



**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: 79103980.3

Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 28 D 7/06**

Anmeldetag: 15.10.79

Priorität: 26.10.78 DE 2846581

Anmelder: **GHT Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik mbH, c/o Siemens AG Postfach 261, D-8000 München 22 (DE)**

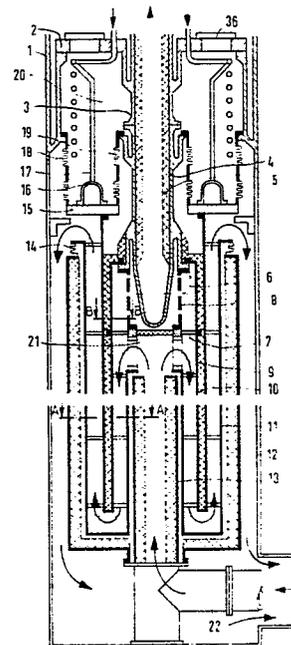
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 14.05.80  
Patentblatt 80/10

Erfinder: **Maus, Wolfgang, Dipl.-Ing., Gut Horst, D-5060 Bergisch Gladbach 4 (DE)**  
Erfinder: **Swars, Helmut, Ing. grad., Albert-Einstein-Strasse 11, D-5060 Bergisch Gladbach 1 (DE)**  
Erfinder: **Niemeyer, Wolfgang, Dipl.-Ing., Albert-Einstein-Strasse 7, D-5060 Bergisch Gladbach 1 (DE)**

Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LU NL SE**

**Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur.**

Insbesondere für die Übertragung der Wärme eines Hochtemperaturreaktors von einem Primärgaskreislauf auf einen Sekundärgaskreislauf wird ein U-Rohr-Wärmetauscher vorgeschlagen. Bei den vorgesehenen Temperaturen von etwa 950°C sind die noch zulässigen Spannungen für die verwendbaren Werkstoffe gering. Daher wird der Kaltgassammler (16) flexibel am Gehäuse befestigt. Die Anordnung gestattet ein vollständiges und auch fernbedientes Prüfen aller durch Druck belasteten Teile des Primärgaskreislaufes von der Sekundärgasseite aus. Die flexiblen Elemente (18, 19) sind weder durch das Gewicht des Wärmetauschers belastet, noch durch hohe Temperaturen gefährdet.



**EP 0 010 679 A1**

VPA 78 P 8567 EUR

G H T

Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik mbH  
D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher  
für Gase von hoher Temperatur, insbesondere für die  
Übertragung der Wärme eines Hochtemperaturreaktors  
von einem Primärgaskreislauf auf einen Sekundärgas-  
kreislauf. Das Sekundärgas soll im Gegenstrom zum  
15 Primärgas in zahlreichen, parallel geschalteten U-  
Rohren geführt werden.

- Wärmetauscher, deren wärmeübertragende Flächen aus  
U-Rohren bestehen, haben insbesondere als Dampfer-  
20 zeuger erhebliche Vorteile gegenüber Wärmetauschern  
mit geraden Rohren, weil die U-Rohre zwar an ihren  
beiden Enden fest eingespannt sind, sich aber  
mit ihren U-Bogen gegenüber dem Gehäuse oder gegen-  
über ihrer Aufhängung frei ausdehnen können. Gegen-  
25 über den für Gase von hoher Temperatur vorgeschlagenen  
Wendetrohrwärmetauschern haben die U-Rohrwärmetauscher  
einige wesentliche Vorteile. Einerseits sind sie ein-  
facher herzustellen und auch leichter zu montieren  
und sind daher im ganzen preisgünstiger; andererseits  
24.10.78

sind U-Rohre nach der Montage und auch nach längerer Betriebszeit leichter zu prüfen und auch zu reparieren, weil man die langen, geraden Schenkel dieser U-Rohre schnell und zuverlässig von innen mit langen Sonden prüfen kann, was bei Wendelrohrwärmetauschern wegen der komplizierten Form sehr schwierig ist. Außerdem hat ein im Gegenstrom betriebener Gas-Wärmetauscher zwischen dem Primär- und dem Sekundärmedium nur eine geringe und auch über die Länge der Rohre annähernd konstante Temperaturdifferenz, so daß weder in den Rohren selbst noch in ihrer Aufhängung oder in den die Rohre umgebenden Kanalwandungen wesentliche Temperaturdifferenzen auftreten können, die unzulässige Spannungen verursachen. Ungeachtet dieser Vorteile hat aber ein U-Rohr-Wärmetauscher für Gase von beispielsweise  $950^{\circ}\text{C}$  erhebliche Probleme, weil man die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heiße Gas räumlich und konstruktiv voneinander trennen muß; um einerseits Spannungen zwischen Bauteilen unterschiedlicher Temperatur und andererseits unerwünschte Wärmeverluste zu vermeiden. Da die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heiße Gas erhebliche Abmessungen haben und dementsprechend bei verschiedenen Betriebszuständen insbesondere in Längsrichtung sehr unterschiedliche Ausdehnungen zu erwarten sind, muß wenigstens ein Sammler elastisch befestigt sein. Die U-Rohre selbst können diese Ausdehnungen nicht aufnehmen, weil bei den hier vorgesehenen hohen Temperaturen die noch zulässigen Spannungen für die verwendbaren Werkstoffe gering sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Wärmetauscher nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs. Dieser Wärmetauscher soll für maximale Temperaturen von etwa 950° C sowie für Temperaturdifferenzen von etwa 650° C zwischen Gaseintritt und Gasaustritt  
5 geeignet sein und soll daher Spannungen aufgrund unterschiedlicher Temperaturen weitgehend vermeiden. Außerdem soll dieser Wärmetauscher vollständig prüfbar sein und, soweit er für Kernreaktoranlagen  
10 eingesetzt wird, fernbedient von der Sekundärseite aus geprüft werden können, ohne daß der Primärgaskreislauf geöffnet werden muß.

Der im ersten Anspruch vorgeschlagene Wärmetauscher  
15 vermeidet Spannungen, weil sich die U-Rohre selbst und der an ihnen befestigte Kaltgassammler gegenüber dem Heißgassammler und gegenüber dem Gehäuse frei ausdehnen können. Da der Kaltgassammler bei einem im Gegenstrom betriebenen Gas-Wärmetauscher  
20 weder auf der Primär- noch auf der Sekundärseite durch hohe Temperaturen gefährdet ist, kann man diesen Kaltgassammler durchaus mit konventionellen flexiblen Elementen, wie beispielsweise Wellrohren an das Gehäuse anschließen. Durch räumliche Trennung  
25 und entsprechende Isolierung kann man die Bauteile des Kaltgassammlers auch vor den hohen Temperaturen des Heißgassammlers schützen. Die flexiblen Elemente werden nicht durch das Gewicht der U-Rohre belastet.

30 Die im zweiten Anspruch vorgeschlagene Trennwand hat bei einem im Gegenstrom betriebenen Wärmetauscher örtlich jeweils eine Temperatur, die sich nur wenig von der Temperatur des benachbarten Wärmetauscher-

rohres unterscheidet. Da diese Trennwand dünnwandig  
und auf einer Seite isoliert ist und auf der  
anderen Seite von einem Gasstrom mit hoher Geschwin-  
digkeit angeströmt wird, hat diese Trennwand auch  
5 bei betriebsbedingten Änderungen der Gastemperatur  
etwa die gleiche Temperatur wie das jeweils benach-  
barte Wärmetauscherrohr und dehnt sich dementsprechend  
etwa im gleichen Maße wie dieses Rohr aus. Daher  
können zwischen Rohren und Trennwand keine sehr unter-  
10 schiedlichen Ausdehnungen auftreten, und man kann  
diese Trennwand nicht nur für die Gasführung sondern  
auch als tragendes Bauteil zwischen dem Heißgas-  
sammler und dem Kaltgassammler benutzen.

15 Der im dritten Anspruch vorgeschlagene vom Primärgas-  
kreislauf getrennte Raum ist bei Wärmetauschern für  
Kernenergieanlagen von wesentlicher Bedeutung, da  
ja der Primärgaskreislauf unvermeidlich radioaktive  
Verunreinigungen enthält. Wenn man diesen Raum mit  
20 dem reinen Primärmedium füllt und durch eine geeig-  
nete Regelung oder durch Druckausgleich über einen  
Filter sicherstellt, daß in diesem Raum ständig der  
gleiche Druck herrscht wie im Primärgaskreislauf,  
dann ist dieser Raum nicht durch den hohen Druck  
25 des Primärgaskreislaufs gefährdet. Wenn man darüber  
hinaus in diesem Raum einen geringen Überdruck  
gegenüber dem Primärgaskreislauf aufrecht erhält,  
dann ist sogar gewährleistet, daß in diesem Raum  
auch bei kleinen Undichtigkeiten keine radioaktiven  
30 Verunreinigungen eindringen können. Bei Prüfungen  
oder Reparaturen am Wärmetauscher wird aber der  
Druck im Primärgaskreislauf herabgesetzt, so daß

man diesen Raum unbesorgt von außen öffnen kann und von diesem Raum aus Sammler, U-Rohre und die Wände dieses Raumes prüfen kann, ohne den Primärgaskreislauf zu öffnen. Daher kann dieser Raum, der während des Betriebes nicht als Begrenzung des Primärgaskreislaufs dient, aus flexiblen Elementen bestehen.

Die im 4. Anspruch vorgeschlagene Anordnung ist besonders zweckmäßig für Wärmetauscher, die in einem zylindrischen Gehäuse untergebracht werden sollen. Der durch hohe Temperaturen besonders beanspruchte Heißgassammler hat als gerades, zylindrisches Rohr eine geometrisch einfache Form mit klaren, exakt berechenbaren Beanspruchungen. Auch die Isolierung läßt sich an einem solchen geometrisch einfachen Bauteil einfach und zuverlässig anbringen. Der durch die geringere Gastemperatur wesentlich weniger beanspruchte Kaltgassammler dagegen umgibt den Heißgassammler ringförmig und konzentrisch und ist mit diesem bzw. dem Gehäuse durch flexible Elemente verbunden. Diese flexiblen Elemente können entweder zwei konzentrisch ineinander angeordnete Wellrohre sein, die einen Ringraum bilden oder mehrere, über den Umfang verteilte Wellrohre von geringerem Durchmesser. Beide Ausführungsformen können den in Anspruch 3 beschriebenen getrennten Raum bilden, wobei die Zuleitungen von außen zum Kaltgassammler innerhalb oder außerhalb dieses Raumes angeordnet sind.

Die im 5. Anspruch vorgeschlagene Halterung der U-Rohre überträgt das Gewicht der U-Rohre und ihre Kräfte auf den zentralen Heißgassammler, so daß die von dieser Einspannung bis zum Heißgassammler mit einem Bogen verlegten U-Rohre nur die an sich geringen Kräfte aufnehmen müssen, die sich aus einer unterschiedlichen Ausdehnung von Heißgassammler und Halterung ergeben können.

Die im 6. Anspruch vorgeschlagene konische Form des zentralen Heißgassammlers gestattet es, die auf unterschiedlichen Abständen von Sammlermitte angeordneten senkrechten U-Rohre alle mit dem gleichen Bogen an den zentralen Heißgassammler anzuschließen, so daß die Spannungen in allen Rohrbögen gleich sind.

Die im 7. Anspruch vorgeschlagene isolierende Wand zwischen dem zentralen Heißgassammler und dem Primärgaseintritt trennt diesen Sammler vom heißen Primärgaskreislauf. Daher kann dieser Sammler nur die Temperatur des Sekundärgases haben, die etwa  $50^{\circ}$  unter der des Primärgases liegt. Bei den hier vorgesehenen hohen Temperaturen sind  $50^{\circ}$  weniger von wesentlicher Bedeutung für die Festigkeit des Sammlers.

und 9.

Die im 8./Anspruch vorgeschlagenen Blechmäntel sollen einerseits verhindern, daß das heiße Primärgas ohne Wärmeaustausch mit den U-Rohren an diesen vorbeifließt und andererseits den Wärmeaustausch zwischen zwei Heißgasströmen von unterschiedlicher Temperatur verringern. Daher ist zunächst in unmittelbarer Nähe des U-Rohr-Bündels ein nicht isolierter Blechmantel vorgesehen, der ständig etwa die gleiche Temperatur wie das Rohrbündel selbst aufweist und sich daher mit diesem im gleichen Sinne ausdehnt. Ein weiterer isolierter Blechmantel ist am Gehäuse befestigt und kann sich daher völlig unabhängig vom Rohrbündel ausdehnen. Der zwischen diesen beiden Blechmänteln vorhandene Spalt ist nur an seinem kalten Ende durch ein dort durchaus zulässiges flexibles Element, beispielsweise ein Wellrohr, verschlossen, so daß durch diesen Spalt keine Teilmengen des Primärgases ohne Wärmeaustausch mit den U-Rohren abfließen können. Auch an dieser Stelle zeigen sich die Vorteile eines im

Gegenstrom betriebenen Gas-Wärmetauschers, bei dem am kalten Ende tatsächlich nur geringe Temperaturen auftreten können und die dort zur einwandfreien Abdichtung notwendigen flexiblen Elemente sicher nicht  
5 gefährdet sind. Der wellenförmige Querschnitt der Blechmäntel löst zwei unterschiedliche Probleme; einerseits werden die Blechmäntel in Umfangsrichtung nachgiebig, so daß sie sich mit dem Rohrbündel zusammen  
10 Wellen, wenn ihre Teilung der benachbarten Rohrteilung entspricht, vermieden, daß zwischen den U-Rohren und den Blechmänteln Kanäle entstehen, in denen das Gas einen geringeren Strömungswiderstand findet, dementsprechend dort schneller strömt und weniger abgekühlt  
15 wird, so daß am Ende über den Querschnitt unterschiedliche Gastemperaturen zu erwarten sind.

Die im 10. Anspruch vorgeschlagene Abstützung soll bei Inspektionen und Reparaturen den Kaltgassammler und die  
20 an ihm befestigten Bauteile tragen, damit der obere Teil des Heißgassammlers entfernt werden und sein unterer Teil geprüft werden kann. Außerdem kann diese Abstützung als Sicherung gegen Absturz des Wärmetauschers und als Begrenzung der Schwingungen bei Erdbeben dienen.

25

Die Figuren 1 bis 5 zeigen mögliche Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung einen senkrechten Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen  
30 Wärmetauscher für einen gasgekühlten Hochtemperaturreaktor.

Figur 2 zeigt in vergrößerter Darstellung einen  
35 waagerechten Teilschnitt A-A durch Figur 1.

Figur 3 zeigt einen weiteren Teilschnitt B-B durch Fig.1.

Figur 4 zeigt eine Ansicht der Figur 3.

Figur 5 zeigt eine Alternative zu Figur 1.

In Figur 1 wird das ringsum geschlossene, zylindrische  
5 Wärmetauschergehäuse 1 an seinem oberen Ende durch  
eine Tragplatte 2 begrenzt, an der ein obere  
zentrales Heißgasrohr befestigt ist, das wiederum  
einen unteren zentralen Heißgassammler 4 trägt. Beide  
Teile sind innen durch die Isolierung 5 geschützt.  
10 Im unteren konischen Teil des zentralen Heißgassammlers 4  
münden die heißen Enden der U-Rohre 6, die bei 7 ein-  
gespannt und mit einer besonderen Halterung 8 vom  
zentralen Heißgassammler 4 getragen werden. Außerdem  
trägt dieser Sammler 4 eine doppelwandige und im  
15 Längsschnitt ebenfalls U-förmige Trennwand 9, die mit  
einer Isolierung 10 gefüllt ist. Die U-Rohre 6 bilden  
ein ringförmiges Rohrbündel, das sowohl innen als auch  
außen zunächst durch einen konzentrischen, nicht  
isolierten Blechmantel 11 von U-förmigem Längsschnitt  
20 und dann von zwei konzentrischen, isolierten Blech-  
mänteln 12 und 13 begrenzt ist. Zwischen diesen Blech-  
mänteln ist ein Spalt vorgesehen, der am kalten Ende  
durch ein Wellrohr 14 flexibel abgedichtet ist. Die  
U-Rohre 6 und die doppelwandige Trennwand 9 tragen an  
25 ihrem kalten Ende eine ringförmige Rohrplatte 15, an  
deren Oberseite ein ebenfalls ringförmiger Kaltgas-  
sammler 16 lösbar befestigt ist. In diesen Sammler 16  
münden mehrere, über den Umfang verteilte schrauben-  
linienartig gewundene Kaltgasrohre 17, die das kalte  
30 Sekundärgas von außen zu den U-Rohren 6 leiten. Die  
Rohrplatte 15 bildet zusammen mit dem oberen Ende des  
Gehäuses 1, mit der Tragplatte 2 und mit mindestens  
zwei konzentrischen Wellrohren 18 und 19 einen vom  
darunterliegenden Primärgaskreislauf getrennten Raum 20,  
35 der in Figur 1 auch die Rohre 17 umschließt. Dieser

Raum 20 ist bei Betrieb der Anlage mit dem reinen Medium des Primärgaskreislaufs gefüllt und wird mittels einer nicht näher dargestellten Regelung oder über einen Druckausgleich auf dem Druck des Primärgaskreis-

5 laufs gehalten. Auf diese Weise wird dieser Raum 20 nicht durch Druckdifferenzen belastet und kann bei herabgesetztem Druck im Primärgaskreislauf von außen geöffnet und zur Inspektion und Reparatur der

10 Sammler und der U-Rohre benutzt werden, ohne daß der Primärgaskreislauf selbst geöffnet werden müßte. Unterhalb des Heißgassammlers 4 ist eine isolierende Wand 21 vorgesehen, die an der Halterung 8 befestigt ist und den Heißgassammler 4 vom Primärgaskreislauf trennt.

15

Die Strömungsführung der beiden Wärmetauschermedien sind folgendermaßen:

Das heiße Primärgas tritt durch den waagerechten

20 Rohrstützen 22 in den zentralen, isolierten Blechmantel 13 ein, wird unterhalb der isolierenden Wand 21 umgelenkt und fließt zunächst abwärts und dann aufwärts an den U-Rohren 6 entlang durch einen Raum, der einer-

25 seits durch den Blechmantel 11 und andererseits durch die Trennwand 10 gebildet wird. Unterhalb der Rohrplatte 15 wird das inzwischen abgekühlte Primärgas nach unten umgelenkt und fließt zwischen dem Blech-

30 mantel 12 und dem Gehäuse 1 abwärts. Das kalte Sekundärgas fließt durch mehrere schraubenlinienartig ineinander gewendelte Rohre 17 in den ringförmigen Sammler 16 und von dort aus durch die in der Rohrplatte 15 befestigten U-Rohre 6 zum Heißgassammler 4 und tritt aus dem oberen Heißgasrohr 3 aus.

In Figur 2 wird mit denselben Bezeichnungen wie in Figur 1 dargestellt, wie die U-Rohre 6 und zwar mit ihrem kalten Schenkel 6b und dem warmen Schenkel 6a im Querschnitt angeordnet sind. Bei den hier vorgeschlagenen Gas-Wärmetauschern soll die Primärgas-  
5 temperatur mit Rücksicht auf möglichst geringe Wärmespannungen im Querschnitt keine wesentlichen Differenzen aufweisen. Daher müssen die Strömungswiderstände und damit auch die freien Querschnitte außerhalb der  
10 U-Rohre im Querschnitt von außen nach innen gleichbleiben. Daher hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die einzelnen U-Rohre mit konstanter Teilung in evolventenförmig gebogenen senkrechten Flächen anzuordnen. Diese, in Figur 2 aus jeweils dreizehn  
15 U-Rohren 6 bestehenden gebogenen Flächen können in der Werkstatt vormontiert und dann jeweils als ganze Fläche in den konzentrischen Blechmantel 11 montiert werden. Von innen nach außen betrachtet, wird die isolierte Blechwand 13, die als Führung für das eintretende heiße  
20 Primärgas dient, mit Abstand von dem inneren Blechmantel 11a umgeben, der zusammen mit der inneren Trennwand 9a die heißen Schenkel 6a der U-Rohre 6 begrenzt, während die äußere Trennwand 9b zusammen mit dem äußeren Blechmantel 11b die kalten Schenkel 6b der  
25 U-Rohre 6 begrenzt. Außerhalb des Blechmantels 11b ist mit Abstand der isolierte Blechmantel 12 angeordnet, der wiederum mit dem in Figur 2 nicht dargestellten Gehäuse 1 einen Ringkanal für das abwärts strömende, abgekühlte Primärgas darstellt. Die Trennwände 9 und  
30 Blechmäntel 11 sind in Figur 2 mit einem gewellten Querschnitt dargestellt. Die Vorteile dieses wellenförmigen Querschnitts wurden bei der Beschreibung des 9. Anspruchs dargestellt. Zwischen den bereits erwähnten evolventenförmig gebogenen Flächen von

U-Rohren 6 sind jeweils waagerechte Abstandshalter 24 vorgesehen, die bei der Montage in entsprechende Schlitz in Trennwand 9 und Blechmantel 11 gesteckt und dort gasdicht verschweißt werden.

5

In den Figuren 3 und 4 wird dargestellt, wie die heißen Enden der U-Rohre 6 zwischen der Halterung 8 und der Trennwand 9 befestigt sind. Auf den U-Rohren 6 sind mit kurzem Abstand übereinander zwei zylindrische  
10 Hülsen 30 befestigt, beispielsweise durch Hochtemperatur-Löten. Zwischen diese beiden Hülsen 30 werden bei der Montage entsprechende Blechstreifen 31 eingelegt, die evolventenförmig gebogen sind und an beiden Enden abgewinkelt, so daß sie in eine entsprechende Aus-  
15 drehung der Halterung 8 bzw. an der Trennwand 9 passen.

Figur 5 zeigt als Alternative zu Figur 1 den oberen Teil des Wärmetauschergehäuses 1, das ebenfalls an seinem oberen Ende durch eine Tragplatte 2 begrenzt  
20 ist, an der ein oberes zentrales Heißgasrohr 3 befestigt ist, das wiederum einen unteren zentralen Heißgassammler 4 trägt. Anstelle der in Figur 1 dargestellten ringförmigen Rohrplatte 15 mit dem darauf verschraubten ringförmigen Kaltgassammler 16 ist hier  
25 ein hohlringförmiger Kaltgassammler 32 vorgesehen, der ähnlich wie in Figur 1 mit mehreren über den Umfang verteilten Kaltgasrohren 33 von außen mit Kaltgas versorgt werden kann. Der Kaltgassammler 32 selbst ist während des normalen Betriebes mit einem  
30 oder mehreren Deckeln 34 verschlossen, die innerhalb eines vom Primärgaskreislauf getrennten Raumes 20 angeordnet sind, der dieselbe Funktion hat wie der entsprechende Raum 20 in Figur 1 aber wesentlich kleiner ist und nur flexible Elemente 35 von wesentlich  
35 geringerem Durchmesser als Anschluß an die Tragplatte 2

benötigt. Dieser Raum ist bei Betrieb wie in Figur 1 mit einem Deckel 36 verschlossen und wird über eine nicht näher dargestellte Regelung oder einen Druckausgleich auf dem Druck des Primärgaskreislaufs gehalten.

- 5 Teil 37 ist die im 10. Anspruch vorgeschlagene Abstützung für den Kaltgassammler 32 bzw. die Rohrplatte 15 aus Figur 1.

VPA 78 P 8567 EUR

G H T

Gesellschaft für Hochtemperaturreaktor-Technik mbH  
D-5060 Bergisch Gladbach 1

5

Wärmetauscher für Gase von hoher Temperatur

10 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher  
für Gase von hoher Temperatur, insbesondere für die  
Übertragung der Wärme eines Hochtemperaturreaktors  
von einem Primärgaskreislauf auf einen Sekundärgas-  
kreislauf. Das Sekundärgas soll im Gegenstrom zum  
15 Primärgas in zahlreichen, parallel geschalteten U-  
Rohren geführt werden.

Wärmetauscher, deren wärmeübertragende Flächen aus  
U-Rohren bestehen, haben insbesondere als Dampfer-  
20 zeuger erhebliche Vorteile gegenüber Wärmetauschern  
mit geraden Rohren, weil die U-Rohre zwar an ihren  
beiden Enden fest eingespannt sind, sich aber  
mit ihren U-Bogen gegenüber dem Gehäuse oder gegen-  
über ihrer Aufhängung frei ausdehnen können. Gegen-  
25 über den für Gase von hoher Temperatur vorgeschlagenen  
Wendrohrwärmetauschern haben die U-Rohrwärmetauscher  
einige wesentliche Vorteile. Einerseits sind sie ein-  
facher herzustellen und auch leichter zu montieren  
und sind daher im ganzen preisgünstiger; andererseits

24.10.78

sind U-Rohre nach der Montage und auch nach längerer Betriebszeit leichter zu prüfen und auch zu reparieren, weil man die langen, geraden Schenkel dieser U-Rohre schnell und zuverlässig von innen mit langen Sonden prüfen kann, was bei Wendelrohrwärmetauschern wegen der komplizierten Form sehr schwierig ist. Außerdem hat ein im Gegenstrom betriebener Gas-Wärmetauscher zwischen dem Primär- und dem Sekundärmedium nur eine geringe und auch über die Länge der Rohre annähernd konstante Temperaturdifferenz, so daß weder in den Rohren selbst noch in ihrer Aufhängung oder in den die Rohre umgebenden Kanalwandungen wesentliche Temperaturdifferenzen auftreten können, die unzulässige Spannungen verursachen. Ungeachtet dieser Vorteile hat aber ein U-Rohr-Wärmetauscher für Gase von beispielsweise  $950^{\circ}\text{C}$  erhebliche Probleme, weil man die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heiße Gas räumlich und konstruktiv voneinander trennen muß; um einerseits Spannungen zwischen Bauteilen unterschiedlicher Temperatur und andererseits unerwünschte Wärmeverluste zu vermeiden. Da die Zu- bzw. Ableitungen und die entsprechenden Sammler für das kalte bzw. heiße Gas erhebliche Abmessungen haben und dementsprechend bei verschiedenen Betriebszuständen insbesondere in Längsrichtung sehr unterschiedliche Ausdehnungen zu erwarten sind, muß wenigstens ein Sammler elastisch befestigt sein. Die U-Rohre selbst können diese Ausdehnungen nicht aufnehmen, weil bei den hier vorgesehenen hohen Temperaturen die noch zulässigen Spannungen für die verwendbaren Werkstoffe gering sind.

angeordneten Halterung eingespannt und führen von dort jeweils mit einem elastischen Rohrbogen zum Heißgassammler.

5 6. Wärmetauscher nach Anspruch 5 mit folgendem  
M e r k m a l :

a) Der zentrale Heißgassammler ist im Bereich der  
10 Rohreinmündungen der U-Rohre konisch gestaltet.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 1 mit folgenden  
M e r k m a l e n :

a) Zwischen dem zentralen Heißgassammler für das  
15 Sekundärgas und dem Primärgaskreislauf ist eine  
isolierende Wand angeordnet.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 4 mit folgenden  
M e r k m a l e n :

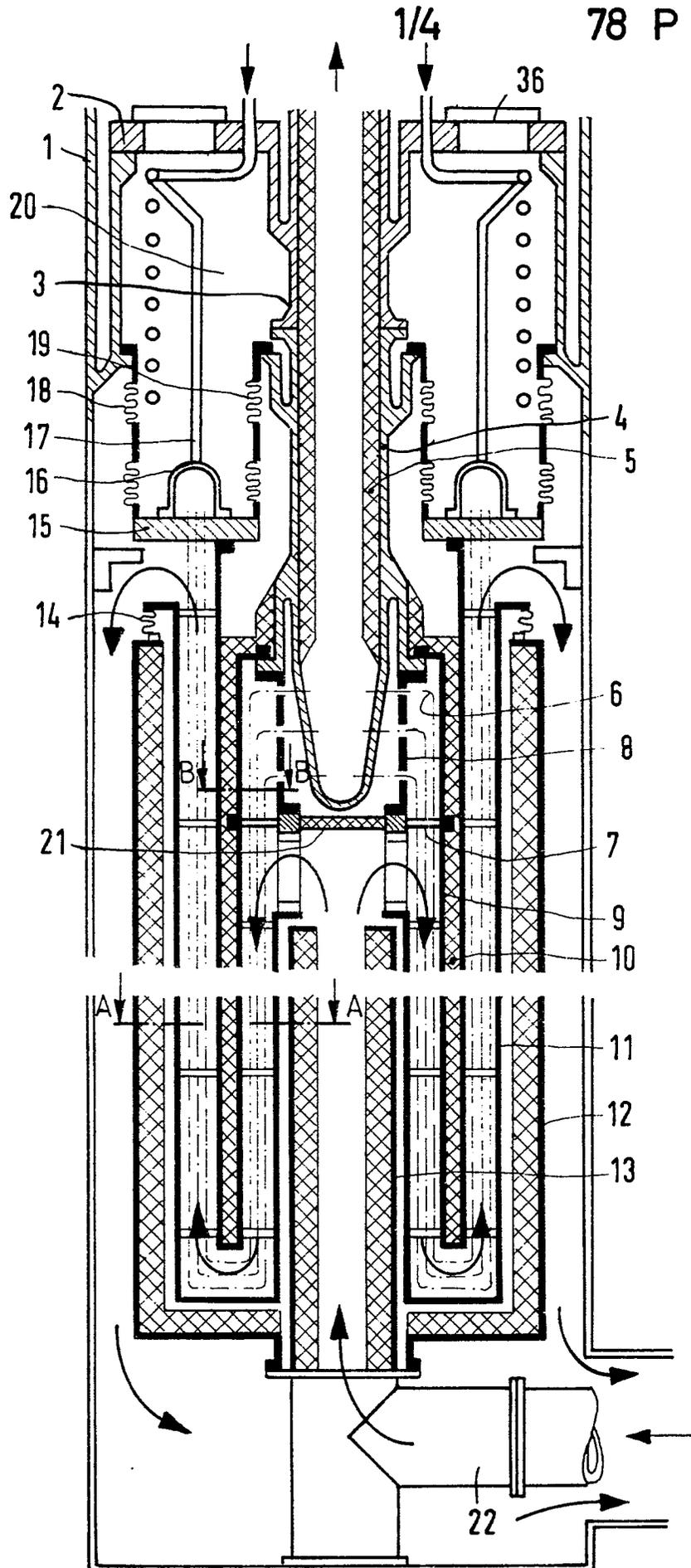
- 20
- a) Die U-Rohre sind sowohl nach außen als auch nach  
innen durch zwei konzentrische Blechmäntel  
begrenzt,
- 25 b) zwischen diesen beiden Blechmänteln ist ein Spalt  
vorgesehen,
- c) dieser Spalt ist am heißen Ende offen und am  
30 kalten Ende durch ein flexibles Element ver-  
schlossen,
- d) von diesen beiden Blechmänteln ist der nicht am  
Rohrbündel angrenzende Blechmantel isoliert.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 4 mit  
folgendem M e r k m a l :

- 5 a) Die an das Bündel der U-Rohre angrenzenden  
Trennwände oder Blechmäntel haben einen wellen-  
förmigen Querschnitt.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 1 in einem Gehäuse mit  
folgenden M e r k m a l e n :

- 10 a) Unterhalb des Kaltgassammlers ist am Gehäuse  
eine Abstützung für diesen Sammler vorgesehen;
- 15 b) der obere Teil des Heißgassammlers ist nach oben  
ausbaubar.



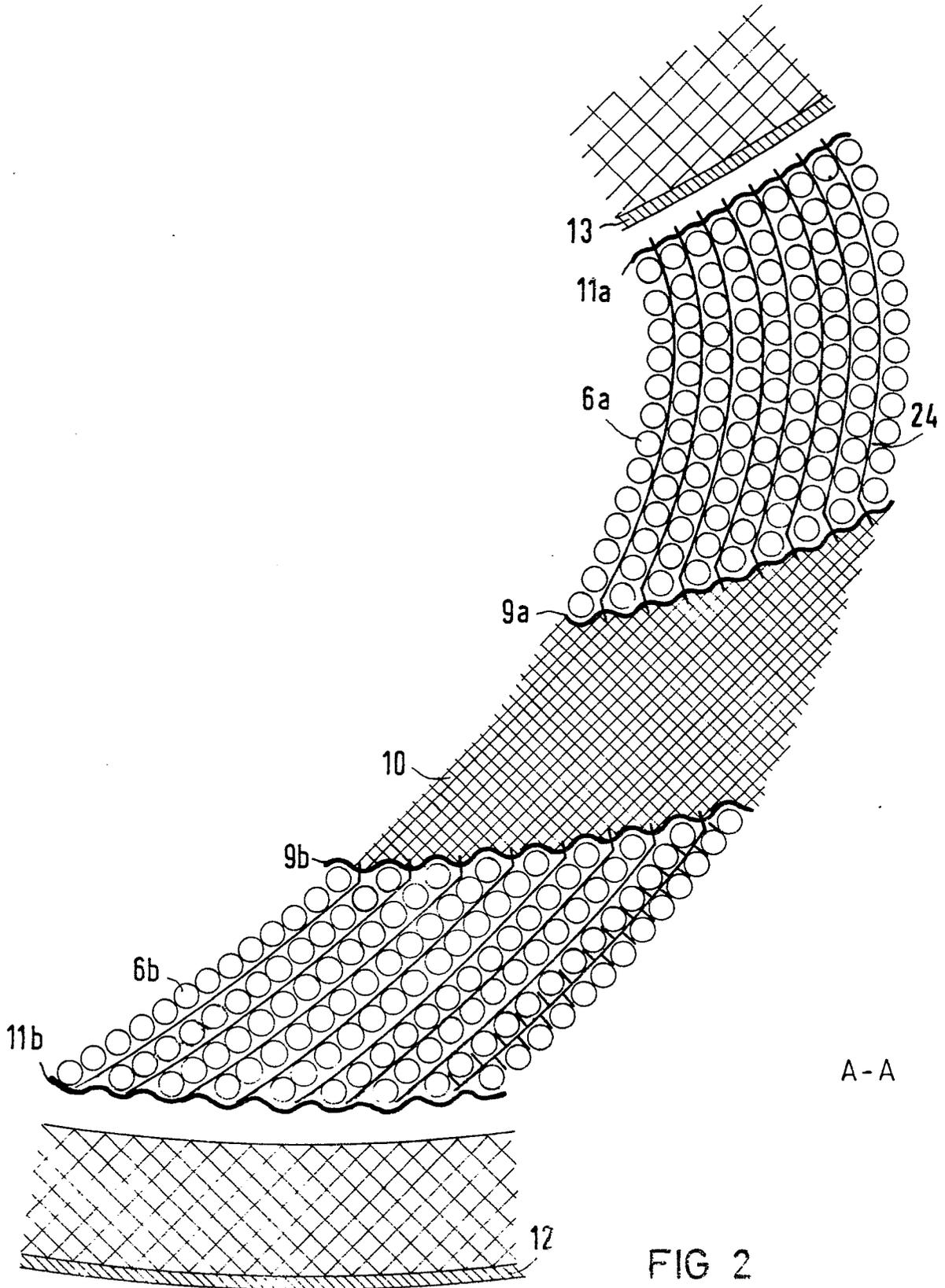


FIG 2

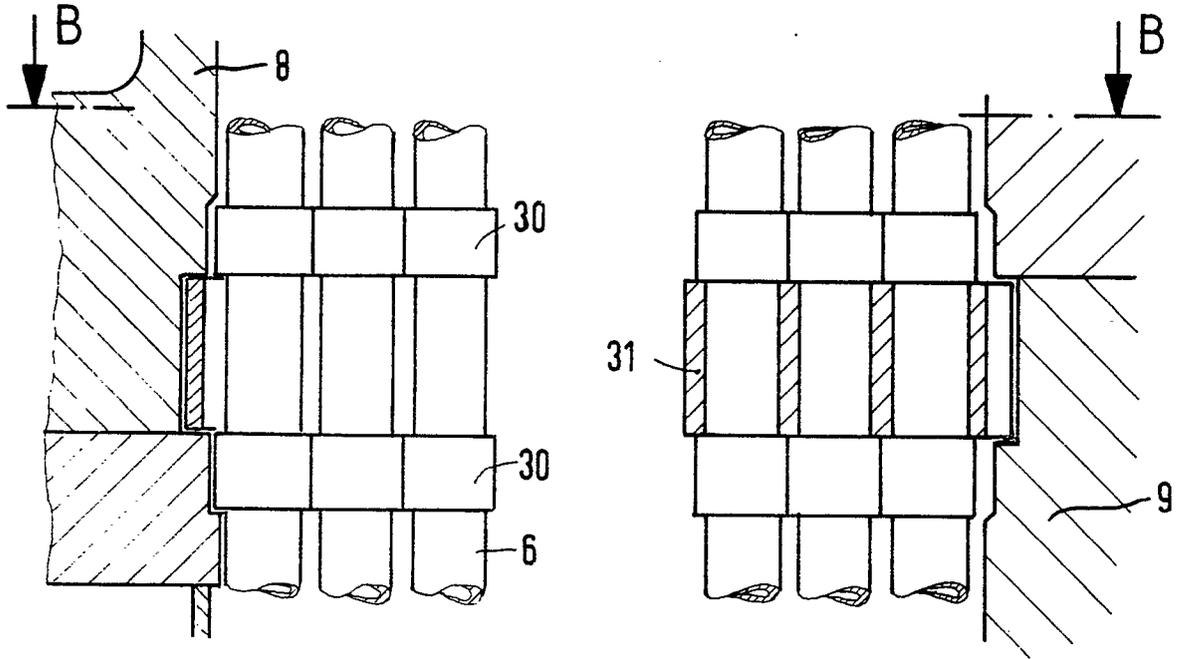
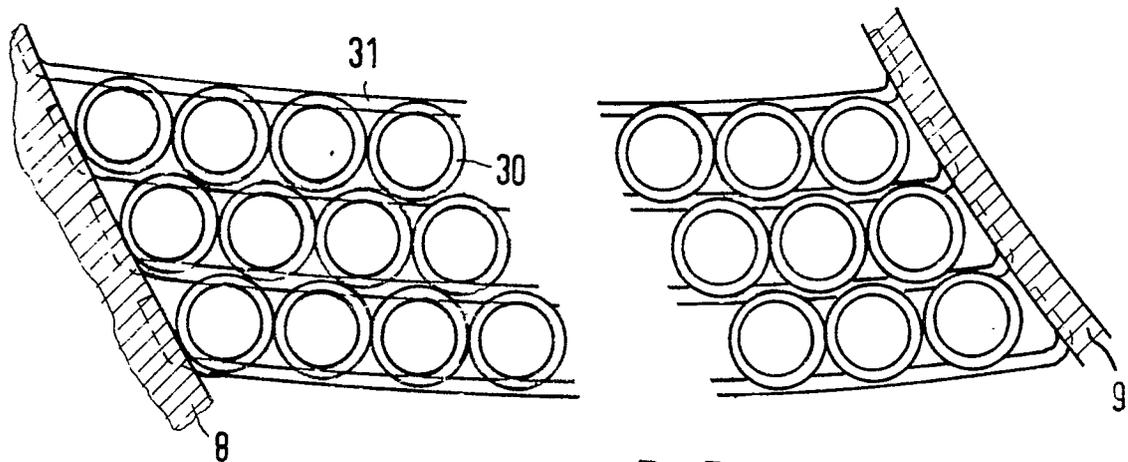


FIG 4



B-B

FIG 3

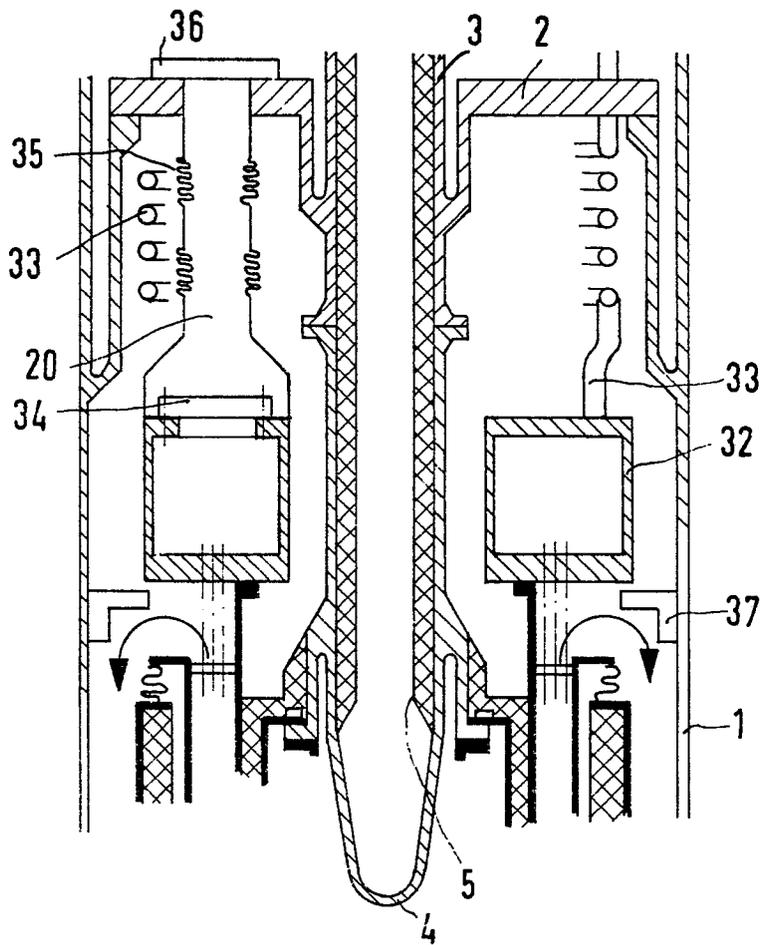


FIG 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<p><u>DE - A - 2 658 086</u> (STAHLWERKE) * Seite 5, Absatz 4 bis Seite 6, Absatz 3; Figuren 1,2 *</p> <p>--</p> <p><u>FR - A - 2 369 658</u> (SULZER) * Seite 3, Zeile 5 bis Seite 4, Zeile 21; Figuren 1,2 *</p> <p>--</p> <p><u>FR - A - 702 777</u> (ELFELDT) * Seite 2, Zeilen 18-43; Figuren 1,2 *</p> <p>--</p> <p>A <u>GB - A - 1 175 972</u> (ELECTRIC)</p> <p>-----</p>	<p>1,4</p> <p>1,4</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>F 28 D 7/06</p> <hr/> <p>RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)</p> <p>F 22 B F 28 D F 28 F</p> <hr/> <p>KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
<p><input checked="" type="checkbox"/> Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.</p>			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	01-02-1980	JOHANSSON	