



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.07.2005 Patentblatt 2005/28**

(51) Int Cl.7: **F28F 13/00**

(21) Anmeldenummer: **04000280.0**

(22) Anmeldetag: **08.01.2004**

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

• **Podhorsky, Dr. Miroslav**  
**40882 Ratingen (DE)**

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte,**  
**Lang & Tomerius,**  
**Bavariaring 29**  
**80336 München (DE)**

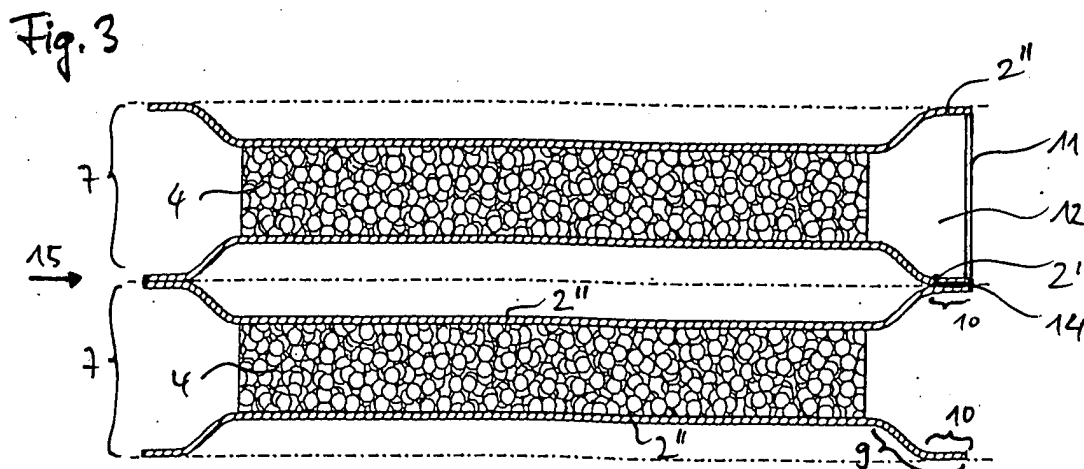
(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH**  
**46049 Oberhausen (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **Kienböck, Martin**  
**40883 Ratingen (DE)**

(54) **Wärmetauscher für Industrieanlagen**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für Industrieanlagen, insbesondere für Kraftwerke, mit mindestens einem Verteiler für ein fluides Medium und mindestens einem an dem Verteiler befestigten Wärmetauscherelement. Der Wärmetauscher ist unter Ausbildung einer sandwichartigen Anordnung aus Verteilern und aus Metallschaumkörpern bestehenden Wärmetauscherelementen zusammengesetzt. Die Verteiler sind als Rohr oder zumindest aus miteinander verbundenen Halbrohren ausgebildet. Benachbarte Rohre bzw. Halbrohre sind über den Metallschaumkörper miteinander

verbunden. Das erfindungsgemäße Sandwichprofil lässt sich in den benötigten großen Abmessungen für Industrieanlagen leicht herstellen. Dabei erweist sich insbesondere das geringe Gewicht eines derartigen Wärmeaustauschermoduls und die einfach beispielsweise mittels Löten oder Schweißen herzustellende Verbindung zwischen Schale und Metallschaumkörper als vorteilhaft. Der Metallschaum kann auch an die Schalen angegossen werden. Vorzugsweise besteht der Metallschaumkörper aus offenporigem Metallschaum und insbesondere aus Aluminiumschaum.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für Industrieanlagen, insbesondere für Kraftwerke, mit mindestens einem Verteiler für ein fluides Medium und mindestens einem, an dem Verteiler befestigten Wärmetauscherelement.

**[0002]** Die aus dem Kraftwerksbereich bekannten Wärmetauscher bestehen herkömmlicherweise aus einem Verteilerrohr, dessen äußere Oberfläche zumindest teilweise mit Kühlrippen versehen ist. Derartige Wärmetauscher werden beispielsweise als luftgekühlte Kondensatoren eingesetzt. Es ist auch bekannt, Wärmetauscher in Industrieanlagen der Chemie- und Lebensmittelindustrie als Kühlvorrichtung zu verwenden.

**[0003]** Allgemein können Wärmetauscher Energie ab- oder auch zuführen. In der Regel findet ein Energieaustausch in Form einer Wärmeübertragung von einem fluiden Medium mit höherer Temperatur in einem Verteilerrohr auf ein fluides Medium mit niedrigerer Temperatur statt. Dabei kommt es zu einer Abkühlung des wärmeren Mediums bei einer gleichzeitigen Erwärmung des kälteren Mediums. Im Kraftwerksbereich gestaltet sich der Energieaustauschprozess derart, dass das durch ein Stahlrohr strömende abzukühlende Medium seine Wärme in die das Stahlrohr umgebenden Kühlrippen leitet. Das Stahlrohr ist üblicherweise mit einem gut wärmeleitenden Metall, wie beispielsweise Aluminium, beschichtet. Die Kühlrippen bestehen üblicherweise ebenso aus Aluminium und werden von Kühlluft, Kühlgas oder dergleichen umströmt, so dass die Wärme an die Umgebung abgegeben werden kann.

**[0004]** Ferner ist es auf dem Gebiet der Halbleiterbauelemente und Elektronikmodule bekannt, Miniatur-Metallschaumblöcke auf Mikrobauteile aufzubringen, um diese zu kühlen. Hierzu wird auf die Offenlegungsschriften DE 10207671 A1 und DE 10123456 A1 verwiesen.

**[0005]** Im Kraftwerksbereich hat es sich in der Praxis jedoch als nachteilig erwiesen, dass aus Verteilerrohr und Kühlrippen bestehende Wärmetauscher nur bis zu einer begrenzten Länge ausführbar sind, da ansonsten die Montage aufgrund des großen Gewichts erschwert wird. Zudem benötigen die Kühlrippen einen großen Platzbedarf, um eine ausreichende Vergrößerung der Oberfläche zu erreichen und ausreichend luftdurchströmbare Zwischenräume zum Ableiten der Wärme bereit zu stellen. Dieser Effekt verstärkt sich noch mehr bei einer Anordnung mehrerer Verteilerrohre nebeneinander.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher für Industrieanlagen, insbesondere für Kraftwerke, zu schaffen, welcher bei einer guten Wärmeleitfähigkeit geringere Querschnittsabmessungen und ein geringeres Gewicht ermöglicht. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, unter Berücksichtigung einer einfachen Herstellbarkeit sowie Montierbarkeit für den Kraftwerksbereich konzipierte Wärmetauscher großer Abmessungen zu ermöglichen.

**[0007]** Die Aufgabe wird für einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass er unter Ausbildung einer sandwichartigen Anordnung aus Verteilern und aus Metallschaumkörpern bestehenden Wärmetauscherelementen zusammengesetzt ist, wobei die Verteiler als Rohr oder zumindest aus miteinander verbundenen Halbrohren bestehen, und dass benachbarte Rohre bzw. Halbrohre über den Metallschaumkörper miteinander verbunden sind.

**[0008]** Das erfindungsgemäße stapelartige Sandwichprofil lässt sich mit einem absehbaren Aufwand und vor allem in den benötigten großen Abmessungen für Industrieanlagen leicht herstellen. Dabei erweist sich insbesondere das geringe Gewicht eines derartigen Wärmeaustauschermoduls als vorteilhaft, welcher nur einen Bruchteil des homogenen Metalls wiegt. Ebenso lässt sich die Verbindung zwischen Rohr bzw. Halbrohr und Metallschaumkörper einfach beispielsweise mittels Löten oder Schweißen herstellen. Zudem kann der Metallschaum auch einfach angegossen werden. Vorteilhafte Eigenschaften des Metallschaums liegen in dem hohen Energieabsorptionsvermögen, der guten thermischen Leitfähigkeit, der Durchströmbbarkeit, der mechanischen Stabilität bei geringem Gewicht und einer großen inneren Oberfläche.

**[0009]** Unter den hier verwendeten Begriff "Halbrohr" sollen auch wannen- bzw. kanalartig geformte Blech-Halbschalen verstanden werden. Beispielsweise kommen hierfür teilweise abgerundete Rechteckprofile und halbellipsenförmige Profile in Betracht. Als Rohre können rechteckige, aber auch kurvenlinienförmige, insbesondere kreis- oder ellipsenförmige Stahlhohlprofile verwendet werden.

**[0010]** Eine bevorzugte Ausführungsform besteht also darin, dass das Halbrohr zu einem Vollrohr ergänzt ist. Bei einer stapelartigen Anordnung lässt sich ein Wärmetauscher ausbilden, bei welchem zwischen zwei benachbarten und beabstandeten Rohren oder Halbrohren jeweils ein Metallschaumkörper zu liegen kommt.

**[0011]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform besteht darin, dass das Halbrohr als Blech-Halbschale ausgestaltet ist. Bei einer spiegelbildlichen Anordnung zweier derartiger Sandwichprofile aus Halbschale und Metallschaumkörper lässt sich so ein Wärmetauscher mit einem zwischen zwei Metallschaumkörpern verlaufenden rohrartigen Verteiler ausbilden. Zur Herstellung des Halbschalen-Metallschaum-Profiles kann der Metallschaum an das bereits ausgeformte Schalenblech angegossen werden.

**[0012]** Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Halbschale einen etwa trapezförmigen Querschnitt aufweist. Dies vereinfacht die Stapelung und Verbindung von mehreren Wärmetauschermodulen übereinander.

**[0013]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Halbschale im Querschnitt einen vorbestimmten Kurvenverlauf auf. Insbesondere eignet sich

auch ein Querschnitt mit ellipsen- oder tropfenförmiger Form. ein Durch Angießen des Metallschaums an die Schale kann dieser auf einfache Weise an den Wölbungsverlauf der Schale angepasst werden.

**[0014]** Zur Ausbildung eines besonders geeigneten sandwichartigen Wärmetauschermoduls ist auf den gegenüberliegenden Seiten des Metallschaumkörpers jeweils eine Halbschale befestigt. Besonders zweckmäßig ist es dabei, an den beiden jeweils längeren Seitenflächen eines quaderförmigen Metallschaumblockes jeweils Halbschalen symmetrisch zur Mittelebene des Metallschaumblockes anzuordnen. Da sich der Metallschaum sehr gut zu einem blockartigen Körper formen lässt, eignet sich dieser gut, um Halbschalen oder auch abgeflachte Stahlrohre daran zu befestigen. Bei der Verwendung von offenen Schalen, ist es vorteilhaft, die Ränder der Schale über den Metallschaumkörper hervorstecken zu lassen, um so die Schalenränder eines weiteren gleichartigen Wärmetauschermodul an die Schalenränder des anderen Schalenelementes anschweißen bzw. anlöten zu können. Dadurch wird auch die Steifigkeit des Gesamtwärmetauschers erhöht.

**[0015]** Besonders zweckmäßig ist es hinsichtlich aller vorgenannten Wärmetauschermodule diese stapelartig übereinander anzuordnen. Aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit von Metallschäumen sind Wärmetauscherelemente und somit Wärmetauscher geringerer Abmessungen möglich, wodurch eine bessere Raumnutzung erzielt werden kann.

**[0016]** Zweckmäßigerweise sind die Ränder der Halbschalen benachbarter Wärmetauschermodule an deren Stirnseiten miteinander verschweißt. So lassen sich beliebig viele Wärmetauschermodule in stapelartiger Anordnung je nach anfallender Menge des Fluids und je nach den Erfordernissen hinsichtlich des zu leistenden Energieaustausches zusammensetzen.

**[0017]** Dazu erweist es sich als vorteilhaft, dass die Ränder als über den Metallschaumkörper nach außen überstehende Anschlussflansche ausgebildet sind. Länge und Richtung der Anschlussflansche können je nach Verbindungsart ausgebildet werden. Zweckmäßigerweise sind die Anschlussflansche benachbarter Wärmetauschermodule mittels Widerstands-Rollenschweißen miteinander verschweißt. Ein derartiges Schweißverfahren ermöglicht einen kontinuierlich fortlaufenden Herstellungsprozess, wobei in dieses Durchlaufverfahren auch das Aufschäumen der Metallschmelze und das Angießen des Metallschaumkörpers eingebunden werden kann.

**[0018]** Bei der Ausbildung von Anschlussflanschen ist es weiterhin vorteilhaft, dass die Enden gegenüberliegender Anschlussflansche benachbarter Wärmetauschermodule mit einer Abdeckung zur Ausbildung eines weiteren Verteilers verbunden sind. Dieser Verteiler dient zur Aufnahme von aus dem Metallschaumkörper austretenden Fluid oder zur Einspeisung eines Fluids in den Metallschaumkörper. Dadurch lässt sich der Metallschaum leicht kühlen. Ferner kann auch das bei der Ver-

dunstung entstehende Tropfwasser über den weiteren Verteiler abgeführt werden.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die mindestens eine Schale mit dem mindestens einen Metallschaumkörper verlötet. Dazu kann beispielsweise auf dem mit dem Metallschaum in Verbindung zu bringenden Abschnitt der Schale Hartlot (z. B. als Plattierung) aufgebracht sein, welches einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Material der Schale (z.B. Stahl) und des Metallschaumkörpers (z.B. Aluminium) aufweist. Nach Stapelung und Verspannen beispielsweise zweier derartiger Schalen mit dazwischen liegendem Metallschaumkörper wird das so gehaltene Paket durch einen Lötkanal geschickt und in diesem auf die Schmelzpunkttemperatur des Lots erwärmt, so dass mittels des schmelzenden Lots eine metallurgische Verbindung zwischen den Schalen und dem Metallschaumkörper entsteht.

**[0020]** Eine verbesserte Energieaustauschleistung wird dadurch erreicht, dass der mindestens eine Metallschaumkörper aus offenporigem Metallschaum besteht. Dieser weist eine gute Wärmeleitfähigkeit und Durchströmbarkeit auf. Zweckmäßigerweise besteht der Metallschaumkörper aus Aluminiumschaum. Dessen Gewicht beträgt nur ca. 1/10 des Gewichts von homogenen Aluminium. Aluminiumschaum lässt sich auch einfach mittels Lötten, Schweißen oder Gießen mit den Schalen verbinden. Alternativ kann jedoch auch geschlossenporiger Metallschaum zur Anwendung kommen.

**[0021]** Vorteilhaft ist es ferner, wenn der Metallschaumkörper von einem fluiden Medium durchströmbar ist. So könnte der Metallschaumkörper auch von einem flüssigen Medium, beispielsweise von Wasser, durchströmt werden.

**[0022]** Die Herstellung des Metallschaums erfolgt durch die bekannten Verfahren mittels Aufschäumen von Metallschmelzen oder mittels pulvermetallurgischen Verfahren.

**[0023]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand mehrerer bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine stapelartige Anordnung zweier sandwichartiger Wärmetauschermodule einer ersten Ausführungsform; und

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine stapelartige Anordnung dreier sandwichartiger Wärmetauschermodule einer zweiten Ausführungsform; und

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine stapelartige Anordnung zweier sandwichartiger Wärmetauschermodule einer dritten Ausführungsform.

**[0024]** In den folgenden Figuren sind drei Ausführ-

rungsformen von Wärmetauschermodulen zur Ausbildung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers dargestellt. Dabei sind gleiche Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0025]** Fig. 1 zeigt in einem Querschnitt zwei zu einem Stapel angeordnete sandwichartige Wärmetauschermodule 5 einer ersten Ausführungsform, welche sich jeweils aus einem Verteiler 1 und einem Wärmetauscherelement 3 zusammensetzen. Der Verteiler 1 wird jeweils durch ein Vollrohr 2 aus einem mit Aluminiumbeschichtung versehenen, abgeflachten Stahlhohlprofil gebildet. Dieses dünnwandige Stahlhohlprofil weist eine Dicke von wenigen Millimetern auf. Als Wärmetauscherelement 3 ist jeweils ein Metallschaumkörper 4 aus offenporigem Aluminiumschaum vorgesehen. Die Metallschaumkörper 4 und Vollrohre 2 sind in einer stapelförmigen Anordnung abwechselnd übereinander angeordnet und miteinander verlötet oder verschweißt. Alternativ können die Bestandteile der Wärmetauschermodule 5 auch verklebt werden.

**[0026]** Wie aus Fig. 1 weiter zu entnehmen ist, ragen die ausgerundeten Seitenbereiche der Vollrohre 2 jeweils über die Metallschaumkörper 4 hinaus. Dadurch ist ein ausreichender Freiraum zur Anbindung der benachbarten Wärmetauschermodule 5 vorhanden und der Metallschaumkörper 4 kann eine einfache geometrische Form aufweisen. Allerdings könnten die am oberen und unteren Halbrohr 2 befindlichen Metallschaumkörper 4 auch ringförmig und vollständig um die Halbrohre 2 herum verlaufen. Möglich ist auch ein nachträgliches Anbringen entsprechend geformter Formteile aus Metallschaum.

**[0027]** Die insbesondere für den Einsatz im Kraftwerksbereich entwickelten Wärmetauschermodule 5 gemäß Fig. 1 weisen eine Länge (senkrecht zur Zeichenebene) von bis zu 10 m bis 12 m auf. Höhenmäßig werden je nach mengenmäßigem Durchsatz und umzusetzender Energie die erforderliche Anzahl von gleichartigen Wärmetauschermodulen 5 stapelartig übereinander angeordnet. Der obere und untere Abschluss des Wärmetauschers erfolgt in der Regel durch einen Metallschaumkörper 4, so dass jedes Halbrohr 2 jeweils zwischen zwei Metallschaumkörpern 4 zu liegen kommt.

**[0028]** Zur Kühlung des in den Vollrohren 2 geförderten Wassers oder Dampfs während des Betriebs werden die Metallschaumkörper 4 von Luft in Richtung des Pfeils 15 durchströmt, so dass die über das Stahlblech der Schale 2 an den jeweiligen Metallschaumkörper 4 übertragene Wärme infolge der Luftströmung seitlich nach außen (in Fig. 1 nach rechts) abgeleitet werden kann.

**[0029]** Wenn in den Luftstrom Wasser eingesprüht wird, wird damit das Wasser in die Metallschaumkörper 4 transportiert, und die Kühlwirkung wird verstärkt.

**[0030]** Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer stapelartigen Anordnung von drei sandwichartigen Wärmetauschermodulen 6 einer zweiten Ausführungsform, wel-

che jeweils aus einem Metallschaumkörper 4 und zwei, auf den gegenüberliegenden Längsseiten des Metallschaumkörpers 4 angeordneten Halbschalen 2' aus Stahlblech bestehen. Im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist der Metallschaum an die beiden schalenförmigen Halbschalen 2' angegossen. Die beiden Halbschalen 2' stehen wie bei Fig. 1 seitlich über den Metallschaumkörper 4 hervor. Dabei sind die jeweils gegenüberliegenden seitlichen Ränder 8 der oberen und unteren Halbschale 2' von einander weg gerichtet. Dies ermöglicht eine bessere Befestigung der Wärmetauschermodule 6. Zur Ausbildung des Stapels sind die drei Wärmetauschermodule 6 an den gegenüberliegenden seitlichen Ränder 8 der Halbschalen 2' über eine in Längsrichtung (senkrecht zur Zeichenebene) über die gesamte Länge verlaufende Stumpfnah 13 miteinander verlötet. Im übrigen bestehen die Metallschaumkörper 4 und die Halbschalen 2' aus den gleichen Materialien wie bei Fig. 1 und weisen in etwa die gleichen geometrischen Abmessungen auf. Das Wärmetauschermodul 6 kann alternativ auch nur eine Schale 2' aufweisen. In Zusammenhang mit diesem Ausführungsbeispiel wären auch konkav geformte Halbschalen denkbar.

**[0031]** In Fig. 3 sind zwei sandwichartige Wärmetauschermodule 7 einer dritten Ausführungsform in einer stapelartigen Anordnung in einem Querschnitt dargestellt. Hierbei sind die Halbschalen 2" trapezförmig ausgestaltet. Der Metallschaumkörper 4 ist mit einer oberen und einer unteren Halbschale 2" zur Bildung eines Wärmetauschermoduls 7 verbunden. Diese Verbindung wird wie bei Fig. 2 über ein Angießen des Metallschaums an die Halbschalen 2" ermöglicht. Die Ränder der Halbschalen 2" sind als abgewinkelte Anschlussflansche 9 ausgebildet. Die beiden Wärmetauschermodule 7 sind so übereinander gestapelt und mittels Widerstands-Rollenschweißen miteinander verschweißt, dass die geradlinigen Enden 10 der Anschlussflansche 9 jeweils bündig aufeinander liegen. Beim Widerstands-Rollenschweißen durchläuft der Stapel aus übereinander angeordneten Wärmetauschermodulen 7 einen Schweißkanal, in welchem die aneinanderliegenden Enden 10 der Anschlussflansche 9 über Rollen geführt und flächig miteinander verschweißt werden.

**[0032]** Ferner ist in Fig. 3 beispielhaft am rechten Seitenrand des oberen Wärmetauschermoduls 6 eine Abdeckung 11 vorhanden, welche die gegenüberliegenden Enden 10 der Anschlussflansche 9 der beiden Halbschalen 2" des oberen Wärmetauschermoduls 7 verbindet. Dieser Abschluss ermöglicht die Ausbildung eines weiteren Verteilers 12, der sich in Längsrichtung (senkrecht zur Zeichenebene) erstreckt. Die Abdeckung ist einerseits für den Fall vorgesehen, dass eine Kühlflüssigkeit durch den Metallschaumkörper 4 strömt (Pfeil 15) und durch den weiteren Verteiler abgeführt wird. Analog ist an dem linken Seitenrand des oberen Wärmetauschermoduls 6 ebenfalls eine Abdeckung 11 zur

Bildung eines Verteilers 12 möglich, welcher die Kühlflüssigkeit zuführt. Dementsprechendes könnten alle Seitenränder der in Fig. 3 gezeigten Wärmetauschermodule 7 mit Abdeckungen 11 versehen werden.

**[0033]** Alternativ kann an einem der Flansche oder an beiden eine Rinne (nicht dargestellt) ausgebildet zur Abführung von sog. Tropfwasser ausgebildet werden. Es fällt bei einer Durchströmung des Metallschaumkörpers 4 mit Luft (Pfeil 15) infolge der Luftabkühlung im Metallschaumkörper 4 an.

**[0034]** Die in den Figuren 2 und 3 angedeuteten Wärmetauschermodule werden zur Ausbildung eines kompletten Wärmetauschers jeweils durch ein oberes und ein unteres Abschlussmodul, bestehend aus einer Halbschale 2' bzw. 2'' und einem Metallschaumkörper 4, vervollständigt.

**[0035]** Die in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Metallschaumkörper 4 können auch unterschiedlich hoch ausgebildet werden. Die Stapelung mehrerer Wärmetauschermodule 5, 6, 7 kann nämlich auch derart erfolgen, dass die Metallschaumkörper 4 verschiedener Wärmetauschermodule 5, 6, 7 übereinander zu liegen kommen. Die sich aus der benachbarten Lage zweier Metallschaumkörper 4 ergebende Höhe kann so durch die Höhe der einzelnen Metallschaumkörper 4 bestimmt werden.

**[0036]** Um ein Aufreißen der Verbindungen zwischen den Metallschaumkörpern 4 und den Schalen 2, 2', 2'' bei Wärmetauschermodulen großer Längen (z.B. 10 bis 12 m) zu vermeiden, kann gegebenenfalls eine Ausgleichsschicht zumindest teilweise zwischen Metallschaumkörper 4 und Schale 2, 2', 2'' angeordnet werden. Diese ist in der Lage, die aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Stahl und Aluminium und die in Folge der hohen Drücke innerhalb der Schale 2, 2', 2'' auftretenden Spannungen zu reduzieren oder zu kompensieren.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscher für Industrieanlagen, insbesondere für Kraftwerke, mit mindestens einem Verteiler für ein fluides Medium und mindestens einem an dem Verteiler befestigten Wärmetauscherelement, **dadurch gekennzeichnet, dass** er unter Ausbildung einer sandwichartigen Anordnung aus Verteilern (1) und aus Metallschaumkörpern (4) bestehenden Wärmetauscherelementen (3) zusammengesetzt ist, wobei die Verteiler (1) als Rohr (2) oder zumindest aus miteinander verbundenen Halbrohren (2', 2'') bestehen, und dass benachbarte Rohre (2) bzw. Halbrohre (2', 2'') über den Metallschaumkörper (4) miteinander verbunden sind.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Rohr als Vollrohr (2) ausgestaltet ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vollrohr (2) aus zwei Halbrohren zusammengesetzt ist.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbrohre als Halbschalen (2') aus Blech ausgebildet sind.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbschale (2') einen etwa trapezförmigen Querschnitt aufweist.

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schale (2, 2', 2'') im Querschnitt einen vorbestimmten Kurvenverlauf aufweist.

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den gegenüberliegenden Seiten des Metallschaumkörpers (4) jeweils ein Rohr (2) oder eine Halbschale (2', 2'') zur Ausbildung eines sandwichartigen Wärmetauschermoduls (5, 6, 7) befestigt ist.

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Wärmetauschermodule (5, 6, 7) stapelartig übereinander angeordnet sind.

9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ränder (8) der Halbschalen (2, 2', 2'') zweier Wärmetauschermodule (5, 6, 7) an deren Stirnseiten miteinander verschweißt sind.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ränder (8) als über den Metallschaumkörper (4) nach außen überstehende Flansche (9) ausgebildet sind.

11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flansche (9) benachbarter Wärmetauschermodule (5, 6, 7) mittels Widerstands-Rollenschweißen miteinander verschweißt sind.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Enden (10) gegenüberliegender Anschlussflansche (9) benachbarter Wärmetauschermodule (5, 6, 7) mit einer Abdeckung (11) zur Ausbildung eines weiteren Verteilers (12) verbunden sind, welcher zur Aufnahme von aus dem Metallschaumkörper (4) austretenden Fluids oder zur Einspeisung eines Fluids in den Metallschaumkörper (4) dient. 5

13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Rohr oder die Halbschale (2, 2', 2'') mit dem mindestens einen Metallschaumkörper (4) verlötet ist. 15

14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der mindestens eine Metallschaumkörper (4) aus offenporigem Metallschaum besteht. 20

15. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 25  
**dass** der mindestens eine Metallschaumkörper (4) aus Aluminiumschaum besteht.

16. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Metallschaumkörper (4) von einem fluiden Medium durchströmbar ist.

17. Wärmetauscher nach Anspruch 16, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Metallschaumkörper (4) von Luft durchströmt ist, in welche Wasser eingesprüht ist.

40

45

50

55

Fig. 1

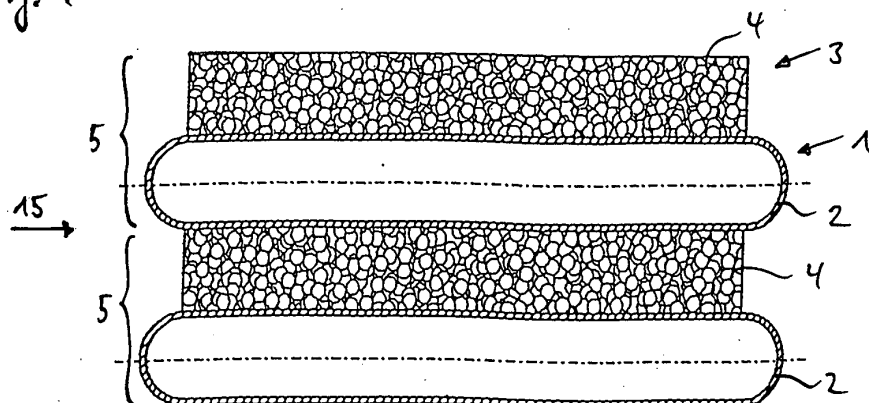


Fig. 2

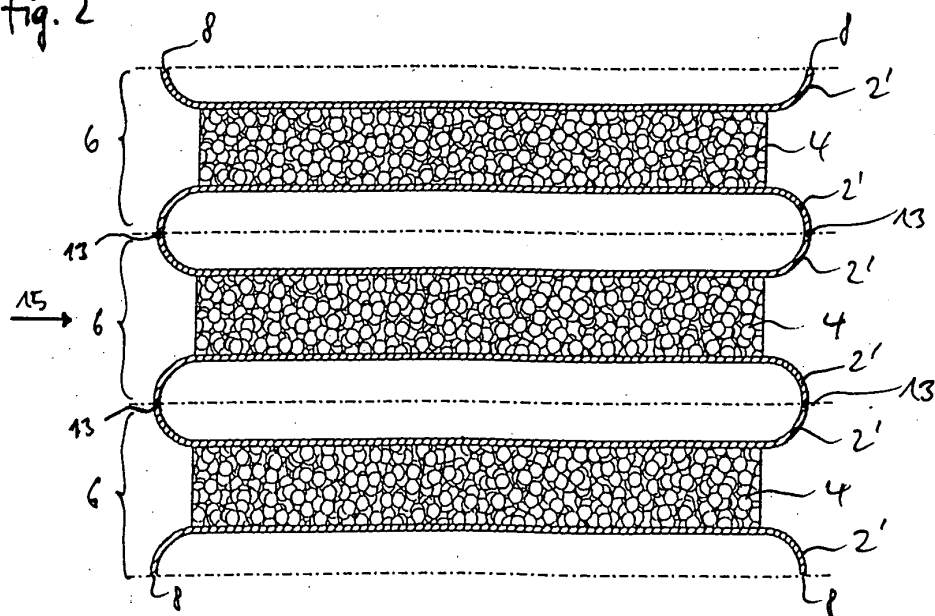
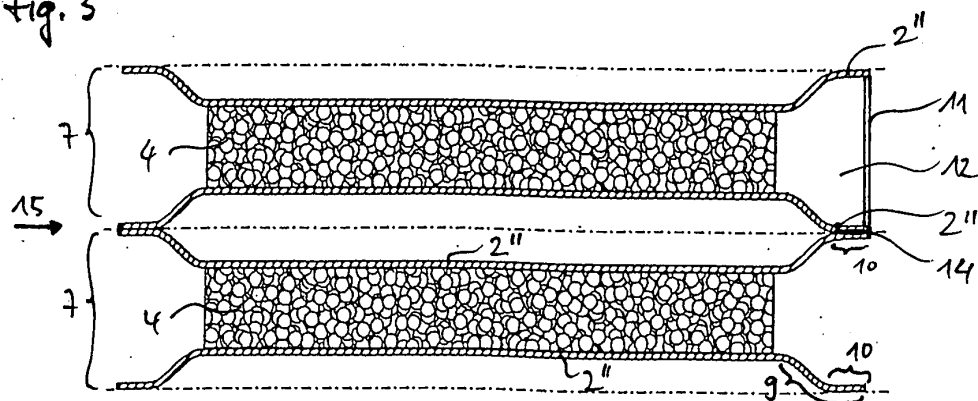


Fig. 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 00 0280

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                          |                                                     |                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                      | Betrifft Anspruch                                   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | FR 2 738 625 A (VALEO CLIMATISATION)<br>14. März 1997 (1997-03-14)<br>* Seite 8 - Seite 9; Abbildungen 1,2 *                             | 1-17                                                | F28F13/00                               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 6 284 206 B1 (CORRIGAN THOMAS J ET AL)<br>4. September 2001 (2001-09-04)<br>* das ganze Dokument *                                    | 1-17                                                |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 6 142 222 A (KANG BYUNG HA ET AL)<br>7. November 2000 (2000-11-07)<br>* das ganze Dokument *                                          | 1-17                                                |                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 02/42707 A (TOONEN THEODOR JOHANNES PETER ;MEUZELAAR BOB (NL); LEERKAMP PETER)<br>30. Mai 2002 (2002-05-30)<br>* das ganze Dokument * | 1-17                                                |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          |                                                     | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          |                                                     | F28F                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                          |                                                     |                                         |
| Recherchenort<br><b>MÜNCHEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          | Abschlußdatum der Recherche<br><b>14. Juni 2004</b> | Prüfer<br><b>Bain, D</b>                |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                          |                                                     |                                         |

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 0280

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-06-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| FR 2738625 A                                       | 14-03-1997                    | FR 2738625 A3                     | 14-03-1997                    |
| US 6284206 B1                                      | 04-09-2001                    | AU 4020100 A                      | 09-10-2000                    |
|                                                    |                               | DE 10084373 T0                    | 14-03-2002                    |
|                                                    |                               | JP 2002540556 T                   | 26-11-2002                    |
|                                                    |                               | WO 0056440 A1                     | 28-09-2000                    |
| US 6142222 A                                       | 07-11-2000                    | KEINE                             |                               |
| WO 0242707 A                                       | 30-05-2002                    | NL 1016713 C2                     | 29-05-2002                    |
|                                                    |                               | AU 2279902 A                      | 03-06-2002                    |
|                                                    |                               | CA 2429489 A1                     | 30-05-2002                    |
|                                                    |                               | EP 1346184 A1                     | 24-09-2003                    |
|                                                    |                               | WO 0242707 A1                     | 30-05-2002                    |
|                                                    |                               | TW 502103 B                       | 11-09-2002                    |

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82