

(19)



(11)

**EP 2 531 796 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.04.2016 Patentblatt 2016/17**

(51) Int Cl.:  
**F26B 23/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11705430.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/000324**

(22) Anmeldetag: **26.01.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2011/091992 (04.08.2011 Gazette 2011/31)**

**(54) VORRICHTUNG ZUM TROCKNEN VON GEGENSTÄNDEN**

DEVICE FOR DRYING ARTICLES

DISPOSITIF DE SÉCHAGE D'OBJETS

(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**

(30) Priorität: **01.02.2010 DE 102010006550**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.12.2012 Patentblatt 2012/50**

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

(72) Erfinder: **KATEFIDIS, Apostolos**  
**71116 Gärtringen (DE)**

(74) Vertreter: **Heinrich, Hanjo et al**  
**Ostertag & Partner**  
**Patentanwälte mbB**  
**Epplestraße 14**  
**70597 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 801 526 WO-A2-2010/122121**  
**DE-A1- 19 735 322 DE-A1-102008 012 792**  
**DE-C1- 3 616 333 GB-A- 2 059 032**  
**US-A- 4 670 994**

**EP 2 531 796 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 eine Vorrichtung zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, mit

- a) einem Trockentunnel, welcher in einem isolierten Gehäuse angeordnet ist;
- b) einer Mehrzahl von Tunnelabschnitten, welche jeweils wenigstens einen Luftauslass und wenigstens einen Lufteinlass umfassen;

wobei

- c) jedem Tunnelabschnitt ein Heizaggregat zugeordnet ist, welchem Luft aus dem wenigstens einen Luftauslass des Tunnelabschnitts zuführbar und in welchem eine heiße Primärgasströmung erzeugbar ist;
- d) das heiße Primärgas in einen Umwälzluft-Wärmetauscher des Heizaggregats leitbar ist, in dem Umwälzluft durch heißes Primärgas erhitzen ist, die dem Tunnelabschnitt wieder in einem Kreislauf über den wenigstens einen Lufteinlass zuführbar ist;
- e) das Heizaggregat eine Verteilereinrichtung umfasst, durch welche die aus einem Tunnelabschnitt austretende Luft in einen Umwälzluftstrom und einen Abluftstrom aufteilbar ist;
- f) das Heizaggregat eine thermische Nachverbrennungseinrichtung umfasst, welcher die Abluft zuführbar ist und durch welche die heiße Primärgasströmung erzeugbar ist.

**[0002]** Solche vom Markt her und aus der DE 10 2008 012 792 A1 bekannte Trockner werden insbesondere zum Trocknen von frisch lackierten Fahrzeugkarosserien, aber auch zum Trocknen von anderen Gegenständen verwendet. Derartige Trockner werden geheizt, indem unter anderem Luft aus gegenüber der Gesamtlänge des Trockentunnels kurzen Tunnelabschnitten abgesaugt, in einem Heizaggregat mittels eines Wärmetauschers aufgeheizt und dem entsprechenden Tunnelabschnitt wieder in einem Kreislauf zugeführt wird. Beim Trocknen von frisch lackierten Fahrzeugkarosserien ist die dem Tunnelabschnitt entnommene Luft hauptsächlich mit Lösemittel beladen, welches beim Trocknungsvorgang freigesetzt wird. In dieser Luft finden sich außerdem beim Trocknen der Fahrzeugkarosserie frei werdende Beschichtungsbestandteile; nachfolgend wird der Einfachheit halber dennoch nur von lösemittelhaltiger Luft oder Abluft gesprochen.

**[0003]** Die Entsorgung der lösemittelhaltigen Abluft erfolgt bei anderen bekannten Systemen in einem von den Heizkreisläufen unabhängigen und getrennten System. Hierzu wird die zu entsorgende lösemittelhaltige Abluft

an einem zentralen Auslass des Trockentunnels abgesaugt und einer thermischen oder regenerativen Nachverbrennung zugeführt, bei welcher die Lösemittel verbrannt werden. Gegebenenfalls sind der Nachverbrennung Wärmetauscher nachgeschaltet, in denen Frischluft mittels der entstandenen heißen Verbrennungsgase aufgeheizt wird. Diese heiße Frischluft wird dann dem Trockentunnel zugeführt, wodurch dieser ebenfalls geheizt wird.

**[0004]** Die Leitungswege, um die lösemittelhaltige Abluft zur Nachverbrennung zu führen, sind dort jedoch recht lang. Da eine aufwendige Isolierung dieser Leitungen erforderlich ist, sind die hieraus resultierenden Kosten für die Anlage insgesamt verhältnismäßig hoch.

**[0005]** Hinzu kommen relativ große Energieverluste, da die heißen, sauberen Verbrennungsgase - abgesehen von ihrer Verwendung im Frischluft-Wärmetauscher - weitgehend ungenutzt über einen Kamin an die Umwelt abgegeben werden.

**[0006]** Die Nachverbrennung und damit die Entsorgung der lösemittelhaltigen Abluft wird bei der Vorrichtung der eingangs genannten Art in das Heizaggregat integriert und nur ein Teil der dem Tunnelabschnitt entnommenen Luft als Umwälzluft wieder in den Tunnelabschnitt zurückgeführt. Die heißen Verbrennungsgase bilden zumindest zum Teil die heiße Primärgasströmung, welche zum Aufheizen der Umwälzluft verwendet wird. Hierdurch wird die in den heißen Verbrennungsgasen enthaltene Energie effektiv zum Heizen des Trockners genutzt.

**[0007]** Somit kann auf eine externe Nachverbrennung verzichtet werden. Dies senkt zum einen die Baukosten und erlaubt zum anderen eine kompaktere Bauweise des Trockners. Neben dem geringeren Raumbedarf des Trockners werden dadurch auch thermische Verluste reduziert.

**[0008]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher insbesondere die Energiebilanz nochmals verbessert ist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass

- g) das Heizaggregat einen Abluft-Wärmetauscher umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist und in dem die Abluft vor Erreichen der Nachverbrennungseinrichtung durch heißes Primärgas erhitzen ist;

- h) die Menge von heißem Primärgas, die dem Abluft-Wärmetauscher zugeführt wird, mittels einer ersten Regulierklappe einstellbar ist;

- i) die erste Regulierklappe in einer Bypass-Leitung angeordnet ist, durch welche heißes Primärgas an dem Abluft-Wärmetauscher vorbei geleitet werden kann.

**[0010]** Dadurch, dass das Heizaggregat einen Abluft-

Wärmetauscher umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist und in dem die Abluft vor Erreichen der Nachverbrennungseinrichtung durch heißes Primärgas erhitzbar ist, kann die Abluft vor ihrer Verbrennung vorgeheizt werden. Auf diese Weise kann die vom Brenner benötigte Energie verringert werden, die erforderlich ist, um die lösemittelhaltige Abluft von ihrer Ausgangstemperatur, mit der sie zum Brenner gelangt, auf die Verbrennungstemperatur zu erhitzen.

**[0011]** Da die Menge von heißem Primärgas, die dem Abluft-Wärmetauscher zugeführt wird, mittels einer ersten Regulierklappe einstellbar ist, die in einer Bypass-Leitung angeordnet ist, durch welche heißes Primärgas an dem Abluft-Wärmetauscher vorbei geleitet werden kann, kann das Ausmaß der Vorerwärmung der Abluft eingestellt werden.

**[0012]** In der Praxis hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Nachverbrennungseinrichtung ein Gasbrenner ist.

**[0013]** Hierbei ist es im Hinblick auf den Lufthaushalt des Trockners besonders günstig, wenn der Gasbrenner ohne Zufuhr von Zusatzluft betreibbar ist. In diesem Fall besteht der heiße Primärgasstrom einzig aus heißen Verbrennungsgasen, welche somit vollständig und effektiv zum Aufheizen der Umwälzluft genutzt werden.

**[0014]** Es ist von besonderem Vorteil, wenn der Gasbrenner ein Flächenbrenner ist. Ein Flächenbrenner bietet eine gute Brennleistung und benötigt keine weitere Luftzufuhr.

**[0015]** Wenn dem Umwälzluft-Wärmetauscher heißes Primärgas zuführbar ist, welches den Abluft-Wärmetauscher durchströmt hat, können die heißen Verbrennungsgase zweifach und dadurch besonders effektiv genutzt werden. Sie dienen dann einerseits zum Vorheizen der Abluft und andererseits zum Aufheizen der Umwälzluft.

**[0016]** Für den Fall, dass die Temperatur des vom Abluft-Wärmetauscher kommenden heißen Primärgases nicht ausreicht, um die Umwälzluft auf die gewünschte Temperatur aufzuheizen, ist es vorteilhaft, wenn dem Umwälzluft-Wärmetauscher heißes Primärgas aus einem Abschnitt der Bypass-Leitung zuführbar ist, der stromab der ersten Regulierklappe angeordnet ist. Auf diese Weise kann dem Umwälzluft-Wärmetauscher noch nicht oder nur sehr wenig abgekühltes Primärgas zugeführt werden.

**[0017]** Wenn der Abschnitt der Bypass-Leitung zwischen der ersten Regulierklappe und einer zweiten Regulierklappe angeordnet ist, kann die Menge von Primärgas für den Umwälzluft-Wärmetauscher über die zweite Regulierklappe reguliert werden, ohne dass hierfür die Stellung der ersten Regulierklappe und der am Abluft-Wärmetauscher vorbei geführte Teil des Primärgasstromes geändert werden müsste.

**[0018]** Wenn das Heizaggregat einen Frischluft-Wärmetauscher umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist und in dem Frischluft durch heißes Primärgas erhitzbar ist, kann das Primärgas außerdem noch dazu genutzt

werden, gegebenenfalls zur Trocknerheizung benötigte Frischluft zu erhitzen.

**[0019]** Hierbei kann der Primärgasstrom dreifach genutzt werden, wenn das Heizaggregat einen Frischluft-Wärmetauscher umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist, das den Abluft-Wärmetauscher und den Umwälzluft-Wärmetauscher durchströmt hat. In Abwandlung kann das dem Frischluft-Wärmetauscher zugeführte heiße Primärgas zuvor auch lediglich den Abluft-Wärmetauscher oder den Umwälzluft-Wärmetauscher durchströmen haben.

**[0020]** Um auch die Erwärmung der Frischluft steuern zu können, ist es vorteilhaft, wenn dem Frischluft-Wärmetauscher heißes Primärgas aus einem Abschnitt der Bypass-Leitung zuführbar ist, der stromab der zweiten Regulierklappe angeordnet ist.

**[0021]** Heiße Frischluft wird insbesondere einem am Eingang des Trockentunnels angeordneten Eingangsschleusenbereich und/oder einem am Ausgang des Trockentunnels angeordneten Auslassschleusenbereich zugeführt, von wo die heiße Frischluft in den Trockentunnel einströmen kann.

**[0022]** Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Figur 1 ein schematisches Layout eines Trockners mit einem mehrere Tunnelabschnitte umfassenden Trockentunnel, denen jeweils ein Heizaggregat zugeordnet ist;

Figur 2 ein in Figur 1 gezeigtes Heizaggregat in vergrößertem Maßstab.

**[0023]** In Figur 1 ist insgesamt mit 10 ein Trockner gekennzeichnet, der ein isoliertes Gehäuse 12 umfasst, in dem ein Trockentunnel 14 angeordnet ist. Der Trockentunnel 14 umfasst mehrere hintereinander angeordnete Tunnelabschnitte 16.1, 16.2, ..., 16.n.

**[0024]** Der Trockner 10 dient insbesondere zum Trocknen frisch lackierter Fahrzeugkarosserien, kann in seiner Grundkonzeption jedoch auch zum Trocknen beliebiger Gegenstände genutzt werden.

**[0025]** Die Fahrzeugkarosserien treten an einem Ende des Trockners 10 auf einem nicht dargestellten Fördersystem in den Trockner 10 ein, gelangen zunächst in eine Einlassschleuse 18 und von dort in den Trockentunnel 14. Die Fahrzeugkarosserien verlassen schließlich den Trockner 10 durch eine Auslassschleuse 20 in getrocknetem Zustand, nachdem sie die Tunnelabschnitte 16.1, 16.2, ..., 16.n durchfahren haben.

**[0026]** Jeder Tunnelabschnitt 16.1, 16.2, ..., 16.n weist einen Luftauslass 22 und einen Lufteinlass 24 auf.

**[0027]** Jedem Tunnelabschnitt 16.1, 16.2, ..., 16.n ist zudem ein eigenes Heizaggregat 26 zugeordnet, von denen in Figur 1 nur die Heizaggregate 26 der Tunnelabschnitte 16.1 und 16.2 zu erkennen sind.

**[0028]** Mittels der Heizaggregate 26 kann aus dem je-

weiligen Tunnelabschnitt 16.1, 16.2, ..., 16.n angesaugte Luft angewärmt und in einem Kreislauf über den jeweiligen Lufteinlass 24 in den entsprechenden Tunnelabschnitt 16.1, 16.2, ..., 16.n zurückzugeben werden. Die zurückgegebene Luft wird z.B. über nicht eigens dargestellte Düsen auf die zu trocknenden Fahrzeugkarosserien geführt.

**[0029]** Auf diese Weise ist es möglich, in den Tunnelabschnitten 16.1, 16.2, ..., 16.n unterschiedliche Temperaturen aufrecht zu erhalten, wie dies jeweils für den Trockenvorgang am günstigsten ist.

**[0030]** Der Aufbau und die Funktionsweise der Heizaggregate 26 werden nun am Beispiel des dem Tunnelabschnitt 16.1 zugeordneten Heizaggregats 26 beschrieben. Die übrigen Heizaggregate 26 sind entsprechend aufgebaut und funktionieren in derselben Art und Weise.

**[0031]** Beim Trocknen einer sich im Tunnelabschnitt 16.1 befindlichen Fahrzeugkarosserie wird unter anderem Lösemittel freigesetzt, so dass im Tunnelabschnitt 16.1 eine Atmosphäre aus lösemittelhaltiger Luft herrscht.

**[0032]** Das Heizaggregat 26 umfasst einen Ventilator 28, der in einer Leitung 30 angeordnet ist, die mit dem Luftauslass 22 des Tunnelabschnitts 16.1 verbunden ist, so dass lösemittelhaltige Luft aus dem Tunnelabschnitt 16.1 angesaugt werden kann. Diese lösemittelhaltige Luft ist üblicherweise zwischen etwa 140°C und 220°C heiß.

**[0033]** Die nachfolgend angegebenen Temperaturen beziehen sich auf einen Trocknungsvorgang und einen Lufthaushalt, wie sie etwa beim Trocknen von mittels kathodischer Tauchlackierung beschichteten Fahrzeugkarosserien üblicherweise vorkommen. Hierbei sind entsprechend je nach verwendetem Lacktyp Abweichungen nach oben und unten möglich.

**[0034]** Nachstehend sei angenommen, dass die lösemittelhaltige Luft in dem Tunnelabschnitt 16.1 etwa 200°C heiß ist.

**[0035]** Die Leitung 30 mündet stromab in eine Verteilereinrichtung 32, welche die angesaugte Luft in einen Abluftstrom und einen Umwälzluftstrom aufteilt.

**[0036]** Die Abluft strömt von der Verteilereinrichtung 32 weiter durch eine Leitung 34 in eine Wärmetauscherschlange 36 eines Abluft-Wärmetauschers 38. Von dort strömt sie in eine Brennkammer 40 einer thermischen Nachverbrennungseinrichtung 42 mit einem Gasbrenner 44 ein, was durch zwei Pfeile 46 und 48 angedeutet ist. Als Gasbrenner 44 wird beim hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ein Brenner verwendet, der ohne die Zufuhr von Zusatzluft betrieben werden kann. In der Praxis hat sich hierzu ein Flächenbrenner bewährt, wie er an und für sich bekannt ist. Alternativ kann jedoch auch ein Gebläsebrenner verwendet werden, dem in bekannter Art und Weise zum Betrieb eigens Luft zugeführt werden muss.

**[0037]** In der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 40 werden die Lösemittel in der Abluft weitestgehend verbrannt, wobei als Primärgas heiße Verbren-

nungsgase mit einer Temperatur von etwa 700°C entstehen. Diese heißen Verbrennungsgase werden über eine Zuführleitung 50 zum Abluft-Wärmetauscher 38 geführt, wo sie die durch dessen Wärmetauscherschlange 36 strömende lösemittelhaltige Abluft auf eine Temperatur von etwa 400°C erhitzen. Mit dieser Temperatur strömt die lösemittelhaltige Abluft folglich in die Brennkammer 40 der thermischen Nachverbrennungseinrichtung 42 ein.

**[0038]** Die ursprünglich etwa 700°C heißen Verbrennungsgase werden hingegen in dem Abluft-Wärmetauscher 38 abgekühlt und verlassen diesen über eine erste Zwischenleitung 52 mit einer Temperatur von etwa 450°C.

**[0039]** Über die Zwischenleitung 52 werden die Verbrennungsgase in einen Umwälzluft-Wärmetauscher 54 geleitet. Dessen Wärmetauscherschlange 56 wird von der Umwälzluft durchströmt, die dem Umwälzluft-Wärmetauscher 54 über eine Leitung 56 von der Verteilereinrichtung 32 zugeführt wird. Die mit einer Temperatur von etwa 200°C von der Verteilereinrichtung 32 kommende Umwälzluft wird durch die heißen Verbrennungsgase auf eine Temperatur von etwa 220°C erhitzt, wobei die heißen Verbrennungsgase ihrerseits von etwa 450°C auf eine Temperatur von etwa 350°C abkühlen.

**[0040]** Die etwa 220°C heiße Umwälzluft strömt aus der Wärmetauscherschlange 56 des Umwälzluft-Wärmetauschers 54 in eine Rückführleitung 58, die zum Lufteinlass 24 des Tunnelabschnitts 16.1 führt. Von dort wird die Luft wieder zu den zu trocknenden Fahrzeugkarosserien geführt.

**[0041]** Die nunmehr etwa 350°C heißen Verbrennungsgase strömen im Heizaggregat 26 vom Umwälzluft-Wärmetauscher 54 über eine Zwischenleitung 60 in einen Frischluft-Wärmetauscher 62, dessen Wärmetauscherschlange 64 über eine Frischluftleitung 66 mit einem Ventilator 68 gespeist wird. Durch die den Frischluft-Wärmetauscher 62 durchströmenden heißen Verbrennungsgase wird die Frischluft in der Wärmetauscherschlange 64 auf etwa 200°C erhitzt, wobei sich die heißen Verbrennungsgase ihrerseits auf etwa 80°C abkühlen.

**[0042]** Die heiße Frischluft verlässt den Frischluft-Wärmetauscher 62 über eine Leitung 70, die zur Eingangsschleuse 18 führt. Von dort tritt sie in den Trockentunnel 14 ein. Die jeweilige Leitung 70 von Heizaggregaten 26, die näher an der Auslassschleuse 20 angeordnet sind, führt in entsprechender Weise zu der Auslassschleuse 20, so dass die heiße Frischluft von dort in den Trockentunnel 14 einströmen kann.

**[0043]** Die auf 80°C abgekühlten Verbrennungsgase werden über eine Abgabelleitung 72 durch einen Kondensatabscheider 74 und von dort zu einem Abluft-Kamin 76 geführt. Über diesen gelangen die gereinigten Verbrennungsgase in die Umwelt.

**[0044]** Im Heizaggregat 26 steht die Zuführleitung 50 am Abluft-Wärmetauscher 38 mit der Abgabelleitung 72 am Frischluft-Wärmetauscher 62 über eine Bypass-Leitung 78 in Verbindung. Diese weist vier Bypass-Ab-

schnitte 78a, 78b, 78c und 78d auf, wobei zwischen dem ersten Abschnitt 78a und dem zweiten Abschnitt 78b eine erste Regulierklappe 80, zwischen dem zweiten Abschnitt 78b und dem dritten Abschnitt 78c eine zweite Regulierklappe 82 und zwischen dem dritten Abschnitt 78c und dem vierten Abschnitt 78d eine dritte Regulierklappe 84 angeordnet ist.

**[0045]** Der zweite Bypass-Abschnitt 78b steht über eine Leitung 86 mit der Zwischenleitung 52 zwischen dem Abluft-Wärmetauscher 38 und dem Umwälzluft-Wärmetauscher 54 in Verbindung.

**[0046]** Der dritte Bypass-Abschnitt 78c steht über eine Leitung 88 mit der Zwischenleitung 60 zwischen dem Umwälzluft-Wärmetauscher 38 und dem Frischluft-Wärmetauscher 54 in Verbindung.

**[0047]** Die oben erläuterten Vorgänge und Temperaturen werden erreicht, wenn die erste Regulierklappe 80 vollständig verschlossen ist. Ergänzend sei angenommen, dass auch die zweite Regulierklappe 82 und die dritte Regulierklappe 84 vollständig geschlossen sind.

**[0048]** In diesem Fall werden die heißen Verbrennungsgase vollständig aus der Brennkammer 40 in den Abluft-Wärmetauscher 38 geführt. Die Abluft wird hierdurch im Abluft-Wärmetauscher 38 auf 400°C vorgewärmt, wodurch verhältnismäßig wenig Energie für den Gasbrenner 44 benötigt wird, um die derart vorgewärmte Abluft auf die Verbrennungstemperatur von 700°C zu erhitzen.

**[0049]** Da im Abluft-Wärmetauscher 38 jedoch alles Verbrennungsgas abkühlt, reicht die Restenergie des Verbrennungsgases auch nur aus, um die 200°C heiße Umwälzluft im Umwälzluft-Wärmetauscher 54 auf 220°C zu erhitzen. Wenn der Umwälzluft-Wärmetauscher jedoch mehr Energie benötigt, sei es auf Grund seiner Bauart oder um die Umwälzluft auf eine höhere Endtemperatur zu bringen, kann die erste Regulierklappe 80 geöffnet werden.

**[0050]** Ein Teil der etwa 700°C heißen Verbrennungsgase werden hierdurch aus der Brennkammer über die ersten beiden Bypass-Abschnitte 78a und 78b und die Leitung 86 in die erste Zwischenleitung 52 geleitet, wo sie sich mit den vom Abluft-Wärmetauscher 38 kommenden Verbrennungsgasen vermischen. Der resultierende Verbrennungsgasstrom hat eine höhere Temperatur als die vom Abluft-Wärmetauscher 38 kommenden Verbrennungsgase. Somit wird dem Umwälzluft-Wärmetauscher 54 mehr Energie für das Aufheizen der Umwälzluft zugeführt.

**[0051]** Der Anteil der über die Bypass-Leitung 78 in die Zwischenleitung 52 strömenden Verbrennungsgase und damit die Energie, die dem Umwälzluft-Wärmetauscher 54 als Ergebnis der Durchmischung der beiden Gasströme zugeführt wird, kann über den Öffnungsgrad der ersten Regulierklappe 80 gesteuert werden.

**[0052]** Im Gegenzug wird die Abluft im Abluft-Wärmetauscher 38 bei geöffneter erster Regulierklappe 80 nicht mehr in dem Maße vorgeheizt, wie bei geschlossener erster Regulierklappe 80. Somit muss die Leistung des

Gasbrenners 44 erhöht werden, um in der Brennkammer 40 die Verbrennungstemperatur zu erreichen, was zu einem höheren Verbrauch an Brenngas für den Gasbrenner 44 führt.

**[0053]** In entsprechender Weise sorgt das zusätzliche Öffnen der zweiten Regulierklappe 82 in der Bypass-Leitung 78 dafür, dass die heißen Verbrennungsgase aus der Brennkammer 40 in die Zwischenleitung 60 gelangen, wo sie den Verbrennungsgasstrom erhitzen, der vom Umwälzluft-Wärmetauscher 54 kommt.

**[0054]** Die Verbrennungsgase strömen dann mit höherer Temperatur in den Frischluft-Wärmetauscher 62 als im Falle der geschlossenen zweiten Regulierklappe 82.

**[0055]** Der Anteil der über die Bypass-Leitung 78 in die Zwischenleitung 60 strömenden Verbrennungsgase und damit die Energie, die dem Frischluft-Wärmetauscher 62 als Ergebnis der Durchmischung der beiden Gasströme zugeführt wird, kann hier über den Öffnungsgrad der zweiten Regulierklappe 82, gegebenenfalls in Verbindung mit dem Öffnungsgrad der ersten Regulierklappe 80, gesteuert werden. Der Öffnungsgrad der zweiten Regulierklappe 82 beeinflusst natürlich ebenfalls den Anteil der durch die Bypass-Leitung 78 strömenden Verbrennungsgase, die zur ersten Zwischenleitung 52 gelangen, was sich wiederum auf die Temperatur des im Ergebnis zum Umwälz-Wärmetauscher 54 geführten Verbrennungsgasstromes auswirkt.

**[0056]** Durch Öffnen der dritten Regulierklappe 84 kann außerdem ein Teil der in dem dritten Bypass-Abschnitt 78c strömenden Verbrennungsgase an dem Frischluft-Wärmetauscher 62 vorbei zur Abgabelitung 72 geführt werden. Hierdurch kann die Temperatur des Verbrennungsgasstroms, der letztendlich zum Frischluft-Wärmetauscher 62 gelangt, nochmals zu niedrigeren Temperaturen als bei geschlossener dritten Regulierklappe 84 und geöffneter ersten und zweiten Regulierklappe 80 bzw. 82 eingestellt werden.

**[0057]** Insgesamt kann durch die Bypass-Leitung 78 mit den drei Regulierklappen 80, 82 und 84 die Energie variiert und eingestellt werden, welche dem Umluft-Wärmetauscher 54 und dem Frischluft-Wärmetauscher 62 in Form von heißen Verbrennungsgasen zugeführt wird.

**[0058]** Bei einer Abwandlung sind auch in einer oder in beiden Leitungen 86, 88 Regulierklappen vorgesehen. In diesem Fall sind ergänzend ein Bypass-Strömungsweg von Verbrennungsgasen an dem Abluft-Wärmetauscher 38 und dem Umwälzluft-Wärmetauscher 54 vorbei zum Frischluft-Wärmetauscher 62 oder ein Bypass-Strömungsweg von Verbrennungsgasen an allen drei Wärmetauschern 38, 54 und 62 vorbei zur Abgabelitung 72 möglich.

**[0059]** Jede Heizkammer 26 trägt somit sowohl zur Entsorgung lösemittelhaltiger Abluft als auch zum Heizen des Trockners bei. Die von der Abluft mitgeführten Schadstoffe werden in den Heizkammern 26 weitgehend direkt in nutzbare Energie umgewandelt. Zudem muss dem Brenner keine zusätzliche Frischluft zugeführt wer-

den; für die Verbrennungsluft bzw. den Primärgasstrom wird direkt die heiße Abluft herangezogen.

**[0060]** Es besteht zudem die Möglichkeit, bestehende Trockner, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind und welche eine externe Nachverbrennung der Abluft umsetzen, mit Heizkammern 26, wie sie oben beschrieben wurden, nachzurüsten.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen von Gegenständen, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, mit

- a) einem Trockentunnel (14), welcher in einem isolierten Gehäuse (12) angeordnet ist;
- b) einer Mehrzahl von Tunnelabschnitten (16.1, 16.2, ..., 16.n), welche jeweils wenigstens einen Luftauslass (22) und wenigstens einen Lufteinlass (24) umfassen;

wobei

- c) jedem Tunnelabschnitt (16.1, 16.2, ..., 16.n) ein Heizaggregat (26) zugeordnet ist, welchem Luft aus dem wenigstens einen Luftauslass (22) des Tunnelabschnitts (16.1, 16.2, ..., 16.n) zuführbar und in welchem eine heiße Primärgasströmung erzeugbar ist;
- d) das heiße Primärgas in einen Umwälzluft-Wärmetauscher (54) des Heizaggregats (26) leitbar ist, in dem Umwälzluft durch heißes Primärgas erhitzbar ist, die dem Tunnelabschnitt (16.1, 16.2, ..., 16.n) wieder in einem Kreislauf über den wenigstens einen Lufteinlass (24) zuführbar ist;
- e) das Heizaggregat (26) eine Verteilereinrichtung (32) umfasst, durch welche die aus einem Tunnelabschnitt (16.1, 16.2, ..., 16.n) austretende Luft in einen Umwälzluftstrom und einen Abluftstrom aufteilbar ist;
- f) das Heizaggregat (26) eine thermische Nachverbrennungseinrichtung (42) umfasst, welcher die Abluft zuführbar ist und durch welche die heiße Primärgasströmung erzeugbar ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- g) das Heizaggregat (26) einen Abluft-Wärmetauscher (38) umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist und in dem die Abluft vor Erreichen der Nachverbrennungseinrichtung (42) durch heißes Primärgas erhitzbar ist;
- h) die Menge von heißem Primärgas, die dem Abluft-Wärmetauscher (38) zugeführt wird, mittels einer ersten Regulierklappe (80) einstellbar ist;
- i) die erste Regulierklappe (80) in einer Bypass-

Leitung (78) angeordnet ist, durch welche heißes Primärgas an dem Abluft-Wärmetauscher (38) vorbei geleitet werden kann.

- 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nachverbrennungseinrichtung (42) ein Gasbrenner ist.
- 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasbrenner (42) ohne Zufuhr von Zusatzluft betreibbar ist.
- 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasbrenner (42) ein Flächenbrenner ist.
- 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Umwälzluft-Wärmetauscher (54) heißes Primärgas zuführbar ist, welches den Abluft-Wärmetauscher (38) durchströmt hat.
- 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Umwälzluft-Wärmetauscher (54) heißes Primärgas aus einem Abschnitt (78b) der Bypass-Leitung (78) zuführbar ist, der stromab der ersten Regulierklappe (80) angeordnet ist.
- 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (78b) der Bypass-Leitung (78) zwischen der ersten Regulierklappe (80) und einer zweiten Regulierklappe (82) angeordnet ist.
- 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizaggregat (26) einen Frischluft-Wärmetauscher (62) umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist und in dem Frischluft durch heißes Primärgas erhitzbar ist.
- 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizaggregat (26) einen Frischluft-Wärmetauscher (62) umfasst, in welchen heißes Primärgas leitbar ist, das den Abluft-Wärmetauscher (38) und/oder den Umwälzluft-Wärmetauscher (54) durchströmt hat.
- 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9 unter Rückbezug auf Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Frischluft-Wärmetauscher (62) heißes Primärgas aus einem Abschnitt (78c) der Bypass-Leitung (78) zuführbar ist, der stromab der zweiten Regulierklappe (82) angeordnet ist.
- 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** heiße Frischluft einem am Eingang des Trockentunnels (14) angeordneten Eingangsschleusenbereich (18) und/oder ei-

nem am Ausgang des Trockentunnels (14) angeordneten Auslassschleusenbereich (20) zuführbar ist, von wo die heiße Frischluft in den Trockentunnel (14) einströmen kann.

## Claims

1. A device for drying articles, in particular vehicle bodies, having

- a) a drying tunnel (14) which is arranged in an insulated housing (12);
- b) a plurality of tunnel sections (16.1, 16.2, ..., 16.n) which each comprises at least one air outlet (22) and at least one air inlet (24);

wherein

- c) a heating unit (26), which can be supplied with air from the at least one air outlet (22) of the tunnel section (16.1, 16.2, ..., 16.n) and in which a hot primary gas flow can be generated, is associated with each tunnel section (16.1, 16.2, ..., 16.n);
- d) the hot primary gas can be directed into a circulating air heat exchanger (54) of the heating unit (26), in which circulating air can be heated by hot primary gas, which circulating air can be supplied to the tunnel section (16.1, 16.2, ..., 16.n) again in a circuit by way of the at least one air inlet (24);
- e) the heating unit (26) comprises a distributor device (32) by means of which the air exiting a tunnel section (16.1, 16.2, ..., 16.n) can be divided into a circulating air flow and an exhaust air flow;
- f) the heating unit (26) comprises a thermal afterburning device (42) to which the exhaust air can be supplied and by means of which the hot primary gas flow can be generated,

## characterised in that

- g) the heating unit (26) comprises an exhaust air heat exchanger (38) into which hot primary gas can be directed and in which the exhaust air can be heated by hot primary gas before it arrives at the afterburning device (42);
- h) the quantity of hot primary gas supplied to the exhaust air heat exchanger (38) can be adjusted by means of a first regulating flap (80);
- i) the first regulating flap (80) is arranged in a bypass line (78) by means of which hot primary gas can be guided to bypass the exhaust air heat exchanger (38).

2. A device according to Claim 1, **characterised in that**

the afterburning device (42) is a gas burner.

3. A device according to Claim 2, **characterised in that** the gas burner (42) can be operated without a supply of secondary air.

4. A device according to Claim 3, **characterised in that** the gas burner (42) is a surface burner.

5. A device according to one of Claims 1 to 4, **characterised in that** the circulating air heat exchanger (54) can be supplied with hot primary gas which has flowed through the exhaust air heat exchanger (38).

6. A device according to Claim 5, **characterised in that** the circulating air heat exchanger (54) can be supplied with hot primary gas from a section (78b) of the bypass line (78) which is arranged downstream of the first regulating flap (80).

7. A device according to Claim 6, **characterised in that** the section (78b) of the bypass line (78) is arranged between the first regulating flap (80) and a second regulating flap (82).

8. A device according to one of Claims 1 to 7, **characterised in that** the heating unit (26) comprises a fresh air heat exchanger (62) into which hot primary gas can be directed and in which fresh air can be heated by hot primary gas.

9. A device according to one of Claims 1 to 8, **characterised in that** the heating unit (26) comprises a fresh air heat exchanger (62) into which hot primary gas can be directed, which has flowed through the exhaust air heat exchanger (38) and/or the circulating air heat exchanger (54).

10. A device according to Claim 8 or 9 with reference to Claim 7, **characterised in that** the fresh air heat exchanger (62) can be supplied with hot primary gas from a section (78c) of the bypass line (78) which is arranged downstream of the second regulating flap (82).

11. A device according to one of Claims 8 to 10, **characterised in that** hot fresh air can be supplied to an entry gate region (18) arranged at the entry of the drying tunnel (14) and/or an outlet gate region (20) arranged at the exit of the drying tunnel (14), from where the hot fresh air can flow into the drying tunnel (14).

## Revendications

1. Dispositif de séchage d'objets, en particulier de carrosseries de véhicules, comprenant

- a) un tunnel de séchage (14) qui est disposé dans une enceinte isolée (12) ;  
 b) une pluralité de sections de tunnel (16.1, 16.2, ..., 16.n) qui comprennent chacune au moins une sortie d'air (22) et au moins une entrée d'air (24) ;

dans lequel

- c) un groupe de chauffage (26) est associé à chaque section de tunnel (16.1, 16.2, ..., 16.n), auquel peut être amené de l'air venant de ladite au moins une sortie d'air (22) de la section de tunnel (16.1, 16.2, ..., 16.n) et dans lequel un courant de gaz primaire chaud peut être produit ;  
 d) le gaz primaire chaud peut être conduit dans un échangeur de chaleur à air de circulation (54) du groupe de chauffage (26), dans lequel de l'air de circulation peut être chauffé par le gaz primaire chaud, lequel air de circulation peut être ramené dans un circuit à la section de tunnel (16.1, 16.2, ..., 16.n) par ladite au moins une entrée d'air (24) ;  
 e) le groupe de chauffage (26) comprend un dispositif répartiteur (32) par lequel l'air sortant d'une section de tunnel (16.1, 16.2, ..., 16.n) peut être divisé en un courant d'air de circulation et un courant d'air d'évacuation ;  
 f) le groupe de chauffage (26) comprend un dispositif thermique de post-combustion (42) auquel l'air d'évacuation peut être amené et par lequel le courant de gaz primaire chaud peut être produit,

**caractérisé en ce que**

- g) le groupe de chauffage (26) comprend un échangeur de chaleur à air d'évacuation (38) dans lequel du gaz primaire chaud peut être conduit et dans lequel l'air d'évacuation peut être chauffé par du gaz primaire chaud avant d'atteindre le dispositif de post-combustion (42) ;  
 h) la quantité de gaz primaire chaud qui est amenée à l'échangeur de chaleur à air d'évacuation (38) est réglable au moyen d'un premier clapet de régulation (80) ;  
 i) le premier clapet de régulation (80) est disposé dans une conduite de dérivation (78) à travers laquelle du gaz primaire chaud peut être dérivé de l'échangeur de chaleur à air d'évacuation (38).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de post-combustion (42) est un brûleur à gaz.  
 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le brûleur à gaz (42) peut fonctionner sans

apport d'air supplémentaire.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le brûleur à gaz (42) est un brûleur de surface.  
 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'à** l'échangeur de chaleur à air de circulation (54) peut être amené du gaz primaire chaud qui a traversé l'échangeur de chaleur à air d'évacuation (38).  
 6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'à** l'échangeur de chaleur à air de circulation (54) peut être amené du gaz primaire chaud venant d'une section (78b) de la conduite de dérivation (78) qui est disposée en aval du premier clapet de régulation (80).  
 7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la section (78b) de la conduite de dérivation (78) est disposée entre le premier clapet de régulation (80) et un deuxième clapet de régulation (82).  
 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le groupe de chauffage (26) comprend un échangeur de chaleur à air frais (62) dans lequel peut être conduit du gaz primaire chaud et dans lequel de l'air frais peut être chauffé par le gaz primaire chaud.  
 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le groupe de chauffage (26) comprend un échangeur de chaleur à air frais (62) dans lequel peut être conduit du gaz primaire chaud qui a traversé l'échangeur de chaleur d'air d'évacuation (38) et/ou l'échangeur de chaleur à air de circulation (54).  
 10. Dispositif selon la revendication 8 ou la revendication 9 en référence à la revendication 7, **caractérisé en ce qu'à** échangeur de chaleur à air frais (62) peut être amené du gaz primaire chaud venant d'une section (78c) de la conduite de dérivation (78) qui est disposée en aval du deuxième clapet de régulation (82).  
 11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** de l'air frais chaud peut être amené à une zone de sas d'entrée (18) disposée à l'entrée du tunnel de séchage (14) et/ou à une zone de sas de sortie (20) disposée à la sortie du tunnel de séchage (14), d'où l'air frais chaud peut être introduit dans le tunnel de séchage (14).



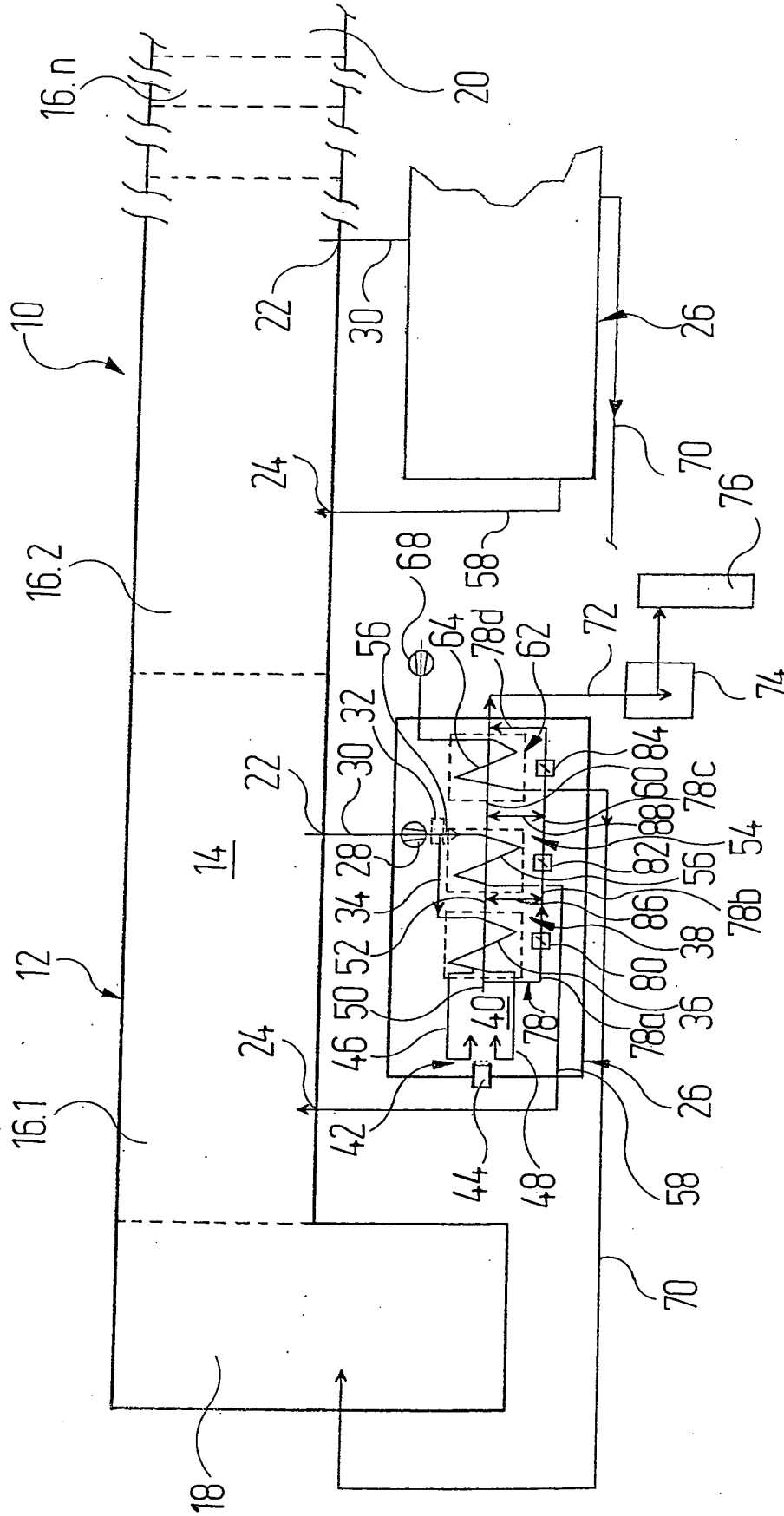
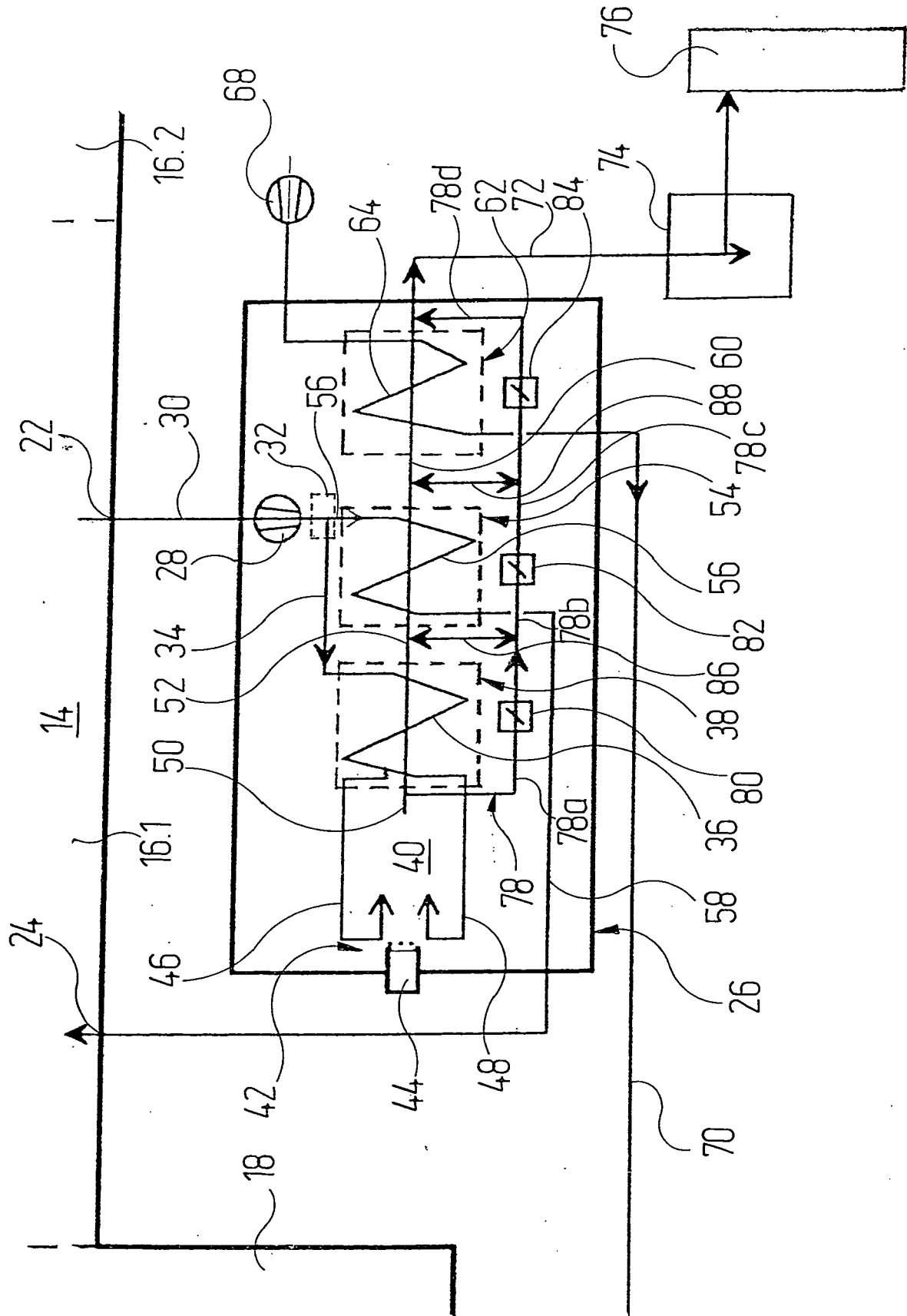


Fig. 1



**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 102008012792 A1 [0002]