

(19)



(11)

EP 2 247 905 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.07.2016 Patentblatt 2016/27

(51) Int Cl.:
F26B 23/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09717894.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/001497

(22) Anmeldetag: **03.03.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/109358 (11.09.2009 Gazette 2009/37)

(54) **TROCKNER FÜR LACKIERANLAGE**

DRYER FOR LACQUERING FACILITY

SÉCHEUR POUR INSTALLATION DE PEINTURE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **05.03.2008 DE 102008012792**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.11.2010 Patentblatt 2010/45

(73) Patentinhaber: **Eisenmann SE
71032 Böblingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **SCHWERER, Peter
71083 Herrenberg (DE)**

• **OBSTFELDER, Peter
72181 Starzach (DE)**

(74) Vertreter: **Ostertag, Ulrich
Ostertag & Partner
Patentanwälte mbB
Epplestraße 14
70597 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 076 218 EP-A- 1 801 526
DE-A1- 19 654 043 DE-A1- 19 735 322
DE-B- 1 907 714 US-A- 4 662 840
US-A- 4 771 552 US-A- 5 868 562**

EP 2 247 905 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 einen Trockner für eine Lackieranlage

- a) mit einem Trocknergehäuse, in dem erhitzte Luft umgewälzt wird;
- b) mit einer Abluftleitung zur Abfuhr von Abluft aus dem Trocknergehäuse;
- c) mit einer an die Abluftleitung angeschlossenen Verbrennungseinrichtung, die zur thermischen Nachbehandlung der Abluft aus dem Trocknergehäuse sowie zur Bereitstellung von Heizluft an einen Wärmetauscher dient;
- d) wobei der Wärmetauscher für eine Versorgung des Trocknergehäuses mit erwärmter Frischluft eingerichtet ist und wobei
- e) dem Trocknergehäuse wenigstens eine Heizeinrichtung zur Erwärmung der im Trocknergehäuse umgewälzten Luft zugeordnet ist.

[0002] Ein aus dem Stand der Technik bekannter Trockner wird für die Trocknung von Lackschichten auf Kraftfahrzeugkarosserien eingesetzt und stellt zu diesem Zweck in einem Trocknergehäuse, das auch als Trocknertunnel bezeichnet wird, erhitzte Luft zur Verfügung. Mit Hilfe der erhitzten Luft können in der oder den Lackschichten enthaltene Lösungsmittel verdampft werden, um eine Aushärtung der Lackschicht zu erzielen. Ergänzend oder alternativ kann die erhitzte Luft eine Vernetzung von Polymerketten in der Lackschicht bewirken, so dass diese eine gewünschte Festigkeit erhält. Durch die Verdampfung des Lösungsmittels, bei dem es sich unter anderem um Wasser handeln kann, wird die erhitzte Luft im Trocknergehäuse abgekühlt und reichert sich mit dem verdampften Lösungsmittel an. Um eine gleichmäßige Temperierung der Kraftfahrzeugkarosserien und eine gleichmäßige Trocknung der Lackschichten gewährleisten zu können, muss eine Umwälzung der Luft im Trocknergehäuse stattfinden. Weiterhin muss eine Wärmezufuhr in das Trocknergehäuse erfolgen, um die durch Verdampfungsprozesse und die Erwärmung der Werkstücke absinkende Temperatur der Luft auf einem vorgebbaren Mindestniveau zu halten. Zudem muss die mit Lösungsmittel beladene Luft ausgetauscht und gereinigt werden, um die Trocknungsleistung des Trockners konstant zu halten.

[0003] Um sicherzustellen, dass die aus dem Trocknergehäuse zu Regenerierungszwecken abgezogene Luft möglichst schadstofffrei in die Umgebung abgegeben werden kann, wird bei dem bekannten Trockner die Abluft aus dem Trocknergehäuse mittels eines Ventilators abgesaugt und einer Verbrennungseinrichtung zugeführt. In der Verbrennungseinrichtung, die insbeson-

dere als thermische Nachverbrennungseinrichtung (TNV) oder als regenerative Nachverbrennungseinrichtung (RNV) ausgebildet sein kann, wird durch Zufuhr eines Brennstoffs, insbesondere Gas, ein zündfähiges Gemisch mit der Abluft gebildet und das Gemisch verbrannt. Dabei findet eine weitgehende Neutralisierung der in der Abluft enthaltenen Schadstoffe statt. Das durch den Verbrennungsvorgang erhitzte Abgas aus der Verbrennungseinrichtung wird über einen Wärmetauscher geführt, der eine zumindest teilweise Abgabe der im Abgas enthaltenen Wärmeenergie an einen Frischluftstrom ermöglicht, der seinerseits nach Durchströmen des Wärmetauschers als erhitzte Luft in das Trocknergehäuse zugeführt wird.

[0004] Ergänzend können längs des Trocknergehäuses mehrere Heizaggregate vorgesehen sein, die jeweils für eine abschnittsweise Beheizung entsprechender Trocknergehäuseabschnitte vorgesehen sind. Die Heizaggregate erzeugen ein zündfähiges Gemisch aus Umgebungsluft und einem Brennstoff, insbesondere Gas, und verbrennen dieses Gemisch. Die dabei entstehende Wärmeenergie wird an die im Trocknergehäuse umgewälzte Luft abgegeben.

[0005] Angesichts der großen Wärmemengen, die zur Trocknung von Lackschichten auf Kraftfahrzeugkarosserien bereitgestellt werden müssen, entstehen bei einem Betrieb eines solchen Trockners erhebliche Energiekosten. Insbesondere bei einem Teillastbetrieb des Trockners, bei dem die auf einen maximalen Abluftdurchsatz optimierte Verbrennungseinrichtung abseits eines vorteilhaften Arbeitspunkts betrieben werden muss, rufen die Energiekosten einen hohen Anteil an den insgesamt für den Betrieb des Trockners anfallenden Betriebskosten und somit hohe Stückkosten pro Trocknungsteil hervor.

[0006] Die Druckschrift US 5,868,562 beschreibt einen Trockenofen zur Trocknung von Lackschichten auf lackierten Objekten nach einem Lackierprozess gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Der dort beschriebene Ofen weist drei Wärmezonen auf, die eigene Warmluftkammern aufweisen, durch welche entsprechend erhitzte Luft in die Zonen geblasen wird. Die Erhitzung in der Zonen erfolgt mittels Heizeinrichtungen, deren Verbrennungsluft von außen über eine Leitung zugeführt wird, nachdem sie in einem Wärmetauscher erwärmt wurde.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Trockner der eingangs genannten Art so zu verbessern, dass er sowohl im Vollastbetrieb als auch im Teillastbetrieb mit einer günstigen Energie- und Kostenbilanz betrieben werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Trockner mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Der erfindungsgemäße Trockner weist eine Brennlufzufuhr für die wenigstens eine Heizeinrichtung auf, die kommunizierend mit dem Trocknergehäuse verbunden ist. Somit dient ein Teil der im Trocknergehäuse umgewälzten Luft zusammen mit einem Brennstoff, insbesondere Gas, der Bildung eines zündfähigen Ge-

mischs, das in der Heizeinrichtung verbrannt wird. Im Zuge der Verbrennung zumindest eines Teils der Abluft aus dem Trocknergehäuse in der Heizeinrichtung findet in ähnlicher Weise wie bei der weiterhin am Trockner vorgesehenen Verbrennungseinrichtung für die Abluft eine zumindest teilweise Neutralisierung von Schadstoffen in der Abluft statt. Somit ermöglicht die kommunizierende Verbindung des Brennluftanschlusses der Heizeinrichtung mit dem Trocknergehäuse eine zumindest teilweise Behandlung desjenigen Teils der Abluft, der für die Heizeinrichtung aus dem Trocknergehäuse abgezogen wird. Dadurch wird es möglich, die eigentlich für die Behandlung der Abluft vorgesehene Verbrennungseinrichtung so zu dimensionieren, dass sie in einem Teillastbetrieb des Trockners optimal arbeiten kann.

[0010] Im Vollastbetrieb des Trockners wird die Verbrennungseinrichtung sowohl im Hinblick auf die Erwärmung der Luft im Trocknergehäuse als auch im Hinblick auf die Behandlung der Abluft durch die Wirkung der Heizeinrichtungen unterstützt. Dies ermöglicht eine gegenüber bekannten Trocknern kleinere Dimensionierung der Verbrennungseinrichtung, die beispielsweise auf eine 75-prozentige Auslastung des Trockners optimiert werden kann. Somit kann der Trockner im Teillastbetrieb energetisch günstiger und somit auch kostengünstiger betrieben werden.

[0011] Vorteilhaft ist es, wenn die Heizeinrichtung eine Abgasleitung für die Abfuhr von Abgasen aufweist, die in die Abluftleitung mündet. Dadurch wird gewährleistet, dass die von der Heizeinrichtung als Brennluft aus dem Trocknergehäuse entnommene Abluft, die gegebenenfalls nur teilweise durch den in der Heizeinrichtung stattfindenden Verbrennungsvorgang schadstoffreduziert wurde, in jedem Fall noch der Verbrennungseinrichtung zugeführt wird. Somit wird sichergestellt, dass auch bei Vollastbetrieb des Trockners die gewünschte Schadstoffreduzierung stattfindet. Die in der Heizeinrichtung stattfindende Vorbehandlung der Abluft führt zu einer Erwärmung der Abluft auf eine Temperatur, die erheblich über der im Trocknergehäuse herrschenden Temperatur der umgewälzten Luft liegt. Somit muss die Verbrennungseinrichtung die bei Vollast aus den Heizeinrichtungen zugeführten Abgasvolumenströme lediglich geringfügig erwärmen. Die dazu von der Verbrennungseinrichtung zusätzlich bereitzustellende Wärmeenergiemenge hat lediglich einen geringen Einfluss auf die Dimensionierung der auf einen 75-prozentigen Teillastbetrieb optimierten Verbrennungseinrichtung.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Abgasleitung der Heizeinrichtung und/oder in der Abluftleitung stromauf der Einmündung der Abgasleitung eine verstellbare Drosseleinrichtung angeordnet ist. Mit Hilfe derartiger Drosseleinrichtungen kann das Verhältnis zwischen einem unmittelbar aus dem Trocknergehäuse abgesaugten und der Verbrennungseinrichtung zugeführten Abluftvolumenstrom und einem Abluftvolumenstrom, der zunächst eine der Heizeinrichtungen passiert und dort durch Er-

wärmen vorbehandelt wird, eingestellt werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass in einem Teillastbetrieb die Drosseleinrichtungen in den Abgasleitungen der Heizeinrichtungen vollständig verschlossen sind, um unerwünschte Wärmeverluste in den Heizeinrichtungen durch die Durchströmung mit Abluft zu vermeiden. Demgegenüber sind bei Vollastbetrieb sämtliche Drosseleinrichtungen vollständig geöffnet, um ein möglichst ungestörtes Strömen von Abluft sowohl durch die Heizeinrichtungen als auch unmittelbar in der Abluftleitung in Richtung der Verbrennungseinrichtung zu gewährleisten.

[0013] Vorteilhaft ist es, wenn eine Luftzuleitung der Heizeinrichtung wenigstens eine Verzweigung zur Bereitstellung eines als Brennluftstrom dienenden ersten Abluft-Teilstroms und eines als Nutzluftstrom dienenden zweiten Abluft-Teilstroms an die Heizeinrichtung aufweist. Somit werden sowohl die Brennluft als auch die Nutzluft durch eine gemeinsame Luftzuleitung aus dem Trocknergehäuse entnommen. Dadurch wird ein einfacher Aufbau erreicht und aufwendige Isolationsmaßnahmen für getrennte Leitungen können vermieden werden. Insbesondere kann vorgesehen werden, dass der Brennluftstrom aus einem Schacht für die Nutzluft abgezogen wird. Dadurch lässt sich eine besonders einfache Gestaltung der Verbindung zwischen Heizeinrichtung und Trocknergehäuse erreichen.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Heizeinrichtung einen Nutzluftereinlass und einen Nutzluftauslass aufweist, die kommunizierend mit dem Trocknergehäuse verbunden sind. Eine Wärmeabgabe der Heizeinrichtung findet durch Vorbeiströmen von Nutzluft an einem Wärmetauscher statt. Die Nutzluft wird hierzu über einen Nutzluftereinlass direkt aus dem Trocknergehäuse abgesaugt und über einen in das Trocknergehäuse mündenden Nutzluftauslass dem Trocknertunnel wieder zugeführt. Dadurch ist ein effizienter Wärmeübergang zwischen dem verbrennenden Gemisch aus Brennluft und Brennstoff und der Nutzluft gewährleistet. Zudem kann durch die direkten Verbindung zwischen Trocknergehäuse und Heizeinrichtung eine Anordnung mehrerer Heizeinrichtungen am Trocknergehäuse ohne aufwendige Rohrleitungen verwirklicht werden.

[0015] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass längs des Trocknergehäuses mehrere Heizeinrichtungen angeordnet sind. Dadurch kann eine zonenweise Bereitstellung von Wärme individuell nach den Bedürfnissen des Trocknungsvorganges erreicht werden.

[0016] Vorteilhaft ist es, wenn ein Warmluftausgang des Wärmetauschers mit einem Endbereich, insbesondere einem Schleusenbereich, des Trocknergehäuses verbunden ist. In den Endbereichen des Trocknergehäuses liegt der größte Bedarf an Wärme vor, da einerseits die lackierten Gegenstände, insbesondere Kraftfahrzeugkarosserien, durch Schleuseneinrichtungen in das Trocknergehäuse eingeschleust bzw. aus diesem ausgeschleust werden müssen und in den Schleusenberei-

chen erhebliche Wärmeverluste auftreten. An der Einlassschleuse nehmen die noch vergleichsweise kalten, mit einer zu trocknenden Beschichtung versehenen Gegenstände viel Wärme auf. Darüber hinaus wird hierdurch die Funktion der Schleusen unterstützt, da die vom Warmluftausgang des Wärmetauschers bereitgestellte erhitzte Luft in den Schleusenbereichen einen Überdruck hervorruft, der ein Eindringen von Schmutzpartikeln in das Trocknergehäuse vermindert.

[0017] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Heizeinrichtung oberhalb des Trocknergehäuses angeordnet ist. Dadurch kann der Bedarf an Aufstellfläche für das Trocknergehäuse gering gehalten werden.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn eine Quererstreckung der Heizeinrichtung einem Teil der Quererstreckung des Trocknergehäuses entspricht. Dadurch kann zumindest einseitig auf dem Dach des Trocknergehäuses, wo die Heizeinrichtung vorteilhaft angeordnet ist, ein begehbare Steg angebracht werden. Der Steg gewährleistet einen einfachen Zugang zu der Heizeinrichtung und ermöglicht so im Wartungsfall einen raschen Zugriff auf die Heizeinrichtung.

[0019] In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Lufteinlass und der Luftauslass jeweils mit seitlich am Trocknergehäuse angeordneten, mit luftdurchlässigen Wandabschnitten versehenen Luftschächten kommunizierend verbunden sind. Der Lufteinlass und der Luftauslass der Heizeinrichtung stehen jeweils mit baulich voneinander getrennten Luftschächten kommunizierend in Verbindung. Die Luftschächte weisen jeweils zumindest einen luftdurchlässigen Wandabschnitt auf, der kommunizierend mit dem inneren Querschnitt des Trocknergehäuses in Verbindung steht, in dem die zu trocknenden Gegenstände geführt sind. Mit Hilfe der Luftschächte und der luftdurchlässigen Wandabschnitte kann ein im Wesentlichen horizontaler, vorzugsweise senkrecht zur Transportrichtung der zu trocknenden Gegenstände ausgerichteter Luftvolumenstrom in dem Trocknergehäuse hervorgerufen werden. Dadurch wird ein vorteilhafter Wärmeübergang zwischen der im Trocknergehäuse umgewälzten Luft und den zu trocknenden Gegenständen erreicht.

[0020] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Verbrennungseinrichtung auf einen Teillastbetrieb des Trockners ausgelegt. Ein Teillastbetrieb liegt vor, wenn entweder die maximale Fördergeschwindigkeit für die zu trocknenden Gegenstände und/oder der maximale Wärmebedarf für die Trocknung der Gegenstände nicht erbracht werden muss. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Anzahl der zu trocknenden Gegenstände pro Zeiteinheit kleiner als eine Maximalstückzahl ist und/oder wenn der Wärmebedarf pro Gegenstand geringer als ein maximal vorgesehener Wärmebedarf pro Gegenstand ist. Durch diese Auslegung arbeitet die Verbrennungseinrichtung bereits bei nur teilweiser Auslastung des Trockners mit maximaler Effizienz und ermöglicht somit auch bei Teillast geringe En-

ergiekosten pro zu trocknendem Gegenstand.

[0021] Vorteilhaft ist es, wenn die Verbrennungseinrichtung bezogen auf eine Maximalauslastung des Trockners auf eine Erbringung von 75 Prozent der für den Maximalbetrieb erforderlichen Wärmeleistung ausgelegt ist. Damit kann die Verbrennungseinrichtung bei nur teilweiser Auslastung des Trockners an ihrem Arbeitspunkt mit maximaler Energieeffizienz betrieben werden. Bei Vollaustattung wird die Verbrennungseinrichtung durch die Heizeinrichtungen unterstützt. In gleicher Weise ist die von der Verbrennungseinrichtung vorzunehmende thermische Nachbehandlung der Abluft auch auf eine 75 prozentige Auslastung des Trockners optimiert. Bei größerer Auslastung des Trockners wird die Abluftbehandlung durch die Heizeinrichtungen unterstützt.

[0022] Eine Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Trockners mit einer thermischen Nachverbrennungseinrichtung und mehreren Heizaggregaten,

Figur 2 eine perspektivische Darstellung eines mit einem Heizaggregat versehenen Moduls des Trockners gemäß Figur 1,

Figur 3 eine erste Schnittdarstellung des Moduls gemäß der Schnittebene A in der Figur 2,

Figur 4 eine zweite Schnittdarstellung des Moduls gemäß der Schnittebene B in der Figur 2.

[0023] Der in Figur 1 schematisch dargestellte Trockner 10 umfasst ein Trocknergehäuse 12, durch das nicht dargestellte Kraftfahrzeugkarosserien im Durchlaufbetrieb hindurchgeführt werden können. Dem Trocknergehäuse 12 wird erhitzte Luft zugeführt, um einen Trocknungsvorgang einer auf die Kraftfahrzeugkarosserien aufgetragenen Lackierung zu initiieren und/oder zu beschleunigen und/oder eine Vernetzung der Lackierung zu bewirken. Das Trocknergehäuse 12 weist in einer senkrecht zur Zeichenebene der Figur 1 ausgerichteten Querschnittsebene einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf, wie dies auch aus den Darstellungen der Figuren 2 bis 4 zu entnehmen ist.

[0024] Oberhalb des Trocknergehäuses 12 sind eine thermische Nachverbrennungseinrichtung 14 sowie mehrere baugleiche Heizaggregate 16 und ein Wärmetauscher 18 angeordnet.

[0025] Bei der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 handelt es sich um einen Gasbrenner, der die Abluft aus dem Trocknergehäuse 12, die über eine Abluftleitung 20 und einen zur Förderung der Abluft vorgesehenen Abluftventilator 22 bereitgestellt wird, mit Erdgas versetzt und das Gemisch verbrennt. Dadurch tritt eine Temperaturerhöhung ein, durch die die in der

Abluft enthaltenen Schadstoffe zumindest teilweise unschädlich gemacht werden können. Die durch Erhitzen in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 behandelte Abluft wird an den Wärmetauscher 18 abgegeben, der für eine Erwärmung von Frischluft vorgesehen ist, die an das Trocknergehäuse 12 bereitgestellt wird. Die Frischluft wird über einen Frischluftventilator 24 dem Wärmetauscher 18 und von dort aus über Frischluftleitungen 26 dem Trocknergehäuse 12, bevorzugt am Ein- und Auslauf des Trocknergehäuses 12, zugeführt.

[0026] Die Auslegung der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 ist so gewählt, dass eine Wärmemenge an das Trocknergehäuse 12 bereitgestellt werden kann, die für einen Betrieb des Trockners 10 mit einer ungefähr 75-prozentigen Auslastung erforderlich ist. Zudem ist die thermische Nachverbrennungseinrichtung 14 so dimensioniert, dass die dort erreichbare Temperatur für die aus dem Trocknergehäuse 12 abgezogene Abluft bei maximaler Heizleistung der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 und 75-prozentiger Auslastung des Trockners 10 den geforderten Temperaturwert noch erreicht.

[0027] Um sowohl die für die Trocknung ausreichende Zufuhr von Wärmeenergie als auch die zur Abgasreinigung notwendige Temperatur in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 bei Vollastbetrieb gewährleisten zu können, sind die Heizaggregate 16 vorgesehen, die als kompakte Gasbrennereinheiten auf dem Dach des Trocknergehäuses 12 angeordnet sind. Jedes der Heizaggregate 16 weist mit dem Trocknergehäuse 12 kommunizierend verbundene Zuluft- und Nutzluftheitungen 28, 31 auf. Von der Zuluftleitung 28 zweigt eine Brennluftleitung 34 ab, die in einen schematisch dargestellten Brenner 36 des Heizaggregats 16 führt. Dort wird der durch die Brennluftleitung 34 einströmenden Abluft aus dem Trocknergehäuse 12 über eine nicht dargestellte Brennstoffleitung Erdgas zugeführt, das zusammen mit der Abluft im Brenner 36 verbrannt wird. Die dabei freigesetzten Abgase werden durch einen Wärmetauscher 38 im Inneren des Heizaggregats 16 geleitet und über eine Abgasleitung 32 abgeführt, die als Sammelleitung mit sämtlichen Heizaggregaten 16 verbunden ist und an einem Knotenpunkt 42 in die Abluftleitung 20 mündet.

[0028] Mit Hilfe des Wärmetauschers 38 wird ein über die Zuluftleitung 28 und eine davon abzweigende Nutzluftheitung 30 aus dem Trocknergehäuse 12 abgezogener Nutzlufanteil erwärmt, der mittels eines Förderventilators 40 angesaugt wird und nach Passieren des Wärmetauschers 38 und des Förderventilators 40 über die Nutzluftheitung 31 zurück in das Trocknergehäuse 12 geführt wird.

[0029] Bei einem Teillastbetrieb des Trockners 10 reicht die von der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 bereitgestellte Wärme aus, um die Abluft thermisch zu behandeln und die Frischluft im Wärmetauscher 18 auf die notwendige Betriebstemperatur des Trockners 10 zu erwärmen. Da die auf den Teillastbetrieb

optimierte thermische Nachverbrennungseinrichtung 14 bei Vollastbetrieb des Trockners 10 nicht allein die Wärmezufuhr gewährleisten kann, werden in diesem Fall die Heizaggregate 16 aktiviert und führen dem Trocknergehäuse 12 zusätzliche Wärme zu. Durch die Entnahme von Abluft aus dem Trocknergehäuse 12 über die Zuluftleitungen 28 und die dort vorgesehene Aufteilung in einen Nutzlufstrom und in einen Brennluftstrom wird ein Teil der im Trocknergehäuse 12 umgewälzten Luft in den Brennern 36 der Heizaggregate 16 bei der Verbrennung stark erhitzt. Somit wird bereits in den Heizaggregaten 16 eine teilweise Neutralisierung der in der Abluft angereicherten Schadstoffe gewährleistet. Das heiße Abgas aus den Heizaggregaten 16 wird über die Abgasleitung 32 der Abluftleitung 20 zugeführt. Dadurch weist das Gemisch aus Abgasen der Heizaggregate 16 und der über die Abluftleitung 20 unmittelbar aus dem Trocknergehäuse 12 abgezogenen Abluft ein deutlich erhöhtes Temperaturniveau auf. Somit kann bei Vollastbetrieb und im Wesentlichen konstanter Wärmezufuhr in der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 trotz des deutlich höheren Abluftvolumenstroms die geforderte Temperatur gehalten werden, die zur Neutralisierung der Abgase notwendig ist.

[0030] Der Trockner 10 wird daher im Teillastbetrieb allein mit der Wärmezufuhr der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 14 und mit deren Kapazität zur Abgasnachbehandlung der Abluft aus dem Trocknergehäuse 12 betrieben. Im Falle eines Vollastbetriebs greifen die Heizaggregate 16 sowohl im Hinblick auf die Wärmezufuhr in das Trocknergehäuse 12 als auch im Hinblick auf die Vorwärmung und teilweise thermische Behandlung der Abluft aus dem Trocknergehäuse 12 unterstützend ein.

[0031] Der in der Figur 1 schematisch dargestellte Trockner 10 ist aus mehreren in Serie geschalteten Trocknermodulen 44 aufgebaut, wie sie in den Figuren 2 bis 4 näher dargestellt sind. Das Trocknermodul 44 umfasst einen Trocknergehäuseabschnitt 15 und ein auf dem Dach des Trocknergehäuseabschnitts 15 angeordnetes Heizaggregat 16. Der Trocknergehäuseabschnitt 15 weist eine zweischalige Bauweise auf. Dabei wird ein Trocknertunnel 46 durch vertikal ausgerichtete Lochwände 48, Bodenplatten 50 und Deckenplatten 52 begrenzt. Zwischen den Lochwänden 48 und den beabstandet dazu angeordneten Außenwänden 54 sind jeweils durch Schottwände 61 getrennte Abluftschächte 56 und Zuluftschächte 58 ausgebildet. Diese dienen dem Absaugen von Abluft aus dem Trocknertunnel 46 bzw. dem Zuführen von Nutzluftheitungen 31 in den Trocknertunnel 46.

[0032] Das Heizaggregat 16 ist in einem isolierten Gehäuse 60 aufgenommen, das seinerseits auf den Deckenplatten 52 des Trocknergehäuseabschnitts 15 aufliegt. Das Heizaggregat 16 weist eine Quererstreckung senkrecht zu einer Längsachse des Trocknermoduls 44 auf, die kleiner als die Quererstreckung des Trocknergehäuseabschnitts 15 ist, so dass beidseitig des Heizaggregats 16 ein für Wartungsarbeiten begehbarer Bereich

verbleibt. In dem Gehäuse 60 sind eine erste Trennwand 62, eine Filterwand 64 sowie eine weitere Trennwand 66 vorgesehen, deren Funktion nachstehend näher erläutert wird.

[0033] An einer stirnseitigen Außenwand 68 des Gehäuses 60 ist der Brenner 36 angebracht, der über die als Rechteckschacht ausgeführte Brennluftleitung 34 mit dem Abluftschacht 56 kommunizierend verbunden ist und der zudem eine Brennstoffleitung 70 aufweist. Im Brenner 36 wird die durch die Brennluftleitung 34 aus dem Abluftschacht 56 abgesaugte Abluft mit Erdgas, das durch die Brennstoffleitung 70 zugeführt wird, vermischt und verbrannt. Das dabei freiwerdende Abgas wird durch den Wärmetauscher 38 geleitet und strömt anschließend über die Abgasleitung 32 zu der in den Figuren 2 bis 4 nicht dargestellten Abluftleitung 20.

[0034] An einer zweiten stirnseitigen Außenwand 72 des Trocknergehäuseabschnitts 15 ist ein nicht sichtbarer Elektromotor angebracht, dessen Motorwelle drehfest mit einem Lüfterrad 74 eines Radialgebläses verbunden ist. Das Lüfterrad 74 ist zwischen der Außenwand 72 und der Trennwand 66 angeordnet, wobei es stirnseitig mit der Trennwand 66 abschließt. Eine in der Trennwand 66 angeordnete Ansaugöffnung für das Radialgebläse erlaubt ein Ansaugen von Abluft durch die Filterwand 64 hindurch. Die Abluft strömt somit aus dem Trocknertunnel 46 durch die Lochwände 48 in den Abluftschacht 56. Von dort aus wird ein überwiegender Teil der Abluft als Nutzluft am Wärmetauscher 38 vorbeigeleitet und dabei erwärmt. Anschließend durchströmt die Nutzluft die aus einem porösen Filtergewebe hergestellte Filterwand 64, hinter der das Lüfterrad 74 einen Unterdruck aufbaut. Bedingt durch die vom rotierenden Lüfterrad 74 hervorgerufenen Druckverhältnisse erfolgt anschließend ein Abströmen der erwärmten und gefilterten Luft in die Zuluftschächte 58. Von dort aus kann die erwärmte Nutzluft durch rückseitig an den Lochwänden 48 vorgesehene und von den Lochwänden 48 beabstandete angeordnete Filtermatten 78 erneut in den Trocknertunnel 46 eintreten.

[0035] In der Querschnittsdarstellung der Figur 3 ist erkennbar, wie die aus dem Trocknertunnel 46 durch Lochwände 48 abgesaugte Abluft in die Abluftschächte 56 und von dort aus über die Deckenplatte 52 hinweg in Richtung des Wärmetauschers 38 strömt. Ein Teil der Abluft wird vom Brenner 36 in die Brennluftleitung 34 abgesaugt und für die Verbrennung des Brenngases genutzt. Der übrige Abluftvolumenstrom durchtritt aufgrund der Sogwirkung des Lüfterrads 74 die nicht dargestellte Filterwand 64, um anschließend in der in Figur 4 dargestellten Weise nach Umströmen der Deckenplatte 52 in die Zuluftschächte 58 einzuströmen. Von dort aus erfolgt durch die Filtermatten 78 der Lochwände 48 ein Zuströmen der erhitzten Nutzluft in den Trocknertunnel 46.

[0036] Um eine kompakte Gestaltung des Heizaggregats 16 zu gewährleisten und eine vorteilhafte Strömung der gefilterten und erwärmten Nutzluft zu erzielen, ist zwischen der Trennwand 62 und der Trennwand 66 ein be-

anstandet von den Deckenplatten 52 des Trocknergehäuses 12 angeordneter in den Figuren 2 und 4 sichtbarer Boden 80 vorgesehen. Dieser Boden 80 ermöglicht eine Verteilung des vom Lüfterrad 74 angesaugten Luftstroms in die beidseitig des Trocknertunnels 46 angeordneten Zuluftschächte 58.

Patentansprüche

1. Trockner für eine Lackieranlage

- a) mit einem Trocknergehäuse (12), in dem erhitzte Luft umgewälzt wird;
 - b) mit einer Abluftleitung (20) zur Abfuhr von Abluft aus dem Trocknergehäuse (12);
 - c) mit einer an die Abluftleitung (20) angeschlossenen Verbrennungseinrichtung (14), die zur thermischen Nachbehandlung der Abluft aus dem Trocknergehäuse (12) sowie zur Bereitstellung von Heizluft an einen Wärmetauscher (18) dient;
 - d) wobei der Wärmetauscher (18) für eine Versorgung des Trocknergehäuses (12) mit erwärmter Frischluft eingerichtet ist; und wobei
 - e) dem Trocknergehäuse (12) wenigstens eine Heizeinrichtung (16) zur Erwärmung der im Trocknergehäuse (12) umgewälzten Luft zugeordnet ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- f) eine Brennluftzufuhr (34) der Heizeinrichtung (16) zur Verbrennung eines Teils der im Trocknergehäuse (12) umgewälzten Luft kommunizierend mit dem Trocknergehäuse (12) verbunden ist.

2. Trockner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Heizeinrichtung (16) eine Abgasleitung (32) für die Abfuhr von Abgasen aufweist, die in die Abluftleitung (20) mündet.

3. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abgasleitung (32) der Heizeinrichtung (16) und/oder in der Abluftleitung (20) stromauf der Einmündung der Abgasleitung (32) wenigstens eine verstellbare Drosselinrichtung angeordnet ist

4. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Luftzufuhr (28) der Heizeinrichtung (16) wenigstens eine Verzweigung zur Bereitstellung eines als Brennluftstrom dienenden ersten Abluftteilstromes und eines als Nutzluftstrom dienenden zweiten Abluftteilstroms an die Heizeinrichtung (16) aufweist.

5. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizein-

richtung (16) einen Nutzlufteinlass (30) und einen Nutzluftauslass (31) aufweist, die kommunizierend mit dem Trocknergehäuse (12) verbunden sind.

6. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** längs des Trocknergehäuses (12) mehrere Heizeinrichtungen (16) angeordnet sind. 5
7. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Warmluftausgang (26) des Wärmetauschers (18) mit einem Endbereich, insbesondere mit einem Schleusenbereich, des Trocknergehäuses (12) verbunden ist. 10
8. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinrichtung (16) oberhalb des Trocknergehäuses (12) angeordnet ist. 15
9. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Quererstreckung der Heizeinrichtung (16) einem Teil der Quererstreckung des Trocknergehäuses (12) entspricht. 20
10. Trockner nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lufteinlass (28) und der Luftauslass (31) jeweils mit seitlich am Trocknergehäuse 12 angeordneten, mit luftdurchlässigen Wandabschnitten (48) versehenen Luftschächten (56, 58) kommunizierend verbunden sind. 25
11. Trockner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungseinrichtung (14) auf einen Teillastbetrieb des Trockners (10) ausgelegt ist. 30
12. Trockner nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungseinrichtung (14) bezogen auf eine Maximalauslastung des Trockners (10) auf eine Erbringung von 75 Prozent der für den Maximalbetrieb erforderlichen Wärmeleistung ausgelegt ist 35

Claims

1. Dryer for a painting facility 40
a) having a dryer housing (12), in which heated air is circulated;
b) having an exhaust air line (20) for removing exhaust air from the dryer housing (12);
c) having a combustion device (14), which is connected to the exhaust air line (20) and which serves for thermal posttreatment of the exhaust air from the dryer housing (12) and for providing 45

heating air to a heat exchanger (18);

d) the heat exchanger (18) being set up to supply the dryer housing (12) with heated fresh air; and
e) at least one heating device (16) for heating the air circulated in the dryer housing (12) being associated with the dryer housing (12),

characterised in that

f) a combustion air supply (34) of the heating device (16) for combusting a portion of the air circulated in the dryer housing (12) is connected in a communicating manner to the dryer housing (12).

2. Dryer according to Claim 1, **characterised in that** the heating device (16) has an exhaust gas line (32) for removing exhaust gases, which leads into the exhaust air line (20). 15
3. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one adjustable throttle device is arranged in the exhaust gas line (32) of the heating device (16) and/or in the exhaust air line (20) upstream of the point where the exhaust gas line (32) leads into it. 20
4. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** an air supply line (28) of the heating device (16) has at least one branch for providing to the heating device (16) a first exhaust air partial flow serving as a combustion air flow and a second exhaust air partial flow serving as a useful air flow. 25
5. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** the heating device (16) has a useful air inlet (30) and a useful air outlet (31), which are connected in a communicating manner to the dryer housing (12). 30
6. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of heating devices (16) are arranged along the dryer housing (12). 35
7. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** a hot air outlet (26) of the heat exchanger (18) is connected to an end region, in particular to a lock region, of the dryer housing (12). 40
8. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** the heating device (16) is arranged above the dryer housing (12). 45
9. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** a transverse extent of the heating device (16) corresponds to a part of the transverse extent of the dryer housing (12). 50
10. Dryer according to Claim 6, **characterised in that** 55

the air inlet (28) and the air outlet (31) are connected in a communicating manner in each case to air shafts (56, 58) arranged laterally on the dryer housing 12 and provided with air-permeable wall sections (48).

11. Dryer according to one of the preceding claims, **characterised in that** the combustion device (14) is designed for part-load operation of the dryer (10).
12. Dryer according to Claim 11, **characterised in that** the combustion device (14) is designed to produce 75 per cent of the heating power required for maximum operation, based on maximum utilisation of the dryer (10).

Revendications

1. Sécheur pour une installation de peinture

a) avec un carter de sécheur (12), dans lequel de l'air chauffé est mis en circulation ;
b) avec une conduite d'air sortant (20) destinée à évacuer l'air sortant du carter de sécheur (12) ;
c) avec un dispositif de combustion (14), qui est raccordé à la conduite d'air sortant (20) et qui sert au post-traitement thermique de l'air sortant du carter du sécheur (12) et à fournir de l'air de chauffage à un échangeur de chaleur (18) ;
d) sachant que l'échangeur de chaleur (18) est conçu pour alimenter le carter de sécheur (12) en air frais chauffé ;
e) et sachant qu'au moins un dispositif de chauffage (16) est associé au carter de sécheur (12) pour chauffer l'air mis en circulation dans le carter de sécheur (12),
caractérisé en ce que
f) une alimentation (34) en air de combustion du dispositif de chauffage (16) est, afin de brûler une partie de l'air mis en circulation dans le carter de sécheur (12), reliée en communication au carter de sécheur (12).

2. Sécheur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (16) présente une conduite (32) de gaz d'échappement pour l'évacuation des gaz d'échappement, qui débouche dans la conduite d'air sortant (20).
3. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un dispositif d'étranglement réglable est disposé dans la conduite (32) de gaz d'échappement du dispositif de chauffage (16), et/ou dans la conduite d'air sortant (20) en amont de l'embouchure de la conduite (32) de gaz d'échappement.
4. Sécheur selon l'une des revendications précéden-

tes, **caractérisé en ce qu'**une conduite (28) d'apport d'air du dispositif de chauffage (16) présente au moins une bifurcation pour fournir au dispositif de chauffage (16) un premier flux partiel d'air sortant servant de flux d'air de combustion et un deuxième flux partiel d'air sortant servant de flux d'air utile.

5

5. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (16) présente une entrée (30) d'air utile et une sortie (31) d'air utile, qui sont reliées en communication au carter de sécheur (12).

10

6. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs dispositifs de chauffage (16) sont disposés le long du carter de sécheur (12).

15

7. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une sortie (26) d'air chaud de l'échangeur de chaleur (18) est reliée à une région terminale, en particulier à une région de sas, du carter de sécheur (12).

20

8. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (16) est disposé au-dessus du carter de sécheur (12).

25

9. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une étendue transversale du dispositif de chauffage (16) correspond à une partie de l'étendue transversale du carter de sécheur (12).

30

35

10. Sécheur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'entrée d'air (28) et la sortie d'air (31) sont respectivement reliées en communication à des gaines d'aération (56, 58) disposées sur les côtés du carter de sécheur (12) et pourvues de portions de paroi (48) laissant passer l'air.

40

11. Sécheur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de combustion (14) est conçu pour une exploitation en charge partielle du sécheur (10).

45

12. Sécheur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de combustion (14) est conçu, par rapport à une utilisation maximale du sécheur (10), pour une production de 75 pour-cent de la puissance calorifique nécessaire pour l'exploitation maximale.

50

55

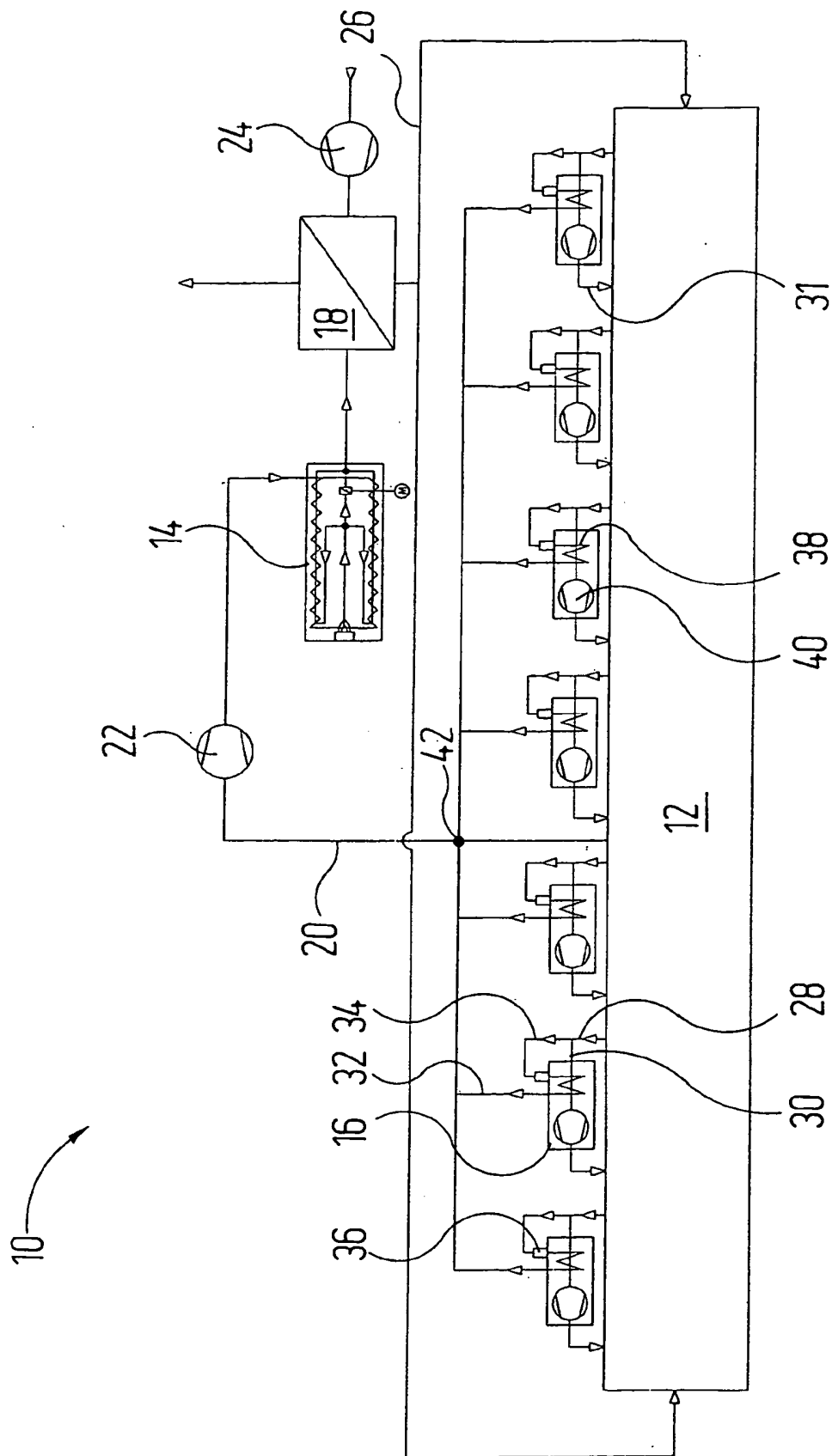


Fig. 1

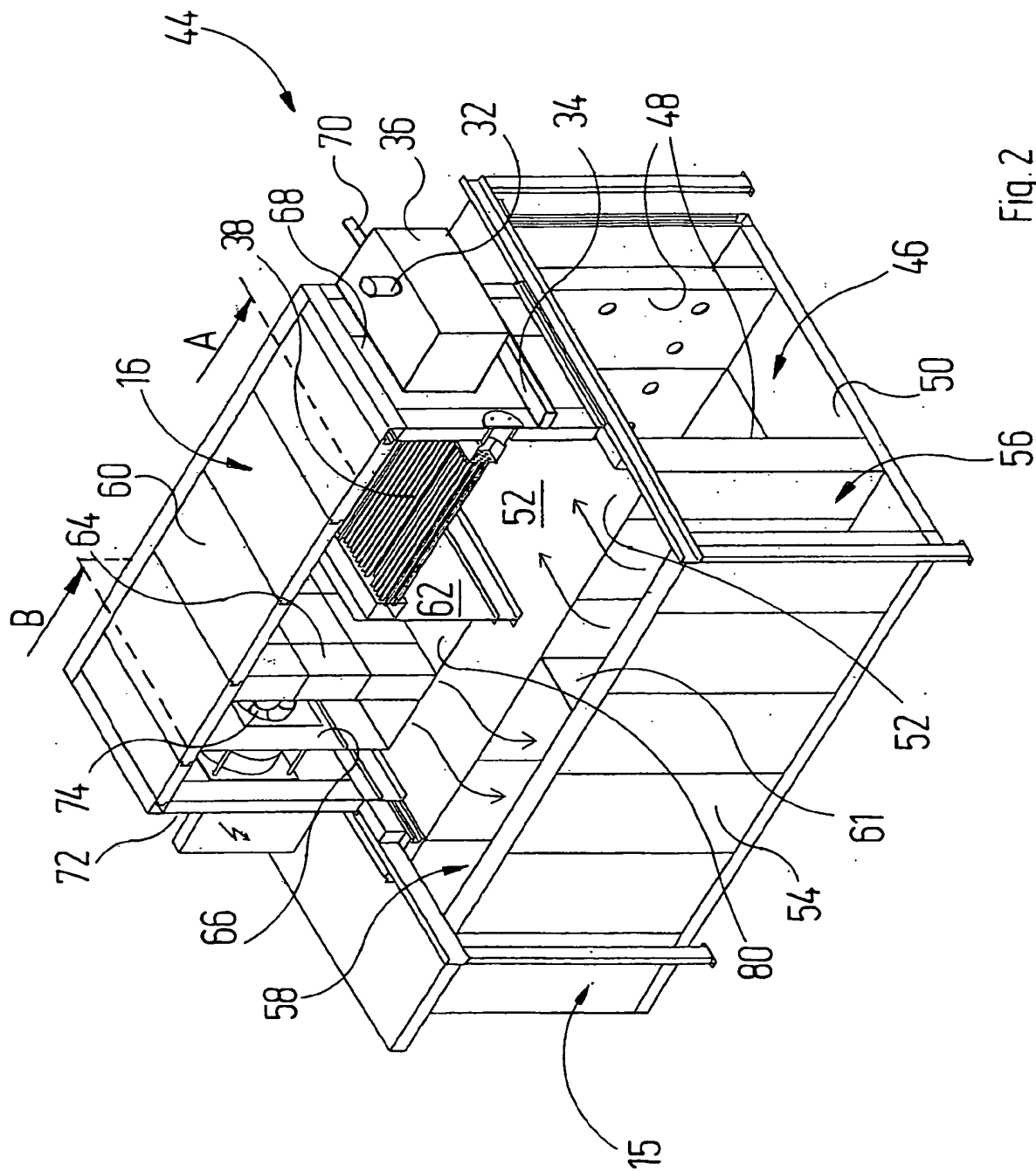


Fig. 2

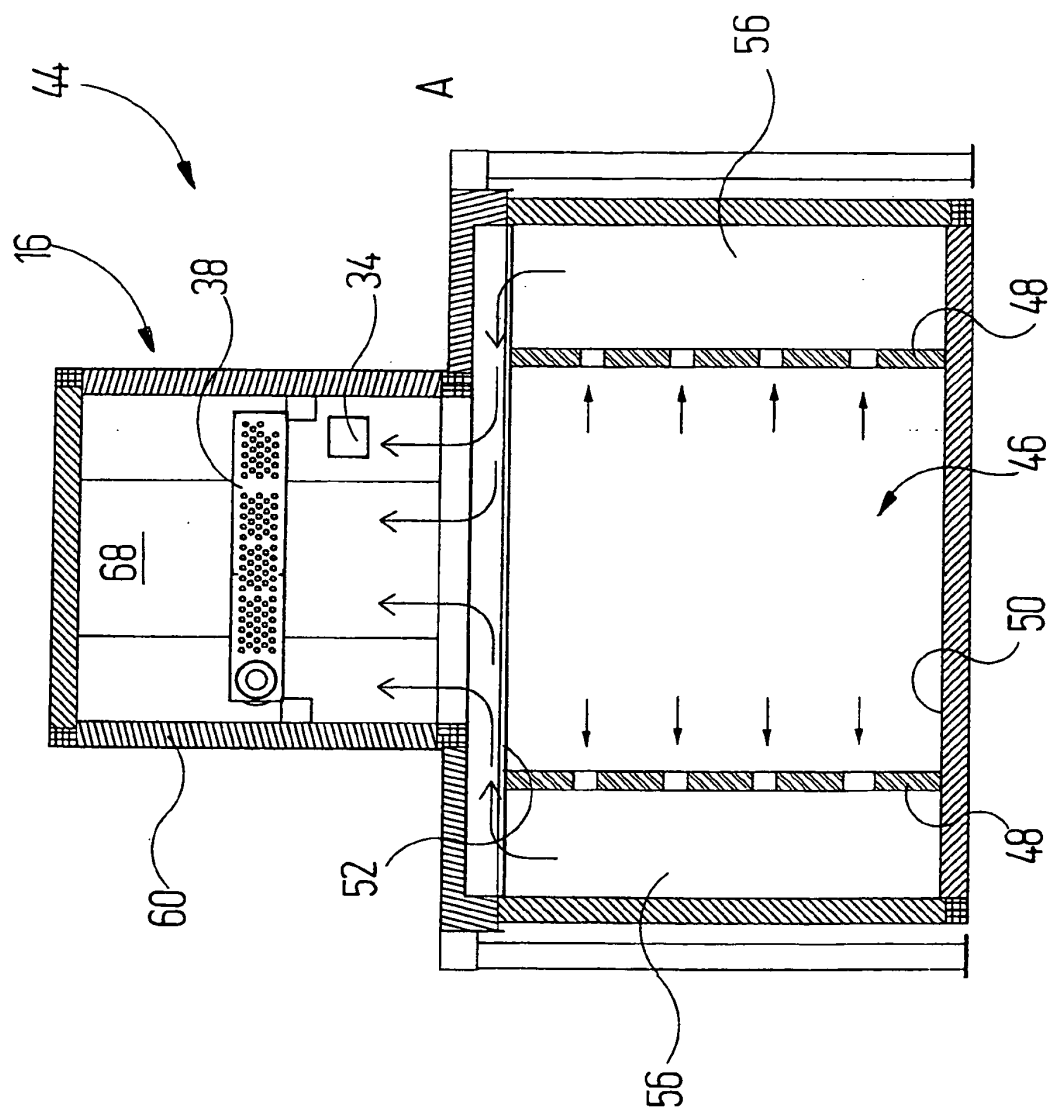


Fig. 3

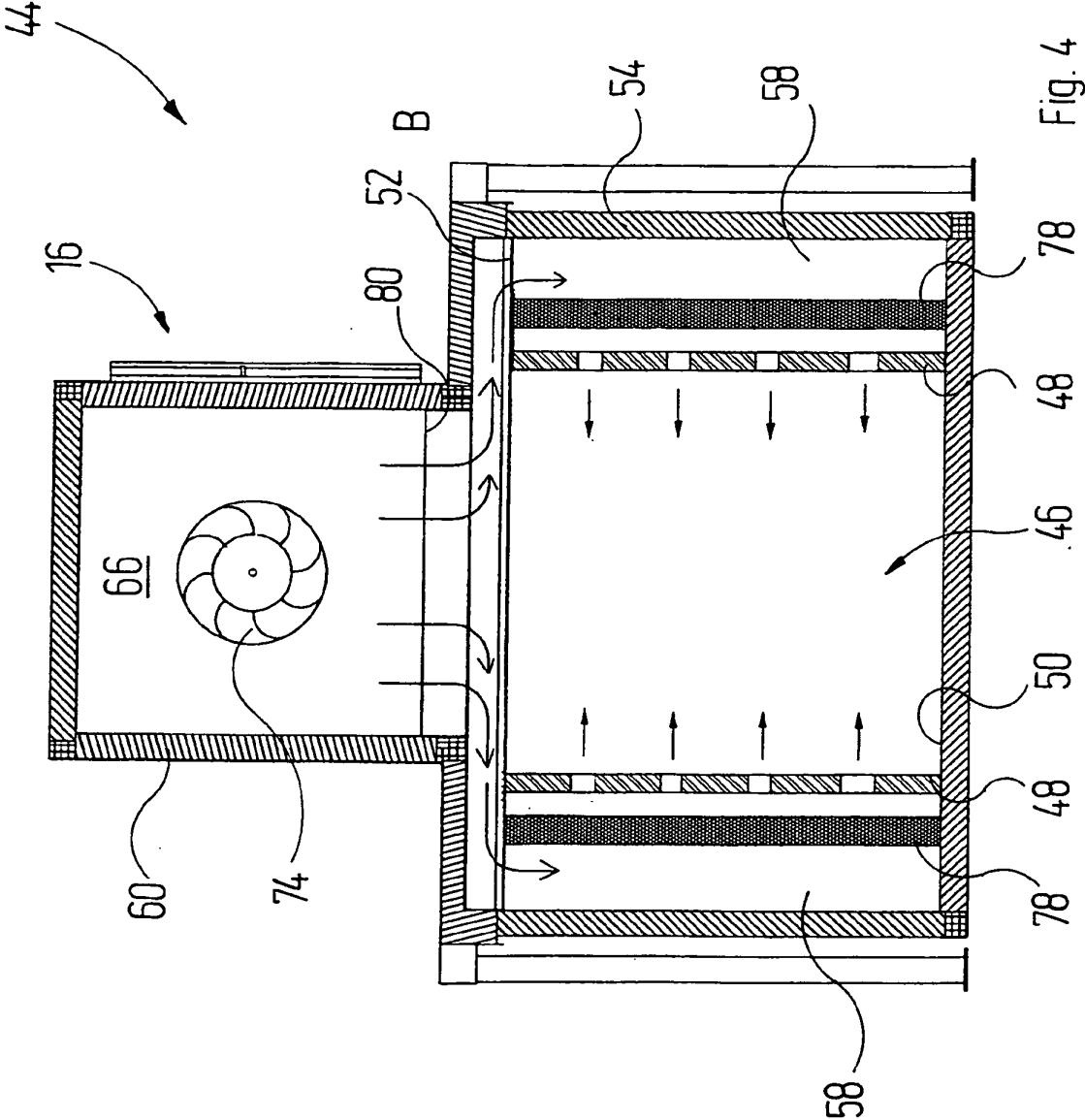


Fig. 4

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

- US 5868562 A [0006]