



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

(11) Veröffentlichungsnummer: 0 383 173  
A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90102376.2

(51) Int. Cl. 5: F28D 7/08

(22) Anmelddatag: 07.02.90

(30) Priorität: 11.02.89 DE 3904140

D-8000 München 50(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
22.08.90 Patentblatt 90/34

(72) Erfinder: Hagemeister, Klaus  
Manzostrasse 28b  
D-8000 München 50(DE)

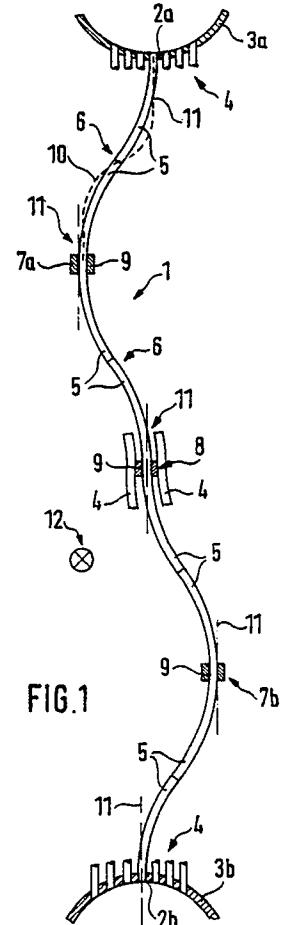
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH ES FR GB IT LI

(74) Vertreter: Baum, Wolfgang, Dipl.-Ing.  
MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
MÜNCHEN GMBH Dachauer Strasse 665  
D-8000 München 50(DE)

(1) Anmelder: MTU MOTOREN- UND  
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH  
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40

### (54) Profilrohranordnung für einen Wärmetauscher.

(57) Eine Profilröhrenanordnung für einen Wärmetauscher weist Profilröhren auf, die aus einer Anzahl aneinanderstoßender Kurvenabschnitte (5) bestehen, wodurch eine etwa schlangenlinig gekrümmte Profilröhrenkontur erzielbar ist. Dadurch lassen sich Wärmedehnungen durch Ausgleichsbewegungen der Kurvenabschnitte (5) kompensieren, ohne daß die Gesamtlage der Wärmetauschers verändert wird bzw. größere Spannungen entstehen.



## Profilrohranordnung für einen Wärmetauscher

Die Erfindung betrifft eine Profilrohranordnung für einen Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE-PS 35 43 893 ist eine derartige Profilrohranordnung bekannt geworden, bei der eine Anzahl S-förmig gekrümmter Profilrörchen zwischen einem Sammellohr und einem Matrixumlenkabschnitt angebracht sind. Durch die Krümmung der einzelnen Profilrörchen ergeben sich eine Reihe von Vorteilen gegenüber gradlinig verlaufenden Profilrörchen. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, daß der individuelle Dehnungsausgleich eines Profilrörchen einen Querausschlag in Bezug auf das es umgebende Kollektiv von Profilrörchen nur an denjenigen Stellen zur Folge hat, an denen die Abstandshalter der maximalen Auslenkungspunkte angeordnet sind. Dadurch wird der Dehnungsausgleich behindert, sofern er das in der Abstandshalterung vorhandene Spiel überschreitet.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Anordnung derart zu verbessern, daß unter allen Betriebsbedingungen ein ungehinderter Dehnungsausgleich stattfinden kann, ohne daß sich die Wärmetauscheranordnung ungezielt verformt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im Kennzeichnungsteil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäße Aneinanderreihung von Kurvenabschnitten ergibt über die gesamte Länge eines Profilrörchens einen vollständigen Wellenzug, der ein kontrolliertes Ausknicken eines gesamten Rörchens bzw. eines gesamten Rörchenkollektivs einer Schicht bei Relativdehnungen durch Wärmedehnungen oder durch stoßbedingte Dehnungen bzw. Stauchungen im Verhältnis zu deren äußeren Einspannung ermöglicht. Die Profilrörchen können sich somit trotz beidseitig fixierter Einspannungen und fester Verbindung an den Stellen der Abstandshalter kontrolliert und nur mit geringen inneren Spannungen unter der Wirkung von Temperaturdifferenzen und -gradienten in der Länge ausdehnen und kontrahieren, ohne daß die Strömungsquerschnitte zwischen benachbarten Profilrörchen wesentlich verändert werden. Es muß dabei betont werden, daß die Profilrörchen aus einem Stück gefertigt sind, und die einzelnen Kurvenabschnitte lediglich gebogene Teilabschnitte eines Profilrörchens darstellen.

In Folge der S-förmigen Krümmung der Profilrörchen erfolgt der Ausgleich von Verbiegungen in der Ebene einer Profilrörchenschicht durch Torsion der Kurvenabschnitte zwischen Abstandshaltern, wodurch ein geringerer Widerstand gegen Verbiegungen und somit geringere Spannungen

gegenüber ungekrümmten Profilrörchen erzielbar sind.

Der erhebliche Vorteil der neuen Formgestaltung der Profilrörchen liegt darin, daß die Abstandshalter an den Stellen ihrer maximalen Auslenkungspunkte und den Zwischenpunkten spielfrei fixiert werden können, wodurch das Kollektiv der Profilrörchen an diesen Stellen gegen Schwingungen und Stoßkräfte fest abgestützt werden kann. Der Dehnungsausgleich erfolgt dann durch Stauchungen oder Strecken der Profilrörchen auf jeweils der Länge zweier aneinander stoßender Kurvenabschnitte, d.h. zwischen je zwei Fixierungspunkten, die entlang einer gesamten Rohrstrecke zumindest zweimal auftreten. Für die gleiche Relativdehnung ergeben sich dabei Querauslenkungen, die etwa um den Faktor 3 geringer sind als diejenigen von bekannten Ausführungen.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung weisen die Kurvenabschnitte konstante Krümmungsradien auf, wodurch eine einfache Herstellbarkeit der Kurvenabschnitte erreichbar ist. Dabei ist es von Vorteil, wenn alle Kurvenabschnitte den gleichen Krümmungsradius aufweisen, der etwa im Bereich von 1 bis 2fachen Länge der Kurvenabschnitte beträgt. Bei einem beispielsweise aus acht Kurvenabschnitten zusammengesetzten Profilrörchen lassen sich auf diese Weise die für die Durchströmung wichtigen Abstände zwischen den Profilrörchen auch bei großen Temperaturdifferenzen ausreichend groß halten. Die Stellen minimalen Abstandes zwischen zwei Profilrörchen treten an den Wendepunkten auf, d.h., an Stoßstellen zweier entgegengesetzt gekrümmter Kurvenabschnitte.

In alternativer Ausbildung der Erfindung weisen die Kurvenabschnitte sinusförmigen Kurvenverlauf auf. Dabei sind zwei alternative Ausführungsformen eines sinusförmigen Kurvenverlaufes möglich. Gemäß einer bevorzugten Alternative bilden zwei Kurvenabschnitte zusammen einen vollständigen Sinuszug, wobei die gedachte Winkelachse die gradlinige Verbindung zweier Fixierungspunkte darstellt. So mit entsprechen die Fixierungspunkte dem Winkel 0 bzw.  $2\pi$  während die Wendestellen, an denen zwei entgegengesetzt gekrümmte Kurvenabschnitte auf einander treffen dem Winkel  $\frac{\pi}{2}$  entspricht.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform bilden zwei Kurvenabschnitte zusammen einen halben Sinuszug. D. h. die gedachte Winkelachse ist parallel gleich beabstandet zu den Profilrörchentangenten an den beiden Fixierungstellen. Die beiden Fixierungstellen entsprechen somit den Winkeln 0 und  $\pi$ .

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung sieht vor, daß die Profilrörchen etwa ellip-

senartigen Querschnitt aufweisen, wobei die einzelnen Kurvenabschnitte um die Halbachse mit dem geringeren Biegewiderstandmoment gebogen sind. Ein derartig ellipsenartiger Querschnitt ermöglicht eine aerodynamisch günstigere Umströmung der einzelnen Profilrörchen. Alternativ wäre es doch auch denkbar die Profilrörchen mit Kreisquerschnitt zu fertigen, um eine vereinfachte Herstellung zu erzielen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Profilrörchens,

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Profilrörchenreihe.

In Fig. 1 ist ein Profilrörchen 1 dargestellt, daß mittels zweier Sammelbehälterbefestigungspunkte 2a, 2b an zwei nur teilweise gezeichneten Sammelbehältern 3a und 3b angebracht ist. Dabei kann einer der beiden Sammelbehälter (3a, 3b) auch ein Umlenkabschnitt einer beispielsweise U-förmigen Profilrohrmatrix sein. Parallel zum Profilrörchen 4 sind eine Vielzahl gleichartiger, regelmäßig beabstandeter Profilrörchen 4 vorgesehen, die zusammen mit dem gezeigten Profilrörchen 1 eine vollständige Matrix bilden, durch die ein Strömungsmedium beispielsweise vom Sammelbehälter 3a zum Sammelbehälter 3b geleitet wird. Dabei wird der innerhalb der Profilrörchen 1,4 fließende Fluidstrom von einem außen im Kreuzstrom vorbeifließenden Fluidstrom, dessen Strömungsrichtung mit 12 bezeichnet ist, zum Wärmetausch veranlaßt. Üblicherweise wird der innerhalb der Profilrörchen 1,4 bewegende Fluidstrom dabei aufheizt.

Das dargestellte Profilrörchen 1 besteht im wesentlichen aus acht gleichlangen Kurvenabschnitten 5, die an den Wendestellen 6 aneinander anschließen. Dabei sind die Kurvenabschnitte 5 nur verschieden gekrümmte Bereiche des integral hergestellten Profilrörchens 1, d. h. es werden keine Vielzahl von Kurvenabschnitten 5 zusammengefügt, sondern ein Profilrörchen 1 wird entsprechend in die Kurvenabschnitt gebogen. Ferner sind die Kurvenabschnitte 5 abwechselnd entgegengesetzt (nach links bzw. nach rechts) gekrümmmt zur Bildung einer schlängenlinienartigen Kontur, die einem im wesentlichen S-förmigen Verlauf überlagert ist.

Das Profilrörchen 1 weist zwei Maximalauslenkungspunkte 7a und 7b auf, zwischen denen ein von beiden Punkten 7a, 7b gleichweit entfernter Zwischenpunkt 8 vorgesehen ist. Im Bereich zwischen den Maximalauslenkungspunkten 7a und 7b sind je zwei Kurvenabschnitte 5 so angeordnet, daß die Krümmungsmittelpunkte auf abwechselnd entgegengesetzten Seiten des Profilrörchens 1 liegen, so daß alternierend eine Links- und Rechts-

krümmung vorhanden ist. Insgesamt liegen vier Kurvenabschnitte 5 zwischen den Maximalauslenkungspunkten 7a und 7b.

Die Tangenten 11 an den Profilrörchensverlauf in den Maximalauslenkungspunkten 7a, 7b und im Zwischenpunkt 8 sind parallel. Ferner sind an den Punkten 7a, 7b und 8 Abstandshalter 9 vorgesehen, mittels deren die Abstände zu benachbarten Profilrörchen 4 - die aus Übersichtsgründen nicht eingezzeichnet sind - eingehalten werden (Fixierungspunkte). Die Tangenten 11 an den Sammelbehälterbefestigungspunkten 2a, 2b sind ebenfalls parallel zu den obengenannten Tangenten.

Die Kurvenabschnitte 5 können konstante Krümmungsradien aufweisen, so daß sie als Kreisabschnitte anzusehen sind, oder sie können sinusförmigen Verlauf haben.

Im Betrieb wird der Wärmetauscher thermischen Dehnungen ausgesetzt sein, wobei gleichzeitig die Sammelbehälter 3a, 3b und die Abstandshalter 9 ortsfest fixiert sein können. Dadurch ergibt sich der mit 10 bezeichnete, gestrichelt eingezzeichnete Verlauf des Profilrörchens 1, der also eine Thermodehnung des Profilrörchens zuläßt ohne daß eine Gesamtformänderung des Wärmetauschers eintritt. Bei einer derartigen thermisch bedingten Verformung der Kurvenabschnitte 5 des Profilrörchens 1 tritt an denjenigen Wendestellen 6, die nicht gleichzeitig Fixierungspunkte 7a, 7b, 8 sind die größtmögliche Annäherung benachbarter Profilrörchen auf, während aufgrund der Abstandshalter 9 an den letztgenannten Punkten keinerlei Veränderung des Abstandes zwischen einzelnen Profilrörchen zu beobachten ist. Um unter allen Betriebsbedingungen eine für den Durchfluß notwendigen Mindestabstand benachbarter Profilrörchen 1, 4 zu erhalten, ist der Krümmungsradius der Kurvenabschnitte 5 bzw. die Amplitude des sinusförmigen Kurvenabschnittes 5 derart zu bemessen, daß bei maximaler temperaturinduzierter Dehnung die Minimalabstände noch so groß sind, daß die minimal zulässigen Strömungsquerschnitte zwischen benachbarten Profilrörchen 1,4 nicht unterschritten werden. Beispielsweise bei einer Dicke der Profilrörchen 1,4 von 1,6 mm und einer Temperaturdifferenz zwischen warmem und kaltem Zustand von 100 K ist der Krümmungsradius bei einer Länge der Kurvenabschnitte von 2,5 cm etwa im Bereich von 3 - 4 cm zu wählen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Draufsicht auf eine Profilrörchenreihe ist zu sehen, daß die Profilrörchen 1,4 breiter sind als in der Seitenansicht gemäß Fig. 1, was darauf zurückzuführen ist, daß die Profilrörchen etwa ellipsenförmigen Querschnitt aufweisen. Zweckmäßigerweise erfolgt die Anströmung in der mit 12 bezeichneten Richtung und somit in Richtung der großen Halbachse der ellipsenförmigen Profilrörchen 1,4. Entlang regel-

mäßig beabstandeter Stellen sind die Abstandshalter 9 angebracht, die sowohl in Richtung der großen Ellipsenhalbachse beabstandeten Profilröhren als auch die in Richtung der kleinen Halbachse beabstandeten Profilröhren (Fig. 1) in einem definierten Abstand halten.

## Ansprüche

1. Profilrohranordnung für einen Wärmetauscher, bei dem zwei Sammelbehälter über eine Vielzahl von gleichmäßig beabstandeten Profilröhren miteinander verbunden sind, wobei die Profilröhren S-förmig gekrümmt sind und an ihren Maximalauslenkungspunkten und an von diesen gleich weit entfernten Zwischenpunkten (Fixierpunkten) Abstandshalter aufweisen, mittels der die Abstände zu benachbarten Profilröhren festgelegt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilröhren (1,4) eine Anzahl aneinanderstoßender Kurvenabschnitte (5) aufweist, wobei zwischen benachbarten Fixierpunkten (7a, 7b, 8) zwei entgegengesetzt gekrümmte Kurvenabschnitte (5) liegen und die Profilröhrentangenten (11) in den Maximalauslenkungspunkten (7a, 7b) und den Zwischenpunkten (8) etwa parallel sind.

2. Profilrohranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenabschnitte (5) konstante Krümmungsradien aufweisen.

3. Profilrohranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Profilröhren (1) 8 Kurvenabschnitte aufweist, derart, daß zwischen den Maximalauslenkungspunkten (7a, 7b) und den Sammelbehälterbefestigungspunkten (2a, 2b) einerseits sowie dem Zwischenpunkt 8 andererseits je zwei Kurvenabschnitte (5) vorgesehen sind, und die Profilröhrentangenten (11) in den Sammelbehälterbefestigungspunkten (2a, 2b) mit den Profilröhrentangenten (11) in den Zwischenpunkten (8) fluchten.

4. Profilrohranordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius das 1 - 2fache, vorzugsweise das 1,6fache der Länge der Kurvenabschnitte beträgt.

5. Profilrohranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurvenabschnitte (5) sinusförmigen Kurvenverlauf aufweisen.

6. Profilrohranordnung nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kurvenabschnitte (5) zusammen einen vollständigen Sinuszug ( $0 \dots \pi$ ) ergeben.

7. Profilrohranordnung nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kurvenabschnitte (5) zusammen einen halben Cosinuszug ( $0 \dots \pi$ ) ergeben.

8. Profilrohranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß

die Profilröhren (1) Kreisquerschnitt ausweisen.

9. Profilrohranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet daß die Profilröhren (1) etwa elliptischen Querschnitt aufweisen, wobei die Krümmung um die Halbachse mit dem geringeren Biegewiderstandsmoment erfolgt.

10

15

20

25

30

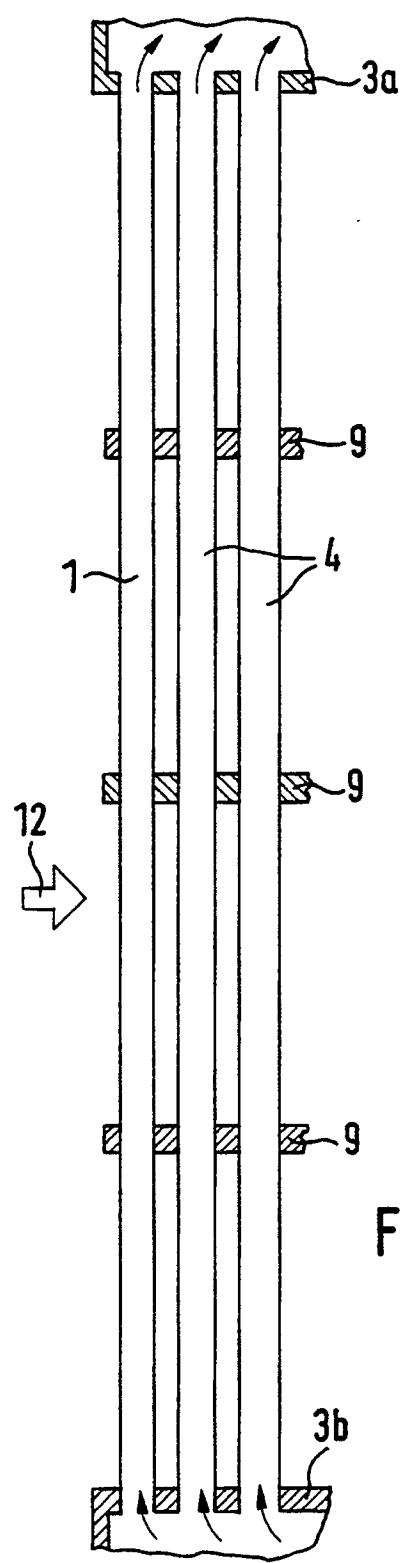
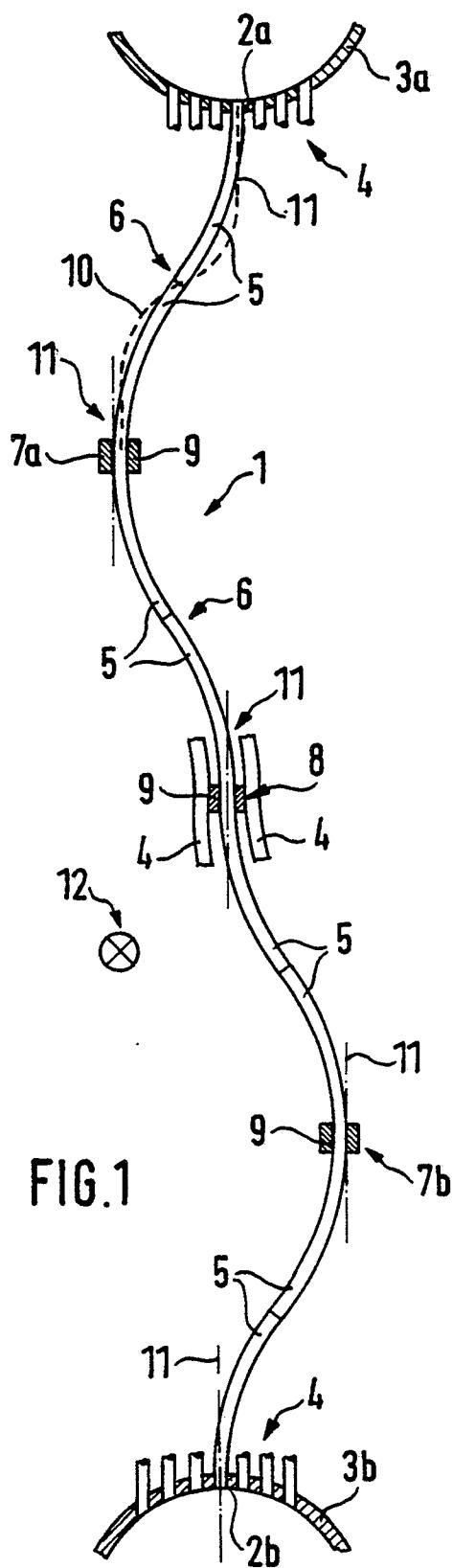
35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 2376

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D, A	EP-A-0 228 581 (MTU) * Insgesamt * ---	1	F 28 D 7/08
A	US-A-2 519 084 (WESTINGHOUSE) * Insgesamt * ---	1	
A	FR-A-2 266 866 (TREPAUD) * Insgesamt * ---	1	
A	DE-A-3 401 567 (MTU) * Insgesamt * ---	1	
A	CH-A- 223 395 (OERLIKON) * Insgesamt * ---	1	
A	FR-A-2 540 984 (TREPAUD) * Insgesamt * -----	1	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)			
F 28 D F 22 B			
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	15-05-1990		SMETS E.D.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze      E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder          nach dem Anmelddatum veröffentlicht worden ist      D : in der Anmeldung angeführtes Dokument      L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes          Dokument</p>	
<small>EPO FORM 1503 03.82 (PM03)</small>			