



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 108 963 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.06.2001 Patentblatt 2001/25**

(51) Int Cl.7: **F24H 3/06**

(21) Anmeldenummer: **00127480.2**

(22) Anmeldetag: **14.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Jäger, Markus**  
**85640 Putzbrunn (DE)**  
• **Hartmann, Thomas**  
**82205 Gilching (DE)**

(30) Priorität: **17.12.1999 DE 19961133**

(74) Vertreter: **MÜLLER & HOFFMANN Patentanwälte**  
**Innere Wiener Strasse 17**  
**81667 München (DE)**

(71) Anmelder: **Truma Gerätetechnik GmbH & Co.**  
**85640 Putzbrunn (DE)**

### (54) **Rauchgas-Wärmetauscher**

(57) Ein aus zwei Gehäuseschalen (10, 11) zusammengesetzter Rauchgas-Wärmetauscher weist einen mit einer Brennkammer (15) gekoppelten Rauchgaseinlass (16) und einen den Rauchgaseinlass (16) mit einem Rauchgasauslass (25) verbindenden Rauchgaskanal

(17) auf. An wenigstens einer der Innenwände (31, 32) des Rauchgaskanals (17) ist wenigstens eine Querrippe (26 bis 30) vorgesehen, die sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Rauchgases erstreckt. Durch die Querrippe lässt sich der Wirkungsgrad des Wärmetauschers verbessern.

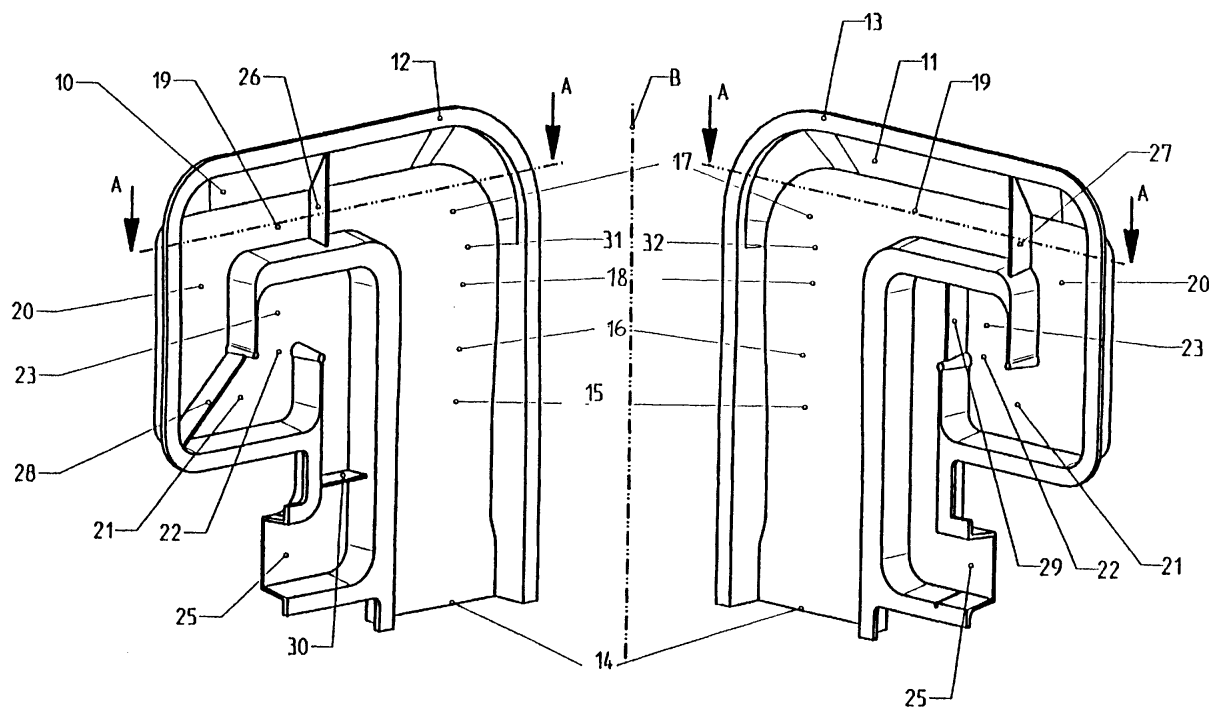


Fig. 1

EP 1 108 963 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rauchgas-Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Ein derartiger Wärmetauscher wird z. B. in Gasheizungen dazu benutzt, die durch eine Gasflamme erzeugte und mit dem Rauchgasstrom von der Flamme abtransportierte Wärme zum Erwärmen von Raumluft oder Wasser zu gewinnen. Zu diesem Zweck wird der heiße Rauchgasstrom durch einen Rauchgaskanal geführt, während das zu erwärmende Medium an der Außenseite des Rauchgaskanals vorbeiströmt.

[0003] Ein derartiger Rauchgas-Wärmetauscher ist aus der DE 197 45 424 A1 bekannt, bei der Rauchgas über einen Rauchgaseinlass in einen Behälter geführt wird, in dem mehrere parallel zueinander und sich in Strömungsrichtung erstreckende Umlenkböden angeordnet sind, die das Rauchgas in eine schlangenförmige Strömungsrichtung im Inneren des Behälters zwingen, bis das Rauchgas über einen Rauchgasauslass den Behälter wieder verlässt. Aufgrund der längeren Strömungsdauer des Rauchgases und damit der längeren Verweilzeit in dem Behälter kann die Wärme effizienter an ein an der Außenseite des Behälters vorhandenes Medium abgegeben werden.

[0004] Ein anderer Rauchgas-Wärmetauscher wird anhand von Fig. 3 erläutert, die eine Draufsicht auf das Innere einer Gehäusehalbschale eines bekannten Wärmetauschers zeigt. Nicht dargestellt ist eine zugehörige zweite Gehäuseschale, die zu der ersten Gehäuseschale im wesentlichen symmetrisch ist und auf die erste Gehäuseschale aufgesetzt werden kann.

[0005] Durch Zusammenfügen der beiden Gehäusehalbschalen entsteht an einer Unterseite eine Öffnung 1, an der ein Brenner, z. B. ein atmosphärischer Flüssiggasbrenner angesetzt werden kann. Eine von dem nicht dargestellten Brenner erzeugte Gasflamme erstreckt sich in eine Brennkammer 2. Die Brennkammer 2 geht stufenlos in einen Rauchgaskanal 3 über, der an einem über der Flamme angeordneten imaginären Rauchgaseinlass 4 beginnt und an einem Rauchgasauslass 5 endet. An dem Rauchgasauslass 5 ist eine nicht dargestellte Abgasleitung anschließbar, über die das Rauchgas zu einem Kamin abgeführt werden kann.

[0006] Der Rauchgaskanal 3 verläuft zwischen dem Rauchgaseinlass 4 und dem Rauchgasauslass 5 mäanderförmig und vollzieht mehrere 90°-Umlenkungen, um einen möglichst langen Weg für die Rauchgasströmung zu erzielen und einen kompakten Aufbau des Wärmetauschers zu ermöglichen.

[0007] An den Außenseiten der beiden Wärmetauscher-Gehäusehalbschalen sind jeweils nicht dargestellte Rippen vorgesehen, um die Oberfläche nach außen zu vergrößern und damit die Wärmeabgabe zum Umgebungsmedium (hier: die zu erwärmende Luft) zu verbessern. Weiterhin sind an den Innenseiten der Gehäusehalbschalen eine Vielzahl von Längsrippen 6 vor-

gesehen, die für eine Vergrößerung der inneren Oberfläche des Wärmetauschers und damit ebenfalls für eine Erhöhung des Wärmeübergangs sorgen. Das Rauchgas wird durch die Längsrippen 6 in Strömungsrichtung geführt. Lediglich an den Umlenkstellen sind keine Längsrippen vorgesehen. Die große Anzahl der Längsrippen sorgt für eine deutliche Kanalverengung und damit Verzögerung der Strömungsgeschwindigkeit, wodurch ebenfalls der Wärmeübergang verbessert wird.

[0008] Bei dem beschriebenen Wärmetauscher ist es nachteilig, dass die zusätzlichen Längsrippen auf der Innenwand der Halbschalen einen erheblichen Materialaufwand erfordern, um die heutzutage üblichen Wirkungsgrade zu erzielen. Der Materialaufwand erhöht nicht nur die Herstellkosten, sondern auch das Gewicht des Wärmetauschers, was insbesondere für transportable Heizungen, wie sie z. B. in Wohnwagen verwendet werden, von Nachteil ist.

[0009] Aus der DE 37 30 137 A1 ist ein keramischer Wärmetauscher bekannt, bei dem in einem nach außen isolierten Wärmetauscher-Innenraum eine Vielzahl von keramischen Grundplatten parallel zueinander und gegeneinander versetzt angeordnet sind. Auf der Oberseite einer jeden Grundplatte sind quer zum Rauchgasstrom verlaufende Rippen angeordnet. Gegenüber von Zwischenräumen zwischen den Rippen sind auf der Unterseite einer gegenüberliegenden Grundplatte im Keramikmaterial der Grundplatte jeweils Rohrleitungen ausgebildet, durch die das zu erwärmende Medium strömt. Die Oberflächen der Rohrleitungen sind im Verhältnis zur Gesamtdimension des Wärmetauschers gering, sodass jeweils nur geringe Wärmemengen übertragen werden können. Weiterhin bestehen die Grundplatten aus keramischem Material, welches zwar gute Korrosionsfestigkeit, jedoch nur geringe Wärmeleitungseigenschaften aufweist.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Rauchgas-Wärmetauscher anzugeben, bei dem mit einem geringen Materialaufwand wenigstens ein Wirkungsgrad erzielt werden kann, der dem Wirkungsgrad von Wärmetauschern mit Längsberippung entspricht.

[0011] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch einen Rauchgas-Wärmetauscher mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0012] Der erfindungsgemäße Rauchgas-Wärmetauscher ist dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einer der Innenwände des Rauchgaskanals wenigstens eine Querrippe vorgesehen ist, die sich im wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Rauchgases erstreckt. Vorteilhafterweise sind mehrere Querrippen vorgesehen, die an verschiedenen Innenwänden des Rauchgaskanals angeordnet sind.

[0013] In ausführlichen Tests hat sich herausgestellt, dass durch das Einsetzen von Querrippen in den

Rauchgaskanal, d. h. auf die Innenwände des Rauchgaskanals, die Rauchgasströmung in einen längeren Weg zwischen Rauchgaseinlass und Rauchgasauslass gezwungen werden kann. Gleichzeitig wird die Geschwindigkeit der Strömung reduziert, sodass die Verweilzeit des heißen Rauchgases und damit der Wärmeübergang erheblich verbessert werden kann. Dabei wurde auch festgestellt, dass nur wenige Querrippen erforderlich sind, um die gewünschte Wirkungsgradverbesserung zu erzielen. Dementsprechend leistet ein Wärmetauscher mit Querrippen gegenüber einem mit Längsberippung bei deutlich geringerem Gewicht einen ähnlichen oder besseren Wirkungsgrad.

**[0014]** Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die Querrippen wechselweise an zwei gegenüberliegenden Innenwänden des Rauchgaskanals angeordnet. Dadurch ist der Rauchgasstrom gezwungen, schlangenförmig zwischen den beiden Gehäuseschalen hin und her zu mäandrieren, wodurch eine merkliche Verlängerung des mittleren Strömungswegs erreicht wird.

**[0015]** Die Anzahl und der Abstand der Querrippen ist vorteilhafterweise so gewählt, dass die Kernströmung, die bei Überströmen einer Querrippe zunächst abreißt und verwirbelt, wieder zum Anliegen an die Innenwände des Rauchgaskanals kommt, bevor sie durch die nächste Querrippe erneut gestört wird. Dadurch lässt sich besonders wirkungsvoll die Wärme des Rauchgasstroms an die metallische Außenwand des Rauchgaskanals führen, wodurch der Wärmeübergang verbessert wird.

**[0016]** Diese und weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand eines Beispiels unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** einen erfindungsgemäßen Rauchgas-Wärmetauscher in zerlegtem Zustand;

**Fig. 2** einen Schnitt durch den zusammengebauten Wärmetauscher entlang einer Linie A in Fig. 1;

**Fig. 3** eine Draufsicht auf die Innenseite einer Gehäuseschale eines bekannten Wärmetauschers; und

**Fig. 4** Beispiele für unterschiedliche Querrippenformen bei dem erfindungsgemäßen Rauchgas-Wärmetauscher.

**[0017]** Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Rauchgas-Wärmetauscher in demontiertem Zustand, in dem zwei Gehäuseschalen 10, 11 voneinander getrennt sind. Zum Zusammenbau können die beiden Gehäuseschalen 10, 11 an einer fiktiven Linie B hochgeklappt und mittels ihrer Flansche 12, 13 in geeigneter und an sich bekannter Weise miteinander verbunden werden.

Zweckmäßigerweise wird zwischen die Flansche 12 und 13 vor dem Zusammenbau eine Dichtung eingebracht. Die Gehäuseschalen 10, 11 werden vorzugsweise durch Aluminiumguss hergestellt.

**[0018]** Zum besseren Verständnis wird die Erfindung jedoch nicht an dem zusammengebauten Wärmetauscher, sondern anhand der beiden offen daliegenden Gehäuseschalen 10, 11 erläutert, deren Innenseiten in Fig. 1 gut erkennbar sind.

**[0019]** Analog zu dem bekannten und anhand von Fig. 3 erläuterten Wärmetauscher bilden die Gehäuseschalen 10, 11 an ihrer Unterseite eine Öffnung 14, an der ein nicht dargestellter atmosphärischer Brenner angesetzt werden kann. Der Brenner wird vorzugsweise mit Flüssiggas betrieben und bildet zusammen mit dem Wärmetauscher eine Heizung, die sich insbesondere für Wohnwagen eignet.

**[0020]** Die von dem Brenner erzeugte Flamme erstreckt sich in eine Brennkammer 15, die nahtlos an einem zur Erläuterung der Erfindung definierten, aber ansonsten nicht merkmalsmäßig erkennbaren Rauchgaseinlass 16 in einen Rauchgaskanal 17 übergeht. Der Rauchgaskanal 17 erstreckt sich mäanderförmig in einem Steigschacht 18, einem ersten Querkanal 19, einem ersten senkrechten Kanal 20, einem zweiten Querkanal 21, einem zweiten senkrechten Kanal 22, einem dritten Querkanal 23 und einem dritten senkrechten Kanal 24 zu einem als Abgasstutzen dienenden Rauchgasauslass 25.

**[0021]** In dem Verlauf des Rauchgaskanals 17 sind fünf Querrippen vorgesehen, nämlich eine erste Querrippe 26, eine zweite Querrippe 27, eine dritte Querrippe 28, eine vierte Querrippe 29 und eine fünfte Querrippe 30.

**[0022]** Jede der Querrippen 26 bis 30 erstreckt sich im wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Rauchgases und ist mit ihrer Längsseite einstückig an einer zugehörigen Innenwand 31 bzw. 32 der Gehäuseschalen 10, 11 angeformt. Die Stirnseiten der Querrippen 26 bis 30 verlaufen in die schmalere Innen- bzw. Seitenwände der Gehäuseschalen 10, 11.

**[0023]** Die erste, dritte und fünfte Querrippe 26, 28, 30 sind an der einen Gehäuseschale 10 ausgebildet, während die zweite und die vierte Querrippe 27, 29 an der anderen Gehäuseschale 11 vorgesehen sind. Das bedeutet, dass die Querrippen 26 bis 30 wechselweise an den zwei gegenüberliegenden Innenwänden 31, 32 des Rauchgaskanals 17 angeordnet sind. Durch die spezielle Anordnung der Querrippen 26 bis 30 nimmt der durch den Rauchgaskanal 17 gelangende Rauchgasstrom einen schlangenförmigen Verlauf ein. Die als Strömungshindernisse fungierenden Querrippen 26 bis 30 zwingen den Rauchgasstrom jeweils in eine andere, der betreffenden Querrippe gegenüberliegende Richtung, wodurch die Strömung an der Querrippe abreißt und erst im weiteren Verlauf, mit einem bestimmten Abstand nach der Querrippe, wieder zum Anliegen an die Wände der Gehäuseschalen 10, 11 kommt, bevor der

Rauchgasstrom durch die nächste Querrippe in die andere Richtung, d. h. jetzt zur gegenüberliegenden Gehäuseschale, umgelenkt wird.

**[0024]** Die Anordnung der Querrippen wird besonders gut aus Fig. 2 erkennbar, die einen Schnitt entlang der Linie A in Fig. 1, jedoch in zusammengebaute Zustand des Wärmetauschers zeigt.

**[0025]** In Fig. 2 sind insbesondere die erste, die zweite und die dritte Querrippe 26, 27, 28 erkennbar, die jeweils abwechselnd an den gegenüberliegenden Innenwänden angeordnet sind. Der aus dem Steigschacht 18 hochströmende heiße Rauchgasstrom wird nach dem Abknicken des Rauchgaskanals 17 in den ersten Querkanal 19 zunächst von der ersten Querrippe 26 in Richtung der Gehäuseschale 11 umgelenkt, bevor er durch die zweite Querrippe 27 in Richtung der anderen Gehäuseschale 10 gezwungen wird. Die dritte Querrippe 28 wiederum leitet den Rauchgasstrom erneut in Richtung der Gehäuseschale 11.

**[0026]** Bei anderen, nicht gezeigten Ausführungsformen der Erfindung ist es auch möglich, sämtliche Querrippen nur auf einer der Innenwände anzuordnen. In diesem Fall fällt die schlangenförmige Strömungsbewegung des Rauchgases nicht so gravierend aus, wie bei dem in den Figuren gezeigten Beispiel.

**[0027]** Eine andere, ebenfalls nicht gezeigte Ausführungsform weist Querrippen auf, die sich von den seitlichen, schmaleren Innenwänden der Gehäuseschalen erstrecken, jedoch nur einen Teil der Breite des Rauchgaskanals einnehmen. In diesem Fall tragen folglich beide Gehäuseschalen an der gleichen Stelle Innenrippen, die jedoch nur einen Teil des Kanals abdecken.

**[0028]** Bei wiederum einer anderen Ausführungsform der Erfindung können die Querrippen derart angeordnet sein, dass sie einen schrauben- bzw. strudelförmigen Verlauf der Rauchgasströmung erzwingen.

**[0029]** Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Querrippen in Form von Querstegen vorgesehen, die den Rauchgasstrom aus der Mitte des Rauchgaskanals zu den Seitenwänden hin verdrängen.

**[0030]** Die Anzahl und Anordnung der Querrippen 26 bis 30 ist für die Funktion des Wärmetauschers, d. h. insbesondere für ein zuverlässiges Kaltstartverhalten und für eine Optimierung des Wärmeübergangs, von entscheidender Bedeutung. Die Anzahl von fünf Querrippen hat sich in zahlreichen Laborversuchen als besonders zweckmäßig erwiesen, da gerade bei dieser Aufteilung gewährleistet wird, dass die Kernströmung nach dem Überstreichen einer Querrippe immer wieder voll zum Wiederaanliegen an die Seitenwände kommt, d. h. der räumliche Abstand zwischen den Querrippen groß genug ist. Eine größere Anzahl von Querrippen würde lediglich zu einer Erhöhung des Wärmetauscher-gewichts führen, aber keine spürbare Verbesserung des Wirkungsgrads oder der Wärmeverteilung an der Außenseite der Gehäuseschalen 10, 11 bewirken. Mit einer geringeren Anzahl von Querrippen kann die gewünschte Wärmeverteilung nicht mehr so gut eingestellt

werden.

**[0031]** Die Querrippen 26 bis 30 sollten derart in dem Rauchgaskanal 17 angeordnet werden, dass an der Außenseite des Wärmetauschers ein möglichst gleichmäßiger Temperaturverlauf erreicht wird. Besonders wichtig ist dabei die Position der ersten Querrippe 26, die von dem Rauchgas mit höchster Temperatur angeströmt wird. Die erste Querrippe 26 befindet sich in dem ersten Querkanal 19, also unmittelbar nach dem Steigschacht 18 des Wärmetauschers, in dem das Rauchgas am heißesten ist. Durch die erste Querrippe 26 wird die Strömungsgeschwindigkeit erheblich reduziert, sodass die heißen Rauchgase längere Zeit im Steigschacht 18 verweilen, was zu einem deutlich verbesserten Wärmeübergang führt. Die erste Querrippe 26 darf jedoch nicht direkt an der Umlenkung vom Steigschacht 18 zum ersten Querkanal 19 positioniert sein, um einen Abbrand durch die heißen Rauchgase zu vermeiden. Als optimal hat sich für die erste Querrippe 26 eine Position nach ca. einem Fünftel bis einem Viertel der gesamten Länge des Querkanal 19 ergeben.

**[0032]** Die zweite Querrippe 27 ist kurz vor dem Übergang des ersten Querkanal 19 in den ersten senkrechten Kanal 20 vorgesehen, da an dieser Stelle noch ein senkrecht Aufprallen der Rauchgasströmung möglich ist, wodurch besonders hohe Wärmeübergangskoeffizienten erreicht werden.

**[0033]** Die dritte Querrippe 28 ist in dem Übergang zwischen dem ersten senkrechten Kanal 20 und dem zweiten Querkanal 21 angeordnet und weist zu der zweiten Querrippe 27 etwa die gleiche Entfernung auf, d. h. mittlere Strömungsweglänge, wie die zweite Querrippe 27 zur ersten Querrippe 26.

**[0034]** Die vierte Querrippe 29 ist im dritten Querkanal 23 genau mittig mit etwa gleichem Abstand zu der dritten Querrippe 28 angeordnet.

**[0035]** Die fünfte Querrippe 30 schließlich weist wiederum zu der vierten Querrippe 29 den gleichen Abstand wie die vorherigen Querrippen 26 bis 29 auf und ist unmittelbar vor dem Rauchgasauslass 25 positioniert. Zur Erreichung eines guten Wärmeübergangs sollte die Anströmung auf die Querrippen 26 bis 30 möglichst senkrecht erfolgen.

**[0036]** Neben der Anzahl der Querrippen und ihrer Positionierung spielt auch die Höhe der Querrippen eine wesentliche Rolle hinsichtlich Startverhalten, Wirkungsgrad, maximalen Wärmetauschartemperaturen und geringer Schadstoffemission in den verschiedenen Betriebsarten. Unter Höhe wird der Wert verstanden, um den sich eine Querrippe über die mit ihrer Längsseite berührende Innenwand der Gehäuseschalen 10, 11 erhebt. Durch die Höhe der Querrippen 26 bis 30 wird der Querschnitt des Rauchgaskanals 17 an den betreffenden Stellen erheblich reduziert, wodurch der Strömungswiderstand erhöht wird. Die Höhe von jeder der Querrippen 26 bis 30 ist derart bemessen, dass keine Querrippe mehr als die Hälfte des Rauchgaskanalquerschnitts an der betreffenden Stelle abdeckt. Die Quer-

rippen 26 bis 30 sollten somit nicht höher sein als die Rauchgaskanaltiefe in der jeweils zugehörigen Gehäuseschale 10, 11.

**[0037]** Durch die Querrippen 26 bis 30 wird sowohl die Grenzschicht als auch die Kernströmung der Rauchgasströmung unterbrochen. Vor jeder Querrippe 26 bis 30 kommt es durch die Stromaufwirkung zu einem Rezirkulationsgebiet und dadurch zu sehr kleinen Wärmeübergangskoeffizienten. Im Bereich der Querrippen selbst treten auf der gegenüberliegenden Seite Wärmeübergangsspitzen auf, die auf die lokale Beschleunigung der Strömung und die damit verbundene Produktion von turbulenter kinetischer Energie zurückzuführen sind. Stromab von der Querrippe führt das ausgeprägte Rezirkulationsgebiet in der Nähe des Wiederanlegpunktes der Strömung zu einem maximalen Wärmeübergang, d. h. an diesen Positionen wird besonders viel Wärme nach außen geleitet.

**[0038]** Bereits oben wurde ausführlich dargelegt, dass die Anordnung der Querrippen in vielfältiger Weise variiert werden kann. Gleiches gilt auch für die Form der Querrippen. Fig. 4 zeigt dazu dreidimensional einen Ausschnitt aus einem Rauchgaskanal 33, in den exemplarisch mehrere unterschiedlich geformte Querrippen 34 bis 39 eingesetzt worden sind. Die Abbildung von Fig. 4 dient allerdings nur zur Erläuterung und stellt keine Zeichnung eines realen erfindungsgemäßen Rauchgas-Wärmetauschers dar.

**[0039]** Die Querrippe 34 steht senkrecht zur Strömungsrichtung des Rauchgases und weist eine zu einer Seite des Rauchgaskanals 33 hin ansteigende Oberkante sowie zwei Öffnungen auf. Durch die Öffnungen wird Rauchgas gezielt verwirbelt, um einen geänderten Wärmeübergang zu erhalten.

**[0040]** Die Querrippe 35 ist bezogen auf die Strömungsrichtung leicht gekrümmt. Sie steht immer noch im Wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung. Ähnliches gilt für die Querrippe 36, die aus zwei winklig zueinander verlaufenden Abschnitten besteht. Auch wenn sie nicht mehr exakt senkrecht zur Strömungsrichtung des Rauchgases steht, ist mit ihr eine ähnliche Wirkung erzielbar.

**[0041]** Alternativ zu den Querrippen 35 und 36 werden die Querrippen 37 und 38 gezeigt, bei denen die Querrippen jeweils durch einen schlangenförmigen oder zickzackförmigen Verlauf gebildet werden.

**[0042]** Die Querrippe 39 schließlich steht schräg in dem Rauchgaskanal 33. Obwohl sie keinen Abschnitt aufweist, der exakt senkrecht zur Strömungsrichtung des Rauchgases steht, soll auch diese Querrippe 39 als im Wesentlichen senkrecht stehend angesehen werden. Jedenfalls ist auch mit der schräg stehenden Querrippe 39 eine erfindungsgemäße Wirkung zu erzielen.

## Patentansprüche

1. Rauchgas-Wärmetauscher, mit

- einem mit einer Brennkammer (15) gekoppelten Rauchgaseinlass (16);
- einem Rauchgasauslass (25); und mit
- einem den Rauchgaseinlass (16) mit dem Rauchgasauslass (25) verbindenden Rauchgaskanal (17), der wenigstens eine Abknickstelle aufweist;

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Rauchgaskanal (17) durch Innenwände (31, 32) begrenzt ist;
- eine Wärmeübertragung überwiegend über die Innenwände (31, 32) erfolgt; und dass
- an wenigstens einer der Innenwände (31, 32) des Rauchgaskanals (17) wenigstens eine Querrippe (26 bis 30) vorgesehen ist, die sich im Wesentlichen senkrecht zu einer Strömungsrichtung des Rauchgases erstreckt.

2. Rauchgas-Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Querrippen (26 bis 30) vorgesehen sind, die wechselweise an verschiedenen Innenwänden (31, 32) des Rauchgaskanals (17) angeordnet sind.

3. Rauchgas-Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querrippen (26 bis 30) wechselweise an zwei gegenüberliegenden Innenwänden (31, 32) des Rauchgaskanals (17) angeordnet sind.

4. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der Querrippen (26) nach der Abknickstelle angeordnet ist.

5. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand zwischen zwei der Querrippen (26 bis 30) derart bemessen ist, dass zwischen den beiden Querrippen (26 bis 30) ein Wiederanliegen einer Kernströmung der Rauchgasströmung an die Innenwände (31, 32) gewährleistet ist.

6. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rauchgaskanal (17) einen an die Brennkammer (15) anschließenden, sich im Wesentlichen vertikal erstreckenden Steigschacht (18) und einen von dem Steigschacht in einem Winkel von 90 Grad abgehenden ersten Querkanal (19) aufweist; und dass in dem ersten Querkanal (19) eine erste Querrippe (26) angeordnet ist.

7. Rauchgas-Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromab von der ersten Querrippe (26) in dem ersten Querkanal (19)

eine zweite Querrippe (27) vorgesehen ist.

8. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass stromab von der zweiten Querrippe (27) eine dritte Querrippe (28) vorgesehen ist, die von der zweiten Querrippe (27) um die gleiche mittlere Strömungsweglänge beabstandet ist, wie die zweite Querrippe (27) von der ersten Querrippe (26). 5 10
9. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine in Strömungsrichtung gesehen letzte Querrippe (30) an dem Rauchgasauslass (25) angeordnet ist. 15
10. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Höhe einer Querrippe (26 bis 30) derart bemessen ist, dass die Querrippe nicht mehr als die Hälfte des Rauchgaskanalquerschnitts abdeckt. 20
11. Rauchgas-Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rauchgaskanal (17) im Wesentlichen durch ein Gehäuse gebildet wird, das aus zwei Gehäuseschalen (10, 11) besteht. 25

30

35

40

45

50

55

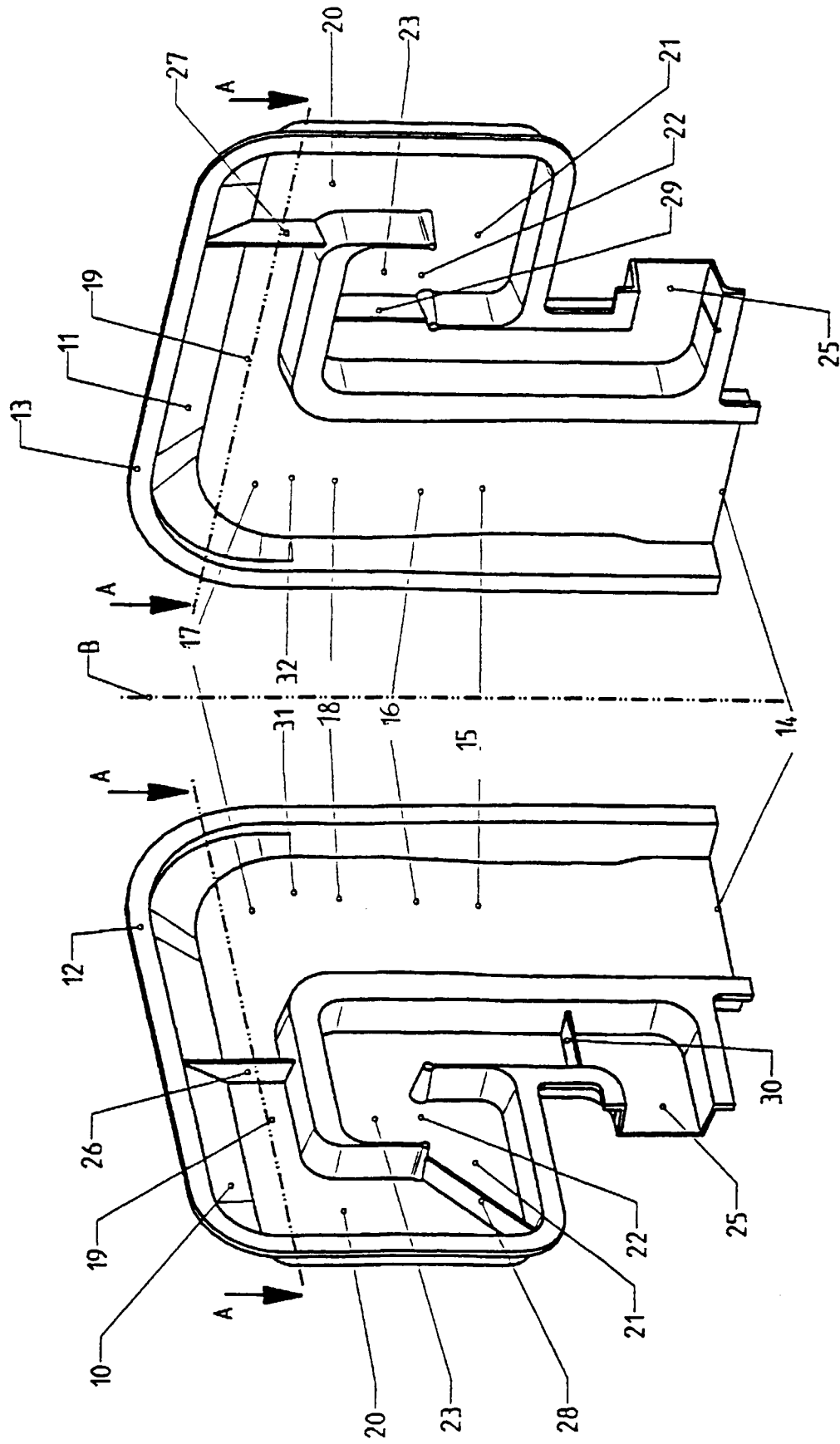


Fig. 1

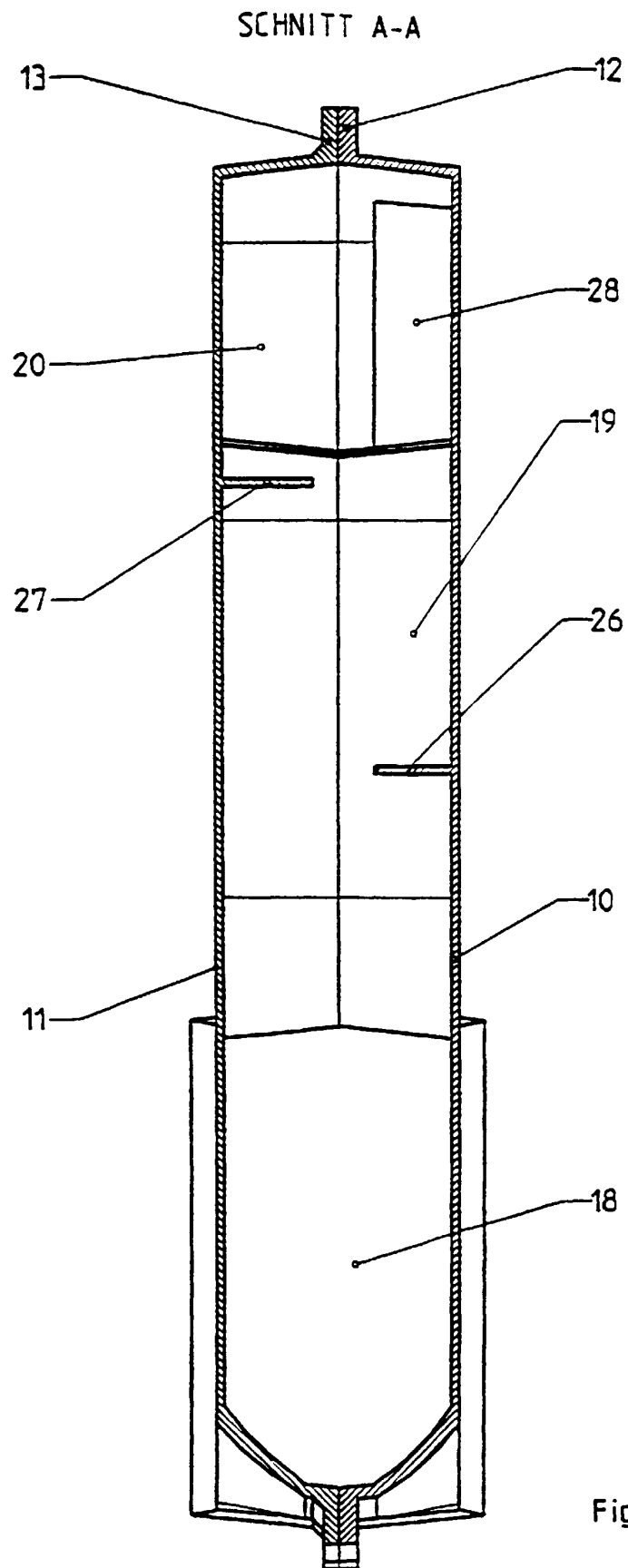


Fig. 2



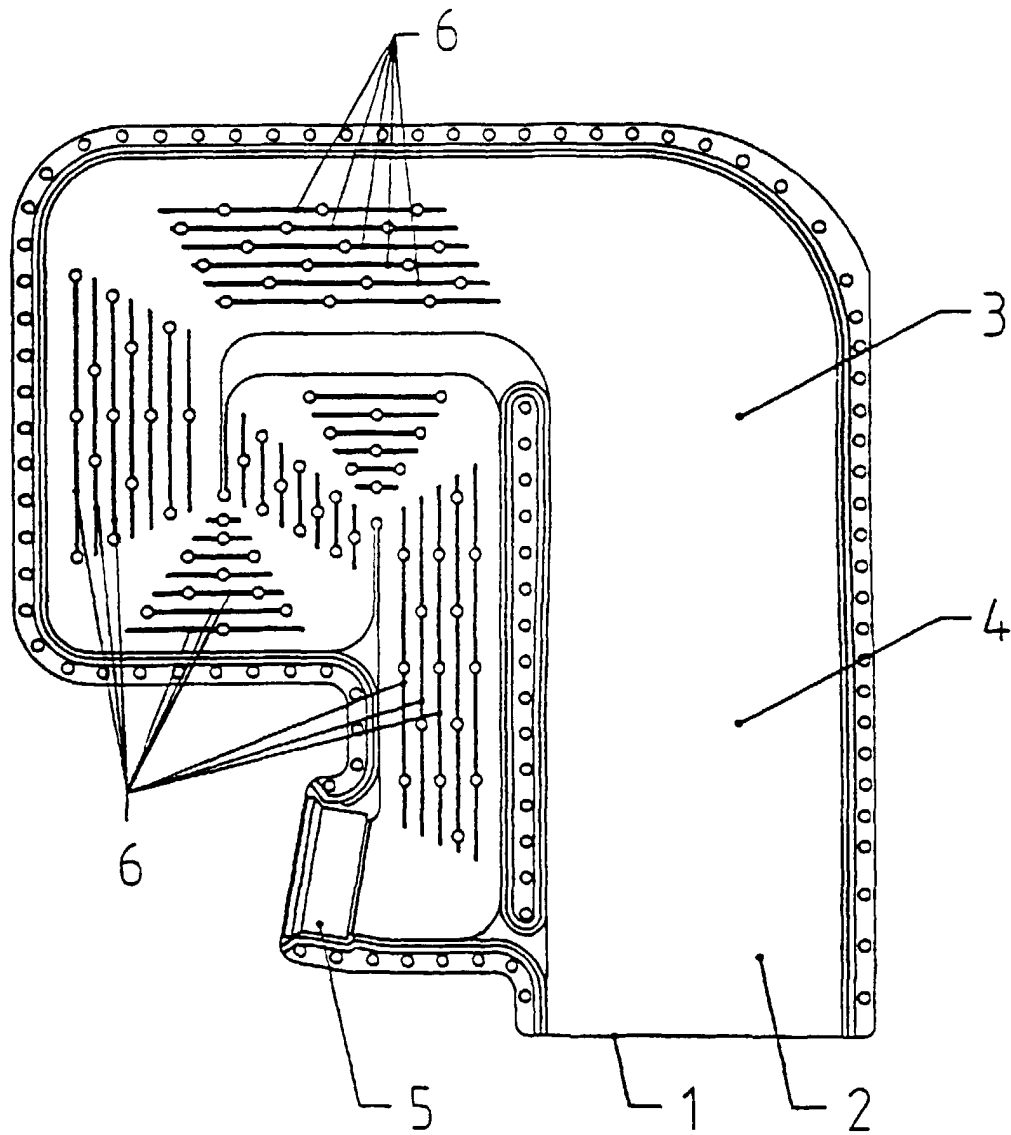


Fig. 3

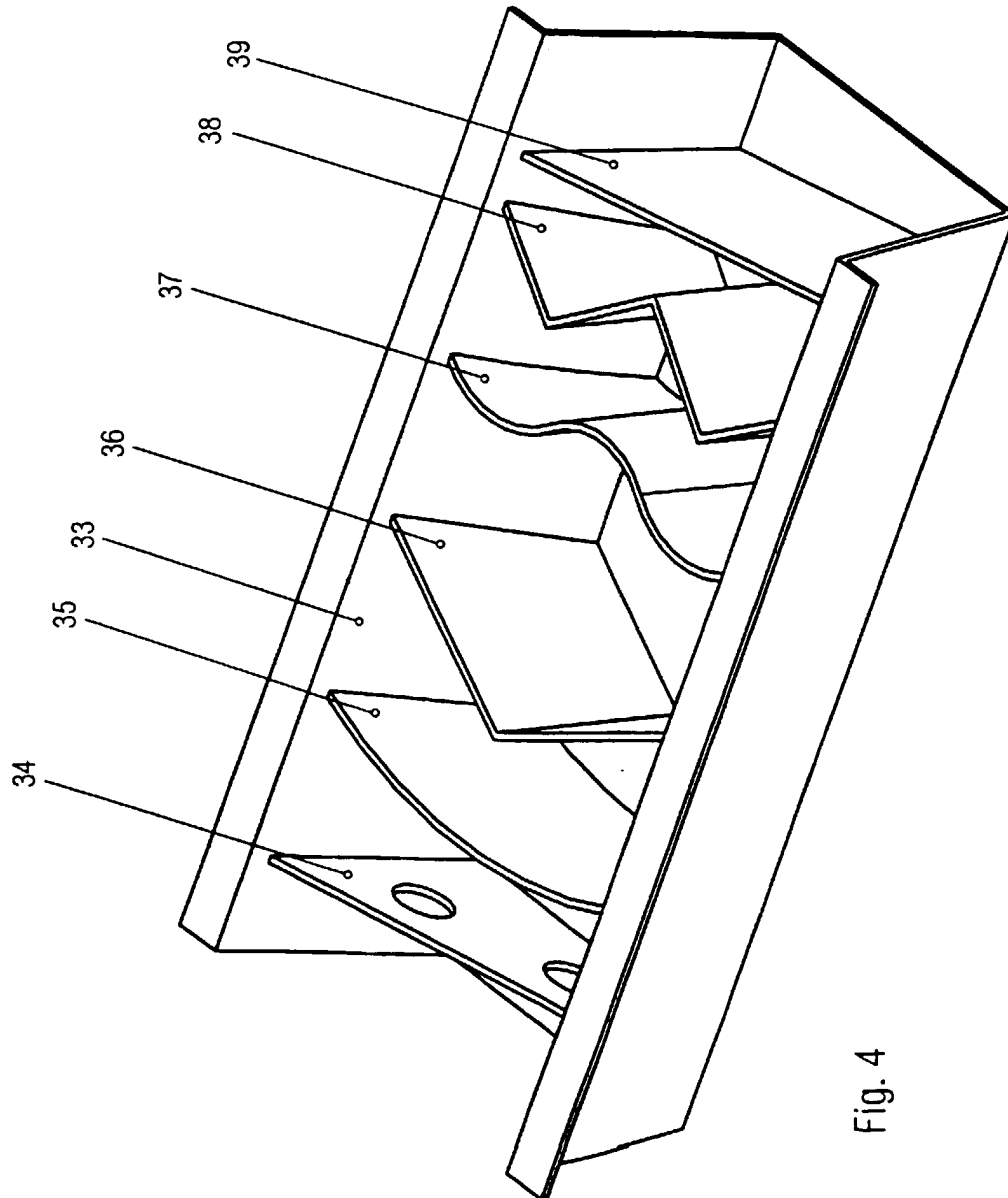


Fig. 4