



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2008 Patentblatt 2008/20

(51) Int Cl.:
F26B 3/28 (2006.01) F26B 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07120264.2**

(22) Anmeldetag: **08.11.2007**

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

(30) Priorität: **09.11.2006 DE 102006053198**

(71) Anmelder: **Deutsche Mechatronics GmbH**
53894 Mechernich (DE)

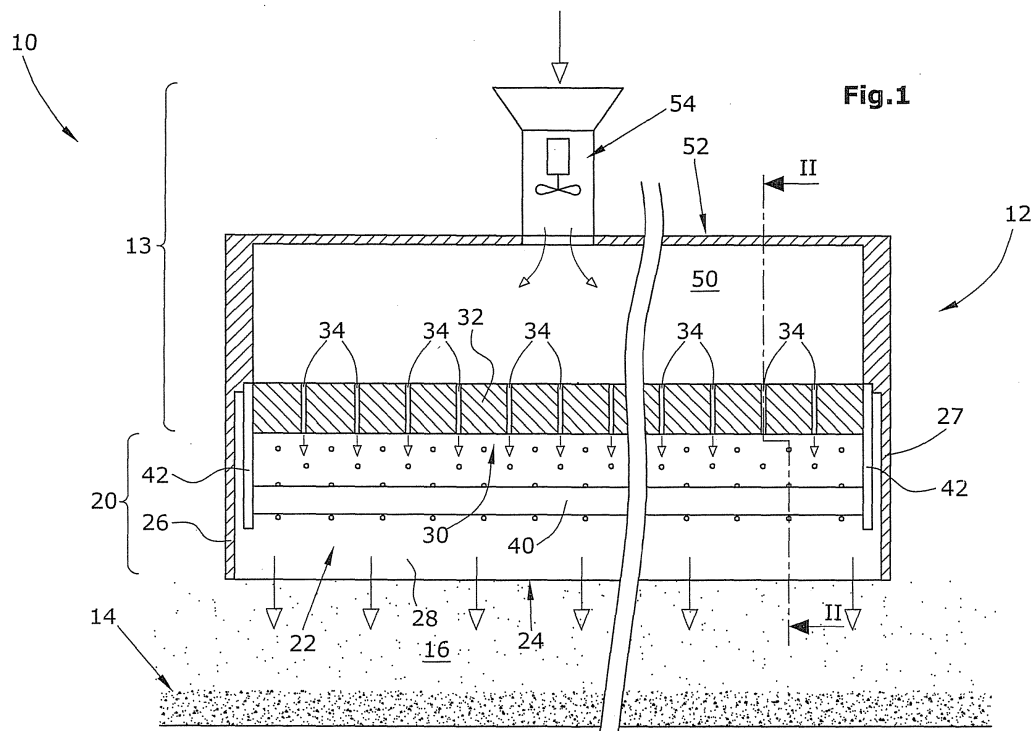
(72) Erfinder:
• **Schenuit, Markus**
50933, Köln (DE)
• **Dumon, Markus**
53881, Euskirchen (DE)

(74) Vertreter: **Eberlein, Jasper**
Von Kreislser Selting Werner
Deichmannhaus am Dom,
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(54) **Trocknungsanlage**

(57) Die Trocknungsanlage (10) weist eine Heizvorrichtung (12) zum Heizen oder Trocknen von Trocknungsgut (14), ein den Innenraum (22) umschließendes Gehäuse (20) mit einer Strahlungsöffnung (24), mindestens ein in dem GehäuseInnenraum (22) angeordnetes und auf die Strahlungsöffnung (24) gerichtetes Strahlerelement (40), und eine Lüftungsanordnung (13) zum Belüften des Gehäuse-Innenraums (22) mit einem Lüf-

tungsgas auf. Die Strahlungsöffnung (24) ist abdeckungsfrei ausgebildet und die Lüftungsanordnung (13) ist derart ausgebildet, dass zwischen dem Strahlerelement (40) und der Strahlungsöffnung (24) vollflächig eine weitgehend unidirektionale Lüftungsgas-Strömung von innen nach außen vorliegt. Auf diese Weise ist eine wirksame Abschirmung des Strahlerelementes (40) gegen die Atmosphäre von außen geschaffen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Trocknungsanlage mit einer Heizvorrichtung zum Heizen oder Trocknen von Trocknungsgut.

[0002] Trocknungsanlagen werden in der verarbeitenden Industrie dazu eingesetzt, Trocknungsgut zu trocknen, zu erhitzen, einer Wärmebehandlung zu unterziehen, zu sterilisieren etc.. Bei vielen Trocknungsprozessen werden Staub, Gase oder Dampf freigesetzt, die eine staub-, gas- bzw. dampfhaltige Atmosphäre in der Nähe der Heizvorrichtung erzeugen. In der Heizvorrichtung ist mindestens ein Strahlerelement angeordnet, das gegebenenfalls hohe Temperaturen erzeugt. Die belastete Atmosphäre umspült auch das Strahlerelement, so dass sich beispielsweise Staub auf dem Strahlerelement ablagern kann. Hierdurch wird unter anderem der Wirkungsgrad des Strahlerelementes verschlechtert. Staubablagerungen führen ferner durch ihre Absorption von Infrarot-Strahlung zu einem Anstieg der Temperatur, wodurch grundsätzlich die Brandgefahr erhöht wird. Das Gleiche gilt in ähnlicher Weise für Dämpfe und Gase, die in die Nähe des Strahlerelementes geraten.

[0003] Aus DE 103 10 742 A1 ist eine Heizvorrichtung bekannt, bei der im Bereich der Strahlungsöffnung des Strahler-Gehäuses eine feinmaschige Metall-Gewebematte angeordnet ist. Ferner ist eine Lüftungsanordnung vorgesehen, die den Gehäuse-Innenraum mit einem Lüftungsgas belüftet, das unter Druck steht und durch die Gewebematte hindurchströmend den Gehäuse-Innenraum mit hoher Geschwindigkeit verlässt. Hierdurch wird ein Eindringen von Staub, Gas und Dampf in den Gehäuse-Innenraum und damit eine Verunreinigung des Strahlerelementes in dem Gehäuse-Innenraum weitgehend vermieden. Es ist unvermeidlich, dass die Gewebematte einen Teil der Wärmestrahlung des Strahlerelementes in den Gehäuse-Innenraum zurückreflektiert. Hierdurch verschlechtert sich der Wirkungsgrad erheblich und vergrößert sich die Wärmebelastung des Gehäuses und an der Heizvorrichtung selbst. Im praktischen Betrieb verschmutzt die Gewebematte zudem durch auftreffende Partikel, wodurch der Wirkungsgrad zusätzlich sinkt. Ferner weist das Lüftungsgas im Bereich der Gewebematte hohe Geschwindigkeitsgradienten auf, die vor und hinter der Gewebematte unvermeidlich Turbulenzen verursachen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Trocknungsanlage mit einer Heizvorrichtung mit einem guten Wirkungsgrad und wirksamer Abschirmung gegen Atmosphäre von außen zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0006] Die Heizvorrichtung der Trocknungsanlage gemäß Patentanspruch 1 weist einen Innenraum umschließendes Strahler-Gehäuse mit einer Strahlungsöffnung auf. In den von dem Gehäuse bzw. den Gehäuse-Wänden umschlossenen Innenraum ist mindestens ein auf die Strahlungsöffnung des Gehäuses gerichtetes

Strahlerelement angeordnet. Ferner ist eine Lüftungsanordnung zum Belüften des Gehäuse-Innenraums mit einem Lüftungsgas vorgesehen. Die Strahlungsöffnung des Gehäuses ist abdeckungsfrei ausgebildet, d.h. das Lüftungsgas kann ohne jede Behinderung und vollflächig durch die Strahlungsöffnung austreten. Auch die von dem Strahlerelement erzeugte Wärmestrahlung tritt ungehindert durch die Strahlungsöffnung hindurch.

[0007] Die Lüftungsanordnung ist derart ausgebildet, dass zwischen dem Strahlerelement und der Strahlungsöffnung vollflächig eine im Wesentlichen unidirektionale Lüftungsgas-Strömung von innen nach außen vorliegt. Unter einer unidirektionalen Strömung ist eine Lüftungsgas-Strömung zu verstehen, die nicht notwendigerweise vollständig parallel ist, sondern eine Strömung mit einer Vorzugsrichtung von innen nach außen. Hierdurch wird die Strahlungsöffnung vollständig unpassierbar für die gegebenenfalls staubbelastete äußere Atmosphäre. Die Lüftungsgas-Strömung in der Strahlungsöffnung fließt so schnell, dass die kinetische Energie von Staubteilchen bzw. anderen Teilchen in der Atmosphäre nicht ausreicht, entgegen dem Lüftungsgas-Strom bis zu dem Strahlerelement zu gelangen. Das Strahlerelement bleibt also auch über lange Betriebsdauer zuverlässig staubfrei. Die Lüftungsgas-Strömung ist bezüglich Geschwindigkeit und Richtung im Wesentlichen homogen, so dass Turbulenzen durch Strömungsinhomogenitäten, wie sie bei Trocknungsanlagen nach dem Stand der Technik sowohl vor als auch hinter der Strahlungsöffnung auftreten können, vermieden werden. Durch das Lüftungsgas werden ferner das Strahlerelement sowie die Gehäuse-Wände gekühlt.

[0008] Vorzugsweise weist die der Strahlungsöffnung gegenüberliegende Gehäuse-Bodenwand vollflächig Belüftungsdüsen auf. Statt einer oder weniger großer Belüftungsdüsen ist eine Vielzahl von Belüftungsdüsen über die gesamte Fläche der Gehäuse-Bodenwand vorgesehen. Hierdurch wird bereits an der Bodenwand eine vollflächige und weitgehend unidirektionale Lüftungsgas-Strömung erzeugt. Diese Strömung wird auf dem Weg zur Strahlungsöffnung nur noch durch das Strahlerelement bzw. die Strahlerelemente gestört, wobei die Vorzugsrichtung der Lüftungsgas-Strömung normal zur Grundebene der Strahlungsöffnung verläuft. Hinter der Gehäuse-Rückwand ist beispielsweise ein Hohlraum vorgesehen, der durch einen angetriebenen Lüfter mit unter geringem Überdruck stehendem Lüftungsgas beaufschlagt wird.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung trägt die Länge der Belüftungsdüsen in der Gehäuse-Rückwand mindestens das Dreifache, besonders bevorzugt mindestens das Fünffache des Düsen-Durchmessers. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Lüftungsgas gerichtet und gleichmäßig strömend aus den Belüftungsdüsen austritt, und hierdurch schon vor Erreichen des Strahlerelementes homogen und turbulenzarm oder -frei strömt.

[0010] Vorzugsweise hat die Lüftungsgas-Strömung

im Bereich der Strahlungsöffnung eine derartige Geschwindigkeit, dass die Lüftungsgas-Strömung in diesem Bereich vollflächig ein laminares Strömungsbild aufweist. Durch die Laminarität der Lüftungsgas-Strömung im Bereich der Strahlungsöffnung wird verhindert, dass Außen-Atmosphäre in die Strahlungsöffnung hinein gelangen kann, wie dies beispielsweise der Fall wäre, wenn im Bereich der Strahlungsöffnung turbulente Lüftungsgas-Strömung auftreten würde, die Außen-Atmosphäre durch die Strahlungsöffnung hindurch in den Gehäuse-Innenraum hineinragen könnte.

[0011] Vorzugsweise ist die Heizvorrichtung und ist insbesondere die Lüftungsanordnung derart ausgebildet, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Lüftungsgases im Bereich der Strahlungsöffnung mindestens 0,3 m/s und höchstens 2,5 m/s beträgt. Die Strömungsgeschwindigkeit des Lüftungsgases darf einerseits nicht zu klein sein, um zu verhindern, dass Staubpartikel mit hoher Impulsenergie entgegen der Strömungsrichtung des Lüftungsgases in den Gehäuse-Innenraum eindringen können, und darf andererseits nicht zu groß sein, um jedenfalls geschwindigkeitsbedingte Turbulenzen der Lüftungsgas-Strömung im Bereich der Strahlungsöffnung zu vermeiden.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Abstand der Belüftungsdüsen zueinander kleiner als 10 mm. Das Belüftungsdüsen-Raster sollte möglichst engmaschig sein, um bereits im Bereich der Bodenwand des Gehäuses eine relativ gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung zu realisieren, wodurch wiederum bereits an der Strahlerelement-Rückseite eine gleichmäßige unidirektionale Lüftungsgas-Strömung generiert wird. Der Durchmesser der Belüftungsdüsen ist bevorzugt kleiner als 3,0 mm.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung besteht die Gehäuse-Bodenwand aus Keramik, d.h., sie besteht aus einem oder mehreren massiven Keramik-Körpern oder -Platten. Die Belüftungsdüsen sind in Form zylindrischer Bohrungen in der Keramik-Platte realisiert. Der auf diese Weise von dem Lüftungsgas durchströmte Keramik-Körper ist ein guter thermischer Isolator. Keramik ist ferner elektrostatisch unproblematisch und im Falle einer Erwärmung bis über 1000° C temperaturbeständig. Alternativ können für die Gehäuse-Rückwand auch andere Materialien verwendet werden, die ein gleichmäßiges Durchströmen des Lüftungsgases erlauben, beispielsweise Glasseidengewebe, Glasfasermatten, Metallgewebe, Schaumkeramik, Metallschäume, gesinterte Materialien u.ä..

[0014] Vorzugsweise ist die Zuströmseite des Strahlerelementes stromlinienförmig ausgebildet, d.h. nicht mit Kanten versehen, sondern abgerundet. Hierdurch wird die Lüftungsgas-Strömung so wenig wie möglich gestört. Lediglich die Verengung des Strömungsquerschnittes im Bereich der Strahlerelemente bewirkt eine geringe Beschleunigung in der Ebene der Strahlerelemente. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Lüftungsgas-Strömung auch hinter dem Strahlerelement bzw.

den Strahlerelementen möglichst störungsfrei und turbulenzfrei weiterströmt.

[0015] Vorzugsweise ist das Strahlerelement ein Infrarot-Strahlungsstab, der zwischen den Gehäuse-Seitenwänden und beabstandet zu den übrigen Gehäuse-Wänden angeordnet ist.

[0016] Im Folgenden wird anhand der Figuren ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

Fig. 1 eine Trocknungsanlage mit einer Heizvorrichtung im Längsschnitt und

Fig. 2 die Heizvorrichtung der Fig. 1 im Querschnitt.

[0018] In der Fig. 1 ist eine Trocknungsanlage 10 dargestellt, die dem Heizen und Trocknen von Trocknungsgut 14 dient. Das Trocknungsgut 14 kann beispielsweise Kunststoff-Granulat in Form von Schüttgut sein. Die Trocknungsanlage 10 kann einen Schneckenförderer aufweisen, in dessen Innenraum die Heizvorrichtung 12 angeordnet ist. Durch das in dem Schneckenförderer geförderte Trocknungsgut 14 wird viel Staub generiert. Durch die Bewegung innerhalb des Schneckenförderers sowie durch die hohen Temperaturgradienten wird der Staub aufgewirbelt, so dass eine staubbelastete Atmosphäre 16 innerhalb des Schneckenförderers bzw. oberhalb des Trocknungsgutes 14 entsteht.

[0019] Die Heizvorrichtung 12 weist einen von einem Strahler-Gehäuse 20 umschlossenen Innenraum 22 auf, der im Wesentlichen rechtwinklig ausgebildet ist. Fünf Seiten des Gehäuses 20 sind mit entsprechenden Gehäuse-Wänden verschlossen, während die sechste Seite offen ist und eine Strahlungsöffnung 24 bildet. Das mehrere Strahlerelemente 40 aufnehmende Strahler-Gehäuse 20 wird gebildet von zwei Seitenwänden 26,27, zwei Längswänden 28,29 sowie einer Bodenwand 30.

[0020] Die Bodenwand 30 wird von einer Keramikplatte 32 oder wird von mehreren Keramikplatten 32, die nebeneinander angeordnet sind, gebildet. Die Keramikplatte 32 weist eine Vielzahl von zueinander parallelen Belüftungsdüsen 34 auf, die in einem engen Raster über die gesamte Fläche der Bodenwand 30 verteilt angeordnet sind. Die zylindrischen Belüftungsdüsen 34 haben einen Innendurchmesser von ungefähr 0,9 mm. Drei benachbarte Belüftungsdüsen bilden jeweils ein gleichseitiges Dreieck mit einer Kantenlänge von 2,7 mm. Hierdurch wird ein Belüftungsdüsen-Öffnungsverhältnis von 30-32% zur Bodenwand-Fläche realisiert. In gleicher Weise sind die beiden Längswände 28,29 mit jeweils einer Keramikplatte 32 ausgebildet.

[0021] In dem von den Gehäuse-Wänden 26-30 umschlossenen Innenraum 22 sind mehrere Strahlerelemente 40 angeordnet, die von entsprechenden Haltearmen 42 in der Nähe der Seitenwände 26,27 gehalten werden. Die Strahlerelemente 40 sind Infrarot-Strahlungs-Stäbe, die im Betrieb mehrere 100° C heiß werden.

[0022] Die Strahlungsöffnung 24 ist vollständig abdek-

kungsfrei ausgebildet.

[0023] An der Rückseite der Gehäuse-Bodenwand ist ein im Längsschnitt U-förmiger Lüfterraum 50 vorgesehen, der von einem entsprechenden Lüftergehäuse 52 umschlossen ist. Das Lüftergehäuse 52 wird durch einen Lüfter 54 mit Lüftungsgas versorgt. Vorliegend ist das Lüftungsgas gefilterte Umgebungsluft von der Außenseite des Schneckenförderers.

[0024] Wie in der Fig. 2 erkennbar ist, sind die Strahlerelemente 40 im Querschnitt im Wesentlichen kreisrund ausgebildet. Jedenfalls ist die den Bodenwand-Belüftungsdüsen 34 zugewandte Zuströmseite der Strahlerelemente 40 im Querschnitt im Wesentlichen rund ausgebildet. Die Rückseite bzw. Zuströmseite der Strahlerelemente 40 ist ferner jeweils mit Reflektoren 41 versehen bzw. beschichtet.

[0025] Während des Betriebes der Trocknungsanlage 10 und insbesondere während des Betriebes der Heizvorrichtung 12 ist die Lüftungsanordnung 13 in Betrieb. Die Lüftungsanordnung 13 wird im Wesentlichen gebildet von der Gehäuse-Bodenwand 30 und den Längswänden 28, 29 mit den Belüftungsdüsen 34, dem Lüftergehäuse 52 und dem Lüfter 54.

[0026] Durch den Lüfter 54 wird Lüftungsgas in den Lüfterraum 50 gepumpt, das von dort aus durch die Belüftungsdüsen 34 in den Innenraum 22 fließt. Die Lüftungsanordnung 13 ist derart ausgelegt, dass die Austrittsgeschwindigkeit des Lüftungsgases beim Austritt aus den Bodenwand-Belüftungsdüsen 34 ungefähr 6 m/s beträgt. Die entstehende Abströmung des Lüftungsgases hat eine mittlere Geschwindigkeit von ungefähr 0,8 m/s. Im Bereich der Strahlerelemente 40 wird das Lüftungsgas auf ungefähr 1,0 m/s beschleunigt, um danach im Bereich der Strahlungsöffnung 24 wieder auf ungefähr 0,8 m/s Strömungsgeschwindigkeit zurückzufallen.

[0027] Das aus den Belüftungsdüsen 34 der beiden Längswände 28, 29 austretende Lüftungsgas strömt quer zur Hauptströmungsrichtung in den Innenraum 22 ein und wird von ihr in Hauptströmungsrichtung umgelenkt. Durch die zusätzlichen seitlichen Lüftungsgas-Ströme wird die Strömungsgeschwindigkeit in der Nähe der Längswände 28, 29 erhöht, so dass die reibungsbedingte Abbremsung der Strömung in der Nähe der Längswände weitgehend kompensiert wird, und auch am Längswand-Rand keine Atmosphäre 16 von außen in den Innenraum 22 eindringen kann.

[0028] Alternativ oder ergänzend kann die Bodenwand an ihren Längs- und Seitenrändern ein dichteres Belüftungsdüsen-Raster aufweisen als auf ihrer übrigen Fläche. Alternativ kann der Seitenrand ohne Lüftungsdüsen ausgeführt werden, wobei der Abstand vom Strahlerelement zum Seitenrand größer gewählt werden muss, als der Abstand zwischen zwei Strahlerelementen.

[0029] Durch die beschriebene Innenraum-Belüftung wird in dem Innenraum 22, insbesondere in der Ebene der Strahlungsöffnung 24, vollflächig eine weitgehend unidirektionale laminare und nach außen gerichtete Lüftungsgas-Strömung erzeugt. Hierdurch wiederum wird

zuverlässig das Eindringen von staubbelasteter Atmosphäre 16 von außen verhindert. Insbesondere die Strahlerelemente 40 bleiben auf diese Weise dauerhaft frei von Staubanhaftungen.

Patentansprüche

1. Trocknungsanlage (10) mit einer Heizvorrichtung (12) zum Heizen oder Trocknen von Trocknungsgut (14), mit einem einen Innenraum (22) umschließenden Gehäuse (20) mit einer Strahlungsöffnung (24), mindestens einem in dem Gehäuse-Innenraum (22) angeordneten und auf die Strahlungsöffnung (24) gerichteten Strahlerelement (40), und einer Lüftungsanordnung (13) zum Belüften des Gehäuse-Innenraums (22) mit einem Lüftungsgas, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsöffnung (24) abdeckungsfrei ausgebildet ist, und **dass** die Lüftungsanordnung (13) derart ausgebildet ist, dass zwischen dem Strahlerelement (40) und der Strahlungsöffnung (24) vollflächig eine Lüftungsgas-Strömung von innen nach außen vorliegt.
2. Trocknungsanlage (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Strahlungsöffnung (24) gegenüberliegende Gehäuse-Bodenwand (30) vollflächig Belüftungsdüsen (34) aufweist.
3. Trocknungsanlage (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der Belüftungsdüsen (34) mindestens das Dreifache, bevorzugt mindestens das Fünffache des Düsen-Durchmessers beträgt.
4. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lüftungsgas-Strömung im Bereich der Strahlungsöffnung (24) eine Geschwindigkeit hat, derart, dass die Strömung in diesem Bereich laminar ist.
5. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsgeschwindigkeit des Lüftungsgases im Bereich der Strahlungsöffnung (24) mindestens 0,3 m/s und höchstens 2,5 m/s beträgt.
6. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 2-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand der Belüftungsdüsen (34) zueinander kleiner als 10 mm ist.
7. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 2-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Belüftungsdüsen (34) kleiner als 3,0 mm ist.

8. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäuse-Bodenwand (30) aus Keramik besteht.
9. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 2-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuström-seite des Strahlerelementes (40) stromlinienförmig abgerundet ausgebildet ist. 5
10. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strahler-element (40) zwischen zwei Gehäuse-Seitenwän-den (26,27) und beabstandet zu den übrigen Gehäü-se-Wänden (28,29,30) angeordnet sind. 10
11. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-10, **gekennzeichnet durch** einen Schneckenför-derer zum Fördern des Trocknungsgutes (14), wobei die Heizvorrichtung (12) innerhalb des Schnecken-förderers angeordnet ist. 15 20
12. Heizvorrichtung (12) für eine Trocknungsanlage (10), mit den Merkmalen einer der Patentansprüche 1-10. 25

25

30

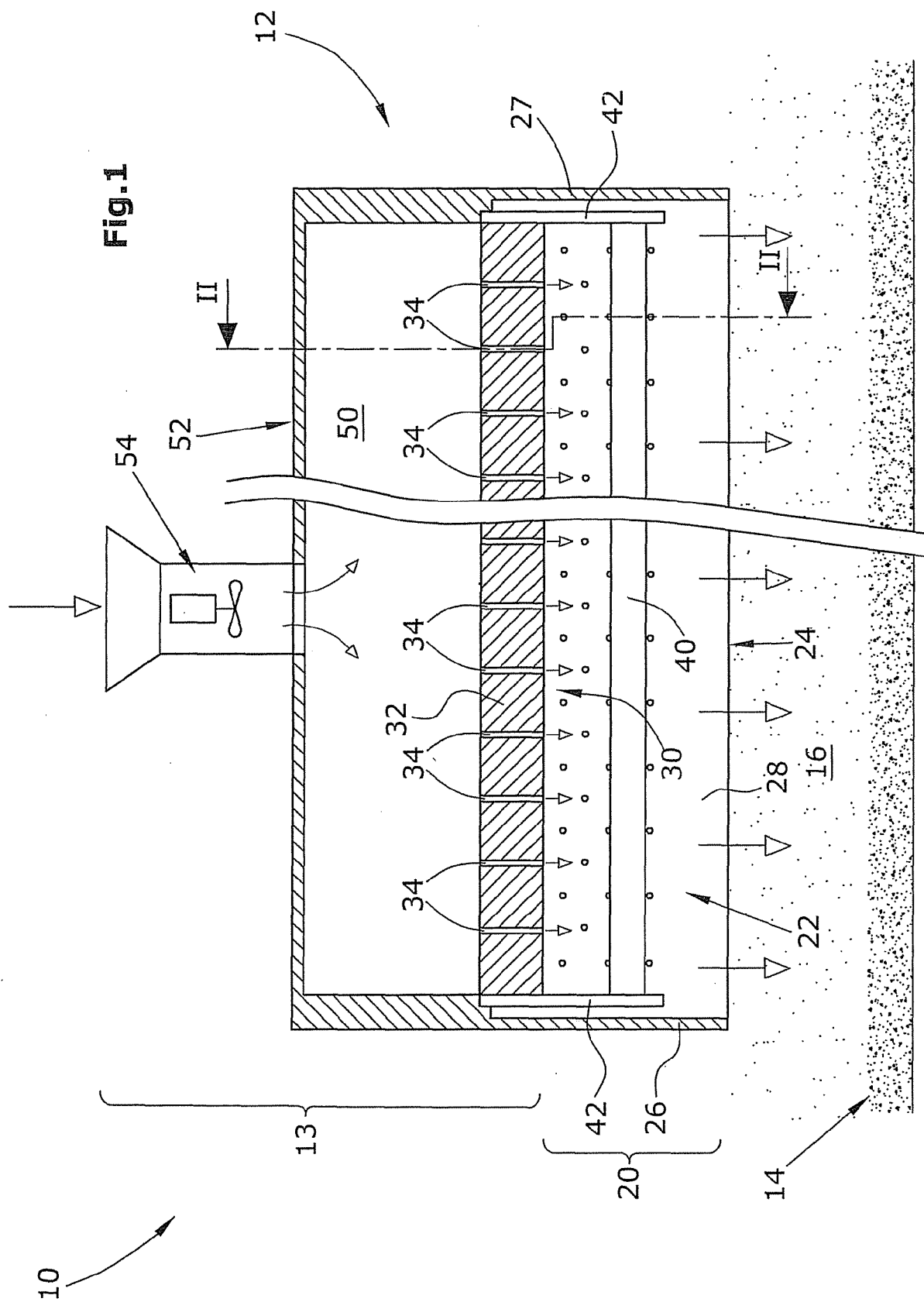
35

40

45

50

55



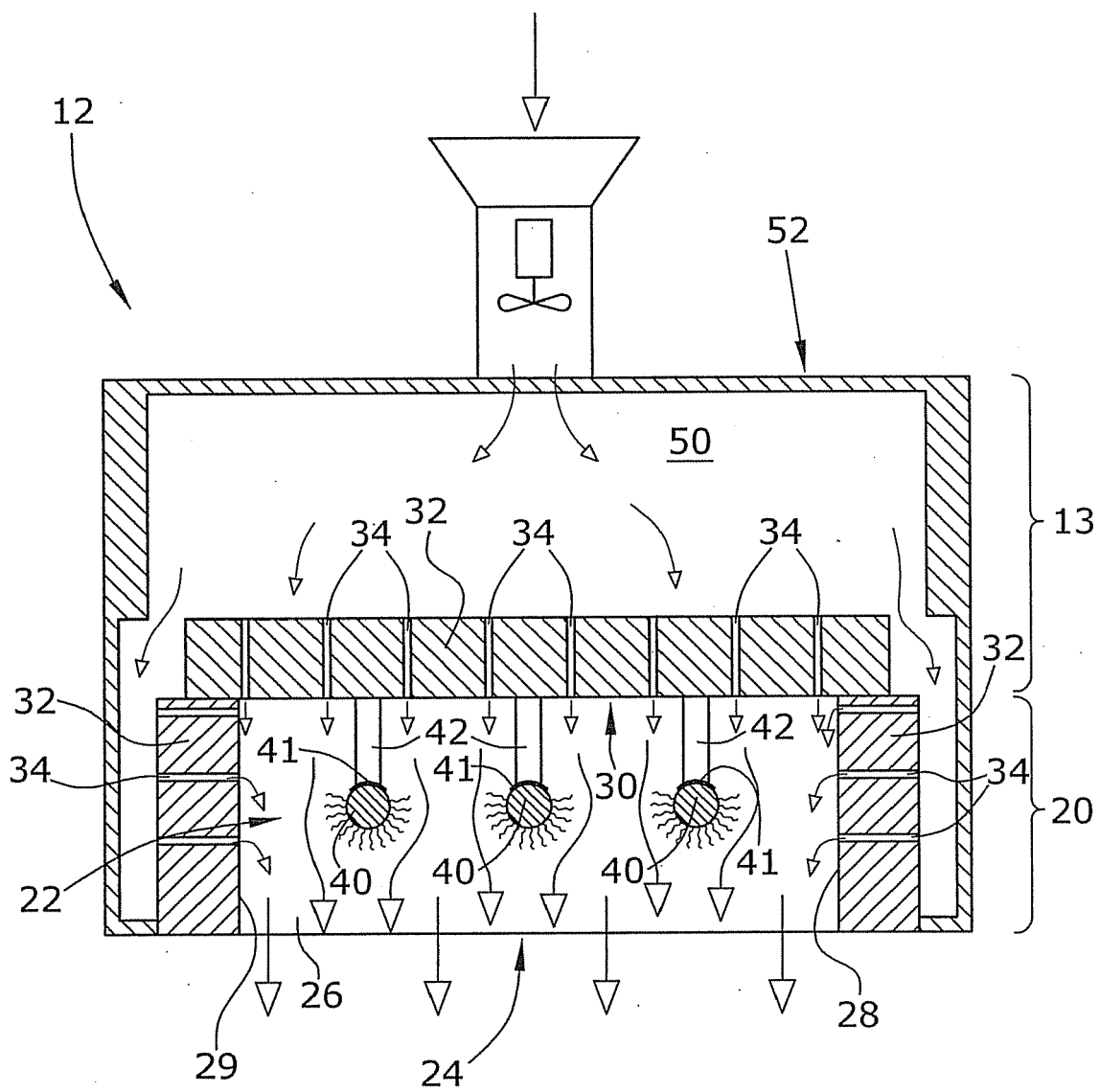


Fig.2

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

- DE 10310742 A1 [0003]