

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 84114719.2

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 28 D 21/00**  
**F 28 D 7/06, F 28 F 9/00**

22 Anmeldetag: 04.12.84

30 Priorität: 18.01.84 DE 3401536

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
31.07.85 Patentblatt 85/31

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

71 Anmelder: **MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION**  
**MÜNCHEN GMBH**  
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40  
D-8000 München 50(DE)

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

54 **Wärmetauscher.**

57 Wärmetauscher mit einer Rohrmatrix, die aus seitlich von zwei Rohrführungen quer gegen die Heißgasströmungsrichtung auskragenden U-förmigen Matrixrohrbügeln besteht, wobei eine dem U-förmigen Umlenkungsverlauf der Rohrmatrix angepaßte Berandungsleitwand auf einigen Matrixrohrbügeln schwimmend bzw. freitragend aufliegt und an- und abströmseitig bewegungselastisch mit der Heißgasgehäusewandstruktur abdichtend und formschlüssig verbunden ist. Auf diese Weise wird u.a. auch der äußere Umlenkungsbereich der Profilorhr-Matrix intensiv in den Wärmetauschprozeß mit einbezogen und Differenzdehnungen der einzelnen Rohrbügel selbst sowie auch zwischen diesen und Berandungsleitwand, bzw. zwischen der letzteren und dem Heißgasgehäuse werden optimal kompensiert.

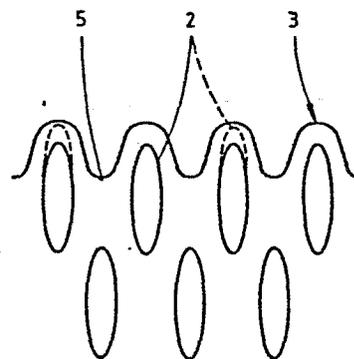


Fig. 4

1

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
MÜNCHEN GMBH

5

Wärmetauscher

10

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Bei Rohrwärmetauschern ist es erforderlich, eine Berandungsleitwand im Bereich der Umlenkung der zu U-förmigen Bügeln geformten Rohre anzuordnen. Derartige Berandungen wurden bislang beispielsweise als Blechflügel ausgeführt, die ausschließlich der bogenförmigen außenständigen Kontur der Rohrbügel im Bereich der Umlenkung folgen. Da eine solche Berandung konstruktionsbedingt Bestandteil einer anderen, die Wärmetauscherrohrmatrix ummantelnden Gehäusebaueinheit ist, deren Temperatur- und Dehnungsverläufe sich von denen der Wärmetauscherrohrmatrix unterscheiden, erfordert eine derartige Anordnung, um das Prinzip der freien Verschieblichkeit der randständigen Rohrbügel der Matrix nicht zu gefährden, einen dementsprechenden Abstand zwischen dem Blechflügel und der randständigen Reihe von Rohrbügeln der Matrix.

20

25

30

Für das eine Arbeitsmedium, also das Heißgas, bewirkt ein solcher Abstand einen verhältnismäßig großen Teilleckfluß.

35

ESP-755 I

1 Daraus ergeben sich zwei wesentliche, die Effektivität  
des Wärmetauschers beeinträchtigende Nachteile:

Es ist dies erstens die Tatsache, daß diese Heißgas-  
5 leckmenge nicht am Wärmetauschprozeß teilnimmt, und  
zweitens, daß sie am Austritt aus dem Spalt mit ver-  
hältnismäßig großer Strömungsgeschwindigkeit in das  
natürliche Heißgasabströmgebiet stromab der Profil-  
rohrmatrix "schießt", wodurch Mischturbulenzen in  
10 diesem Abströmgebiet, und damit also verhältnismäßig  
starke Strömungsungleichförmigkeiten entstehen, die  
zusammen mit dem ersten Nachteilsfaktor zu einer ver-  
hältnismäßig starken Verringerung des Wärmeaustausch-  
grades führen.

15

Bei einem aus der US-PS 3,746,083 bekannten und der  
eingangs genannten Gattung zugrunde gelegten Wärme-  
tauscher ist die der Matrixumlenkung mit Abstand folgende  
Berandungsleitwand fester Bestandteil des die Heißgase  
20 führenden Gehäuses und stützt sich dabei unmittelbar  
mittels den Spalt zwischen Berandungsleitwand und Matrix-  
rohrbügeln überbrückender Druckstücke an den letzteren  
ab. Hierdurch kann zwar der äußere Heißgasleckfluß-  
spalt im wesentlichen abgedichtet werden mit der gleich-  
25 zeitigen Folge eines jedoch undefinierbaren Wärmeaus-  
tauschprozesses im Bereich der äußeren Rohrbügelum-  
lenkung. Eine homogen entlang des äußeren Umlenkbereiches  
der Matrixrohrbügel geführte Heißgasströmung kann somit  
nicht gewährleistet sein. Insbesondere im Umlenkungs-  
30 bereich hervorgerufene, thermisch bedingte Differenz-  
dehnungen zwischen Rohrmatrix und Gehäuse bzw. äußerer  
Berandungsleitwand finden im vorliegenden bekannten  
Fall keinerlei hinreichende Berücksichtigung.

35 ESP-755 I

1 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erwähnten  
Nachteile zu beseitigen und einen Wärmetauscher nach der  
eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem trotz zu er-  
wartender Differenzdehnung zwischen den einzelnen Profil-  
5 rohren sowie zwischen den letzteren und der die Matrix  
umschließenden Heißgasgehäusestruktur auch der bogen-  
förmige äußere Profilrandbereich der Matrix weitestgehend  
mit in den Wärmetauschprozeß einbeziehbar ist, ohne die  
Homogenität des heißgasseitigen Abströmgebietes am Matrix-  
10 austritt zu gefährden.

Die gestellte Aufgabe ist gemäß den Merkmalen des  
Kennzeichnungsteils des Patentanspruchs 1 erfindungs-  
gemäß gelöst.

15

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind  
in den Patentansprüchen 2 bis 17 wiedergegeben.

Erfindungsgemäß wird mithin also vorgeschlagen, eine  
20 Berandungsleitwand (schwimmend bzw. freitragend) im Be-  
reich der Umlenkung der Rohrbügel vorzusehen, die sich  
in ihrer örtlichen Lage an der Position des Kollektivs  
randständiger Rohre der Wärmetauschermatrix orientiert  
und dabei trotzdem mit dem Heißgasgehäuse formschlüssig  
25 verknüpfbar ist.

In einer weiteren Ausführung kann die Berandungsleiter-  
wand einteilig in der Art eines "Wellbleches" ausge-  
führt sein, das dem Verlauf der randständigen Matrix-  
30 profilrohre des Wärmetauschers in deren Umlenkungs-  
bereich folgt. Die periodische Folge der "Wellen" ent-  
spricht dem Abstand zwischen benachbarten Wärmetauscher-  
rohren, so daß bei seiner Positionierung die "Wellen"  
des Abdeckbleches in die Räume zwischen den benachbarten

35

ESP-755 I

- 1 Matrixprofilrohren hineinragen können. Auf diese Weise kann die Randheißgasströmung noch gezielter in den Wärmetauschprozeß mit einbezogen werden.
- 5 Hierbei liegt also das Abdeckblech, beispielsweise in Form der gewellten Berandungsleitwand im gegebenenfalls bogenförmigen Bereich der Matrix auf dem Kollektiv randständiger Profilrohre auf. Die Kontaktstellen sind dabei zufällig verteilt, wenn die besagte Berandungsleitwand
- 10 einstückig das gesamte Feld überspannt. Die haltende Berührung findet an einigen wenigen Profilrohren statt, je nachdem, welches einzelne Profilrohr aufgrund von Toleranzen oder Wärmedehnungen aus der Menge der anderen in Richtung auf die Berandung herausragt. Die kontaktieren-
- 15 den Profilrohre können im Betrieb auch wechseln, je nachdem, wie sie sich einzeln in der Wärme dehnen. In diesem Falle "schwimmt" die Berandungsleitwand auf den Rändern des Rohrkollektives, d.h. sie nimmt eine momentane Lage im Raum ein, die durch den zeitlichen Verlauf des integralen Mittelwertes der Positionen randständiger Profil-
- 20 rohre festgelegt wird. Die Berandungsleitwand folgt in diesem Falle den Bewegungen der Profilrohrbügel und muß ihrerseits gegenüber den ihr benachbarten Heißgasgehäusestrukturen nachgiebig bzw. einstellbar eingegrenzt sein.
- 25 Das kann dadurch erfolgen, daß die auf der Zuström- und der Abströmseite der Berandungsleitwand liegenden, strömungsführenden Blechstrukturen derselben formschlüssig und verschieblich mit fingerartigen Endteilen zwischen fingerartige Ansätze der Heißgasgehäusestruktur greifen.
- 30 Die Berandungsleitwand kann auch in einzelne, z.B. bogenförmige Leitwandabschnitte aufgelöst sein, die im Querschnitt V- oder U-förmig sind und z.B. aus jeweils zwei Blechstreifen zusammengefügt werden, die ihrerseits
- 35 S-Form besitzen. Diese Leitwandabschnitte "reiten"

1 einzeln auf den einzelnen randständigen Partien der  
Matrixrohrbügel. Die Leitwandabschnitte berühren sich  
dabei seitlich, um damit die abzudeckende Fläche zu  
schließen, sind aber individuell gegeneinander beweglich  
5 und folgen dabei einzeln den individuellen Bewegungen der  
Matrixrohrbügel, auf denen sie "reiten". Auch hierbei  
können die zuström- und abströmseitigen Enden in der  
zuvor schon besprochenen Weise durch fingerartigen Ein-  
griff formschlüssig und verschieblich mit sich daran  
10 anschließenden Heißgasgehäuserandstrukturen im Eingriff  
stehen, um die "schwimmende" Funktion der Berandungsleit-  
wand voll zu erfüllen.

Aufgrund der Fertigungstoleranzen und Verwerfungen im  
15 Betrieb finden dabei Berührungen zwischen den benach-  
barten Flächen der Berandungsleitwand und der Matrix-  
profilrohre statt. Die damit verbundenen Scheuerbe-  
wegungen könnten im Laufe der Betriebszeit als Folge  
zunehmenden Materialverschleißes zum Undichtwerden der  
20 Profilrohre führen. Daher wird für diese Stellen  
- sei es nun, ob die Berandungsleitwand einstückig oder  
aus mehreren Leitwandabschnitten sowie gewellt oder  
ungewellt ausgebildet ist - erfindungsgemäß vorgeschlagen,  
in dem Verlauf der Profilrohrumlenkung auf die rand-  
25 ständigen Profilrohre Laschen aufzusetzen, die das Rohr  
umfassen, mit ihm - z.B. stoffschlüssig - fest verbunden  
sind und ihrerseits den Kontakt zur besagten Berandungs-  
leitwand bzw. zum Abdeckblech halten. Die Laschen selbst  
wie Fortsätze derselben können in Verbindung mit der  
30 Anordnung der "Wellen" des Abdeckbleches weitere Mittel  
sein, um den sonst freien Strömungspfad für die in  
diesem Bereich zu erwartende Heißgasleckströmung zu Gunsten  
eines besseren Wärmetauschprozesses in diesem Randgebiet  
zu versperren.

35  
ESP-755 I

1 Die einzelnen im Bereich der Umlenkungsstelle der Profil-  
rohrmatrix geraden oder bogenförmigen Leitwandabschnitte  
können an deren jeweils benachbarten Stoßkanten individuell  
beweglich aneinander gekoppelt sein. In detaillierterer Aus-  
5 bildung können sie also endseitig ketten- oder schuppen-  
artig oder hintergreifend relativ zueinander beweglich  
miteinander verbunden bzw. gekoppelt sein und so einzeln  
oder in Gruppen z.B. auf Laschen der randständigen Profil-  
rohre "reiten".

10

Anstelle des fingerartigen Leitwand-Heißgasgehäuseeingriffs  
können von den umgebenden Blechstrukturen der Zuström- und  
der Abströmseite aus Seile, Blechstreifen oder Drähte  
über und zwischen den abdeckenden Berandungsleitwand-  
15 Blechstrukturen angeordnet sein und diese damit an ihrer  
Stelle vom Heißgasgehäuse aus halten, ohne die erforder-  
liche Beweglichkeit einzuschränken.

Es wird also durch die Erfindung eine einfache, strömungs-  
20 günstige Berandungsleitwand für Wärmetauscher der eingangs  
genannten Art geschaffen, bei denen sich jeder U-förmige  
Matrixrohrbügel individuell gegenüber den ihm benachbarten  
in Längsrichtung ausdehnen kann. Die Profilrohre der Matrix  
können Kreisringquerschnitt oder ein anderes strömungs-  
25 günstiges, beispielsweise ein lanzettenförmiges Profil auf-  
weisen. Gegenüber anderen Wärmetauscher-Bauarten ergibt sich  
der Vorteil, daß aus der Funktion des Wärmetauschers oder  
örtlichen Störungen des Wärmetausches, wie auch aus häufigen  
instationären Betriebszuständen resultierende Temperatur-  
30 differenzen keine inneren Verspannungen mit hohen Bean-  
spruchungen der Strukturelemente verursachen, sondern  
die Dehnungsdifferenzen durch Relativverschiebungen aus-  
geglichen werden. Gleichwohl verbleibt ein strömungs-  
günstiger, homogener Heißgasdurchgang entlang auch der

35

ESP-755 I

1 "randständigen" Rohrbügel, so daß auch in diesem Bereich  
der Profilrohrmatrix ein optimaler Wärmetausch vonstatten  
gehen kann, der zur Erhöhung des Wärmeaustauschgrades,  
wie aber auch zur Optimierung des Kreisprozesses einer  
5 zugeordneten Brennkraftmaschine bzw. eines Gasturbinen-  
triebwerkes beiträgt. Auf der Abströmseite des Heißgas-  
außenrandstromes ist verhältnismäßig wenig Strömungs-  
energie vorhanden, so daß die Hauptgasabströmbedingungen  
praktisch nicht gestört werden.

10

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungs-  
beispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher  
erläutert; es zeigen:

15 Fig. 1 eine schematische wiedergegebene Grundaufführung  
des Wärmetauschers, worin eine Stirnseite der  
Profilrohrmatrix nebst Rohrführungen im Wege  
einer gänzlich geschnittenen Gehäusestruktur  
verdeutlicht sind,

20

Fig. 2 die Profilrohrmatrix nach Fig. 1 in schematischer  
perspektivischer Ansicht im Bereich der Umlen-  
kung unter Weglassung der Berandungsleitwand,

25 Fig. 3 eine wellenförmige Berandungsleitwand in per-  
spektivischer Teilansicht für einen Wärmetauscher  
nach den Fig. 1 und 2,

Fig. 4 eine schematische Teilquerschnittsansicht des  
30 Profilrohrmatrix nebst wellenförmiger Berandungs-  
leitwand,

Fig. 5 eine der Fig. 1 entsprechende Stirnansicht einer  
Ausführung für die Leitwandberandungsanordnung  
35 an U-förmigen Matrixrohrbügeln,

- 1 Fig. 6 einen Teilschnitt längs der Linie A-A der Fig. 5,
- 5 Fig. 7 eine der Fig. 5 entsprechende Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform einer Leitwandberandungsanordnung an U-förmigen Matrixrohrbügeln, wobei die Berandungsleitwand aus Leitwandabschnitten zusammengesetzt ist,
- 10 Fig. 8 einen Teilschnitt längs der Linie B-B der Fig. 7,
- 15 Fig. 9 eine unter Zugrundelegung der Leitwandberandungsanordnung nach den Fig. 7 und 8 schematische Stirnansicht derselben im Bereich deren zuströmseitiger Halteführung an der angrenzenden Heißgasgehäusewandstruktur,
- 20 Fig. 10 eine Schnittansicht nach der Linie C-C der Fig. 9,
- 25 Fig. 11 eine der Fig. 7 entsprechende schematische Stirnansicht einer weiteren Berandungsleitwandanordnung mit segmentartigen Berandungsleitwandabschnitten,
- Fig. 12 und 13 Verbindungsmöglichkeiten von Berandungsleitwandabschnitten nach Fig. 11,
- 30 Fig. 14 eine der Fig. 11 entsprechende Stirnansicht einer weiteren Ausführungsform einer durch Drähte gehaltenen, in Längsrichtung aus mehreren Leitwandabschnitten zusammengesetzten Berandungsleitwand,

35

ESP-755 I

- 1 Fig. 15 einen Teilquerschnitt längs der Linie D-D der  
Fig. 14,
- 5 Fig. 16 der Teilquerschnitt einer weiteren Ausführungsform  
einer hier einteiligen, in Längsrichtung U-förmig  
gewellten Berandungsleitwand,
- 10 Fig. 17 der Teilquerschnitt einer weiteren Ausführungs-  
form einer hier einteiligen, in Längsrichtung  
V-förmig gewellten Berandungsleitwand,
- 15 Fig. 18 eine kettengliederartige Verbindung zweier,  
hier zur besseren Verdeutlichung in vergrößertem  
Maßstab wiedergegebener, bogenförmiger Leitwand-  
abschnitte gemäß Stirnansicht nach Fig. 11 und
- 20 Fig. 19 eine gegenüber Fig. 12, 13 und 18 abgewandelte  
schuppenartige Verbindung zweier hier ebenfalls  
vergrößert wiedergegebener, bogenförmiger  
Leitwandabschnitte gemäß Stirnansicht nach Fig.  
11.

Der in Fig. 1 und 2 veranschaulichte Wärmetauscher besteht  
aus einer ersten, als Sammelbehälter 15 ausgebildeten Rohr-  
25 führung, einer im wesentlichen parallel dazu verlaufenden,  
ebenfalls als Sammelbehälter 16 ausgebildeten zweiten Rohr-  
führung und aus einer von Heißgasen G umströmbaren Rohr-  
matrix 1, die eintrittsseitig für die Zuführung einer auf-  
zuheizenden Arbeitsmediums, z.B. Druckluft (Pfeil D) an  
30 den ersten Sammelbehälter 15 und für die Abführung der auf-  
geheizten Druckluft (Pfeil D') austrittsseitig an den  
zweiten Sammelbehälter 16 angeschlossen ist. Die Rohrmatrix  
1 besteht aus seitlich von beiden Sammelbehältern 15, 16  
quer gegen die Heißgasströmungsrichtung G auskragenden,  
35 U-förmigen Matrixrohrbögen 2, deren äußerer Umlenkungs-

- 1 bereich von einer Berandungsleitwand 3 umgeben ist, die zu- und abströmseitig mit der Wandstruktur des Heißgasgehäuses verbunden ist.
- 5 Die Rohrmatrix 1 besteht also aus einem Feld von mit Abstand nebeneinander sowie - als Querschnitt gesehen - verschachtelt im wesentlichen gleichförmig räumlich zueinander versetzt angeordneten Matrixrohrbügel 2.
- 10 Die beiden Rohrführungen für die voneinander getrennte Druckluftzufuhr in die Rohrmatrix bzw. Druckluftabführung aus der Rohrmatrix könnten auch in ein gemeinsames Sammelrohr integriert sein, wie dies aus der US-PS 3,746,083 bekannt ist.
- 15 Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung soll die dem Uförmigen Umlenkungsverlauf<sup>der</sup> Rohrmatrix 1 angepaßte Berandungsleitwand 3 auf einigen äußeren Matrixrohrbügel 2 schwimmend (freitragend) aufliegen und an- und abströmseitig bewegungselastisch und formschlüssig mit der daran angrenzenden Wandstruktur des Heißgasgehäuses 12 abdichtend verbunden sein. Dem der äußeren Umlenkung im Wege der Berandungsleitwand 3 folgenden Heißgasstromanteil (Pfeile A) kann demnach ein bogenförmiger Strömungsverlauf aufgeprägt werden, oder - sofern die Rohrmatrix auch im äußeren Randbereich geradlinig verlaufen sollte - könnte dem Heißgasstrom ein entsprechend geradliniger Verlauf aufgeprägt werden, unter Zuordnung eines entsprechend geradlinigen Verlaufs der Berandungsleitwand. Demnach kann also die Berandungsleitwand 3 in Anpassung an die zugehörige Umlenkungssektion der Matrixrohrbügel 2 der Länge nach gekrümmt oder (nicht dargestellt) geradlinig sein.
- 35 Die schwimmende, unmittelbare Auflage der Berandungsleitwand 3 verhindert den üblicherweise großen Leckspalt-

1 abstand zwischen Berandungsleitwand 3 und dem rand-  
ständigen Profilrohrumlenkungsbereich, der somit ebenfalls  
gezielt in den Wärmetauschprozeß des vom Heißgashaupt-  
strom G abgespaltenen Teilstromes A einbeziehbar ist.

5

In Fig. 3 ist in schematischer perspektivischer Teilan-  
sicht die Berandungsleitwand 3 gemäß Fig. 1 in einer ein-  
stückigen, über deren Gesamtlänge wellenförmigen Aus-  
führungsform gezeigt. Sie "reitet" auf den randständigen  
10 Spitzen vorstehender hier beispielsweise lanzettenförmiger  
Profilrohre 2 im Bereich der Umlenkung, je nachdem, welche  
Profilrohre, die an den Sammelbehältern 15 und 16 be-  
festigt sind, im Betrieb aufgrund der Wärmeausdehnung  
am weitesten vorstehen, was durch gestrichelt angegebene  
15 Konturen der Profilrohre in Fig. 4 verdeutlicht ist. Hier-  
bei entspricht die Wellenform der Berandungsleitwand 3 dem  
Abstand benachbarter Profilrohre, wobei jeder Wellen-  
berg 5 der Berandungsleitwand 3 zwischen benachbarte  
Profilrohre 2 hineinragt, wie dies in Fig. 4 veran-  
20 schaulicht ist. Zuström- und abströmseitig ist die Beran-  
dungsleitwand 3 in einer Weise an benachbarten, berandenden  
Gehäusestrukturen formschlüssig, jedoch verschieblich ge-  
halten, wie dies nachfolgend noch z.B. in Fig. 9 und 10  
beschrieben wird.

25

Das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel entspricht im  
Grundsatz dem zuvor beschriebenen. Anstelle von im Quer-  
schnitt lanzettenförmigen Profilrohren sind hier jedoch  
Rohrbügel 2 mit Kreisringquerschnitt vorgesehen, die im  
30 Bereich der Umlenkung voneinander beabstandete Laschen 7  
und 8 besitzen, wie dies auch in der Querschnittsansicht  
der Fig. 6 gezeigt ist. Die Laschen 7 umschließen fest  
und gegebenenfalls stoffschlüssig einen Rohrbügel 2 und  
besitzen einen Radialfortsatz 11 nach innen, während die

35

1 dazwischengelegenen Laschen 8 benachbarter Rohrbügel 2  
entsprechende Laschen 8 aufweisen, deren Radialfortsätze  
11 nach außen gerichtet sind, und somit gegen die Wellen-  
berge 5 der Berandungsleitwand 3 auskragen. Die wellen-  
5 förmige Berandungsleitwand 3 "reitet" auf den Laschen 7  
und 8 und steht demzufolge nicht im direkten Kontakt zu  
den Profilrohren bzw. Rohrbügeln 2, so daß letztere  
keinem Verschleiß ausgesetzt sind und mithin die Gefahr  
einer Leckage aufgrund eines Verschleißes ausgeschlossen  
10 ist. Die Laschen 7,8 sind hier z.B. einteilig bzw. aus  
einem Stück gefertigt. Die Berandungsleitwand 3 kann auf  
einer Vielzahl dieser Laschen 7,8 aufliegen.

Das in den Fig. 7 und 8 veranschaulichte Ausführungsbei-  
15 spiel eines Wärmetauschers kennzeichnet sich durch eine  
bogenförmige Berandungsleitwand 3, die aus einzelnen  
relativ zueinander beweglichen Leitwandabschnitten 6  
(Fig. 8) besteht. Die gemäß Fig. 7 bogenförmigen Leit-  
wandabschnitte 6 sind im wesentlichen gleich aufgebaut  
20 und besitzen gemäß Ausführungsbeispiel nach Fig. 8  
- seitlich von rechts außen nach innen gesehen - im  
wesentlichen S-Form. Dabei übergreifen also immer  
zwei - von oben außen nach innen unten gesehen - im  
wesentlichen V-förmig geöffnete Leitwandabschnitte 6  
25 die Laschen 17 eines zugehörigen Rohrbügels 2 bzw.  
Matrixprofils. Einem Rohrbügel 2 sind also zwei Leit-  
wandabschnitte 6 zugeordnet, die an ihrer radial äußeren  
Basis direkt oder über ein Abstandsstück 20 fest mitein-  
ander verbunden sind. Jedes Abschnittpaar "reitet" auf  
30 dem zugehörigen Rohrbügel 2 bzw. auf dessen Lasche 17,  
die hier zweiteilig ausgebildet ist. Benachbarte Leitwand-  
abschnittspaare berühren sich an radial innerer Stelle,  
wobei Relativverschieblichkeit zwischen den Teilen ge-  
währleistet ist. Aufgrund der Berührung wird praktisch

35

ESP-755 I

1 eine geschlossene Berandungsleitwand 3 wie nach dem  
Ausführungsbeispiel der Fig. 3 geschaffen.

5 Gemäß Fig. 9 und 10 weisen die zuström- und abströmseitigen  
Enden der Berandungsleitwand 3, und zwar an den betreffen-  
den Enden der zugehörigen Leitwandabschnitte 6 fingerartig  
sich verjüngende Endteile 10' auf, die zwischen ent-  
sprechende fingerartige Ansätze 10 der berandend an-  
10 schließenden, strömungsführenden Heißgasgehäusewand-  
struktur 12 formschlüssig, jedoch verschieblich ein-  
greifen, wie dies im einzelnen auch der Querschnitts-  
ansicht gemäß Fig. 10 zu entnehmen ist. Dadurch ist  
eine "schwimmende" Anordnung der Berandungsleitwand 3  
auch gegenüber dem Heißgasgehäuse 12 (s.h. auch Fig.1)  
15 sichergestellt.

Das in Fig. 11 veranschaulichte Ausführungsbeispiel kenn-  
zeichnet sich dadurch, daß hier die z.B. segmentartigen,  
bogenförmigen Leitwandabschnitte 13 einer Berandungsleit-  
20 wand 3, die auf Laschen 7 "reitet", im Bereich der be-  
nachbarten Stoßkanten relativ zueinander beweglich an-  
einander gekoppelt sind. Die einzelnen segmentartigen  
Leitwandabschnitte 13 sind auch formschlüssig in beweg-  
licher Weise miteinander verbunden, wie dies im einzelnen  
25 z.B. in Fig. 12 und 13 gezeigt ist. In eingebauter Lage  
der Leitwandabschnitte 13 findet eine Hintergreifung  
über die hakenartig abgebogenen Endteile 13' statt, so  
daß die Leitwandabschnitte 13 beweglich miteinander ver-  
riegelt sind. Im demontierten Zustand können die Leit-  
30 wandabschnitte 13 durch Abwinkeln voneinander gelöst wer-  
den.

In den Fig. 14 und 15 ist eine weitere Ausführungsform  
eines Wärmetauschers mit einer aus Leitwandabschnitten 6  
35 zusammengesetzten Berandungsleitwand 3 gezeigt, die im  
wesentlichen dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 ent-  
spricht. Hierbei wird die Berandungsleitwand 3 durch  
ESP-755 I

1 äußere Drähte 14 (Fig.15), die in Umfangsaussparungen  
bzw. Wellentälern der Berandungsleitwand 3 angeordnet  
sind, zusammengehalten, wobei die Drähte 14 endseitig  
(Fig. 14) in der berandend anschließenden, strömungs-  
5 führenden Heißgasgehäusewandstruktur 12 befestigt sind.

Dabei können anstelle der Drähte 14 auch Blechstreifen  
oder Seile vorgesehen sein. Auch bei diesem Aus-  
führungsbeispiel können die paarweisen Leitwandab-  
10 schnitte 6 pro Matrixrohrbügel 2 bzw. Profil relativ  
zueinander verschiebbar sein und jeweils auf den zuge-  
hörigen Laschen 17 "reiten". Im Wege der gegebenen  
Anordnung der Drähte 14 kann sich also die Berandungs-  
leitwand 3 frei in diese Drähte 14 hineindehnen.

15 Die Fig. 16 verkörpert eine in Längsrichtung fortlaufend  
U-förmig gewellte, Fig. 17 eine in Längsrichtung fort-  
laufend V-förmig gewellte Berandungsleitwand 3. Diese  
jeweilige Wellstruktur könnte auch für die aus Einzel-  
20 wandabschnitten zusammensetzende Berandungsleitwand  
zugrunde gelegt werden.

Im Sinne eines Teilmerkmals des Anspruchs 12 verkörpert  
Fig. 18 eine kettenartige Verbindung zweier bogenförmiger  
25 Leitwandabschnitte 13 aus Fig. 11, indem jeweils zwischen  
zwei einander benachbarten Stoßkanten dieser Leitwand-  
abschnitte 13 Kettenglieder 21 vorgesehen sind, die  
innerhalb einander jeweils benachbarter Aussparungen 22  
an Bolzen 23 schwenkbar verankert sind.

30 Im Sinne eines weiteren Teilmerkmals aus Anspruch 12  
veranschaulicht Fig. 19 eine schuppenartige Verbindung  
zweier bogenförmiger Leitwandabschnitte 13 aus Fig. 11,  
indem jeweils zwischen zwei einander benachbarten

35 ESP-755I

1 Stoßkanten der Leitwandabschnitte 13 schuppenartig von  
der äußeren Leitwandkontur vorstehende Abdeck-Blehbügel  
24 vorgesehen sind, die mittels radial nach innen abge-  
kröpfter, bolzenartiger Verlängerungen 25 unter ver-  
5 hältnismäßig großem Bewegungsspiel in Bohrungen 26  
der Leitwandabschnitte 13 eingreifen und ferner mittels  
Verdickungen 27 an den Leitwandabschnitten 13 gesichert  
sind. Auf die Blehbügel 24 aufgesetzte weitere Bleche  
28 sind auf deren Unterseite mit verformbaren Dicht-  
10 manschetten 29 versehen.

Die Fig. 18 und 19 verkörpern also eine die indi-  
viduelle Verschiebbarkeit der Leitwandabschnitte 13  
ermöglichende Verbindung.

15 Beispielsweise Fig. 15 verdeutlicht ferner, daß die  
jeweiligen Rohrbügel 2 mit einem sogenannten "lanzett-  
förmigen", aerodynamisch optimierten Querschnittsprofil  
ausgestaltet sein können, welches als Hohlprofil jeweils  
20 vorzugsweise zwei durch einen Quersteg 30 voneinander  
getrennte, auf die lanzettenförmige Kontur formal abge-  
stimmte Druckluftinnenkanäle 31 aufweist. Ein derartiges  
Profil ermöglicht bei verhältnismäßig kleinen Abmessungen  
und vergleichsweise hoher Formsteifigkeit günstige Vor-  
25 aussetzungen für einen hohen Wärmeaustauschgrad.

30

35 ESP-755 I

1

MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION  
MÜNCHEN GMBH

5

P a t e n t a n s p r ü c h e

10

1. Wärmetauscher mit einer ersten Rohrführung, einer im wesentlichen parallel dazu verlaufenden zweiten Rohrführung und mit einer von Heißgasen umströmbaren Rohrmatrix, die eintrittsseitig für die Zuführung eines aufzuheizenden Arbeitsmediums, z.B. Druckluft, an die erste Rohrführung und für die Abführung des aufgeheizten Arbeitsmediums austrittsseitig an die zweite Rohrführung angeschlossen ist und aus seitlich von beiden Rohrführungen quer gegen die Heißgasströmungsrichtung auskragenden U-förmigen Matrixrohrbügeln besteht, deren äußerer Umlenkungsbereich von einer Berandungsleitwand umgeben ist, die zu- und abströmseitig mit einer Heißgasgehäusewandstruktur formschlüssig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die dem U-förmigen Umlenkungsverlauf angepaßte Berandungsleitwand (3) auf einigen Matrixrohrbügeln (2) schwimmend (freitragend) aufliegt und an- und abströmseitig bewegungselastisch mit der Heißgasgehäusewandstruktur (12) abdichtend verbunden ist.

35

ESP-755 I

- 1 2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Berandungsleitwand (3) in Anpassung an eine  
zugehörige Umlenkungssektion der Matrixrohrbügel (2)  
der Länge nach gekrümmt oder geradlinig geformt ist.
- 5
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Berandungsleitwand (3) über deren  
Gesamtlänge wellenförmig ausgebildet ist.
- 10 4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß einzelne wellenförmige Ausprägungen bzw. Wellen-  
berge (5) zwischen benachbarten Matrixrohrbügeln (2)  
im Bereich der Umlenkung hineinragen.
- 15 5. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Berandungsleitwand (3) U- oder V- oder S-förmig  
fortlaufend gewellt ist.
- 20 6. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche  
1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandungs-  
leitwand (3) aus einzelnen, relativ zueinander beweg-  
lichen Leitwandabschnitten (6,13) besteht.
- 25 7. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß im Bereich der Umlenkung der Rohrbügel (2) beab-  
standete Laschen (7,8) befestigt sind, die als Ab-  
standshalter zur wellenförmigen Berandungsleitwand  
(3) dienen und den jeweiligen Rohrbügel (2) formschlüssig,  
gegebenenfalls stoffschlüssig fest umgreifen (Fig. 5  
30 und 6).
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Laschen (7,8) radiale Fortsätze (11) aufweisen,  
die radial nach innen oder gegen die Wellenberge (5)  
35 der Berandungsleitwand (3) auskragen (Fig. 6).

- 1 9. Wärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß die wellenförmige Berandungsleitwand (3) auf einer  
Vielzahl gegebenenfalls vorhandener Laschen (7,8) auf-  
liegt (Fig. 6).
- 5 10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch  
gekennzeichnet, daß die zuström- und abströmseitigen  
Enden der Berandungsleitwand (3) mittels fingerartig  
sich verjüngender Endteile (10') zwischen fingerartige  
10 Ansätze (10) der berandend anschließenden, strömungs-  
führenden Heißgasgehäusewandstruktur (12) formschlüssig,  
jedoch verschieblich eingreift (Fig. 9 und 10).
11. Wärmetauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die einzelnen Leitwandabschnitte (13) im Bereich  
deren benachbarter Stoßkanten formschlüssig sowie  
relativ zueinander beweglich verbunden bzw. aneinander  
gekoppelt sind.
- 20 12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,  
daß die einzelnen, beispielsweise bogenförmigen  
Leitwandabschnitte (13) der Berandungsleitwand (3)  
endseitig ketten- (Fig.18) oder schuppenartig (Fig.19)  
oder hintergreifend, relativ zueinander beweglich  
25 miteinander verbunden sind (Fig. 12 und 13).
13. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, da-  
durch gekennzeichnet, daß die einstückige oder geteilte  
Berandungsleitwand (3) durch äußere Seile, Blech-  
streifen oder Drähte (14), die in Umfangsaussparungen  
30 bzw. Wellentälern der Berandungsleitwand (3) ange-  
ordnet sind, zusammengehalten wird, wobei die Seile,  
Blechstreifen oder Drähte (14) endseitig in der  
berandend anschließenden, strömungsführenden Heißgas-  
35 gehäusewandstruktur (12) befestigt sind (Fig. 14 und  
15).

- 1 14. Wärmetauscher nach einem oder mehreren der Ansprüche  
1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschen  
(7,8) einteilig oder (17) zweiteilig den jeweiligen  
Matrixrohrbügel (2) bzw. das Matrixrohrprofil fest  
5 umschließen.
15. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß jeweils zwei - von außen nach innen  
gesehen - im wesentlichen V-förmig geöffneten Leitwand-  
10 abschnitte (6) die Laschen (17) eines zugehörigen  
Matrixprofils (2) übergreifen (Fig. 8).
16. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Rohrbügel (2) ein aerodynamisch  
15 optimiertes, vorzugsweise lanzettenförmiges Querschnitts-  
profil aufweisen (Fig. 15).
17. Wärmetauscher nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch  
ein im Querschnitt lanzettenförmiges Hohlprofil mit  
20 durch Quersteg (30) voneinander getrennten, auf die  
lanzettenförmige Kontur formal abgestimmten Druckluft-  
innenkanälen (31).

25

30

35 ESP-755 I

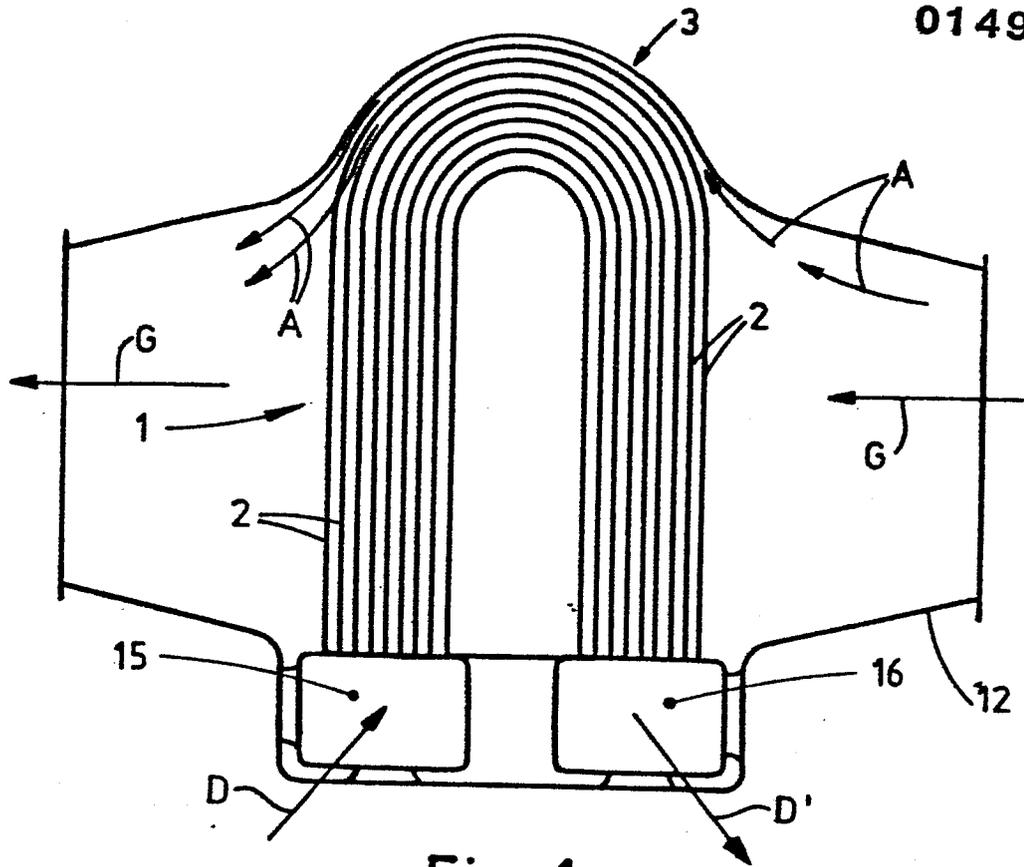


Fig. 1

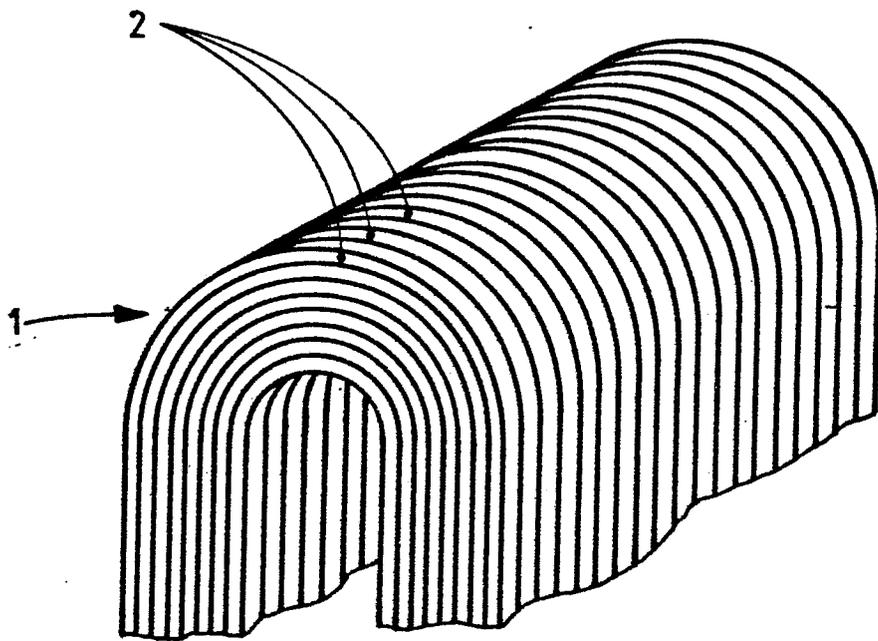


Fig. 2

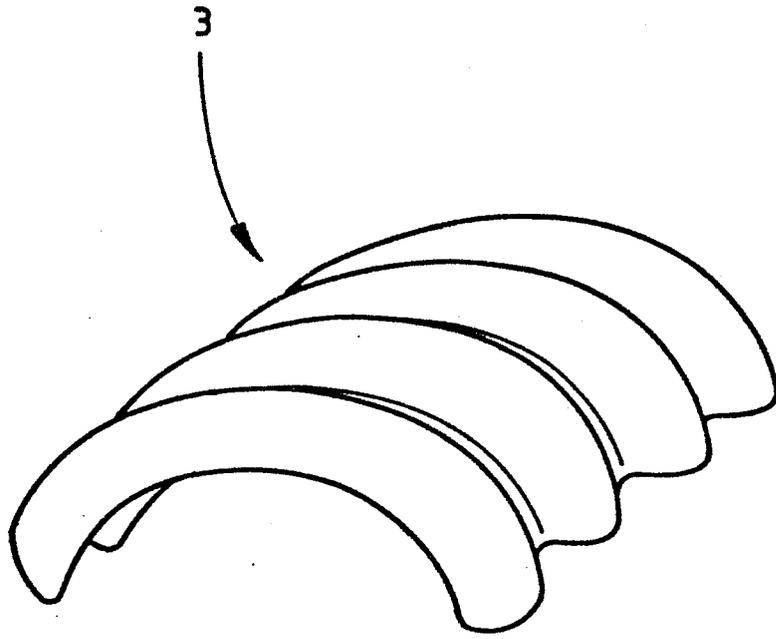


Fig. 3

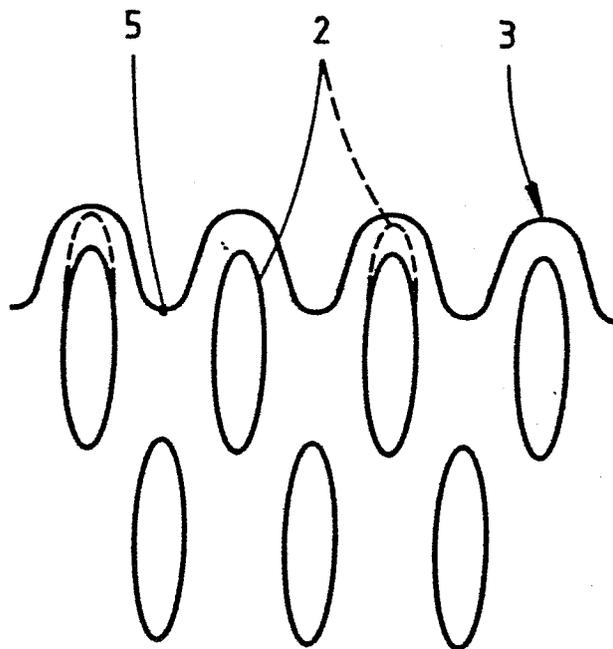


Fig. 4

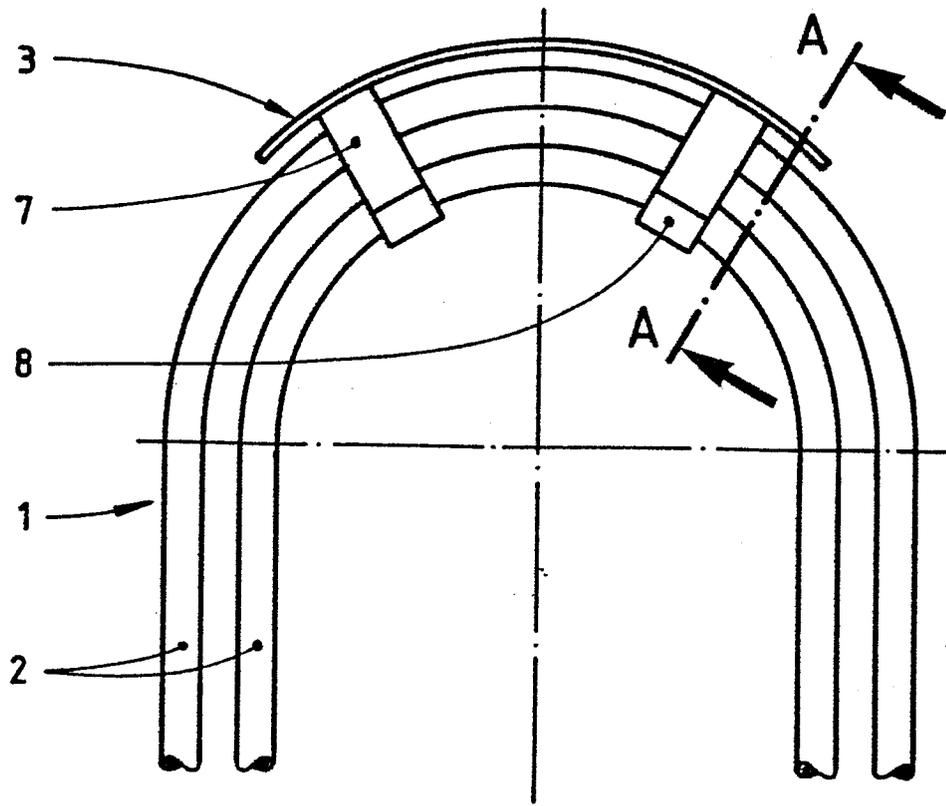


Fig. 5

Schnitt A-A

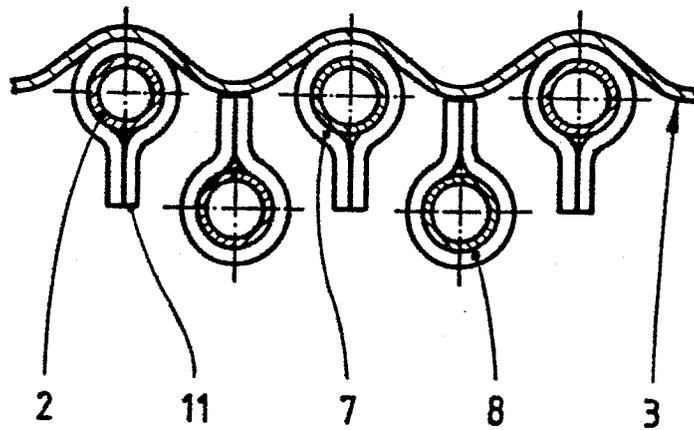


Fig. 6

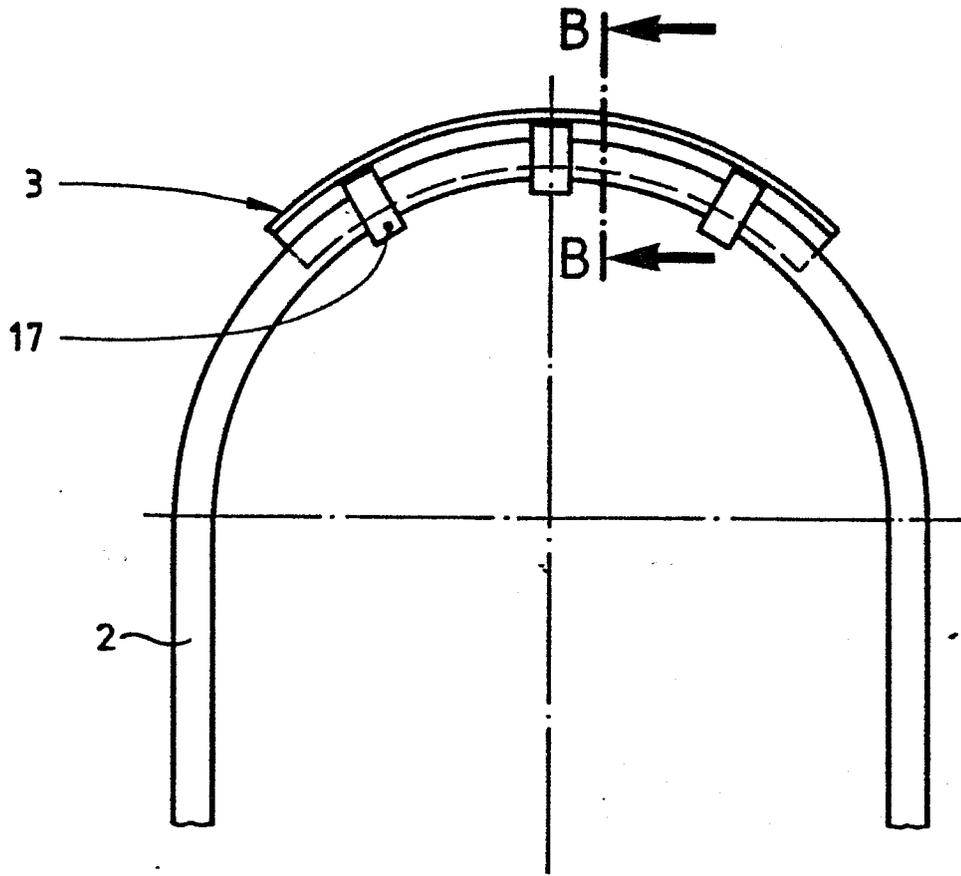


Fig. 7

Schnitt B-B

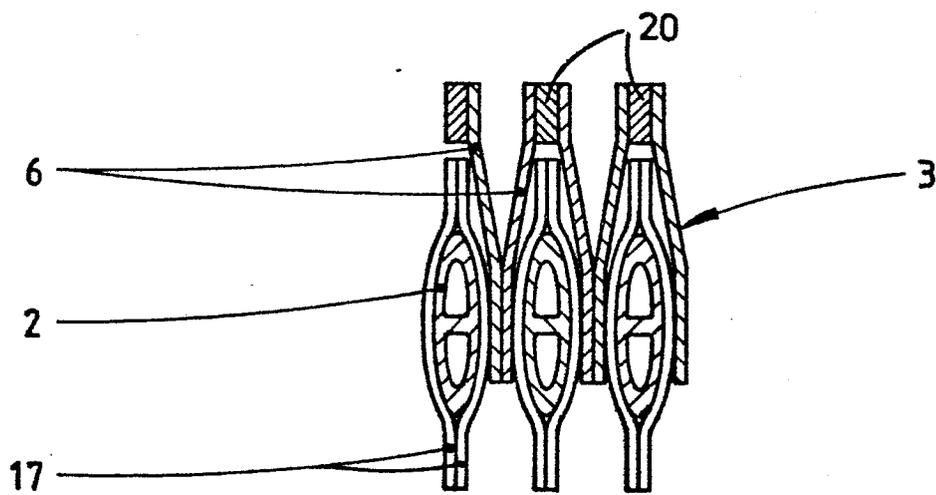


Fig. 8

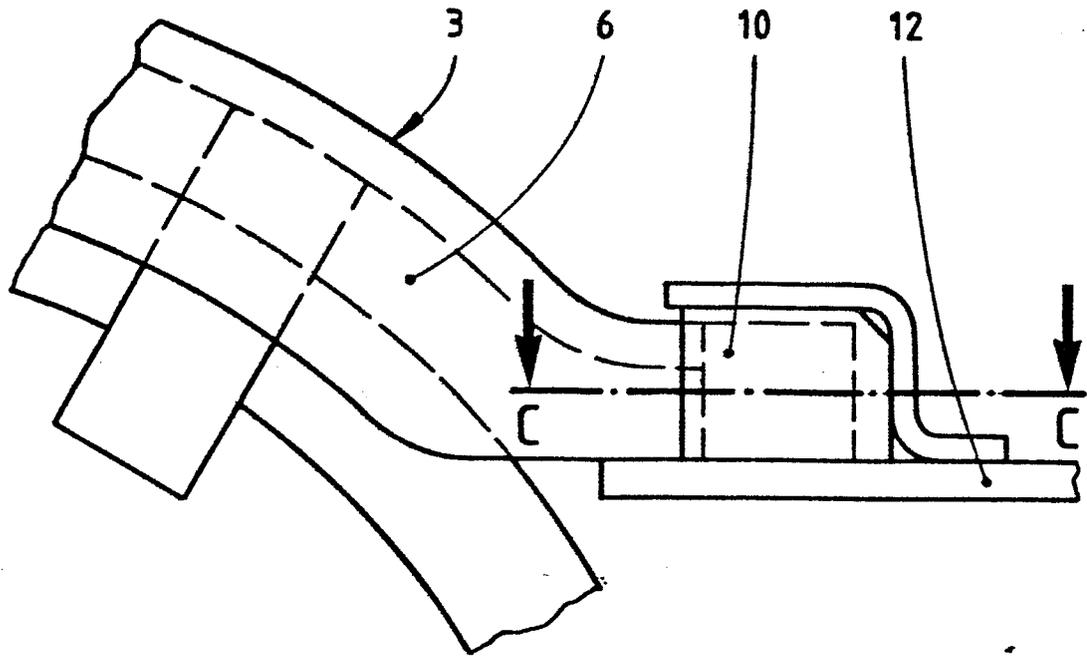


Fig. 9

Schnitt C-C

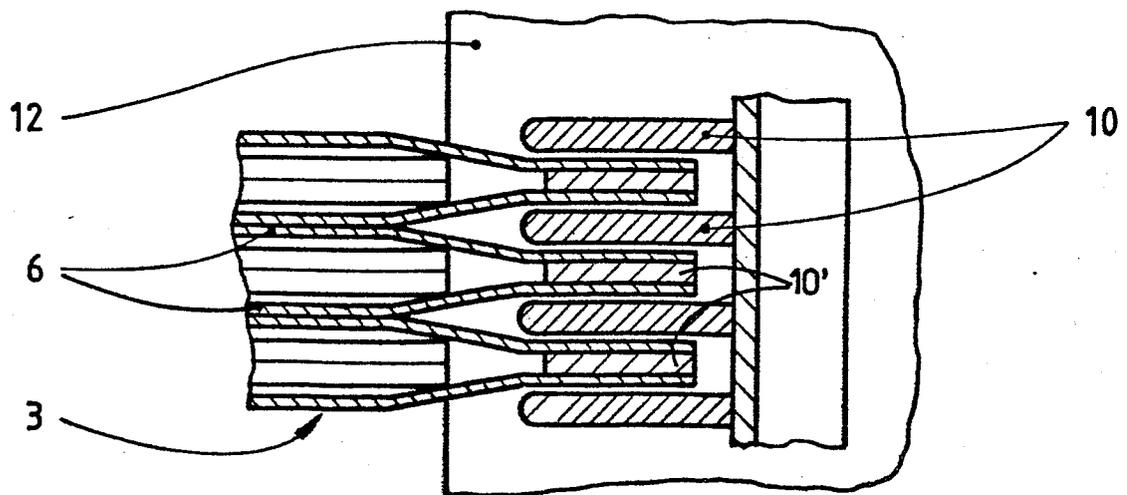


Fig. 10

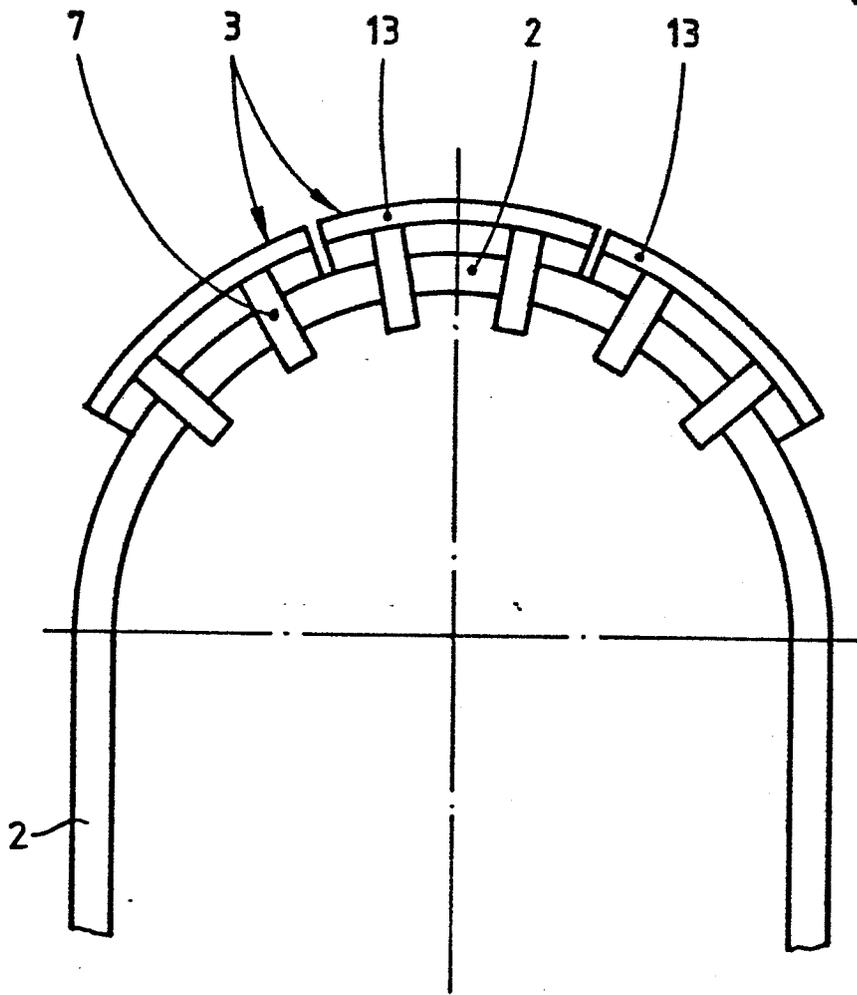


Fig. 11

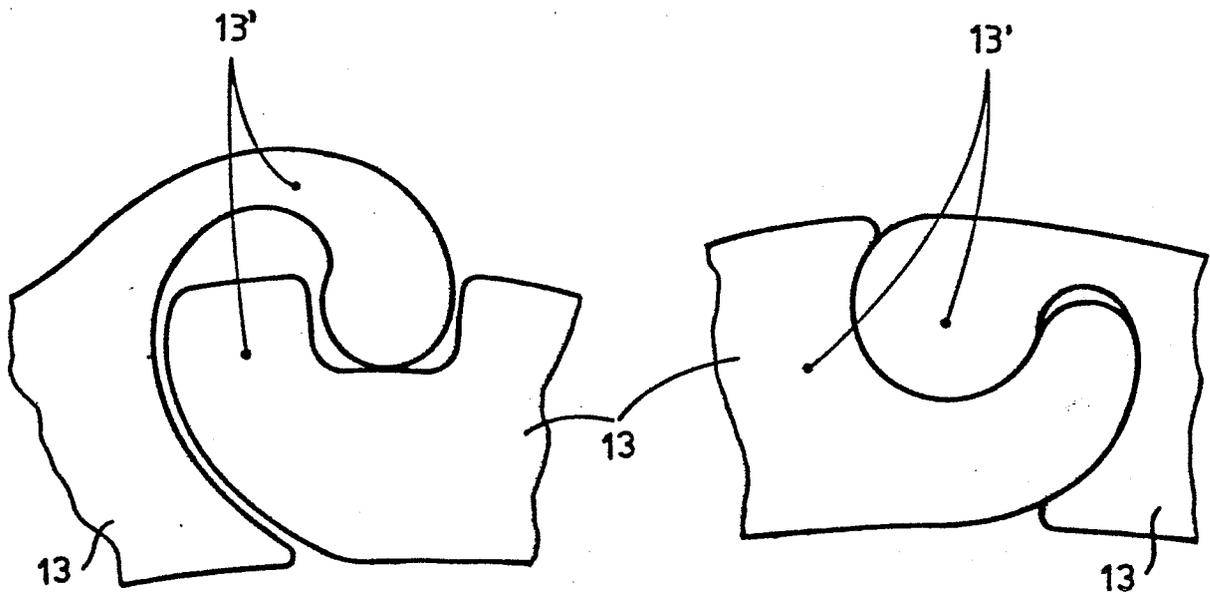


Fig. 12

Fig. 13

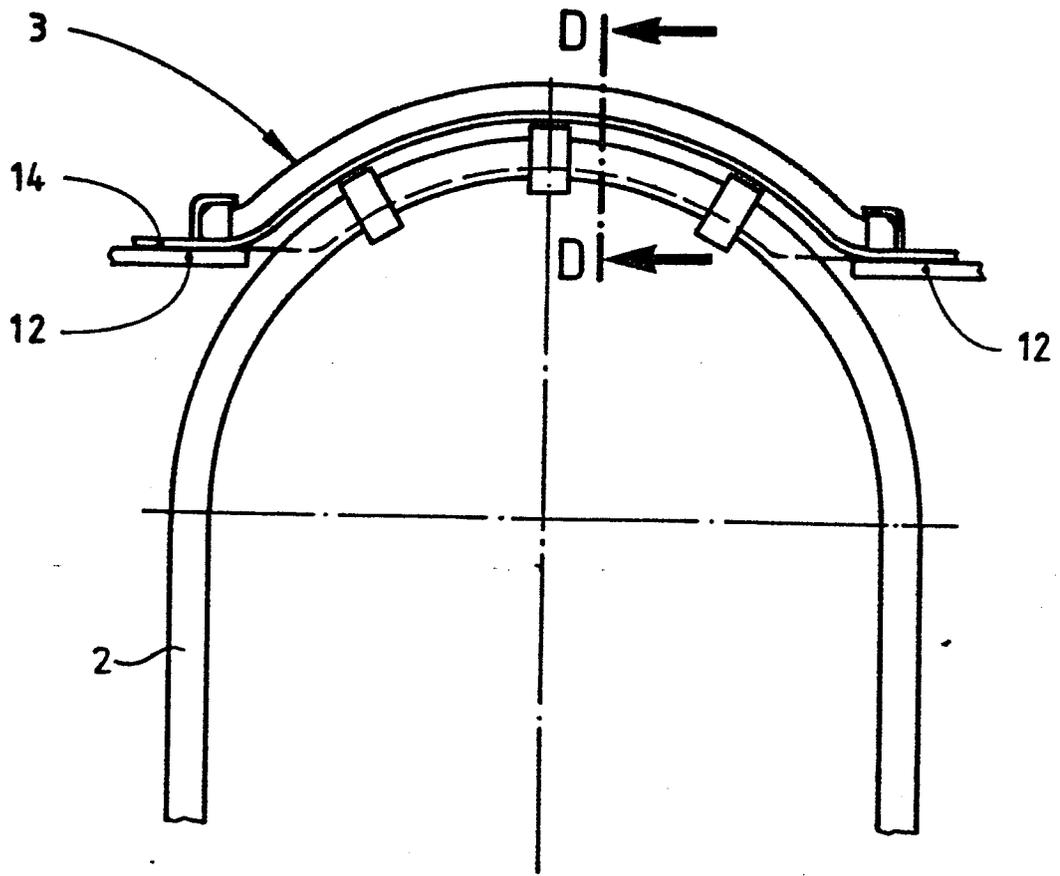


Fig. 14

Schnitt D-D

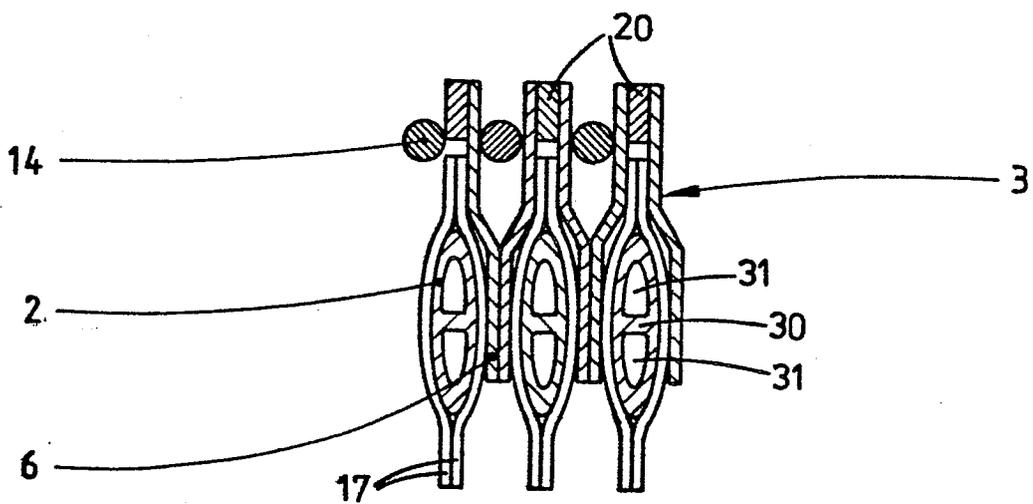


Fig. 15

