oder vertikal benachbarter Temperierzonen vorgesehen sind, von denen eine einzelne Menge von Trocknungsgut wenigstens zwei nacheinander durchläuft oder die jeweils in einem Trocknungszyklus mehrere Mengen von Trocknungsgut gleichzeitig trocknen. 5
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regel- und Steuereinrichtung als speicherprogrammierbare Steuerung vorgesehen ist. 10
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Druckänderungseinrichtung (2) wenigstens eine Pumpe zur Aufbringung eines Unter- oder Überdrucks auf den Prozessraum angeordnet ist. 15
20
13. Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** als erster Sensor ein Feuchtesensor und/oder eine im Bereich des Transportmittels befindliche Wägeeinrichtung zur Gewichtsbestimmung des Trocknungsgutes vorgesehen ist. 25
14. Trocknungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Prozessraum (3) eine Thermokamera als weiterer Sensor zur Beobachtung des Trocknungsguts angeordnet ist. 30

35

40

45

50

55

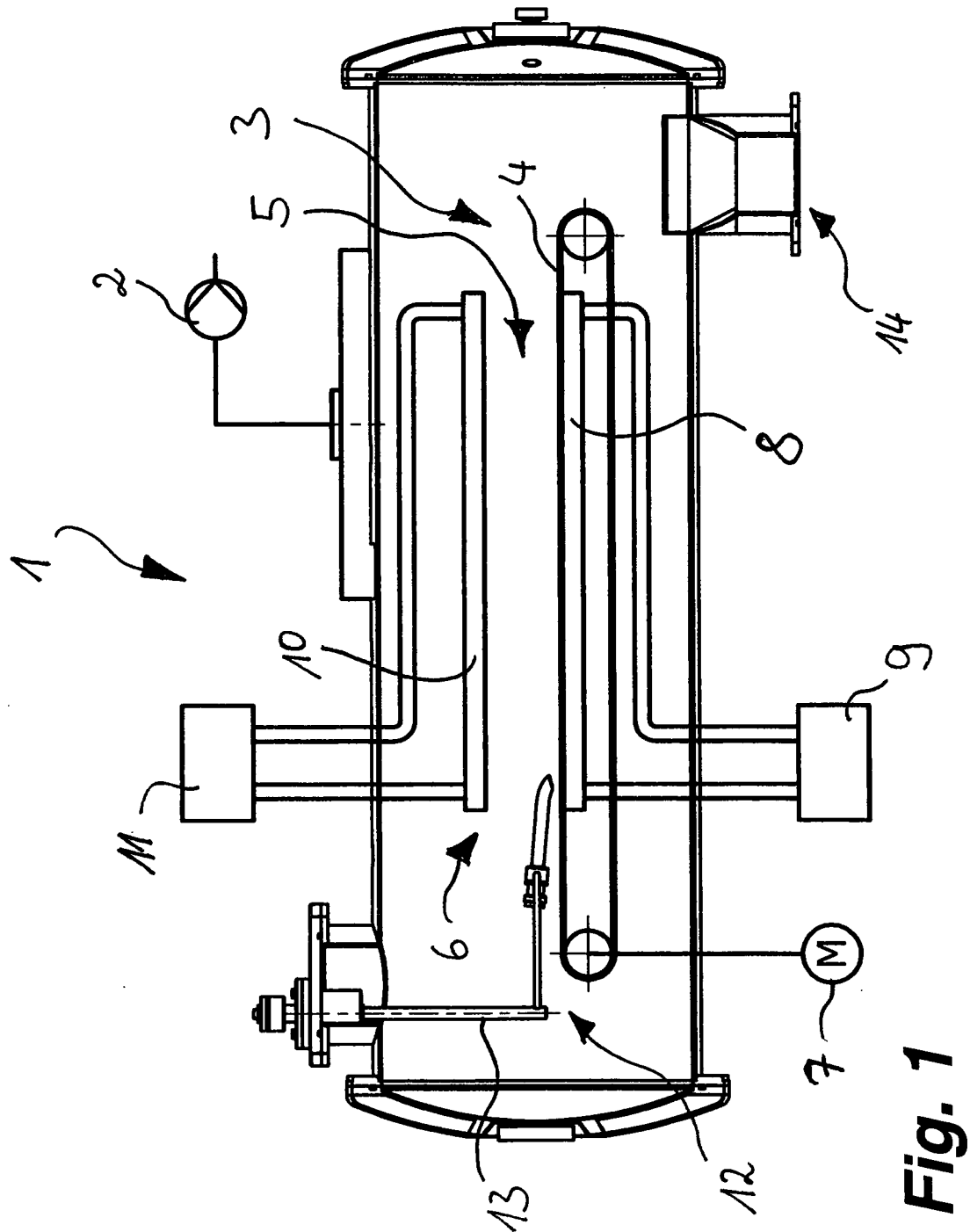


Fig. 1