



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 053 198 A1** 2008.05.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 053 198.1**

(22) Anmeldetag: **09.11.2006**

(43) Offenlegungstag: **15.05.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F21V 25/00** (2006.01)

**F21V 29/00** (2006.01)

**F26B 23/04** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Deutsche Mechatronics GmbH, 53894  
Mechernich, DE**

(72) Erfinder:

**Schenuit, Marcus, 50933 Köln, DE; Dumon,  
Markus, 53881 Euskirchen, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

**DE 195 16 053 A1**

**DE 103 10 742 A1**

**US 40 19 054**

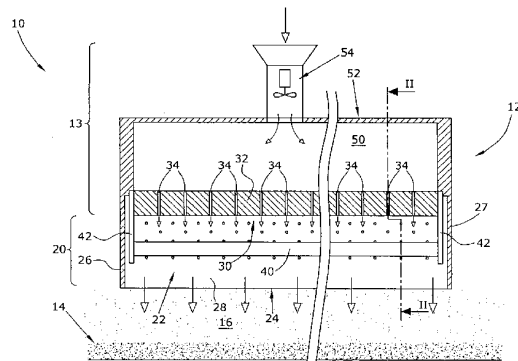
**WO 96/34 700 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Trocknungsanlage**

(57) Zusammenfassung: 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 Gehäuse-Innenraum (22) angeordnetes und auf die Strahlungsöffnungen (24) gerichtetes Strahlerelement (40), und eine Lüftungsanordnung (13) zum Belüften des Gehäuse-Innenraums (22) mit einem Lüftungsgas 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 Patentanspruches 1.

**[0006]** Die Heizvorrichtung der Trocknungsanlage gemäß Patentanspruch 1 weist ein 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 Belüftungsöffnungen 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 beträgt 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 kön-

nen 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:

**[0018]** Fig. 1 eine Trocknungsanlage mit einer Heizvorrichtung im Längsschnitt und

**[0019]** Fig. 2 die Heizvorrichtung der Fig. 1 im Querschnitt.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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**.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] Die Strahlungsöffnung **24** ist vollständig abdeckungsfrei ausgebildet.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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**.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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 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

nung (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 Zuströmseite des Strahlerelementes (40) stromlinienförmig abgerundet ausgebildet ist.

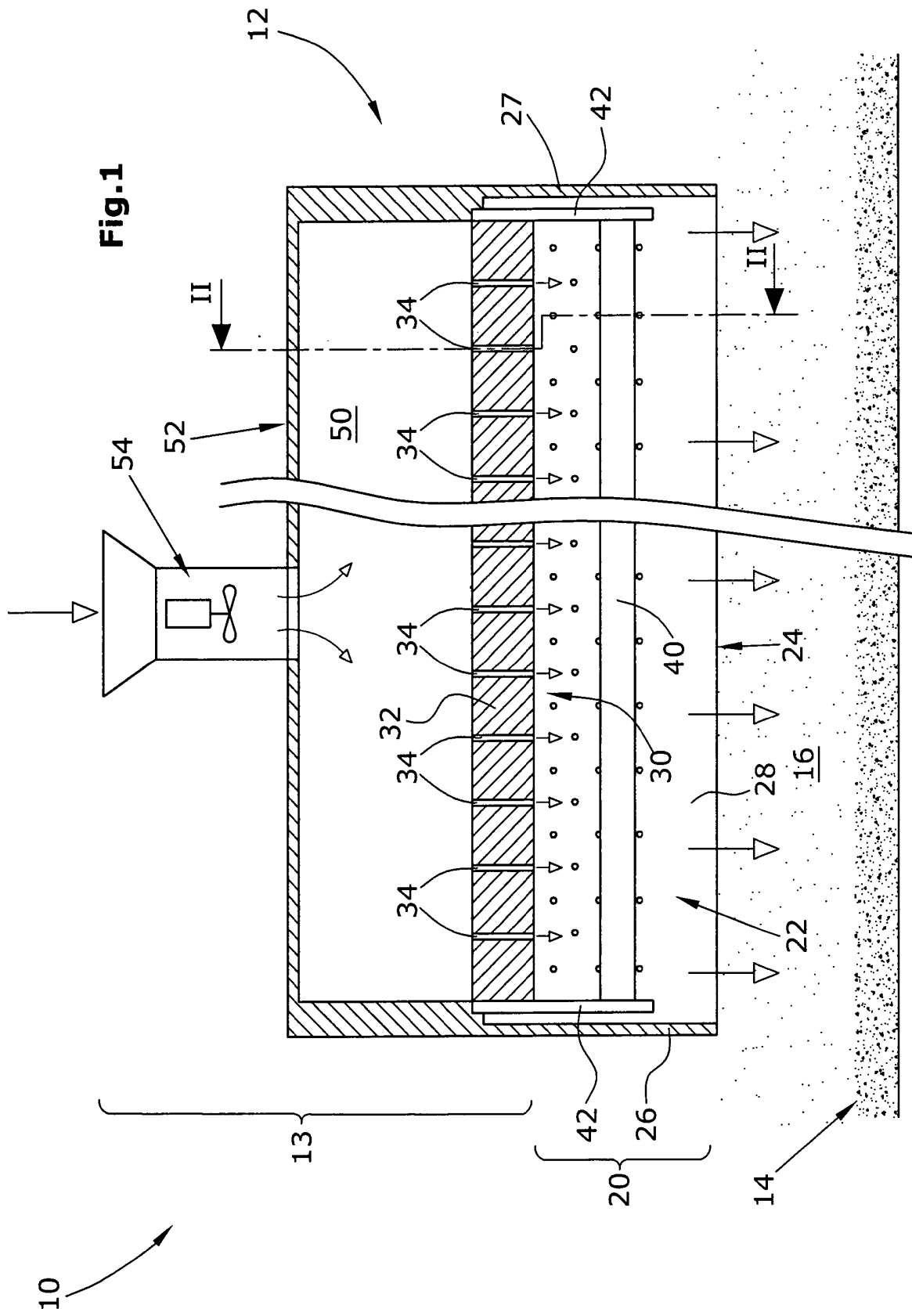
10. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, dass das Strahlerelement (40) zwischen zwei Gehäuse-Seitenwänden (26, 27) und beabstandet zu den übrigen Gehäuse-Wänden (28, 29, 30) angeordnet sind.

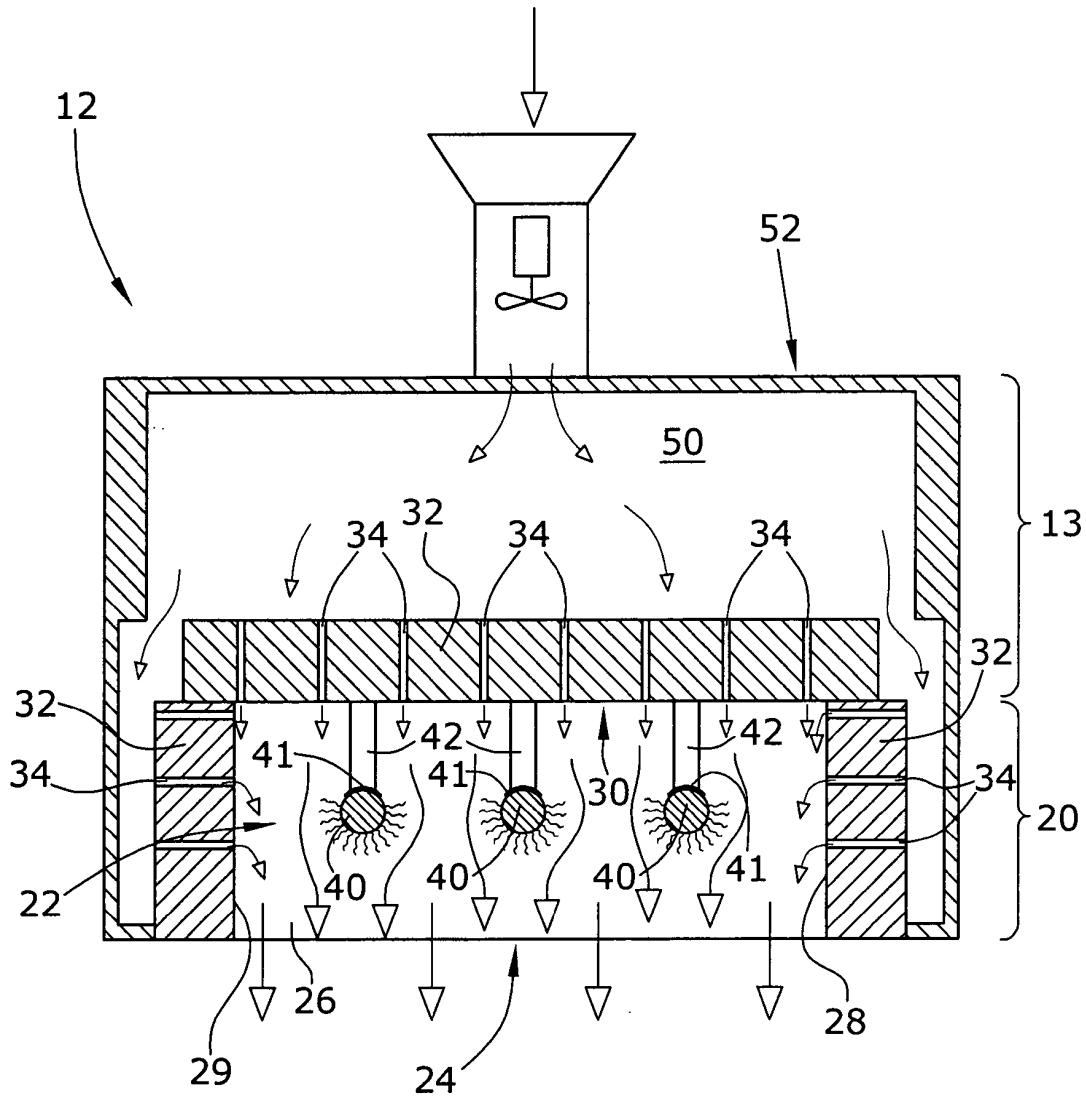
11. Trocknungsanlage (10) nach einem der Ansprüche 1-10, gekennzeichnet durch einen Schneckenförderer zum Fördern des Trocknungsgutes (14), wobei die Heizvorrichtung (12) innerhalb des Schneckenförderers angeordnet ist.

12. Heizvorrichtung (12) für eine Trocknungsanlage (10), mit den Merkmalen einer der Patentansprüche 1-10.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





**Fig.2**