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

(11) EP 0 802 384 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.10.1997 Patentblatt 1997/43

(51) Int. Cl.[6]: **F28D 7/12**

(21) Anmeldenummer: **97103857.5**

(22) Anmeldetag: **07.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **17.04.1996 AT 693/96**

(71) Anmelder: **Andritz-Patentverwaltungs-Gesellschaft m.b.H.**
8045 Graz (AT)

(72) Erfinder: **Stummer, Giselher, Ing.**
8062 Kumberg (AT)

(74) Vertreter: **Schweinzer, Friedrich**
Stattegger Strasse 18
8045 Graz (AT)

(54) Wärmetauscher

(57) Wärmetauscher, insbesondere zur Verwendung in Wirbelschichttrocknern, mit zumindest einer Zuführung 1', 2' und einer Ableitung für das Wärmeträgerfluid und zumindest einem vom Wärmeträgerfluid durchströmten Wärmetauscherrohr 3'. Um die Wärmetauscherrohre 3' gut zugänglich zu machen, und die Strömung durch den Wärmetauscher durch das Verteilungs- oder Ableitsystem für das Wärmeträgerfluid so wenig wie möglich zu beeinflussen, ist vorgesehen, daß das oder jedes Wärmetauscherrohr 3' an lediglich einem seiner Enden mit einer Zuführung 2' für Wärmeträgerfluid verbunden und am anderen Ende 3'' geschlossen ist, in seinem Inneren zumindest ein zweites Rohr 7 mit kleinerem Durchmesser enthält, welches zumindest eine Öffnung 8 im Bereich des geschlossenen Endes 3'' des Wärmeträgerrohres 3' aufweist und dessen anderes Ende 9 in die Ableitung 10, 11 für das Wärmeträgerfluid mündet.

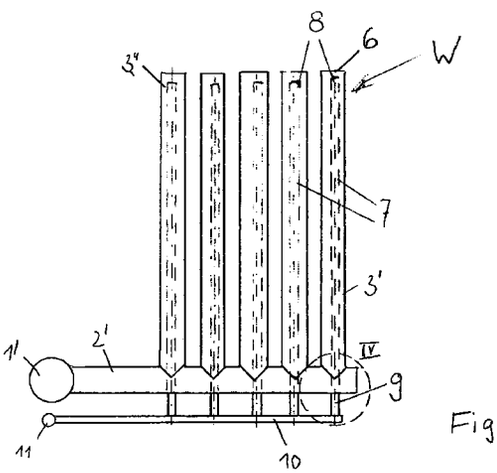

Fig. 2

EP 0 802 384 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere zur Verwendung in Wirbelschichttrocknern, mit zumindest einer Zuführung und einer Ableitung für das Wärmeträgerfluid und zumindest einem vom Wärmeträgerfluid durchströmten Wärmetauscherrohr, sowie einen Wirbelschichttrockner.

Konventionelle Wärmetauscher sind mit mehreren vom Wärmeträgerfluid durchströmten Rohren versehen, die über eine Zuführung mit Verteilersystem an einem Ende mit erwärmtem Wärmetauschertluid, beispielsweise Heißwasser oder Dampf, versorgt werden. Während dieses Fluid die Rohre passiert, gibt es einen Teil seiner Wärme an das den Wärmetauscher umströmende Medium ab und wird in abgekühltem Zustand - bei Verwendung von Dampf kann dies auch in kondensiertem Zustand erfolgen - über ein Sammelsystem und zumindest eine Ableitung am anderen Ende der Wärmetauscherrohre wieder abgeführt.

Durch das an einer Seite der Wärmetauscherrohre vorgesehene Verteilungssystem für das Wärmeträgerfluid sind diese Wärmetauscherrohre beispielsweise für die Reinigung oder Reparatur schlecht zugänglich. Weiters bilden die quer liegenden Verteilerrohre eine Einengung des freien Durchtrittsquerschnittes und speziell bei Durchströmung senkrecht auf die Verteilerebene eine Störung der Strömung durch den Wärmetauscher. Bei Verwendung eines derartigen Wärmetauschers in Wirbelschichttrocknungsanlagen liegt dieser zumindest mit seinem oberen Abschnitt im Wirbelbett, an welches die Wärme des Wärmeträgerfluids abgegeben werden soll. Das Verteilersystem bildet dabei eine erhebliche Störung der Strömung des das Wirbelbett fluidisierenden Mediums und damit des Wirbelbettes selbst. Durch die im Wirbelbett liegenden Verteilerrohre - verschärft durch die Einengung des Durchströmquerschnittes - ist dabei die Gefahr der Anpackung des zu trocknenden Gutes an den Wärmetauscher gegeben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung war daher ein Wärmetauscher, dessen Wärmetauscherrohre zur Inspektion, Wartung und Reparatur gut zugänglich sind und bei dem das Verteilungs- oder Ableitsystem für das Wärmeträgerfluid die Strömung durch den Wärmetauscher so wenig wie möglich beeinflußt, insbesondere bei Durchströmung quer zum Verteilungs- oder Ableitsystem. Der Wärmetauscher soll besonders geeignet für die Verwendung in der Wirbelschicht von Wirbelschichttrocknern sein, indem die Strömung des fluidisierenden Mediums so ungehindert wie möglich bleibt und Anpackungen des zu trocknenden Gutes weitgehende verhindert werden. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist ein einfach zu wartender bzw. reparierbarer Wirbelschichttrockner, dessen Wirbelschichtströmung möglichst ungestört und durch den Wärmetauscher ungehindert bleibt.

Zur Lösung der ersten Aufgabe ist ein Wärmetauscher der eingangs angeführten Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes Wärmetauscherrohr an lediglich einem seiner Enden mit einer Zuführung für Wärmeträgerfluid verbunden und am anderen Ende geschlossen ist, in seinem Inneren zumindest ein zweites Rohr mit kleinerem Durchmesser enthält, welches zumindest eine Öffnung im Bereich des geschlossenen Endes des Wärmeträgerrohres aufweist und dessen anderes Ende in eine Ableitung mündet. Damit ist jedes vorhandene Wärmetauscherrohr von einem Ende her für die Inspektion, Wartung und Reparatur, allenfalls auch für einen leichteren Austausch, zugänglich. Die Strömung durch den Wärmetauscher ist aufgrund an einem Ende der Rohre fehlender Verteilersysteme für das Wärmeträgerfluid weniger gestört als bei herkömmlichen Wärmetauscherkonstruktionen. Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einem Wirbelschichttrockner ist die Gefahr des Anpackens durch die freie Durchströmbarkeit um die freien Enden der Wärmetauscherrohre weitestgehend vermieden. Bei Verwendung von heißem Dampf als Wärmeträgerfluid können das innere Rohr und die nachfolgenden Leitungsabschnitte sehr klein gehalten werden, da es nur Schlupfdampf und Luft abführen muß. Der kondensierte Dampf wird hier durch die Dampfzuführung auch wieder abgeleitet. Wenn im folgenden von einer Zuführung für Wärmeträgerfluid die Rede ist, ist im Fall von heißem Dampf damit auch die gleichzeitige Ableitung für das Kondensat gemeint. Nur bei nicht kondensierenden Fluids übernimmt die Zuführung nur diese eine Funktion.

Vorteilhafterweise ist ein zweites Rohr konzentrisch im Inneren des Wärmetauscherrohres angeordnet, um einen gleichmäßigen Wärmeaustausch über die gesamte Oberfläche des Rohres sicherzustellen.

Wenn die Öffnung des zweiten Rohres genau an dessen Ende liegt, wobei die Ebene der Öffnung vorzugsweise schräg auf die Achsrichtung orientiert ist, ist die Strömung des Wärmeträgerfluids durch das Wärmetauscherrohr über dessen gesamte Länge sichergestellt. Die allfällige Schrägstellung der Eintrittsöffnung in das innere Rohr gestattet ein stabilisierendes Anliegen am Ende des inneren Rohres am Ende des Wärmeträgerrohres und stellt bei Varianten mit Einströmung des nach dem Wärmetausch abgekühlten Wärmeträgerfluids zu dessen Abfuhr überdies ein günstiges Strömungsbild im Rohr sicher.

Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß das zweite Rohr durch die Zuführung für das Wärmeträgerfluid hindurch geführt ist und in eine zu dieser Zuführung parallele Ableitung für das Wärmeträgerfluid oder Ableitung für Luft und Schlupfdampf mündet. Damit ist eine relativ einfache und stabile Ausführung gegeben.

Vorteilhafterweise sind mehrere Wärmetauscherrohre nebeneinander entlang einer vorzugsweise geraden Zuführung für Wärmeträgerfluid, allenfalls auch einer parallelen Ableitung, vorgesehen, durch welche Kombination bzw. Zusammenfassung der Zu- bzw. Ableitung für das Wärmeträgerfluid/und oder Luft und

Schlupfdampf die Fläche der Verteilersystem nochmals verkleinert und die Durchströmung des Wärmetauschers verbessert werden kann.

Um eine weitere Vereinfachung und Flächenverminderung des Wärmeträgerfluidsystems zu erzielen, münden gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung zumindest zwei Zuführungen für Wärmeträgerfluid, allenfalls auch parallele Ableitungen, für jeweils mehrere nebeneinanderliegende Wärmetauscherrohre in eine gemeinsame Sammelleitung.

Zur optimalen Verwendung in einem Wirbelschichttrockner ist das oder jedes Wärmetauscherrohr im wesentlichen vertikal stehend und sind die bzw. jede Zuführung und Ableitung am unteren Ende des Rohres vorgesehen. Damit kann der Wärmetauscher mit seinem oberen, von Zu- bzw Ableitungen freien Wärmetauscherrohren im fluidisierten Wirbelbett sein, ohne daß die fluidisierende Strömung durch den Wärmetauscher behindert, die Durchströmungsfläche verkleinert und die Gefahr des Anpackens von zu trocknendem Gut am Wärmetauscher gegeben ist.

Die zweite genannte Aufgabe wird durch einen Wirbelschichttrockner mit einem im wesentlichen vertikalen Trocknergehäuse und zumindest einem darin befindlichen Wärmetauscher gelöst, der dadurch gekennzeichnet ist, daß dieser Wärmetauscher gemäß einem der vorhergehenden Absätze ausgebildet ist.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung, weitere Merkmale und Vorteile unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden.

Dabei zeigt Fig. 1 einen herkömmlichen Wärmetauscher in der Seitenansicht, Fig. 2 stellt einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher in der Seitenansicht, Fig. 3 ist eine Draufsicht auf den Wärmetauscher der Fig. 2, Fig. 4 ist eine vergrößerte Darstellung eines Wärmetauscherrohres in einer vorteilhaften Ausführungsform gemäß der Erfindung und Fig. 5 zeigt eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Wirbelschichttrockners.

Beim herkömmlichen Wärmetauscher der Fig. 1 ist an dessen Oberseite eine Sammelleitung 1 zur Zuführung von heißem Dampf als Wärmeträgerfluid vorgesehen. Mehrere gerade Verteilerleitungen 2 gehen seitlich von der Sammelleitung 1 ab und führen den heißen Dampf in im wesentlichen vertikale Wärmetauscherrohre 3. Der obere Teil des Wärmetauschers liegt im Bereich der Wirbelschicht W aus mittels einer Luftströmung von unten her (Pfeilrichtung) fluidisiertem, zu trocknendem Gut. Nachdem das Wärmeträgerfluid seine Wärmeenergie an diese Gut in der Wirbelschicht W abgegeben hat und dabei im wesentlichen vollständig kondensiert wurde, tritt das Wärmeträgerfluid aus mehreren nebeneinanderliegenden Rohren 3 als Kondensat in untere Abzugsleitungen 4. Mehrere Abzugsleitungen 4 münden in eine im unteren Bereich des Wärmetauschers liegende, gemeinsame Sammel-Abzugsleitung 5.

Beim erfindungsgemäßen Wärmetauscher gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform befindet sich die Sammelleitung 1' zur Zuführung des erwärmten Wärmeträgerfluids in dessen unterem Bereich. Auch von dieser Sammelleitung 1' gehen seitlich im wesentlichen horizontal liegende Verteilerleitungen 2' aus, die mehrere vertikal stehende Wärmetauscherrohre 3' versorgen. Diese Rohre 3' sind an ihrem oberen Ende 3" frei und ragen bei der Verwendung in einem Wirbelschichttrockner mit diesem freien Ende 3", vorzugsweise durch eine ebene Platte 6 abgeschlossen, in die Wirbelschicht W hinein.

Im Inneren des Wärmetauscherrohres 3' befindet sich konzentrisch ein zweites Rohr 7 mit gegenüber dem Wärmetauscherrohr 3' kleinerem Außendurchmesser. Nachdem das Wärmeträgerfluid im Rohr 3' hochgeströmt ist und dabei seine Wärmeenergie an das zu trocknende Gut in der Wirbelschicht W abgegeben hat, kondensiert es auch im Zwischenraum zwischen dem inneren Rohr 7 und der Innenseite des Wärmetauscherrohres 3'. Das Kondensat gelangt zurück in die Verteilerleitung 2' und die Sammelleitung 1', die beide hier auch als Kondensatableitungen fungieren. Schlupfdampf und/oder Luft tritt durch zumindest eine Öffnung 8 in das innere Rohr 7 ein und wird darin nach unten geführt. Am unteren Ende des Wärmetauscherrohres 3' ist das zweite, innere Rohr 7 mit einer Verlängerung 9 durch die Verteilerleitung 2' hindurchgeführt. Vorzugsweise sind zur baulichen und regeltechnischen Vereinfachung alle inneren Rohre 7 der an einer Verteilerleitung 2' angeschlossenen Wärmetauscherrohre 3' auch an eine gemeinsame untere Ableitung 10 angeschlossen, die vorzugsweise unterhalb aber parallel der Verteilerleitung 2' zu einer Sammel-Ableitung 11 für Luft und Schlupfdampf führt. Auch diese Sammel-Ableitung 11 verläuft vorzugsweise unterhalb der Sammelleitung 1', vorzugsweise parallel zu dieser.

Bei Verwendung von nicht kondensierenden Wärmeträgerfluids treten diese nach dem Wärmetausch durch die Öffnung 8 in des innere Rohr 7 ein und strömen zum unteren Ende dieses Rohres 7, weiter durch die Verlängerung 9, in die Ableitung 10 und schließlich in die Sammel-Ableitung 11.

Wie in der Draufsicht in Fig. 3 dargestellt ist, sind an eine Sammelleitung 1' - und auch eine Sammel-Ableitung 11 - vorzugsweise mehrere im wesentlichen gerade, im wesentlichen horizontal liegende und parallele Verteilerleitungen 2' angeschlossen. Jede dieser Verteilerleitungen 2' trägt mehrere senkrecht stehende Wärmetauscherrohre 3', deren obere Enden in die Wirbelschicht W ragen.

Ein einzelnes erfindungsgemäßes Wärmetauscherrohr 3' ist in größerem Maßstab in Fig. 4 dargestellt. Dieses Rohr 3' ist stehend an die Verteilerleitung 2' angeschlossen, in einfachster Weise daran angeschweißt, allenfalls auch abnehmbar befestigt. Am oberen Ende befindet sich eine der Einfachheit halber ebene Endplatte 6, die meist in einfacher Weise ebenfalls angeschweißt ist. Die Eintrittsöffnung 8 für Luft

oder Schlupfdampf liegt gegenüber der Achsrichtung schräg, wobei durch das Anliegen des inneren Rohres 7 an der Innenseite der Endplatte 6 eine Stabilisierung des inneren Rohres 7 im Wärmeträgerrohr 3' erzielt ist.

Wenn ein nicht kondensierendes Wärmeträgerfluid, beispielsweise Warmwasser, verwendet wird, ist die Ableitung 10, 11 natürlich größer zu dimensionieren und dafür kann die Verteilerleitung 2', welche nun nicht mehr dem Rücktransport von Kondensat dienen muß, kleiner ausgeführt werden. An seinem unteren Ende ist das innere, zweite Rohr 7 durch die Verteilerleitung 2' hindurch verlängert und mündet mit dieser Verlängerung 9, die über die Unterseite dieser Leitung 2' hinaus noch ein Stück weiter nach unten reicht, in die vorzugsweise parallel der Leitung 2' verlaufende Ableitung 10 für Luft oder Schlupfdampf bzw. abgekühltes Wärmeträgerfluid.

Schließlich ist in Fig. 5 beispielhaft und schematisch ein Wirbelschichttrockner mit dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher WT zur Trocknung des in der Wirbelschicht W fluidisierten Gutes dargestellt. Die Luft zur Fluidisierung wird in das turmförmige, sich vorzugsweise nach oben erweiternde Gehäuse 12 des Trockners mittels eines Zuluftventilators 13 eingeblasen. Es passiert den Wärmetauscher WT mit seinen vertikal stehenden Wärmetauscherrohren 3', denen über die Sammelleitung 1' Heißdampf als Wärmeträgerfluid zugeführt und das Kondensat abgeführt wird. Über die Leitung 10 und anschließend 11 wird Schlupfdampf und Luft abgeleitet.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere zur Verwendung in Wirbelschichttrocknern, mit zumindest einer Zuführung und einer Ableitung für das Wärmeträgerfluid und zumindest einem vom Wärmeträgerfluid durchströmten Wärmetauscherrohr, dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes Wärmetauscherrohr (3') an lediglich einem seiner Enden mit einer Zuführung (2') für Wärmeträgerfluid verbunden und am anderen Ende (3") geschlossen ist, in seinem Inneren zumindest ein zweites Rohr (7) mit kleinerem Durchmesser enthält, welches zumindest eine Öffnung (8) im Bereich des geschlossenen Endes des Wärmeträgerrohres (3') aufweist und dessen anderes Ende (9) in eine weitere Ableitung (10) mündet.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Rohr (7) konzentrisch im Inneren des Wärmetauscherrohres (3') angeordnet ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (8) des zweiten Rohres (7) genau an dessen Ende liegt, wobei die Ebene der Öffnung (8) vorzugsweise schräg auf die Achsrichtung orientiert ist.

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Rohr (7) durch die Zuführung (2') für das Wärmeträgerfluid hindurch geführt ist und in eine zu dieser Zuführung (2') parallele Ableitung (10) mündet.

5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wärmetauscherrohre (3') nebeneinander entlang einer vorzugsweise geraden Zuführung (2') für Wärmeträgerfluid, allenfalls auch einer parallelen Ableitung (10), vorgesehen sind.

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei Zuführungen (2') für Wärmeträgerfluid, allenfalls auch parallele Ableitungen (10), für jeweils mehrere nebeneinanderliegende Wärmetauscherrohre (3') in je eine gemeinsame Sammelleitung (1' bzw. 11) münden.

7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das oder jedes Wärmetauscherrohr (3') im wesentlichen vertikal stehend und die bzw. jede Zuführung (1', 2') für Wärmeträgerfluid und die bzw. jede Ableitung (10, 11) am unteren Ende des Rohres (3') vorgesehen sind.

8. Wirbelschichttrockner mit einem im wesentlichen vertikalen Trocknergehäuse (12) und zumindest einem darin befindlichen Wärmetauscher (WT), dadurch gekennzeichnet, daß dieser Wärmetauscher (WT) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist.

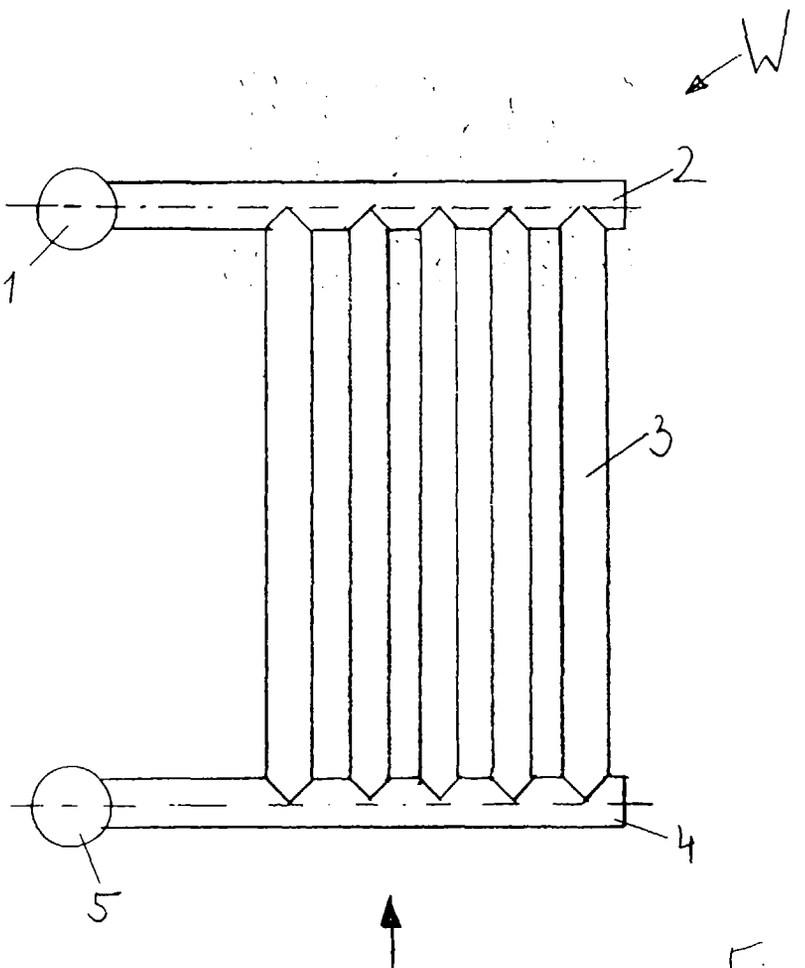

Fig. 1

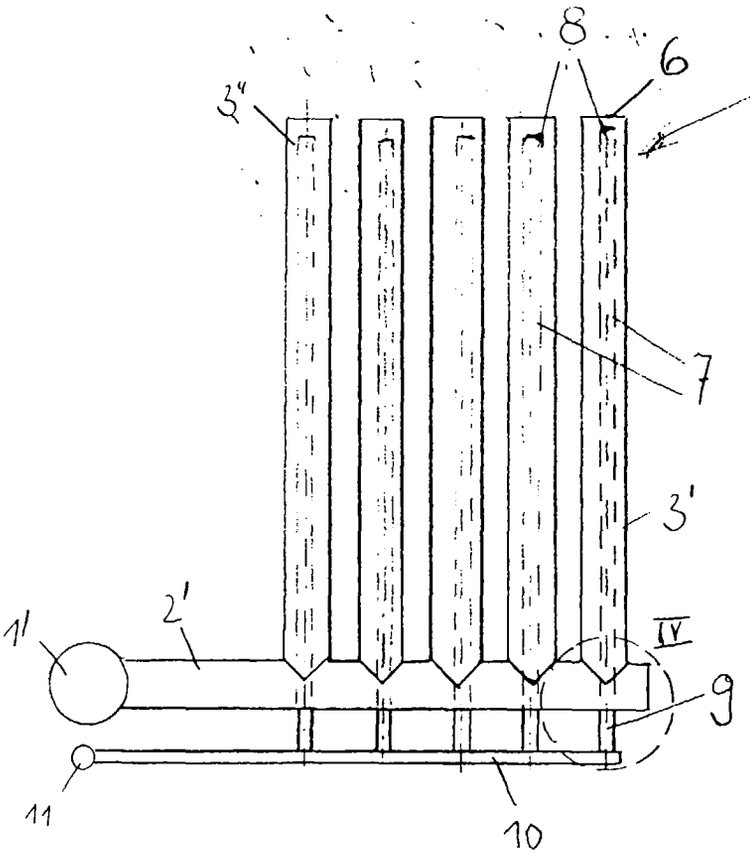

Fig. 2

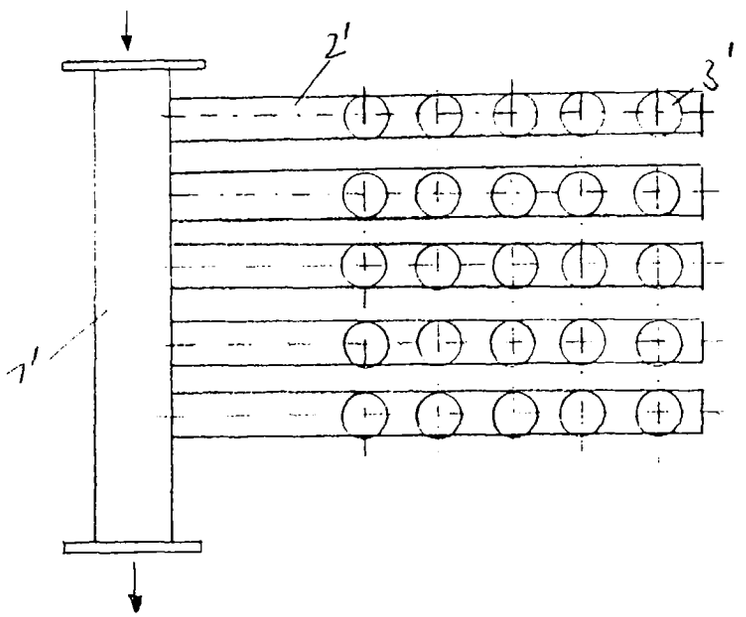

Fig. 3

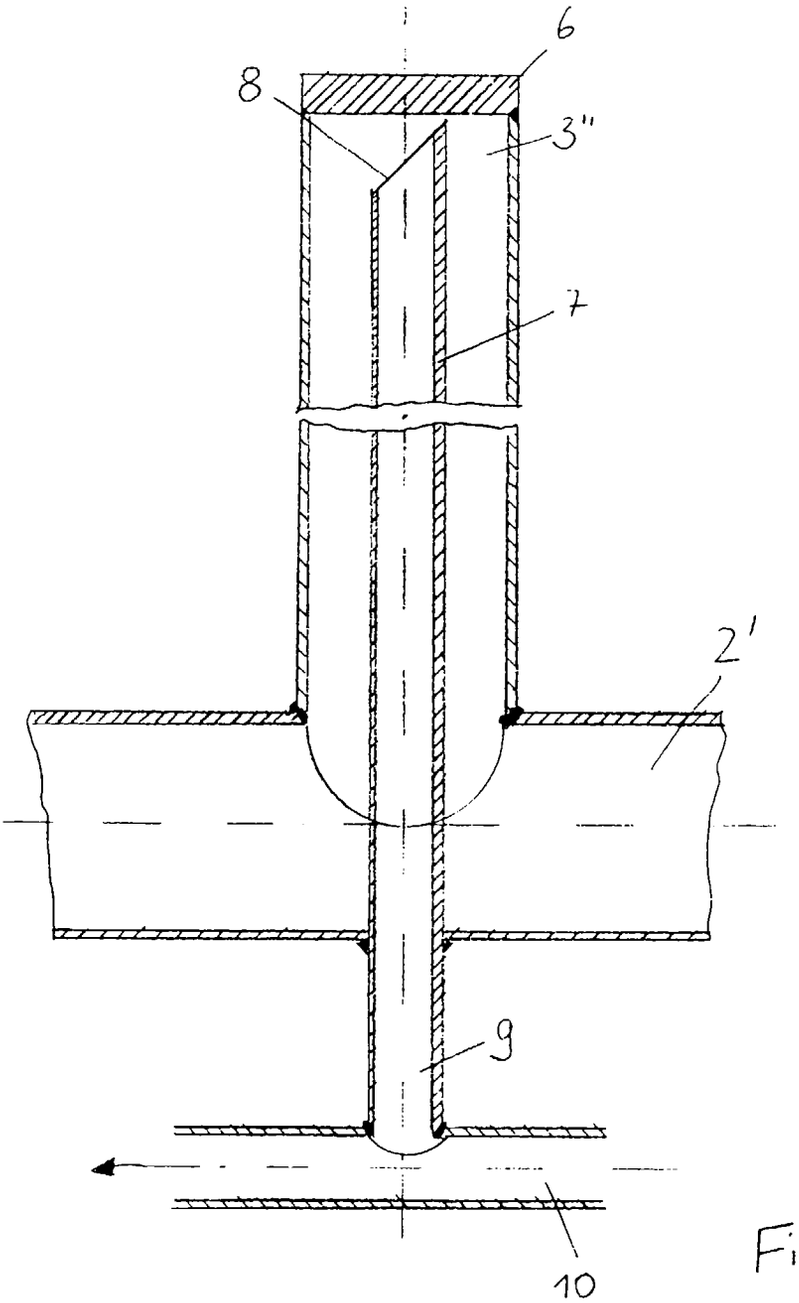

Fig. 4

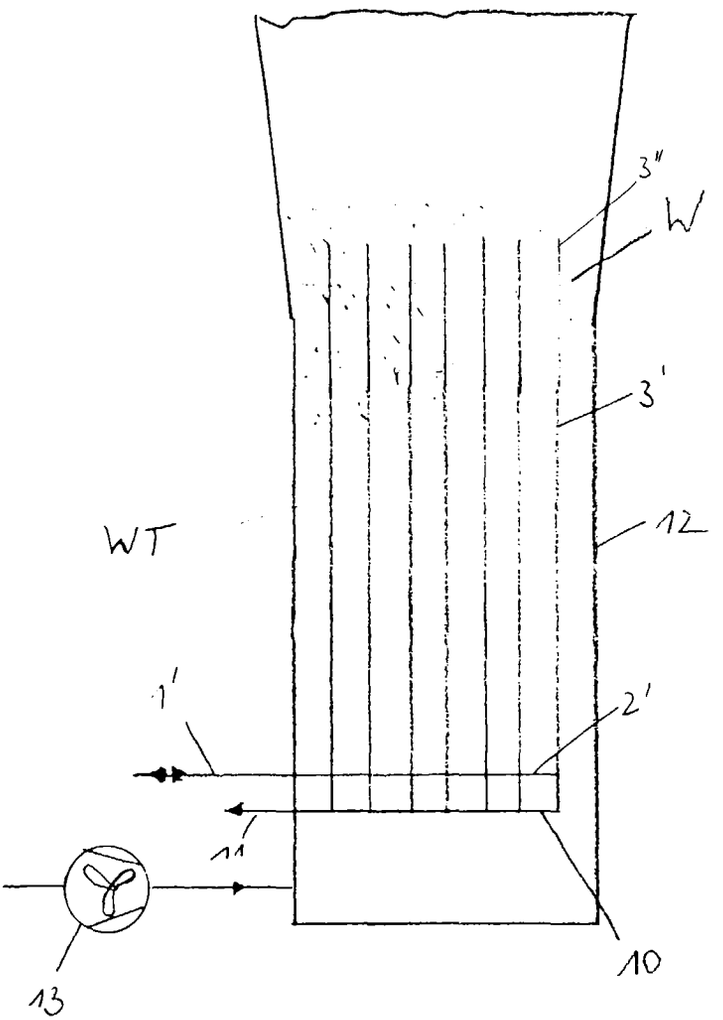

Fig 5