(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 161 525 A1**

# (12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
**10.03.2010 Patentblatt 2010/10**

(21) Anmeldenummer: **08015786.0**

(22) Anmeldetag: **08.09.2008**

(51) Int Cl.:
***F28D 7/08*** *(2006.01)* ***F28D 7/16*** *(2006.01)*
***F28F 9/00*** *(2006.01)* ***F22B 1/16*** *(2006.01)*
***F22B 21/24*** *(2006.01)* ***F22B 1/00*** *(2006.01)*

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
**AL BA MK RS**

(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH**
**40882 Ratingen (DE)**

(72) Erfinder:
- **Bruckmann, Wilhelm**
  **46049 Oberhausen (DE)**
- **Hegner, Wolfgang, Dr.**
  **46236 Bottrop (DE)**
- **Band, Dirk**
  **40878 Ratingen (DE)**

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
**Lang & Tomerius**
**Patentanwälte**
**Landsberger Strasse 300**
**80687 München (DE)**

## (54) Wärmetauscher in Modulbauweise

(57) Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1) in Modulbauweise, insbesondere für mit großen Last- und/oder Temperaturwechseln betriebene Anlagen, mit einem Außenmantel (70) und einer Anzahl von Wärmetauschermodulen, wobei jedes Wärmetauschermodul, welches entweder ein Vorwärmer- (10), Verdampfer- (20, 30, 40) oder Überhitzermodul (50) ist, einen Eintrittssammler (11, 21, 31, 41, 51), einen Austrittssammler (12, 22, 32, 42, 52) sowie mäanderförmig verlaufende Rohre (120), durch die das wärmeaufnehmende Medium, insbesondere Wasser, vom Eintrittssammler (11, 21, 31, 41, 51) zum Austrittssammler (12, 22, 32, 42, 52) strömt, aufweist, und ferner die Wärmetauschermodule in einem gemeinsamen Außenmantel (70) angeordnet sind, so dass sie vom gleichen, wärmeabgebenden Medium umströmt werden, wobei die Verdampfermodule (20, 30, 40) über eine außerhalb des Außenmantels (70) angeordnete Dampftrommel (60) parallel geschaltet sind.

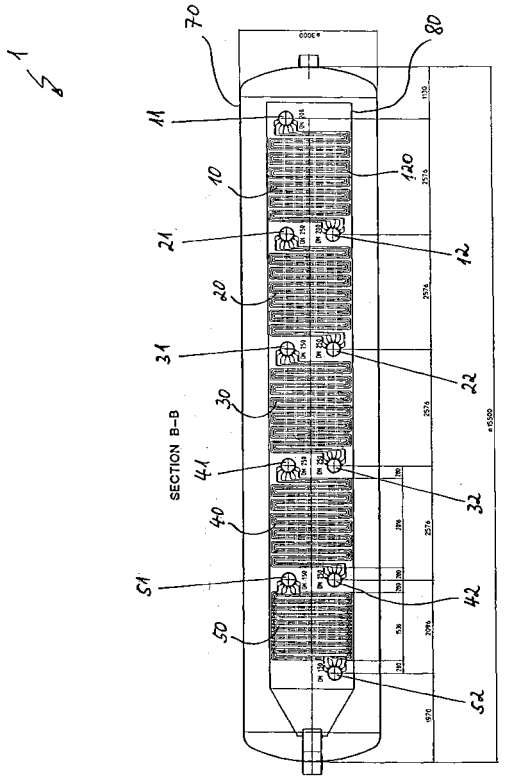



Fig. 4

EP 2 161 525 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher in Modulbauweise für Anlagen, in denen große Last- und/oder Temperaturschwankungen auftreten, insbesondere Solarkraftwerke.

**[0002]** Aus DE 29510720 U1 der Anmelderin ist ein Wärmetauscher bekannt, der sich insbesondere als Kühlluftkühler für Gasturbinen bestens bewährt hat. Dieser weist Rohre zur Trennung des wärmeabgebenden Mediums und des wärmeaufnehmenden Mediums auf. Die Rohre sind mäanderförmig verlaufend zwischen einem Einlaß-Sammelrohr und einem Auslaß-Sammelrohr angeordnet und werden von einem wärmeaufnehmenden Medium durchströmt. Das wärmeabgebende Medium umströmt diese mäanderförmig verlaufenden Rohre.

**[0003]** Mit Hilfe des aus DE 29510720 U1 bekannten Wärmetauschers können die aufgrund der häufigen Last- und Temperaturwechsel auftretenden Belastungen mechanischer und thermischer Art erfolgreich gemindert werden. Ferner erlaubt die mäanderartige Formgebung der Rohrbündel ein "Downsizing" des Wärmetauschers bei gleichbleibender Leistung. Trotz der aufgeführten Vorteile besteht weiterhin Bedarf an noch kompakteren und noch effizienteren Wärmetauschern, die flexibel, aber trotzdem kostengünstig hergestellt werden können. Wärmetauscher für Solarkraftwerke, insbesondere Parabolrinnenkraftwerke, müssen außerdem schnellere Anfahrgeschwindigkeiten mit hohen Temperaturgradienten aufweisen.

**[0004]** Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den aus DE 29510720 U1 bekannten Wärmetauscher weiter zu verbessern und einen Wärmetauscher anzugeben, welcher eine noch kompaktere Bauweise ermöglicht, so dass noch weniger Platzbedarf für den Wärmetauscher erforderlich ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, neben der Senkung der Produktionskosten eine flexible Bauweise zu ermöglichen.

**[0005]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen Wärmetauscher gemäß dem unabhängigen Anspruch. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen wiedergegeben.

**[0006]** Der erfindungsgemäße Wärmetauscher ist modular aufgebaut. Die Wärmetauschermodule, welche mindestens ein Vorwärmer-, mindestens ein Verdampfer- und mindestens ein Überhitzermodul sind, werden in einem gemeinsamen Außenmantel angeordnet, in welchem ein wärmeabgebendes Medium die Wärmetauschermodule mit den mäanderförmig verlaufenden Rohrbündeln umströmt: Der Wärmetauscher vereint also mindestens drei verschiedene Apparate in einem. Der Wärmeaustausch erfolgt nach dem Gegen- bzw. Kreuzstromprinzip. Die mäanderförmigen Rohre werden von einem wärmeaufnehmenden Medium, beispielsweise Wasser, durchströmt. Durch die mäanderförmige Anordnung der Rohrbündel wird die Baugröße des Wärmetauschers verringert, die Wärmeübertragung vom wärmeabgebenden zum wärmeaufnehmenden Medium verbessert und ferner die Thermoelastizität des Aufbaus erhöht.

**[0007]** Die Erfindung beruht unter anderem auf der Erkenntnis, dass durch die Anordnung der einzelnen Wärmetauschermodule in einem gemeinsamen Außenmantel die Baugröße des Wärmetauschers bei gleicher oder gar erhöhter Leistungsfähigkeit des Wärmetauschers deutlich verringert wird. Ein weiterer Vorteil der modularen Bauweise besteht in der Möglichkeit der flexiblen Anpassung einzelner Wärmetauschermodule je nach den Anforderungen. So können beispielsweise je nach Bedarf einzelne Module hinzugefügt werden oder nur einzelne Module beispielsweise durch Änderung der Rohrbündellängen modifiziert werden. Dadurch entfällt der Aufwand für eine umfangreiche Gesamtauslegung des Wärmetauschers. Außerdem können Produktionskosten gesenkt werden, da anstelle der kostenintensiven Einzelanfertigung von Wärmetauscherkomponenten Gleichteile bzw. gleiche Module verwendet werden können. Durch die Einsparung von zusätzlichen Rohrverbindungen zwischen den Einzelmodulen und durch die kompakte Bauweise werden nicht nur Materialkosten gesenkt sondern auch der Wirkungsgrad des Wärmetauschers erhöht, da der Wärmeverlust an die Umgebung dank der Abnahme der Oberfläche, welche mit der Umgebung in Kontakt steht, effektiv verringert wird.

**[0008]** Durch die Parallelschaltung mehrerer Verdampfermodule mittels einer Dampftrommel wird die Flexibiltät und die Effizienz weiter gesteigert. Zudem kann schnelleres Anfahren mit höheren Temperaturgradienten erreicht werden, was bei wechselnden Last- und Temperaturbedingungen von beispielsweise Solarkraftwerken von enormer Bedeutung ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung sind die Rohre, durch die das wärmeaufnehmende Medium vom Austrittssammler des jeweiligen Verdampfermoduls zur Dampftrommel strömt, so miteinander verbunden, dass sie nur einen einzigen gemeinsamen Eintritt in die Dampftrommel aufweisen. Dadurch werden weiterhin Materialkosten und auch der Wärmeverlust an die Umgebung verringert.

**[0009]** Ebenso können gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Rohre, durch die das wärmeaufnehmende Medium von der Dampftrommel zum Eintrittssammler des jeweiligen Verdampfermoduls strömt, so miteinander verbunden sein, dass sie einen einzigen gemeinsamen Austritt aus der Dampftrommel aufweisen.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann der Wärmetauscher entweder horizontal oder vertikal aufgestellt werden. Die vertikale Aufstellung erlaubt eine noch bessere Flächennutzung. Dabei können mehrere der erfindungsgemäßen Wärmetauscher nebeneinander parallel auf einer relativ kleinen Fläche betrieben werden. Bei insbesondere Solarkraftanlagen sind die Platzverhältnisse ungünstig, da die Parabolrinnenkollektoren sehr viel Platz einnehmen. Die platzsparende Bauweise der erfindungsgemäßen Wär-

metauscher erlaubt eine fast ortsungebundene Aufstellung, so dass die Strömungswege der aufgeheizten Medien zum Wärmetauscher zweckmäßiger Weise verkürzt werden können. Die Temperaturen des wärmeabgebenden Mediums bei Eintritt in den Wärmetauscher sind höher, so dass die Wärmeausbeute besser wird.

**[0011]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass das Wärmetauschermodul bei horizontaler Aufstellung eine Anzahl von horizontalen Rohrlagen aufweist, wobei jede Rohrlage aus einer gleichen Anzahl von Rohren gebildet wird, und dass die Rohrlagen so angeordnet sind, dass die Rohre der einzelnen Rohrlagen in vertikaler Richtung genau übereinander liegend ausgerichtet sind, wobei die Strömungsrichtungen des wärmeaufnehmenden Mediums in den vertikal benachbarten, quer zur Mittelachse des Außenmantels angeordneten Rohrabschnitten entgegengesetzt sind. Die Ausführung der Rohrbündel in einzelnen Rohrlagen ermöglicht eine extrem kompakte Bauweise. Dadurch dass die Rohre vertikal genau übereinanderliegen; können herkömmliche Abstandhalter zwischen den Rohren verwendet werden. Die entgegengesetzte Strömung in den vertikal benachbarten Rohrabschnitten, die quer zur Mittelachse des Außenmantels angeordnet sind, begünstigt die symmetrische Temperaturverteilung im Wärmetauscher in Bezug auf die Mittelachse. Entsprechendes gilt auch bei der vertikalen Aufstellung des Wärmetauschers. In diesem Fall liegen dann die Rohrlagen gegenüber der horizontalen Aufstellung um 90° verdreht, vertikal nebeneinander, wobei zweckmäßigerweise das Vorwärmermodul im gemeinsamen Außenmantel am tiefsten ist.

**[0012]** Vorzugsweise weisen die Ein- und Austrittssammler einen kreisförmigen Querschnitt auf. Dabei sind die Rohre einer Rohrlage auf einer Umfangsebene des jeweiligen Ein- und Austrittssammlers voneinander um einen gleichen Winkel versetzt mit dem jeweiligen Ein- und Austrittssammler verbunden. Auf diese Weise wird das Herstellungsverfahren erleichtert, da genug Platz für Schweißarbeiten, spanende Fertigung oder sonstige Arbeiten an den Sammlern geboten wird.

**[0013]** Weiterhin bevorzugt, sind die Rohre der benachbarten Rohrlagen so mit dem jeweiligen Ein- und Austrittssammler verbunden, dass die Rohre der einen Rohrlage bezüglich der Rohre der benachbarten Rohrlage um einen Winkel versetzt auf einer benachbarten Umfangsebene des jeweiligen Ein- und Austrittssammlers angeordnet sind. Hierdurch können die Umfangsflächen der Ein- bzw. Austrittssammler optimal ausgenutzt werden, so dass die Anordnung der Rohrlagen kompakt gestaltet werden kann. Es bleibt immer noch genügend Platz für Schweißarbeiten, spanende Fertigung oder sonstige Arbeiten an den Sammlern.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind die Rohre der Wärmetauschermodule in einem gemeinsamen Innengehäuse angeordnet, welcher konzentrisch innerhalb des Außenmantels angeordnet ist und eine Ein- und eine Austrittsöffnung für das wärmeabgebende Medium aufweist. Das Querschnittsprofil des Innengehäuses ist vorzugsweise rechteckig, so dass die Rohbündel möglichst eng von diesem Innengehäuse umschlossen werden. Durch die zusätzliche Umschließung der wärmeaustauschenden Komponenten wird eine weitere Isolierung zwischen den Wärmetauschermodulen und der Umgebung geschaffen. Alternativ kann der Raum zwischen dem Außenmantel und dem Innengehäuse als zusätzlicher Strömungskanal für das wärmeabgebende Medium genutzt werden. Auf diese Weise wird die Verweilzeit des wärmeabgebenden Mediums im Wärmetauscher verlängert, so dass die Wärmeübertragung zum wärmeaufnehmenden Medium verbessert wird.

**[0015]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren näher beschrieben. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsvariante mit Darstellung der rohrseitigen Strömungswege bei vertikaler Aufstellung;
Fig. 2 einen Längsschnitt wie Fig. 1, allerdings mit Darstellung der mantelseitigen Strömungswege;
Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsvariante bei horizontaler Aufstellung;
Fig. 4 eine Schnittansicht entlang der Linie B-B aus Fig. 3;
Fig. 5 eine vergrößerte Detailansicht aus Fig. 8;
Fig. 6 eine Draufsicht von Fig. 5;
Fig. 7 eine vergrößerte Detailansicht aus Fig. 3;
Fig. 8 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A aus Fig. 3.

**[0016]** Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel. Der Wärmetauscher 1 ist in platzsparender Weise horizontal aufgestellt. In dem Außenmantel 70 befindet sich ein Innengehäuse 80, welches ein rechteckiges Querschnittsprofil aufweist. In dem Innengehäuse sind die mäanderförmig verlaufenden Rohre 120 der einzelnen Wärmetauschermodule 10, 20, 30, 40, 50 angeordnet. Das wärmeaufnehmende Medium, beispielsweise Wasser, tritt über die Rohrleitung 91 in den Eintrittssammler 11 des Vorwärmermoduls 10 ein. Nach dem Durchströmen der Rohre 120 des Vorwärmermoduls 10 tritt es über den Austrittssammler 12 des Vorwärmermoduls 10 und über die Rohrleitung 92 in die Dampftrommel 60. Aus der Dampftrommel 60 tritt das aufgeheizte Wasser über die Rohrleitungen 93, 94, 95 in die parallel geschalteten Verdampfermodule 20, 30, 40. Über eine gemeinsame Rückflussleitung 96 strömt das Wasser-Dampf-Gemisch aus den Verdampfermodulen 20, 30, 40 wieder in die Dampftrommel 60. Die Dampftrommel 60 weist Mittel (hier nicht gezeigt) zur Abscheidung des Wassers aus dem Wasser-Dampf-Gemisch, so dass der trockene Dampf zur Überhitzung über die Rohrleitung 97 in den Eintrittssammler 51 des Überhitzermoduls 50 gelangt. Der nun im Überhitzermodul 50 überhitzte Dampf tritt über die Rohrleitung 98 aus dem Wärmetauscher und gelangt beispielsweise zur Stromerzeugung in die nach-

geschaltete Turbine.

**[0017]** Figur 2 zeigt das gleiche Ausführungsbeispiel aus Fig. 1, allerdings wird hier der Strömungsweg des wärmeabgebenden Mediums genauer dargestellt. Das wärmeabgebende Medium, welches in diesem Fall ein über die Sonnenenergie aufgeheiztes Thermoöl ist, tritt über den Eintrittsstutzen 71 des Außenmantels 70 mit einer Temperatur von ca. 400°C ein. Über den Kanal 73, der durch den Außenmantel 70 und das Innengehäuse 80 gebildet wird, tritt das Thermoöl in das Innengehäuse 80 ein, in dem das Thermoöl die Rohre 120 des Überhitzermoduls 50, der drei Verdampfermodule 40, 30, 20 und des Vorwärmermoduls 10 der Reihe nach umströmt und dadurch die Wärme an Wasser abgibt. Anschließend strömt das abgekühlte Thermoöl über den Austrittsstutzen 72 aus dem Wärmetauscher 1.

**[0018]** Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei der Wärmetauscher 1 hierbei horizontal aufgestellt ist.

**[0019]** In Figur 4, der Schnittansicht entlang der Linie B-B aus Fig. 3, ist die Modulbauweise des Wärmetauschers 1 am besten sichtbar. Das Vorwärmermodul 10 mit dem Eintrittssammler 11 und dem Austrittssammler 12 weist mäanderförmig verlaufende Rohre 120 auf. Die Bauweise der anderen Wärmetauschermodule, nämlich der Verdampfermodule 20, 30, 40 sowie des Überhitzermoduls 50 ist identisch. Sie unterscheiden sich lediglich in ihren Dimensionen. Die Verdampfermodule 20, 30, 40 allerdings sind exakt gleich. Die Anzahl der Verdampfermodule 20, 30, 40 kann nach Bedarf angepasst werden. Da exakt gleiche Teile verwendet werden, ergeben sich hieraus Vorteile hinsichtlich der Herstellungskosten. Außerdem können bei Störungen ein oder mehrere, defekte Wärmetauschermodule einfach ausgebaut und durch neue ersetzt werden.

**[0020]** In Figur 5 wird ein erfindungsgemäßer Sammler vergrößert dargestellt. Es handelt sich hierbei um den Austrittssammler 42 des dritten Verdampfermoduls 40. Im wesentlichen unterscheiden sich die Ein- und Austrittssammler der verschiedenen Wärmetauschermodule nur geringfügig voneinander. Auch hier werden Vorteile der Modulbauweise erkennbar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante münden die Rohre 101, 102, 103, 104 einer ersten Lage 100 in einer horizontalen Ebene um einen gleichen Winkel $\alpha$ versetzt in den Sammler 42. Ebenso münden die Rohre 111, 112, 113, 114 einer zweiten Lage 110 um den gleichen Winkel $\alpha$ versetzt in den Sammler 42.

**[0021]** Figur 6 zeigt eine Draufsicht auf den Sammler 42. Der Winkel $\alpha$, um den ein Rohr einer Lage vom nächsten Rohr der gleichen Lage versetzt ist, beträgt in diesem Fall jeweils 45°. Die zweite Lage 110, die zur ersten Lage 100 vertikal benachbart ist, ist auf dem Sammler 42 gegenüber der ersten Lage 100 um genau $\beta = 22{,}5°$ versetzt angeordnet, so dass die Rohre 111, 112, 113, 114 der zweiten Lage 110 in Figur 6 jeweils mittig zwischen den Rohren 101, 102, 103, 104 der ersten Lage 100 sichtbar sind. Durch diese regelmäßig horizontal und vertikal versetzte Anordnung von Einmündungen am Sammler 42 bleibt trotz der hohen Kompaktheit immer ein genügender Abstand für Schweißarbeiten oder weitere Fertigungsschritte.

**[0022]** Figur 7 zeigt die vergrößerte Detailansicht "X" aus Fig. 3. Alle Rohre der unterschiedlichen Lagen sind so angeordnet, dass sie vertikal genau übereinanderliegen. Durch die horizontal und vertikal genaue Ausrichtung können einfache Abstandshalter 130 gleichmäßig angeordnet werden. Ein weiterer Vorteil bei der Anordnung der Rohre 120 in Lagen besteht darin, dass die Strömungsrichtungen in den vertikal benachbarten Rohrabschnitten 210, die quer zur Mittelachse 200 des Außenmantels 70 angeordnet sind, entgegengesetzt sind.

**[0023]** Figur 8 zeigt einen weiteren Vorteil der Erfindung. Durch die benachbarte Anordnung der Ein- bzw. Austrittssammler 42, 51 benachbarter Wärmetauschermodule 40, 50 kann die Gesamtlänge des Wärmetauschers 1 weiter reduziert werden. Herkömmlich wurden die Sammler mittig auf der Mittelachse 200 des Wärmeträgers 1 angeordnet.

**[0024]** Die Figuren 9 und 10 zeigen den Aufbau der einzelnen Rohrlagen 100 und 110. In den Rohrabschnitten 210, die quer zur Mittelachse 200 des Außenmantels 70 angeordnet sind, weist jedes Rohr bezüglich seines vertikal benachbarten Rohres bei horizontaler Aufstellung bzw. bezüglich seines horizontal benachbarten Rohres bei vertikaler Aufstellung eine entgegengesetzte Richtung der Rohrströmung auf.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1) in Modulbauweise, insbesondere für mit großen Last- und/oder Temperaturwechseln betriebene Anlagen, mit einem Außenmantel (70) und einer Anzahl von Wärmetauschermodulen, wobei jedes Wärmetauschermodul, welches entweder ein Vorwärmer-(10), Verdampfer- (20, 30, 40) oder Überhitzermodul (50) ist, einen Eintrittssammler (11, 21, 31, 41, 51), einen Austrittssammler (12, 22, 32, 42, 52) sowie mäanderförmig verlaufende Rohre (120), durch die das wärmeaufnehmende Medium, insbesondere Wasser, vom Eintrittssammler (11, 21, 31, 41, 51) zum Austrittssammler (12, 22, 32, 42, 52) strömt, aufweist, und ferner die Wärmetauschermodule in einem gemeinsamen Außenmantel (70) angeordnet sind, so dass sie vom gleichen, wärmeabgebenden Medium umströmt werden, wobei die Verdampfermodule (20, 30, 40) über eine außerhalb des Außenmantels (70) angeordnete Dampftrommel (60) parallel geschaltet sind.

2. Wärmetauscher (1) nach Anspruch 1,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** der Wärmetauscher (1) horizontal oder vertikal aufstellbar ist.

**3.** Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** das Wärmetauschermodul bei horizontaler Aufstellung eine Anzahl von horizontalen Rohrlagen (100, 110) aufweist, wobei jede Rohrlage (100, 110) aus einer gleichen Anzahl von Rohren gebildet wird, und dass die Rohrlagen (100, 110) so angeordnet sind, dass die Rohre der einzelnen Rohrlagen (100, 110) in vertikaler Richtung genau übereinander liegend ausgerichtet sind, wobei die Strömungsrichtungen des wärmeaufnehmenden Mediums in den vertikal benachbarten, quer zur Mittelachse (200) des Außenmantels (70) angeordneten Rohrabschnitten (210) entgegengesetzt sind.

**4.** Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** das Wärmetauschermodul bei vertikaler Aufstellung eine Anzahl von vertikalen Rohrlagen (100, 110) aufweist, wobei jede Rohrlage (100, 110) aus einer gleichen Anzahl von Rohren gebildet wird, und dass die Rohrlagen (100, 110) so angeordnet sind, dass die Rohre der einzelnen Rohrlagen (100, 110) in horizontaler Richtung genau nebeneinander liegend ausgerichtet sind, wobei die Strömungsrichtungen des wärmeaufnehmenden Mediums in den horizontal benachbarten, quer zur Mittelachse (200) des Außenmantels (70) angeordneten Rohrabschnitten (210) entgegengesetzt sind.

**5.** Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** die Ein- (11, 21, 31, 41, 51) und Austrittssammler (12, 22, 32, 42, 52) einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, und die Rohre (101, 102, 103, 104) einer Rohrlage (100) auf einer Umfangsebene des jeweiligen Ein- (41) und Austrittssammlers (42) voneinander um einen gleichen Winkel ($\alpha$) versetzt mit dem jeweiligen Ein- (41) und Austrittssammler (42) verbunden sind.

**6.** Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** die Rohre (101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114) der benachbarten Rohrlagen (100, 110) so mit dem jeweiligen Ein- (41) und Austrittssammler (42) verbunden sind, dass die Rohre (111, 112, 113, 114) der einen Rohrlage (110) bezüglich der Rohre (101, 102, 103, 104) der benachbarten Rohrlage (100) um einen Winkel ($\beta$) versetzt auf einer benachbarten Umfangsebene des jeweiligen Ein- (41) und Austrittssammlers (42) angeordnet sind.

**7.** Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** die Rohre (120) der Wärmetauschermodule in einem gemeinsamen Innengehäuse (80) angeordnet sind, welcher konzentrisch innerhalb des Außenmantels (70) angeordnet ist und eine Ein- und eine Austrittsöffnung für das wärmeabgebende Medium aufweist.

**8.** Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** die Rohre (96a, 96b, 96c), durch die das wärmeaufnehmende Medium vom Austrittssammler (22, 32, 42) des jeweiligen Verdampfermoduls (20, 30, 40) zur Dampftrommel (60) strömt, so miteinander verbunden sind, dass sie einen einzigen gemeinsamen Eintritt (96) in die Dampftrommel (60) aufweisen.

**9.** Wärmetauscher (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
**dadurch gekennzeichnet,**
**dass** die Rohre (93, 94, 95), durch die das wärmeaufnehmende Medium von der Dampftrommel (60) zum Eintrittssammler (21, 31, 41) des jeweiligen Verdampfermoduls (20, 30, 40) strömt, so miteinander verbunden sind, dass sie einen einzigen gemeinsamen Austritt aus der Dampftrommel (60) aufweisen.

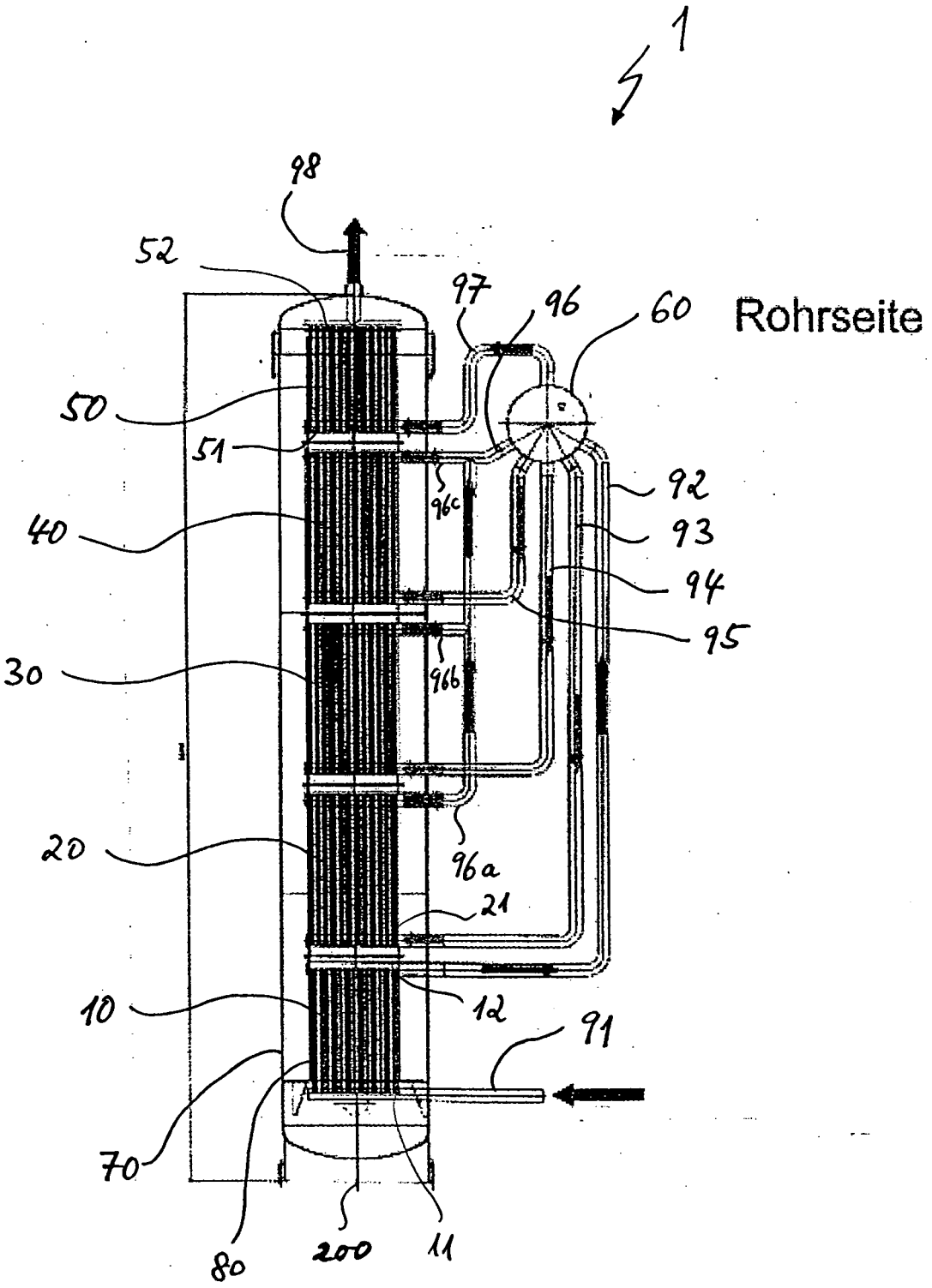

1
98
52
97
96
60
Rohrseite
50
51
96c
92
40
93
94
95
30
96b
20
96a
21
10
12
91
70
80
200
11

Fig. 1

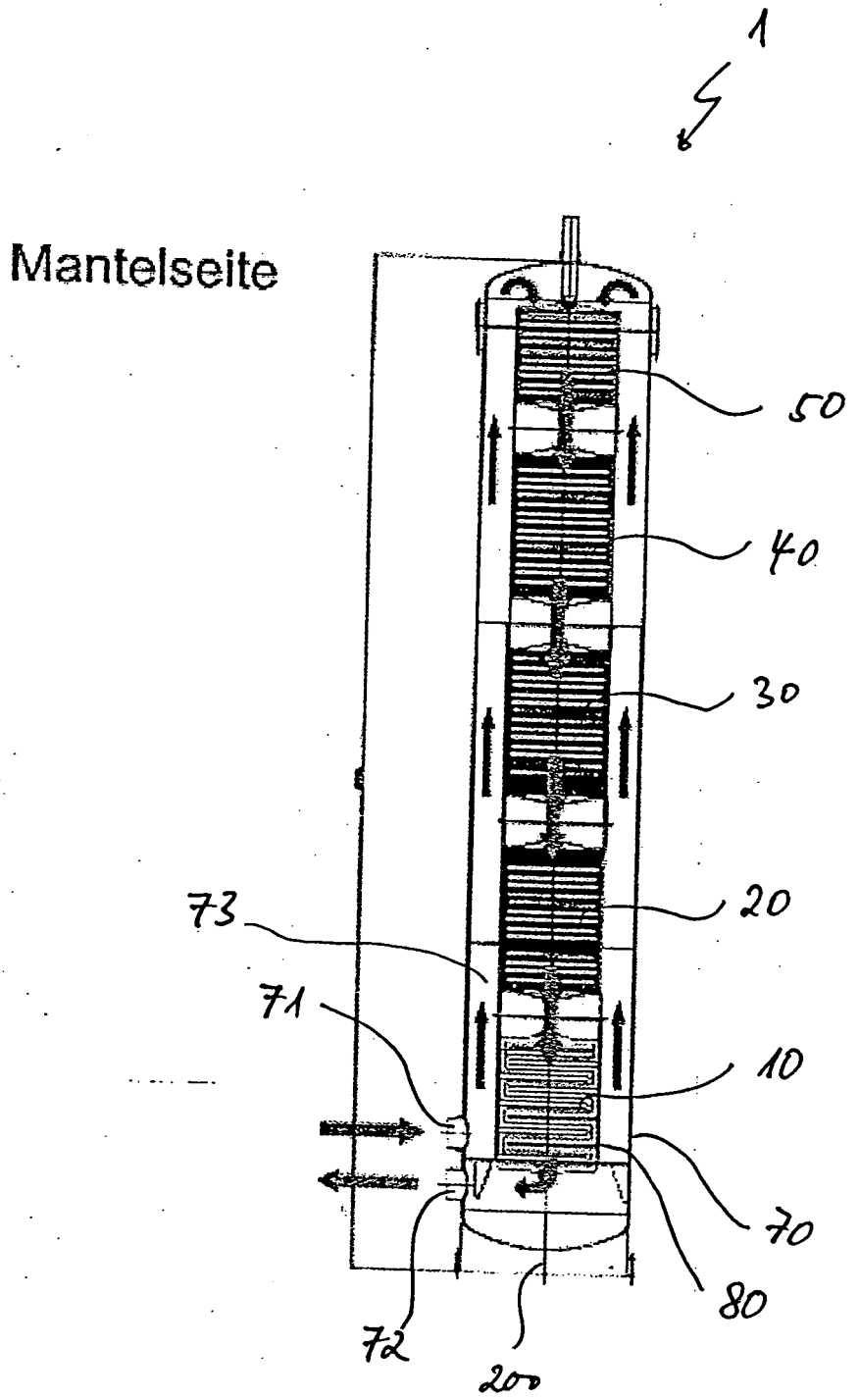



Fig. 2

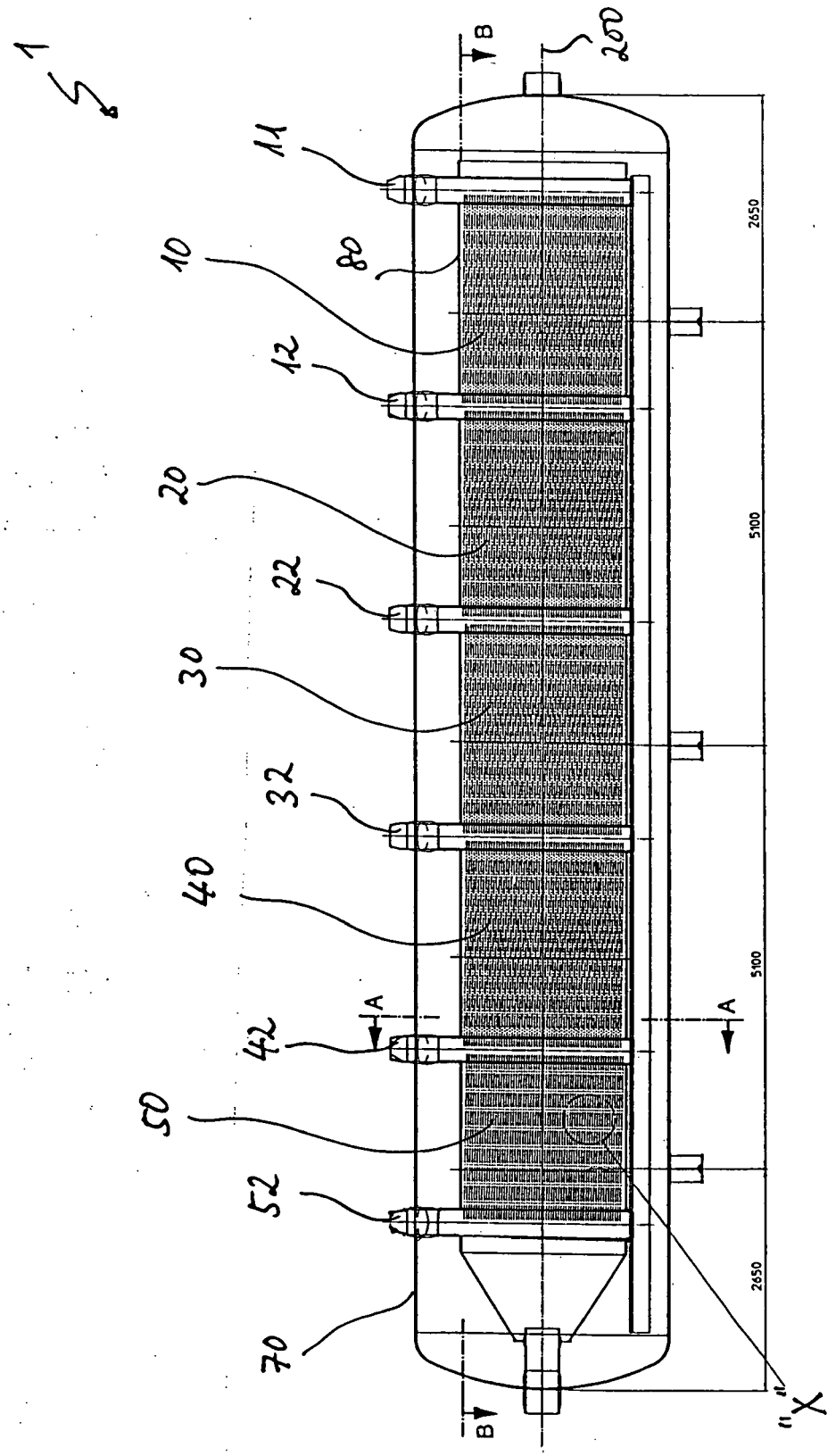

1
B
200
11
10
80
12
20
22
30
32
40
A
42
50
52
70
2650
5100
5100
2650
A
B
X

Fig. 3

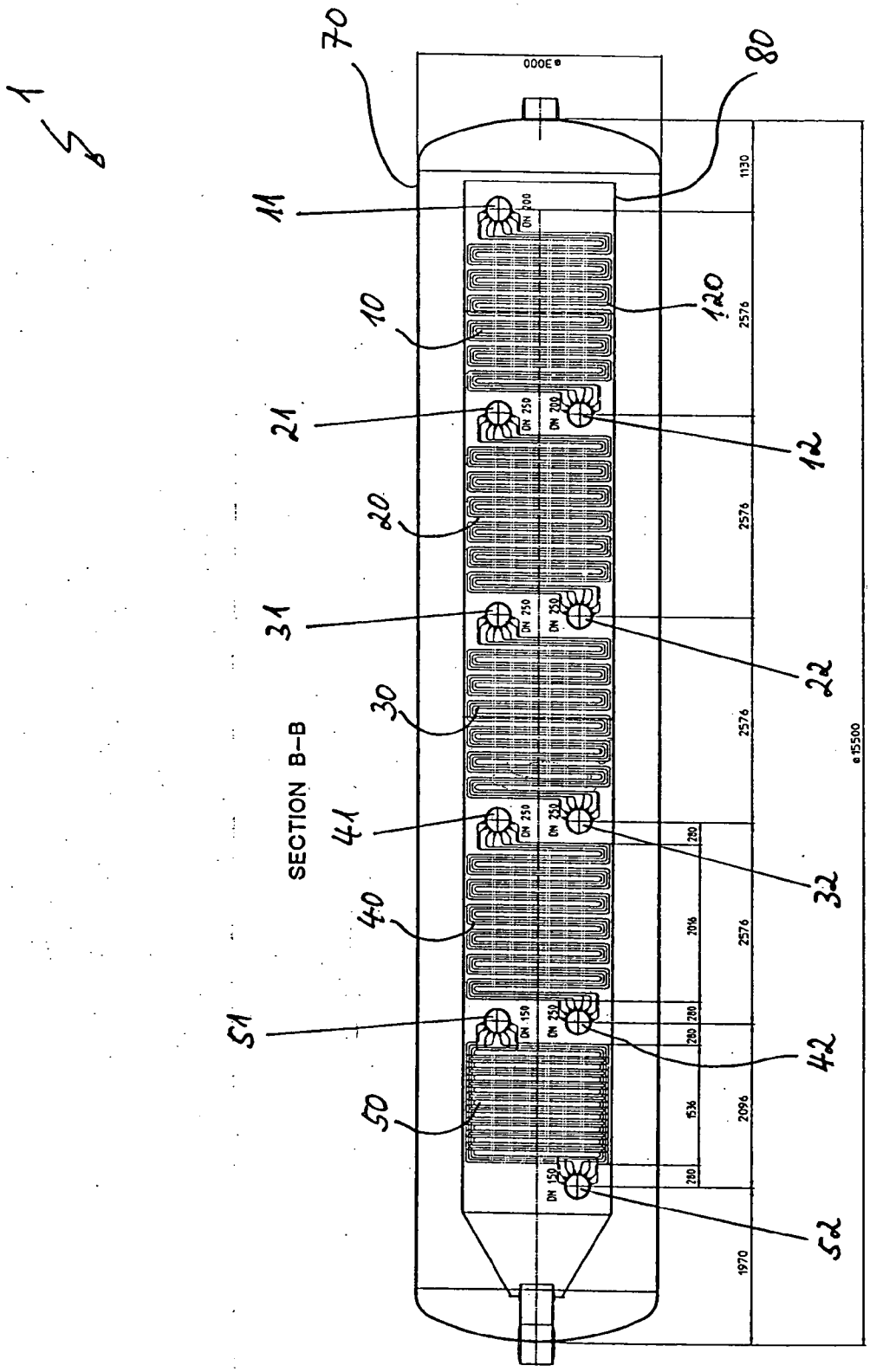

1
70
80
11
10
120
21
12
20
31
22
30
41
32
40
51
42
50
52
SECTION B-B
ø3000
ø15500
1130
2576
2576
2576
2576
2096
1970
280
206
280
280
536
280
DN 200
DN 250
DN 250
DN 250
DN 250
DN 250
DN 150
DN 150

Fig. 4

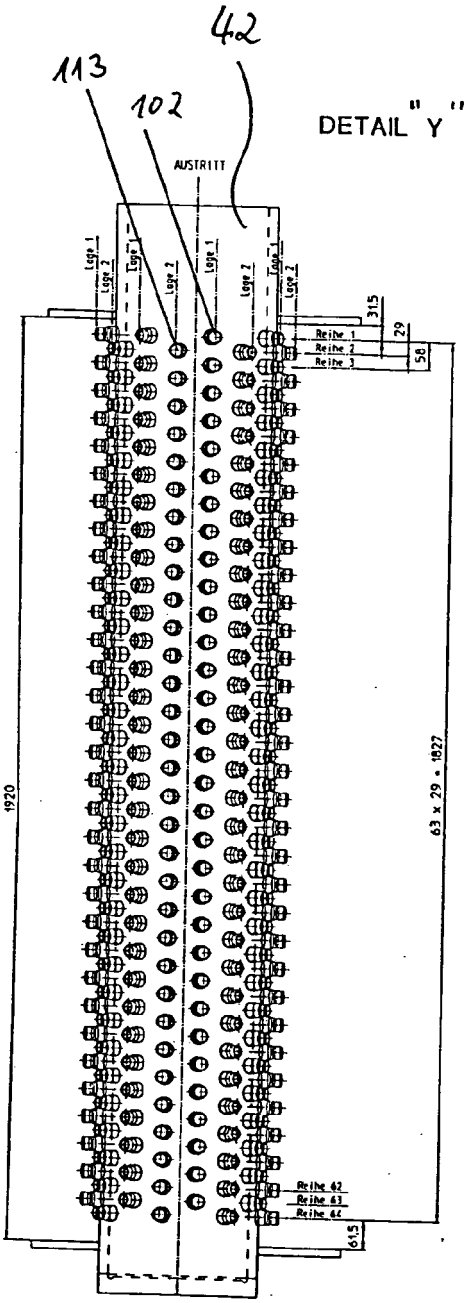

42
113
102
DETAIL "Y"
AUSTRITT
Lage 1
Lage 2
315
29
50
Reihe 1
Reihe 2
Reihe 3
1920
63 x 29 = 1827
Reihe 62
Reihe 63
Reihe 64
61,5

Fig. 5

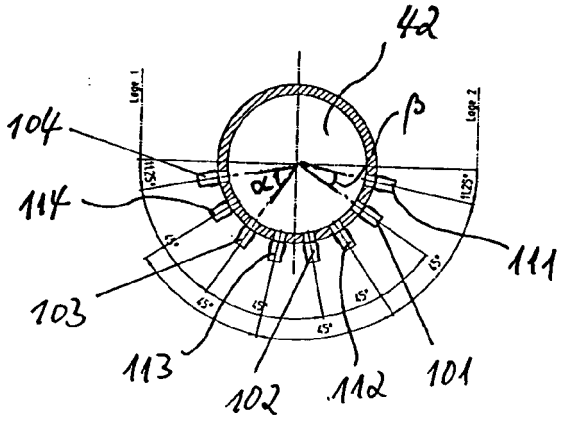

42
β
104
114
103
113
102
112
101
111
Lage 1
Lage 2
45°

Fig. 6

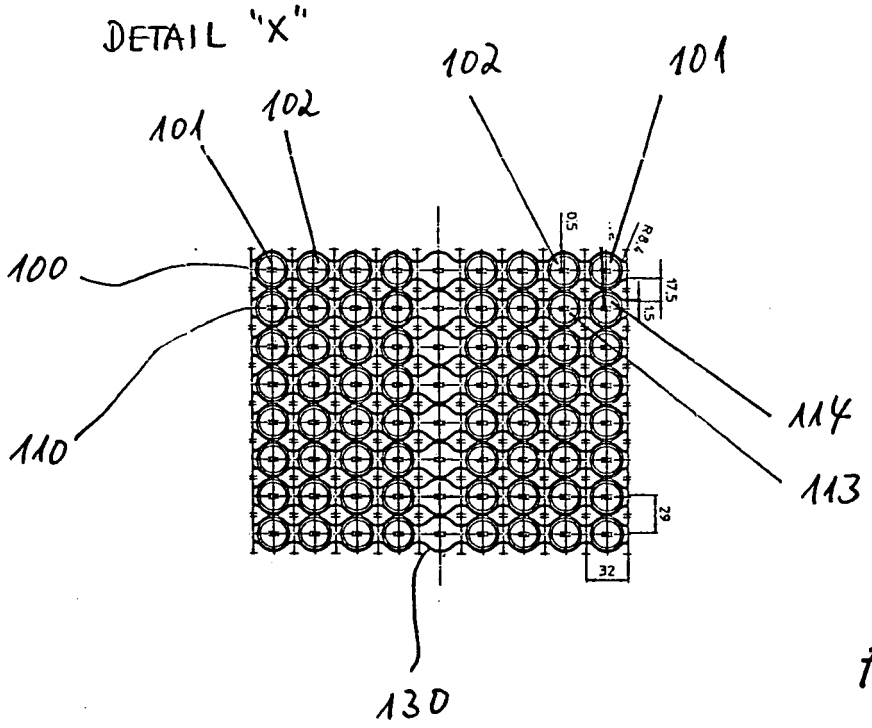

DETAIL "X"
101
102
102
101
100
110
114
113
130
0.5
R4.5
17.5
1.5
29
32

Fig. 7


1

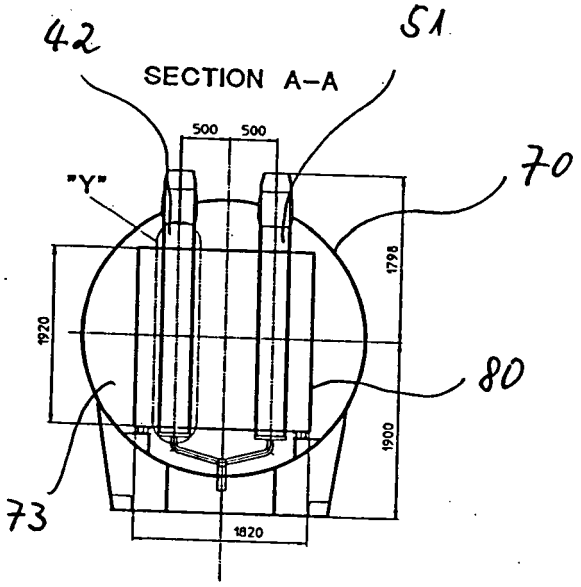

42
51
SECTION A–A
500
500
"Y"
70
1798
1920
80
1900
73
1820

Fig. 8

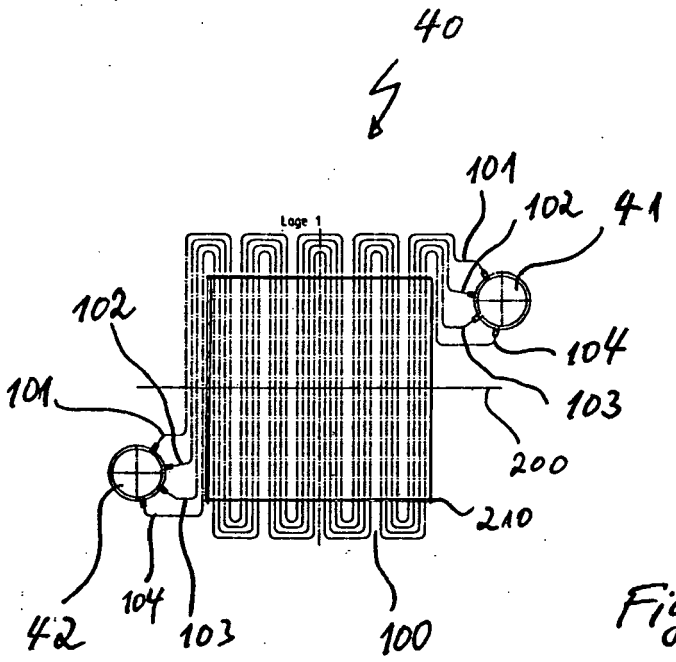

40
101
102
41
Lage 1
102
104
101
103
200
210
42
104
103
100

Fig. 9

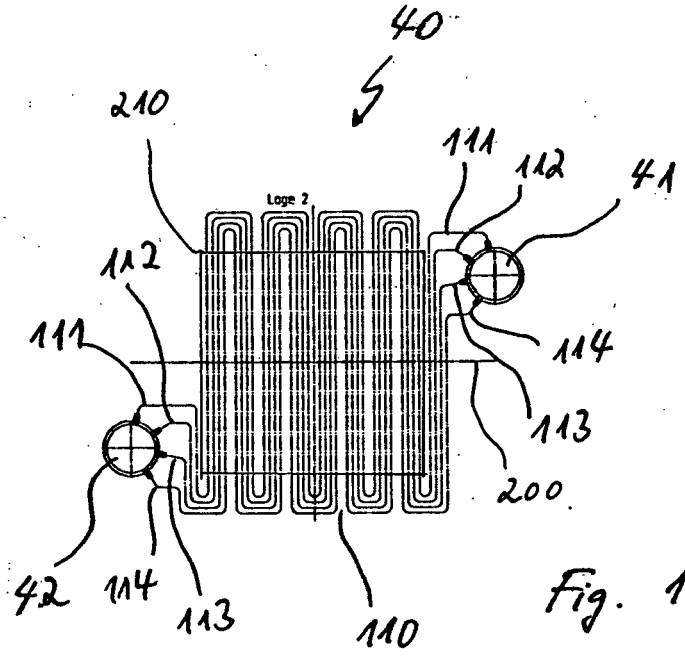

40
210
111
112
41
Lage 2
112
111
114
113
200
42
114
113
110

Fig. 10

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 5786

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
|---|---|---|---|
| X | GB 653 540 A (COMB ENG SUPERHEATER INC) 16. Mai 1951 (1951-05-16) | 1,2,5-9 | INV. F28D7/08 |
| Y | * das ganze Dokument * | 4 | F28D7/16 F28F9/00 |
| X | DE 102 22 974 A1 (ENGINON AG [DE] ENGINION AG [DE]) 11. Dezember 2003 (2003-12-11) | 1-3,5,6 | F22B1/16 F22B21/24 |
| Y | * das ganze Dokument * | 4 | F22B1/00 |
| X | DE 11 99 281 B (VORKAUF HEINRICH) 26. August 1965 (1965-08-26) | 1,2,5,6, 8,9 | |
| A | * das ganze Dokument * | 4 | |
| X | DE 101 27 830 A1 (SIEMENS AG [DE]) 12. Dezember 2002 (2002-12-12) | 1,2,5,8, 9 | |
| A | * das ganze Dokument * | 3,4 | |
| X | US 6 019 070 A (DUFFY THOMAS E [US]) 1. Februar 2000 (2000-02-01) | 1,2,8,9 | |
| A | * Spalten 1-4 * * Spalten 10-13; Abbildungen 1-5 * | 3,4 | |
| X | DE 32 48 096 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG [DE]) 5. Juli 1984 (1984-07-05) * Seite 9, Absatz 3; Abbildungen 6,7 * | 1,2,7 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F28D F28F F22B |
| X | DE 17 76 011 A1 (BUCKAU WOLF MASCHF R) 3. Juni 1971 (1971-06-03) * Seiten 5-6 * * Seite 8 - Seite 9; Abbildungen 1-4 * | 1,2 | |
| X | EP 0 228 722 A (STONE & WEBSTER ENG CORP [US]) 15. Juli 1987 (1987-07-15) * Spalte 6, Zeile 6 - Spalte 12, Zeile 16; Abbildungen 1-5 * | 1,2 | |
| L | EP 1 519 108 A (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 30. März 2005 (2005-03-30) * Absätze [0049] - [0058]; Abbildung 1 * | | |

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer |
|---|---|---|
| München | 23. Februar 2009 | Leclaire, Thomas |

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

## ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 08 01 5786

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.

23-02-2009

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| GB 653540 A | 16-05-1951 | KEINE | |
| DE 10222974 A1 | 11-12-2003 | KEINE | |
| DE 1199281 B | 26-08-1965 | KEINE | |
| DE 10127830 A1 | 12-12-2002 | CA 2449652 A1 | 19-12-2002 |
| | | CN 1526059 A | 01-09-2004 |
| | | CZ 20033530 A3 | 14-04-2004 |
| | | WO 02101292 A2 | 19-12-2002 |
| | | EP 1393001 A2 | 03-03-2004 |
| | | JP 2004529310 T | 24-09-2004 |
| | | PL 367197 A1 | 21-02-2005 |
| | | SK 16062003 A3 | 04-02-2005 |
| | | US 2004149239 A1 | 05-08-2004 |
| US 6019070 A | 01-02-2000 | KEINE | |
| DE 3248096 A1 | 05-07-1984 | AU 557721 B2 | 08-01-1987 |
| | | AU 1969583 A | 28-06-1984 |
| | | BR 8306715 A | 31-07-1984 |
| | | JP 59134486 A | 02-08-1984 |
| | | US 4509463 A | 09-04-1985 |
| | | ZA 8307558 A | 24-12-1984 |
| DE 1776011 A1 | 03-06-1971 | KEINE | |
| EP 0228722 A | 15-07-1987 | JP 5018001 B | 10-03-1993 |
| | | JP 62158901 A | 14-07-1987 |
| EP 1519108 A | 30-03-2005 | DE 10346255 A1 | 28-04-2005 |

EPO FORM P0461

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

## 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 29510720 U1 **[0002] [0003] [0004]**