



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**24.08.94 Patentblatt 94/34**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F24H 3/08**

②① Anmeldenummer : **92109680.6**

②② Anmeldetag : **09.06.92**

⑤④ **Heissluftwärmetauscher.**

③⑩ Priorität : **19.06.91 DE 4120250**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**23.12.92 Patentblatt 92/52**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**24.08.94 Patentblatt 94/34**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT  
SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 414 527  
FR-A- 1 395 978  
GB-A- 769 654**

⑦③ Patentinhaber : **RATIONAL GmbH**  
**Iglinger Strasse 62**  
**D-86899 Landsberg (DE)**

⑦② Erfinder : **Gumienny, Gerd**  
**Iglinger Strasse 54a**  
**W-8910 Landsberg a. Lech (DE)**  
Erfinder : **Klouda, Jaroslav**  
**Livry-Gargan-Strasse 13/7**  
**W-8080 Fürstenfeldbruck (DE)**  
Erfinder : **Koch, Franz**  
**Umlandstrasse 23**  
**W-8933 Untermeitingen (DE)**

⑦④ Vertreter : **Goddar, Heinz J., Dr.**  
**FORRESTER & BOEHMERT**  
**Franz-Joseph-Strasse 38**  
**D-80801 München (DE)**

**EP 0 519 303 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Heißluftwärmetauscher, z.B. GB-A-769 654, mit einem Wärmetauschergehäuse, dessen Boden im wesentlichen von der Decke einer Außenkammer gebildet ist, in welcher ein Brenner untergebracht ist, wobei wenigstens ein von den Abgasen des Brenners durchströmtes Wärmetauscherrohr zwischen Boden und Decke des Wärmetauschergehäuses durch dieses gelegt ist.

Bei einem derartigen Heißluftwärmetauscher, bei dem auch ein Gebläse vorgesehen sein kann, werden sowohl die Wände als auch die Decke der Außenkammer im Betrieb sehr heiß und können Temperaturen bis zu 1000°C erreichen.

Hierdurch bedingt treten insbesondere im Übergangsbereich zwischen dem Boden des Wärmetauschergehäuses, d.h. zwischen der Decke der Außenkammer, und den Wärmetauscherrohren übermäßige thermische Beanspruchungen auf. Um eine gasdichte Verbindung zwischen der Decke des Außenraumes und den Wärmetauscherrohren zu gewährleisten, werden diese miteinander verschweißt. Abgesehen davon, daß eine Schweißverbindung den Austausch der Komponenten erschwert, wenn diese beispielsweise korrodiert oder durch Verzunderung abgetragen sind, hat sich herausgestellt, daß der Schweißnahtbereich im Langzeitbetrieb sehr schnell altert und daher nicht sonderlich widerstandsfähig ist. Da man, um einen guten Wärmeübergang von den Wärmetauscherrohren in den umgebenden Raum zu gewährleisten, viele Wärmetauscherrohre mit verhältnismäßig kleinem Querschnitt verwenden muß, tritt das Problem der thermischen Beanspruchung in Übergangsbereichen gleich vielfach auf.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen Heißluftwärmetauscher zu schaffen, der nicht nur gute Wärmeübergangseigenschaften aufweist, sondern bei dem darüber hinaus der Austausch einzelner Komponenten problemlos möglich ist.

Diese Aufgabe wird von einem Heißluftwärmetauscher der eingangs genannten Gattung mit den Merkmalen des Kennzeichens von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist der Heißluftwärmetauscher also dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner in einer Vorkammer untergebracht ist, deren Außenwandung mit allseitigem Abstand zur Innenwandung der Außenkammer in dieser angeordnet ist; daß die Vorkammer in ihrer Decke eine der Anzahl der Wärmetauscherrohre entsprechende Anzahl von Abgasöffnungen aufweist, welche mit einer in Richtung auf die Wärmetauscherrohre sich verjüngenden Umfangswand versehen sind; und daß die Außenkammer mit den Abgasöffnungen ausgerichtete Öffnungen aufweist, die jede ebenfalls mit einer in Richtung auf die Wärmetauscherrohre sich verjüngenden Umfangswand versehen sind und auf denen jeweils ein Wärmetauscherrohr im wesentlichen gasdicht befestigt ist, wobei der Raum zwischen der Innenwandung der Außenkammer und der Außenwandung der Vorkammer in Richtung auf den Ringspalt zwischen den Umfangswänden der Abgasöffnungen und der Öffnungen mit der Umgebungsluft in Verbindung steht und von Luft durchströmbar ist. Die Vorkammer, deren Wände und Decke von dem Brenner aufgeheizt werden, ist somit im wesentlichen allseitig von relativ kühler Luft umgeben, so daß die Decke der Außenkammer von vornherein auf geringere Temperaturen erwärmt wird. Zudem wird durch die besondere Ausgestaltung der Abgasöffnungen der Vorkammer und der Öffnungen der Außenkammer um jede Abgasöffnung herum eine venturiartige Düse gebildet, durch welche Luft aus dem Zwischenraum zwischen Außenkammer und Vorkammer durch die Abgase angesaugt wird. So wird insbesondere die Anschlußstelle für die Wärmetauscherrohre gekühlt, jedoch auch die Decke des Außenraumes selbst, so daß hier nur noch Temperaturen von etwa 500°C herrschen.

Damit werden die thermischen Spannungen, die normalerweise in diesem Bereich auftreten, erheblich herabgesetzt. Neben dem Kühleffekt bewirkt die angesaugte Luft eine Volumenvergrößerung beim Einmischen in die Abgase, so daß das in die Wärmetauscherrohre gelangende Abgas volumemäßig stark ausgedehnt wird. Damit wird ein befriedigender Füllgrad der Wärmetauscherrohre und ein guter Wärmeübergang in die Umgebung gewährleistet. Durch den beschriebenen Volumeneffekt werden die Abgase weiterhin gedrosselt und länger in der Vorkammer gehalten. Damit kann die durch den Brenner erzeugte Wärme erheblich besser ausgenutzt werden, da die Abgase zunächst auf eine höhere Temperatur gebracht werden, die dann durch Zumischen der Luft aus dem Zwischenraum zwischen Außenkammer und Vorkammer auf eine geringere Temperatur, die für einen Wärmeübergang optimal ist, reduziert wird.

Wegen des hohen Füllgrades können bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher Rohre mit verhältnismäßig großem Querschnitt verwendet werden. Ein großer Querschnitt der Wärmetauscherrohre ist konstruktionstechnisch günstig und wird dadurch möglich, daß durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Heißluftwärmetauschers auch für solche Wärmetauscherrohre gewährleistet ist, daß diese ausreichend mit Abgas gefüllt sind, um einen hohen Wärmeübergang und damit eine schnelle Erwärmung der die Wärmetauscherrohre umströmenden Umgebungsluft zu erzielen.

Da der Anschlußbereich der Wärmetauscherrohre thermisch nur noch in geringem Maße belastet ist, ist

es weiterhin möglich, auf die Schweißverbindung zu verzichten. Vielmehr hat es sich als vorteilhaft erwiesen, jedes Wärmetauscherrohr mit einem sich verjüngend verlaufenden unteren Endabschnitt zu versehen, der in seiner Form an die Öffnungen der Außenkammer angepaßt ist und der von einem radial auswärtsweisenden Flansch wenigstens teilweise umgeben ist, welcher an der Decke der Außenkammer befestigt ist. In einer alternativen Ausführungsform kann auch für jedes Wärmetauscherrohr ein den sich verjüngend verlaufenden Endabschnitt umgebender separater ringförmiger Flansch vorgesehen sein, dessen Innendurchmesser der Form des unteren Endabschnittes angepaßt ist. Die Flansche sind zweckmäßigerweise über Schraubverbindungen mit der Decke des Außenraumes verbunden. Damit wird ein einfaches Demontieren der einzelnen Komponenten des Heißluftwärmetauschers möglich.

Vorteilhaft ist zwischen der Außenkammer und jedem Wärmetauscherrohr eine Dichtung vorgesehen. Diese kann einen Teil der immer noch durch die Wärmeausdehnung auftretenden mechanischen Spannungen aufnehmen, da die Wärmetauscherrohre gegenüber der Decke der Außenkammer geringfügig beweglich bleiben.

Besonders bevorzugt ist es, wenn jedes Wärmetauscherrohr in der Decke des Wärmetauschergehäuses in axialer Richtung gleitbeweglich und/oder angular beweglich angeordnet ist. So können auch an dieser Stelle eventuell auftretende mechanische Spannungen ausgeglichen werden.

Bevorzugt ist dabei, die Wärmetauscherrohre gegenüber der Decke durch z.B. Graphit-Dichtungen abzudichten.

Im folgenden soll die Erfindung lediglich beispielhaft anhand der beigelegten Zeichnungen näher beschrieben werden. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Heißluftwärmetauschers gemäß der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht des Heißluftwärmetauschers aus Fig. 1 im Übergangsbereich zwischen Außenkammer und Wärmetauscherrohr

Fig. 1 zeigt einen Heißluftwärmetauscher, wobei von einem Wärmetauschergehäuse lediglich der Boden 10, der durch die Decke einer Außenkammer 1 gebildet ist, und die Decke 60 mit sich anschließendem Abgasrohr 6 dargestellt sind. Durch das Wärmetauschergehäuse sind zwei gebogene Wärmetauscherrohre 2, 3 um ein hier nicht dargestelltes Gebläse geführt. Ein Gasbrenner 4 mit einer Vielzahl vertikal nach oben weisender Brenndüsen ist im Bodenbereich einer Vorkammer 5 vorgesehen, welche mit allseitigem Abstand in der Außenkammer 1 angeordnet ist. Die Vorkammer 5 wird daher fast vollständig von relativ kühler Luft, die in den Zwischenraum zwischen Vorkammer 5 und Außenkammer 1 frei einfließen kann, umströmt. In der Decke 50 befinden sich zwei Abgasöffnungen 52, 54, die sich konisch in vertikaler Richtung verjüngen. Ausgerichtet mit diesen Abgasöffnungen 52, 54 sind in der Decke 10 der Außenkammer 1 Öffnungen 12, 14 ausgebildet, die sich in vertikaler Richtung kugelflächenförmig verjüngen, jedoch mit geringerer Steigung als die Abgasöffnungen 52, 54. Das Venturi-Prinzip kann jedoch auch dann ausgenutzt werden, wenn die Steigungen gleich oder im wesentlichen gleich ausgebildet sind. Auf die Öffnungen 12, 14 sind die Wärmetauscherrohre 2, 3 aufgesetzt und durch eine Flanschverbindung, wie im Zusammenhang mit Figur 2 deutlicher beschrieben wird, mit der Decke 10 der Außenkammer 1 verbunden. In der Decke 60 des Wärmetauschergehäuses ist ebenfalls für jedes Wärmetauscherrohr 2, 3 eine Öffnung 62, 64 vorgesehen, wobei die Anschlußstelle jeweils durch Graphitdichtungen 66, 68 im wesentlichen gasdicht abgeschlossen ist. Die Graphitdichtungen 66, 68 ermöglichen es, daß jedes Wärmetauscherrohr 2, 3 in seiner Öffnung 62, 64 axial gleitbeweglich ist. Bei geeignetem Durchmesser ist auch eine angulare Beweglichkeit gegeben. Die abgekühlten Abgase werden schließlich durch ein Abgasrohr 6 abgeleitet.

Figur 2 zeigt den Bereich einer Anschlußstelle zwischen Außenkammer bzw. Vorkammer und Wärmetauscherrohr im Detail. In der Decke 50 der Vorkammer 5 ist eine Abgasöffnung 54 ausgebildet, deren sie umgebende Wand sich in vertikaler Richtung konisch verjüngt. Dabei kann der Steigungswinkel  $\alpha$  bspw.  $45^\circ$  betragen. Um die Vorkammer 5 herum ist mit Abstand eine Außenkammer 1 angeordnet. In der Decke 10 der Außenkammer 1 ist, ausgerichtet mit der Abgasöffnung 54, eine Öffnung 14 vorgesehen, deren sie umgebende Wand 16 sich in vertikaler Richtung konkavkugelflächenförmig verjüngt. Die Öffnung 14 ist von einer ringförmigen Sicke 18 umgeben. Die Wände 56, 16 der beiden Öffnungen, nämlich der Abgasöffnung 54 und der Öffnung 14 in der Außenkammer 1 bilden im Bereich dieser Öffnungen eine Verengung, die als venturiartige Düse wirkt. Das durch die Abgasöffnung 54 austretende heiße Abgas des Brenners reißt die relativ kühle Luft aus dem Zwischenraum zwischen Außenkammer 1 und Vorkammer 5 mit, die durch die Verengung im Öffnungsbereich eine hohe Geschwindigkeit hat. Damit wird eine vergleichsweise große zusätzliche Luftmenge in das Wärmetauscherrohr 3 geführt und bewirkt dort einen hohen Füllungsgrad, der für einen guten Wärmeübergang wichtig ist. Das Wärmetauscherrohr 3 selbst ist in seinem unteren Endabschnitt 32 konisch ausgebildet, wobei die Steigung so gewählt ist, daß sich eine kreislinienförmige Kontaktfläche und damit einer Abdichtung gegenüber der Umfangswand 16 ergibt. Außen an dem äußeren Endabschnitt 32 ist ein diesen umgebender Flansch

34 angebracht, der sich radial nach außen erstreckt. An diesem Flansch 34 wird das Wärmetauscherrohr 3 mit einer ausreichenden Anzahl von Schraubbolzen 40, 42, nebst Muttern, von denen hier lediglich zwei dargestellt sind, welche durch Bohrungen 36, 38 des Flansches 34 geführt sind, an der Decke 10 der Außenkammer 1 befestigt.

5

#### Bezugszeichenliste

	1	Außenkammer
	2	Wärmetauscherrohr
10	3	Wärmetauscherrohr
	4	Gasbrenner
	5	Vorkammer
	6	Abgasrohr
15	10	Boden
	12	Öffnung
	14	Öffnung
	16	Wand
	18	Sicke
20	32	unterer Endabschnitt
	34	Flansch
	36	Öffnung
	38	Öffnung
25	40	Schraube
	42	Schraube
	44	Dichtung
30	50	Decke
	52	Abgasöffnung
	54	Abgasöffnung
35	60	Decke
	62	Öffnung
	64	Öffnung
	66	Graphitdichtung
	68	Graphitdichtung

40

#### Patentansprüche

1. Heißluftwärmetauscher, mit einem Wärmetauschergehäuse, dessen Boden (10) im wesentlichen von der Decke einer Außenkammer (1) gebildet ist, in welcher ein Brenner (4) untergebracht ist, wobei wenigstens ein von den Abgasen des Brenners durchströmtes Wärmetauscherrohr (2, 3) zwischen Boden (10) und Decke (60) des Wärmetauschergehäuses durch dieses gelegt ist, welches von der zu erwärmenden Luft umströmt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner (4) in einer Vorkammer (5) untergebracht ist, deren Außenwandung mit allseitigem Abstand zur Innenwandung der Außenkammer (1) in dieser angeordnet ist; daß die Vorkammer (5) in ihrer Decke eine der Anzahl der Wärmetauscherrohre (2, 3) entsprechende Anzahl von Abgasöffnungen (52, 54) aufweist, welche mit einer in Richtung auf die Wärmetauscherrohre (2, 3) sich verjüngenden Umfangswand (56) versehen sind; und daß die Außenkammer (1) mit den Abgasöffnungen (52, 54) ausgerichtete Öffnungen (12, 14) aufweist, die jede ebenfalls mit einer in Richtung auf die Wärmetauscherrohre (2, 3) sich verjüngenden Umfangswand (16) versehen sind und auf denen jeweils ein Wärmetauscherrohr (2, 3) im wesentlichen gasdicht befestigt ist, wobei der Raum zwischen der Innenwandung der Außenkammer (1) und der Außenwandung der Vorkammer (5) in Richtung auf den Ringspalt zwischen den Umfangswänden der Abgasöffnungen (52, 54) und der Öffnungen (12, 14) mit der Umgebungsluft in Verbindung steht und von Luft durchströmbar ist.

2. Heißluftwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Umfangswand (16) der Öffnungen (12, 14) geringer ist als die Steigung der Umfangswand der jeweiligen Abgasöffnung (52, 54).
- 5 3. Heißluftwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Wärmetauscherrohre (2, 3) mit großem Querschnitt vorgesehen sind.
4. Heißluftwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Wärmetauscherrohr (2, 3) mit einem sich verjüngenden unteren Endabschnitt (32) mit einem radial nach  
10 außen weisenden Flansch (34) versehen ist, welcher den Endabschnitt (32) wenigstens teilweise umgibt und an der Decke (10) der Außenkammer (1) befestigt ist.
5. Heißluftwärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Endabschnitt (32) wenigstens eines der Wärmetauscherrohre (2, 3) oder die ihm zugeordnete Umfangswand der betreffenden  
15 Öffnung (12, 14) der Außenkammer (1) konkav oder konvex kugelflächenartig und dementsprechend die entsprechende Umfangswand oder der betreffende Endabschnitt im wesentlichen gerade ausgebildet sind, so daß ein ringförmiger Kontaktbereich zwischen dem Endabschnitt (32) und der Umfangswand entsteht.
6. Heißluftwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Außenkammer (1) und dem jeweiligen Wärmetauscherrohre (2, 3) eine Dichtung (44) vorgesehen  
20 ist.
7. Heißluftwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherrohre (2, 3) in der Decke (60) des Wärmetauschergehäuses in axialer Richtung gleitbeweglich und/oder in angularer Richtung beweglich sind.  
25
8. Heißluftwärmetauscher nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherrohre (2, 3) in der Decke (60) des Wärmetauschergehäuses mit einer Dichtung (66, 68) versehen sind.  
30

## Claims

1. A hot-air heat-exchanger, comprising a heat-exchanger housing, the base (10) of which is formed substantially by the roof of an outer chamber (1), in which a burner (4) is accommodated, at least one heat-exchanger tube (2, 3) through which the burner waste gases flow being passed through the heat-exchanger housing between the base (10) and roof (60) thereof, the air for heating flowing around said tube (2, 3), characterised in that the burner (4) is accommodated in a ante-chamber (5), the outer wall of which is disposed in the outer chamber (1) in spaced relationship all round from the inner wall thereof; in  
35 that the roof of the ante-chamber (5) has a number of waste gas apertures (52, 54) corresponding to the number of heat-exchanger tubes (2, 3), said apertures being provided with a peripheral wall (56) which tapers in the direction of the heat-exchanger tube (2, 3); and in that the outer chamber (1) has apertures (12, 14) which are aligned with the waste gas apertures (52, 54) and which are also provided with a peripheral wall (16) which tapers in the direction of the heat-exchanger tubes (2, 3) and on each of which a heat-exchanger tube (2, 3) is secured to be substantially gas-tight, the space between the inner wall of the outer chamber (1) and the outer wall of the ante-chamber (5) communicating with the ambient air and being adapted to have air flowing through it in the direction of the annular gap between the peripheral walls of the waste gas apertures (52, 54) and the apertures (12, 14).  
40
2. A hot-air heat-exchanger according to claim 1, characterised in that the inclination of the peripheral wall (16) of the apertures (12, 14) is less than the inclination of the peripheral wall of the associated waste gas aperture (52, 54).
3. A hot-air heat-exchanger according to claim 1 or 2, characterised in that two heat-exchanger tubes (2, 3) of large cross-section are provided.  
45
4. A hot-air heat-exchanger according to any one of the preceding claims, characterised in that each heat-exchanger tube (2, 3) is provided with a tapering bottom end section (32) having a radially outwardly ex-  
50

tending flange (34) which at least partially surrounds the end section (32) and is secured to the roof (10) of the outer chamber (1).

- 5 5. A hot-air heat-exchanger according to claim 4, characterised in that the bottom end section (32) of at least one of the heat-exchanger tubes (2, 3) or the associated peripheral wall of the associated aperture (12, 14) of the outer chamber (1) is in the form of a concavely or convexly spherical surface and accordingly the corresponding peripheral wall or the associated end section are substantially straight so that an annular contact zone forms between the end section (32) and the peripheral wall.
- 10 6. A hot-air heat-exchanger according to any one of the preceding claims, characterised in that a seal (44) is provided between the outer chamber (1) and the associated heat-exchanger tube (2, 3).
7. A hot-air heat-exchanger according to any one of the preceding claims, characterised in that the heat-exchanger tubes (2, 3) are slidable in the axial direction and/or movable in an angular direction in the roof (60) of the heat-exchanger housing.
- 15 8. A hot-air heat-exchanger according to any one of the preceding claims, characterised in that the heat-exchanger tubes (2, 3) are provided with a seal (66, 68) in the roof (60) of the heat exchanger housing.

## 20 Revendications

- 25 1. Echangeur de chaleur comprenant un carter d'échangeur de chaleur dont la base (10) est formée essentiellement par la paroi de dessus (1) d'une chambre extérieure dans laquelle est logé un brûleur (4), au moins un tube d'échange de chaleur (2, 3) traversé par l'écoulement des gaz de combustion du brûleur et autour duquel s'écoule l'air devant être réchauffé, étant disposé entre la base (10) et la paroi de dessus (60) du carter d'échangeur de chaleur en traversant celui-ci, caractérisé en ce que le brûleur (4) est disposé dans une chambre préliminaire (5) dont la paroi extérieure est disposée dans la chambre extérieure (1), en étant espacée de la paroi intérieure de celle-ci de tous les côtés; en ce que la chambre préliminaire (5) comporte dans sa paroi de dessus un nombre d'ouvertures de gaz de combustion (52, 54) correspondant au nombre de tubes d'échange de chaleur (2, 3), et qui sont pourvues d'une paroi périphérique (56) se rétrécissant en direction des tubes d'échange de chaleur (2, 3); et en ce que la chambre extérieure (1) comporte des ouvertures (12, 14) qui sont dirigées en regard des ouvertures de gaz de combustion (52, 54), comportent chacune également une paroi périphérique (16) se rétrécissant en direction des tubes d'échange de chaleur (2, 3), et sur chacune desquelles est fixé, de manière sensiblement étanche aux gaz, un tube d'échange de chaleur (2, 3), l'espace entre la paroi intérieure de la chambre extérieure (1) et la paroi extérieure de la chambre préliminaire (5) étant en communication avec l'air environnant qui peut s'écouler dans cet espace, en direction de l'interstice annulaire entre les parois périphériques des ouvertures de gaz de combustion (52, 54) et des ouvertures (12, 14).
- 40 2. Echangeur de chaleur pour air chaud selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pente de la paroi périphérique (16) des ouvertures (12, 14) est plus faible que la pente de la paroi périphérique de l'ouverture de gaz de combustion (52, 54) correspondante.
- 45 3. Echangeur de chaleur pour air chaud selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que sont prévus deux tubes d'échange de chaleur (2, 3) de grande section transversale.
4. Echangeur de chaleur pour air chaud selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque tube d'échange de chaleur (2, 3) est pourvu, sur un tronçon d'extrémité inférieur (32) qui se rétrécit, d'une bride (34) dirigée radialement vers l'extérieur, qui entoure au moins partiellement le tronçon d'extrémité (32) et qui est fixée sur la paroi de dessus (10) de la chambre extérieure (1).
- 50 5. Echangeur de chaleur pour air chaud selon la revendication 4, caractérisé en ce que le tronçon d'extrémité inférieur (32) d'au moins un des tubes d'échange de chaleur (2, 3), ou bien la paroi périphérique qui lui est associée, de l'ouverture correspondante (12, 14) de la chambre extérieure (1), présente une configuration de surface sphérique concave ou convexe, la paroi périphérique correspondante ou le tronçon d'extrémité correspondant présentant une configuration rectiligne en conséquence, de sorte qu'il se forme une zone de contact annulaire entre le tronçon d'extrémité (32) et la paroi périphérique.
- 55

6. Echangeur de chaleur pour air chaud selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'entre la chambre extérieure (1) et chacun des tubes d'échange de chaleur (2, 3) est prévu un joint d'étanchéité (44).
- 5 7. Echangeur de chaleur pour air chaud selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les tubes d'échange de chaleur (2, 3), dans la paroi de dessus (60) du carter d'échangeur de chaleur, sont mobiles par translation dans la direction axiale, et/ou mobiles dans la direction angulaire.
- 10 8. Echangeur de chaleur pour air chaud selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les tubes d'échange de chaleur (2, 3) sont pourvus d'un joint d'étanchéité (66, 68), dans la paroi de dessus (60) du carter d'échangeur de chaleur.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

