

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
19. September 2013 (19.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/135808 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/055226
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. März 2013 (14.03.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 204 151.6  
16. März 2012 (16.03.2012) DE
- (71) Anmelder: **BEHR GMBH & CO. KG** [DE/DE];  
Mausersstr. 3, 70469 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und  
(71) Anmelder: **IRMLER, Klaus** [DE/DE]; Memelweg 1,  
72072 Tübingen (DE). **GESKES, Peter** [DE/DE];  
Theodor-Rothschild-Str. 72, 73760 Ostfildern (DE).
- (74) Anwalt: **GRAUEL, Andreas**; Grauel IP,  
Patentanwaltskanzlei, Presselstr. 10, 70191 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz  
2 Buchstabe g)

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung : WÄRMEÜBERTRAGER

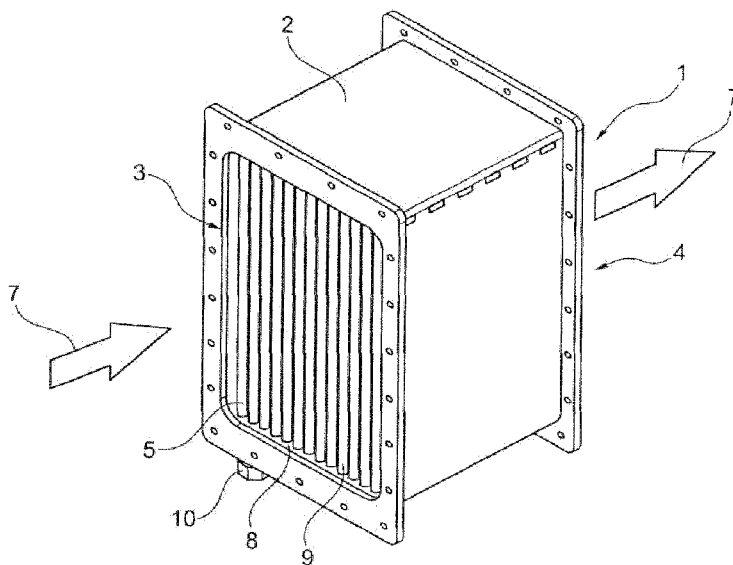


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger, such as in particular an exhaust-gas evaporator, having a housing with a fluid inlet and with a fluid outlet for a first medium, such as in particular exhaust gas, and having tubes which are arranged in the housing transversely with respect to the flow direction of the first fluid and through which a second medium can flow and which, by way of their ends at the inlet side and at the outlet side, are arranged and connected in a fluid-tight manner in a tube plate, wherein, to the respective tube plate, there is connected in each case one structure by means of which groups of tubes are connected to one another in such a way that an outlet of at least one tube is fluidically connected to an inlet of at least one other tube.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht

verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist.

WO 2013/135808 A2

## Wärmeübertrager

5

### Beschreibung

#### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, wie insbesondere einen  
10 Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem  
Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem  
Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten  
Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig  
und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und  
15 fluiddicht verbunden sind.

#### Stand der Technik

Bei Kraftfahrzeugen ist ein allgemeiner Trend, den Kraftstoffverbrauch zu  
20 reduzieren. Ein nicht unerheblicher Anteil des Energieinhalts des Kraftstoffs  
wird bei der Verbrennung im Verbrennungsmotor in das heiße Abgas  
übertragen, welches oftmals ungenutzt das Fahrzeug verlässt und somit wird  
ein nicht unerheblicher Anteil des Energieinhalts nicht genutzt.

25 Zur weiteren Absenkung des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen, wie bei  
Nutzfahrzeugen oder Personenkraftwagen, ist es daher zweckmäßig, einen

Teil des Energieinhalts des heißen Abgases für den Antrieb des Kraftfahrzeugs wieder zurückzugewinnen.

Zu dieser Energierückgewinnung sind derzeit verschiedenen Methoden in der Erprobung. So gibt es Ansätze, den Energieinhalt elektrisch mittels Thermoelementen zurückzugewinnen. Dies ist derzeit jedoch noch auf geringe Leistungen beschränkt, so dass nur etwa 1 kW bei Personenkraftwagen damit erzielt wird.

10 Diese Rückgewinnung kann thermisch erfolgen, d.h. die Energie des Abgases wird zur Beheizung des Fahrgastinnenraumes oder zur Beheizung des Motors und/oder Getriebes verwendet.

In einer seit einiger Zeit diskutierten Variante wird dem Abgas zwar auch thermische Energie entnommen, aber die Energie wird in mechanischer Form dem Motor zurückgeführt. Das Verfahren basiert auf einem Dampfkraftprozeß, bei dem ein bestimmtes geeignetes Medium in einem Verdampfer verdampft und überhitzt wird und in einem Expander oder in einer Turbine entspannt wird, so dass mechanische Energie erzeugt wird.

20

Die Verdampfung des Mediums erfolgt mittels einer Beheizung über das heiße Abgas. Zur Erreichung eines möglichst hoher Wirkungsgrade ist es dabei zweckmäßig, wenn das Medium auf einen höheren Druck gebracht werden kann. Bei Wasser als Medium können dabei etwa 40 - 50 bar erreichbar sein.

25 Bei der Verwendung von organischen Kältemitteln sind Drücke bis etwa 30 bar vorteilhaft.

Das zu verdampfende Medium wird in einem so genannten Verdampfer in einem ersten Schritt auf Siedetemperatur aufgeheizt, dann verdampft und anschließend überhitzt. Dies kann in einem Fahrzeug an zwei verschiedenen Orten passieren. Zum Ersten kann in einem Verdampfer, der anstelle des

30

Abgaskühlers oder zusätzlich zu diesem eingesetzt wird, Wärme aus dem Abgas entzogen werden, um das zu verdampfende Fluid zu verdampfen. Zum Zweiten kann auch der Hauptabgasstrom als Wärmequelle genutzt werden, um in einem sogenannten Hauptabgasverdampfer ebenfalls ein Fluid zu verdampfen.

Aus der Klimatechnik für Fahrzeuge sind sogenannte Scheibenverdampfer gemäß der WO 2011/051163 A2 bekannt geworden, bei denen Rippen zwischen Scheibenpaaren eingelötet werden und bei welchen eine Reihe solcher Scheibenpaare parallel zueinander verschaltet werden. Dabei durchströmt ein Fluid die Scheibenpaare und ein anderes Fluid umströmt diese üblicher Weise. In den Scheiben verdampft dann das durchströmende Fluid, wenn das Abgas die Scheiben umströmt.

Verdampfer, die aus Scheiben und Rippen bestehen, habe eine hohe Leistungsdichte, die es ermöglicht, auch für Fahrzeuge sehr kompakte Hochleistungsverdampfer bereitzustellen. Nachteilig ist aber, dass solche Verdampfer relativ teuer sind in der Herstellung.

#### Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Wärmeübertrager zu schaffen, welcher gegenüber dem Stand der Technik einfach und dennoch kostengünstig herzustellen ist und eine gute Leistungsdichte aufweist.

Diese Aufgabe wird erreicht mit den Merkmalen von Anspruch 1.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel offenbart einen Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten

Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart  
5 miteinander verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der jeweilige Auslass von einer Gruppe von Rohren mit einem jeweiligen Einlass von einer Gruppe von Rohren verbunden ist.

10

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Struktur aus einer Umlenkplatte und einer Abdeckplatte besteht, wobei die Umlenkplatte Öffnungen aufweist, die die Auslässe der einen Rohre mit den Einlässen des anderen Rohre verbindet, und wobei die Abdeckplatte die Umlenkplatte fluiddicht abdeckt. So  
15 ist die Umlenkplatte mit dem Rohrboden verbunden und weist Öffnungen auf, innerhalb welcher ein- und Auslässe einer vorgebbaren Anzahl von Rohren in Fluidverbindung sind.

20

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Umlenkplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

25

Auch ist es zweckmäßig, wenn die Umlenkplatte mit dem jeweiligen Rohrboden einteilig ausgebildet ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

30

Auch ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel vorteilhaft, wenn die Umlenkplatte mit der jeweiligen Abdeckplatte einteilig ausgebildet ist, wobei die Umlenkplatte und die Abdeckplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden sind.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren unterschiedlicher Reihen umlenkt. Dies bedeutet, dass die Umlenkplatte Fluid aus einem ersten Rohr oder aus einer Gruppe von ersten Rohren in ein zweites Rohr oder in eine Gruppe von zweiten Rohren umlenkt, wobei die ersten Rohre und die zweiten Rohre bevorzugt in einer unterschiedlichen Reihe von Rohren angeordnet sind.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren einer Reihen umlenkt. Dies bedeutet, dass die Umlenkplatte Fluid aus einem ersten Rohr oder aus einer Gruppe von ersten Rohren in ein zweites Rohr oder in eine Gruppe von zweiten Rohren umlenkt, wobei die ersten Rohre und die zweiten Rohre bevorzugt in einer gleichen Reihe von Rohren angeordnet sind.

Auch ist es vorteilhaft, wenn die Reihen von Rohren in Segmenten angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid von einem Segment in ein anderes Segment umlenkt.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von Rohren parallel geschaltet sind.

Auch ist es vorteilhaft, wenn zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von parallel geschalteten Rohren in Serie miteinander verschaltet sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind durch die nachfolgende Figurenbeschreibung und durch die Unteransprüche beschrieben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

30

Nachstehend wird die Erfindung auf der Grundlage zumindest eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers in dreidimensionaler Ansicht,
- Fig. 2 eine Ansicht des Wärmeübertragers von der Seite,
- 10 Fig. 3 eine Teilansicht eines Sammelbereichs,
- Fig. 4 eine Teilansicht eines Sammelbereichs,
- Fig. 5 eine Teilansicht eines Sammelbereichs,
- 15 Fig. 6 eine Ansicht des Wärmeübertragerkerns,
- Fig. 7 eine Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs des Wärmeübertragers,
- 20 Fig. 8 eine Ansicht eines hinteren Umlenkbereichs des Wärmeübertragers,
- Fig. 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs,
- 25 Fig. 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs,
- Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs, und
- 30

Fig. 12 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht eines vorderen Umlenkbereichs.

#### 5 Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Die Figuren 1 und 2 zeigen einen Wärmeübertrager 1, der im Ausführungsbeispiel der Figur 1 als Abgasverdampfer ausgeführt ist. Dabei wird der Abgasverdampfer von einem ersten Fluid, hier vorzugsweise Abgas, und von ein zweites Fluid, hier einem zu verdampfenden Fluid durchströmt. Das Abgas überträgt Wärme auf das zu verdampfende Fluid und verdampft dieses. Der Wärmeübertrager 1 weist dabei ein Gehäuse 2 mit einem Fluideintritt 3 und einem Fluidaustritt 4 für ein erstes Fluid auf. Das Abgas durchströmt das Gehäuse von dem Eintritt 3 zum Austritt 4, wobei zwischen Eintritt 3 und Austritt 4 eine Reihe von Rohren 5 bevorzugt quer zur Strömungsrichtung 7 des ersten Fluids angeordnet sind, die von einem zweiten Fluid durchströmbar sind. Zur Verbesserung des Wärmeübertrags zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid sind außen um die Rohre 5 bzw. zwischen den Rohren 5 den Wärmeübergang fördernde Rippen 6 vorgesehen. Diese können dabei als Wellrippen oder als plane Rippen oder Turbulenzerzeuger vorgesehen sein. Die Rohre 5 für die Durchströmung des zweiten Fluids sind vorzugsweise Rundrohre oder Flachrohre. Diese sind vorzugsweise auch auf beiden Seiten mit ihren Enden in Rohrböden fluiddicht aufgenommen. Die Rohre 5 sind dabei bevorzugt einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden 8 mit ihren Enden 9 angeordnet und fluiddicht verbunden sind.

Der Wärmeübertrager ist zum Einlass des zweiten Fluid mit einem Einlassstutzen 10 und zum Auslass mit einem Auslassstutzen 11 verbunden. Vom Einlass ausgehend verteilt sich das Fluid auf eine erste Anzahl von Rohren. Diese werden von dem zweiten Fluid bevorzugt parallel durchströmt.

Anschließend wird das Fluid an den gegenüberliegenden Enden dieser Rohre in eine weitere Anzahl anderer Rohre umgelenkt. Diese werden von dem zweiten Fluid wiederum durchströmt.

- 5 Zur Umleitung des Fluids ist mit dem jeweiligen Rohrboden 8 jeweils eine Struktur 12 verbunden, mittels welcher Gruppen von Rohren 5 derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass 15 zumindest eines Rohrs 5 mit einem Einlass 16 zumindest eines anderen Rohrs 5 fluidverbunden ist.
- 10 Die Struktur 12 besteht dabei aus zumindest einer Umlenkplatte 13 und einer Abdeckplatte 14, die aufeinanderliegend ausgebildet und angeordnet sind. Die Abdeckplatte 14 deckt dabei die Umlenkplatte 13 fluiddicht ab. Bevorzugt ist die Abdeckplatte 14 mit der Umlenkplatte 13 verschweißt oder verlötet oder verklebt oder gar einteilig ausgebildet.
- 15 Die Umlenkplatte 13 weist dabei Öffnungen auf, die die Auslässe 15 der einen Rohre 5 mit den Einlässen 16 des anderen Rohre 5 verbinden.
- Die Rohre 5 sind dabei auf mindestens einer Seite in dem Rohrboden 8 in
- 20 Öffnungen 17 eingesteckt, wo die Rohre mit dem Boden verlötet oder verschweißt sind.
- Als Material für die Rohre und Rohrböden kann Aluminium aber besonders bevorzugt Edelstahl eingesetzt werden. Auch kann der gesamte
- 25 Wärmeübertrager aus Aluminium oder Edelstahl bestehen.
- Die Umlenkplatte 13 weist Öffnungen oder Kanalstrukturen auf, die dazu geeignet sind, Auslässe von Rohren mit Einlässen anderer Rohre zu
- 30 verbinden.

Alternativ zu der getrennten Ausbildung von Rohrboden 8, Umlenkplatte 13 und Abdeckplatte 14 kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Umlenkplatte mit dem Rohrboden zu einem Teil ausgebildet ist oder die Umlenkplatte mit der Abdeckplatte als ein Teil ausgebildet ist. In Figur 4 ist gezeigt, dass die Umlenkplatte mit dem Rohrboden zu einem Teil 18 ausgebildet ist. In Figur 5 ist gezeigt, dass die Umlenkplatte mit der Abdeckplatte zu einem Teil 19 ausgebildet ist.

Dabei ist das gemeinsame Teil 18 bzw. 19 jeweils auf das andere Teil 14 bzw. 8 aufgesetzt und mit diesem fluiddicht verbunden.

Dabei kann der Rohrboden auch so gestaltet, wie beispielsweise gefräst sein, dass der so multifunktional abgeänderte Rohrboden auch zusätzlich die Aufgabe der Fluidverteilung übernimmt und als Kombination von Bodenplatte und Umlenkplatte fungiert. Dann wird nur eine Abdeckplatte aufgesetzt und mit dem Boden verbunden. Entsprechend kann das Teil 19 ebenfalls als gefrästes Bauteil fungieren, welches Umlenkplatte und Abdeckplatte integriert.

Weiterhin können der Rohrboden und/oder die Umlenkplatte und/oder die Abdeckplatte auch als ein Gußteil ausgebildet sein, das eine entsprechende Struktur mit vertieften integrierten Öffnungen zur Verteilung des Mediums aufweist.

Die Verbindung der zwei bzw. drei Elemente Rohrboden, Umlenkplatte und Abdeckplatte erfolgt vorteilhaft über eine Verschweißung, Verlötung oder Verschraubung, wobei auch eine Kombination der Verbindungsmöglichkeiten eingesetzt werden kann. Dazu kann die obere Platte auch Löcher besitzen, um an bestimmten Punkten über die Fläche verteilt, per Schweißverfahren die Platten miteinander zu verbinden.

30

Insbesondere um eine gute Lötverbindung zu erzielen, können die 3 Platten mittels Nieten oder Heftschweißpunkten zueinander fixiert und aneinander gepresst werden, alternativ über Schweißpunkte, Prägungen oder auch Verschraubungen.

5

Die Umlenkplatte enthält Öffnungen als Strukturen, um von mindestens einem Rohr das Medium zu sammeln und auf mindestens ein anderes Rohr wieder zu verteilen. Vorzugsweise wird aus bis zu 4 oder mehr Rohren das zu verdampfende Fluid in der Öffnungen gesammelt und dann auf bis zu 4 oder  
10 mehr andere Rohre wieder aufgeteilt. Bei jeder Sammlung und Verteilung des Fluides werden thermische Instabilitäten die zur ungleichmäßigen Massenstromverteilung in den Rohren führen, und damit zu unterschiedlichen Temperaturen und oder Dampfgehalten, weitestgehend ausgeglichen. Damit können Instabilitätseffekte, die zu erheblichen Leistungseinbußen führen,  
15 kompensiert werden.

Das ist auch ein wesentlicher Vorteil der 2 Sandwichböden gegenüber der Lösung mit Rohrbögen und nur einem Sandwichboden. Damit finden die Vermischungsprozesse in beiden Böden statt.

20

Die Figur 6 zeigt schematisch einen Kern 20 des Wärmeübertragers 1, bei welchem eine Vielzahl von Rohren 5 angeordnet ist. Diese Rohre 5 sind zwischen den als Umlenkbereichen ausgebildeten Verteilerplatten 21, 22 angeordnet und dort in Rohrböden und Umlenk- und Abdeckplatten  
25 aufgenommen.

Die Verteilerplatten 21,22 sind dabei in Abgasströmungsrichtung 23 betrachtet in einzelne Segmente 24, 25, 26, 27, 28 und 29 unterteilt. Innerhalb eines Segmentes 24 bis 29 sind wiederum eine Anzahl von  
30 Rohrreihen 30, 31 vorgesehen. Im Beispiel der Figur 6 sind je Segment zwei Rohrreihen vorgesehen. Idealerweise besteht ein Segment nur aus wenigen

Rohrreihen, beispielsweise aus zwei Rohrreihen in Abgasströmungsrichtung, so dass der Temperaturgradient über ein Segment möglichst klein ist und damit alle Rohre nahezu mit der gleichen Abgastemperatur beaufschlagt werden. In Abhängigkeit des Arbeitsmediums können aber auch bis zu 6-  
5 Rohrreihen ein Segment bilden, bzw. mehrere Segmente miteinander parallel verschaltet werden.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 6 werden weiterhin je Rohrreihe 30, 31 bis zu 4 Rohre senkrecht zur Abgasströmungsrichtung parallel geschaltet.  
10

Wie in Figur 6 zu erkennen ist, strömt das zweite Fluid im Bereich der Rohrenden 32 ein und verteilt sich auf vier Rohre 5. Das Fluid strömt durch diese Rohre zu den Enden dieser Rohre auf der gegenüberliegenden Seite und strömt dort in den Bereich 33 aus. Der Umlenkbereich 35 lenkt das Fluid  
15 in die Einlässe des Bereichs 34, von wo das Fluid durch die diesbezüglichen Rohre wieder zurück zum Bereich 36 strömt. Anschließend wird das Fluid durch den Umlenkbereich 37 auf den Bereich 38 der Rohrenden umgelenkt und verteilt, so dass das Fluid nun durch Rohre zurückströmt, die unterhalb des ersten Durchgangs liegen.

20 So wird das erste Segment in alternierenden Durchströmungen durchströmt und das Fluid tritt vom Bereich 39 schließlich aus dem Segment aus und wird am Übertritt 40 vom ersten Segment 29 in das zweite Segment 28 umgeleitet.

25 Anschließend erfolgt die entsprechende Durchströmung des zweiten Segments 28 bis das Fluid am Übertritt 41 in das dritte Segment 27 überströmt.

Anschließend erfolgt die entsprechende Durchströmung des dritten Segments 27 bis das Fluid am Übertritt 42 in das vierte Segment 26 überströmt.

Anschließend erfolgt die entsprechende Durchströmung des vierten Segments  
30 26 bis das Fluid am Übertritt 43 in das fünfte Segment 25 überströmt.

Anschließend erfolgt die entsprechende Durchströmung des fünften Segments

25 bis das Fluid am Übertritt 44 in das sechste Segment 24 überströmt. Anschließend erfolgt die entsprechende Durchströmung des sechsten Segments 24 bis das Fluid am Austritt 4 aus dem sechsten Segment 24 ausströmt.

5

Die Figuren 7 und 8 zeigen noch einmal die Anschlusskonfiguration der Rohre am vorderen bzw. am hinteren Umlenkbereich. Es ist zu erkennen, dass jeweils vier Rohre parallel geschaltet sind und eine Umlenkung von Fluid aus vier Rohren in vier andere Rohre erfolgt. Dabei tritt das Fluid auf der Vorderseite gemäß Figur 7 in Rohre 5 ein, aus welchen es an der hinteren Seite austritt. Daher sind die Rohre 5 im vorderen Umlenkbereich gemäß Figur 7 auch mit den komplementären Eintritten bzw. Austritten als in Figur 8 gekennzeichnet.

15 Die Figur 9 zeigt eine entsprechende Ansicht von sechs Segmenten 50 bis 55, die jeweils zwei Reihen von Rohren aufweisen. Dabei sind jeweils drei Rohre zu einem Durchgang 56 zusammengefasst und parallel geschaltet. Bei Durchgang 56 strömt das Fluid ein und durchströmt die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid im Bereich 57 aus den Rohren ausströmt und durch den Übertritt 58 in das nächste Segment übergeleitet wird. Der Übertritt kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

Die Durchströmung des Wärmeübertragers der Figur 9 zeigt einen Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel. In Figur 9 erfolgt die Umlenkung des Fluids in der vorderen Umlenkplatte von Rohren einer in Rohre der gleichen Reihe gemäß Öffnung 60, während in der hinteren Umlenkplatte eine Umlenkung von Rohren einer Reihe in Rohre einer anderen Reihe gemäß Öffnung bzw. Öffnungen 59 erfolgt.

Die Figur 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente 70 bis 75 jeweils zwei Reihen 76,77 von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente 71 und 72 zu einer gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst. Gleiches gilt für die Segmente 73 und 74.

Weiterhin sind jeweils drei Rohre zu einem Durchgang 78 zusammengefasst und parallel geschaltet. Bei Durchgang 78 strömt das Fluid ein und durchströmt die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch Öffnungen 79 in der Umlenkplatte umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre durch die Öffnung 80 der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid die nächsten drei Rohre und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in drei weitere Rohre umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid im Bereich 81 aus den Rohren ausströmt und durch den Übertritt 82 in das nächste Segment 71, 72 übergeleitet wird. Der Übertritt 82 kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

In den Segmenten 71, 72 erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment 70, wobei diese allerdings parallel geschaltet sind und der Fluideintritt in die Bereiche 83 und 84 parallel erfolgt. Anschließend werden die Rohre der Segmente 71 und 72 wie die Rohre des Segments 70 durchströmt, bevor das Fluid bei den Bereichen 85 und 86 wieder aus dem Segment ausgeleitet und in die parallel geschalteten Segmente 73 und 74 mittels des Übertritts 87 übergeleitet wird. In den Segmenten 73 und 74 erfolgt die Durchströmung wie in den Segmenten 71 und 72. Anschließend wird das Fluid aus den Segmenten 73 und 74 gesammelt und in das abschließende Segment 75 eingeleitet, wo es wie im eingangsseitigen Segment 70 das Segment 75 durchströmt, bevor es aus dem Wärmeübertrager ausgelassen wird.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente 90 bis 95 jeweils zwei Reihen 96,97 von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente 90 und 91 zu einer gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst. Gleiches gilt für die Segmente 92, 93 und 94, die zu einem gemeinsamen Segment zusammen gefasst sind.

In den Segmenten 90 und 91 bzw. in den Segmenten 92 bis 94 wird jeweils nur ein Rohr 98 parallel zu einem Rohr 99 des anderen Segments durchströmt. Innerhalb des Segments werden die Rohre 98 nur seriell durchströmt. Dies erfolgt bis zum Mitte des Segments. Dort strömt das Fluid aus den Rohren 101, 102 der beiden Segmente aus. Dort liegt eine Mischzone 100 vor, so dass das Fluid aus dem ersten Segment 90 sich mit dem Fluid des zweiten Segments 91 mischen kann, bevor es wieder auf die Rohre 103, 104 der Segmente verteilt.

Bei Durchgang 98 strömt das Fluid ein und durchströmt ein Rohr zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch eine Öffnung 105 in der Umlenkplatte umgelenkt.

- Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr durch die Öffnung 106 der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid in der Mischzone 100 ausströmt. Im zweiten Bereich nach der Mischzone erfolgt die entsprechende Durchströmung der Rohre.
- 5
- 10
- Anschließend wird das Fluid durch den Übertritt 107 in das nächste Segment 92, 93, 94 übergeleitet. Der Übertritt 107 kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.
- 15
- 20
- In den Segmenten 92, 93, 94 erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment 90, 91, wobei diese allerdings alle drei parallel geschaltet sind. Anschließend werden die Rohre der Segmente 92 bis 94 durchströmt, bevor das Fluid wieder aus dem Segment ausgeleitet und in das Segment 95 mittels des Übertritts 108 übergeleitet wird. In dem Segment 95 erfolgt die Durchströmung wie in dem Segment 70 der Figur 10, bei welchem drei Rohre jeweils parallel geschaltet sind. Anschließend wird das Fluid aus dem Wärmeübertrager ausgelassen.
- 25
- Die Figur 12 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer weiteren Ansicht, wobei sechs Segmente 110 bis 115 jeweils zwei Reihen 116, 117 von Rohren aufweisen. Wie zu erkennen ist, sind die Segmente 110 bis 112 und 113 bis 115 zu einem gemeinsamen parallel geschalteten Segment zusammen gefasst.
- 30
- In den Segmenten 110 bis 112 bzw. in den Segmenten 113 bis 115 wird jeweils nur ein Rohr 116 parallel zu einem Rohr 117, 118 des anderen

Segments durchströmt. Innerhalb des Segments werden die Rohre 116, 117 oder 118 nur seriell durchströmt. Dies erfolgt bis zur Mitte des Segments. Dort strömt das Fluid aus den Rohren 119, 120, 121 der drei Segmente aus. Dort liegt eine Mischzone 122 vor, so dass das Fluid aus dem ersten Segment 110 sich mit dem Fluid des zweiten bzw. dritten Segments 111, 112 mischen kann, bevor es wieder auf die Rohre 123, 124 und 125 der Segmente 110, 111, 112 verteilt wird.

Bei Durchgang 116 strömt das Fluid ein und durchströmt ein Rohr zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe durch eine Öffnung in der Umlenkplatte umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr durch die Öffnung der vorderen Umlenkplatte umgelenkt. Danach durchströmt das Fluid die Rohre zum hinteren Umlenkbereich. Dort wird das Fluid wieder von einer Rohrreihe zu der benachbarten Rohrreihe umgelenkt. Anschließend durchströmt das Fluid das nächste Rohr und wird im vorderen Umlenkbereich in der gleichen Reihe der Rohre in ein weiteres Rohr umgelenkt. Dies erfolgt so lange, bis das Fluid in der Mischzone 122 ausströmt. Im zweiten Bereich nach der Mischzone erfolgt die entsprechende Durchströmung der Rohre. Anschließend wird das Fluid durch den Übertritt 126 in das nächste Segment 113, 114, 115 übergeleitet. Der Übertritt 126 kann vorzugsweise in der Umlenkplatte integriert sein oder durch einen externen Übertritt per Rohr erfolgen.

In den Segmenten 113, 114 und 115 erfolgt die Durchströmung wie in den Segmenten 110, 111 und 112. Anschließend wird das Fluid aus dem Wärmeübertrager ausgelassen.

Die Gestaltung der Umlenkplatte ist in den Figuren rechteckig vorgesehen. Sie kann auch rund sein, so dass sie in eine runde, zylindrische Aussparung in einem Gehäuse oder in einem Schalldämpfer eingebaut werden kann.

- 5 Zur Leistungssteigerung können auf die Rohre gasseitige Rippen aufgefädelt  
Sein, siehe die Rippen 6 der Figur 2. Die gasseitigen Rippen bilden die  
sogenannte Sekundärfläche der Wärmeübertragung und die Rohre stellen die  
Primärfläche der Wärmeübertragung dar. Die Rippen 6 können mit den  
Rohren 3 verlötet werden oder es wird eine thermisch leitfähige Verbindung  
10 ohne Lotzugabe während dem Lötprozess des gesamten Verdampfers  
erreicht. Dies kann durch einen sehr eng tolerierten Rohrdurchzug erreicht  
werden, der zu einem sehr geringen Spalt zwischen Rippe und Rohr führt.  
Damit wird beim Hochtemperaturlötprozess mittels Diffusionsprozesse eine  
thermisch leitfähige Verbindung zwischen den Rippen und den Rohre  
15 hergestellt, auch wenn keine Lot vorliegen sollte.  
Eine bessere Anbindung der Rippen mit den Rohren, ob mit oder ohne Lot,  
kann durch eine Kombination aus austenitischen Rohren und ferritischen  
Rippen  
erreicht werden. Ferrite besitzen eine geringere Ausdehnung bei hohen  
20 Temperaturen als Austenite, so dass die Rohre bei Löttemperatur an die  
Rippen angepresst werden. Um bei Abkühlen das Abreißen der Rippen von  
den Rohren zu vermeiden, kann die Rippe um die Rohre herum kleine Schlitze  
aufweisen.
- 25 Die Rippen weisen Rohrdurchzüge mit sogenannten Kragen auf, durch die der  
Abstand zwischen den Rippen sichergestellt wird. Alternativ kann der  
Rippenabstand auch durch Ausstellen von Abstandshaltern in der Rippe  
sichergestellt werden. Die Rippendichte kann dabei zwischen 30 Ri/dm und 80  
Ri/dm liegen. Die Rippen können gestanzt sein und aufgeschnittene und  
30 aufgestellte Kiemen besitzen oder auch nur eingeprägte Strukturen, wie  
Winglets, Dimpel oder Ausbeulungen, zur Leistungssteigerung. Insbesondere

ist es zielführend solche Strukturen in die Rippen einzuprägen, die die Strömung gezielt auf die Rohre leitet und damit eine höhere Wärmeübertragung auf der Primärfläche erzielt werden kann.

- 5 Die Rippendicke beträgt dabei 0.1mm bis 0.5 mm bzw. vorzugsweise zwischen 0.25 und 0.4 mm, was für Edelstahl als Rippenmaterial vorteilhaft ist.

Weiterhin können in dem Verbund der Platten oben und/oder unten Schlitze eingebracht werden, so dass eine unterschiedliche thermische Ausdehnung aufgrund unterschiedlicher Temperaturen vom Gaseintritt bis zum Gasaustritt  
10 ermöglicht wird und nicht zu Schäden führt.

Bevorzugt liegt der Rohrdurchmesser der Rohre im Bereich von 3 - 20 mm, idealerweise im Bereich von 5 - 15 mm und vorzugsweise im Bereich von 6 -  
15 10 mm.

In die Rohre können turbulenz erzeugende Strukturen eingebacht werden, z.B. Drallerzeuger, um den Wärmeübergang besonders im Bereich, wo das Fluid Überhitzt zu fördern.

- 20 Das Rohr kann auch als Drallrohr ausgeführt werden, dann aber bevorzugt ohne äußere Rippen. Insbesondere sind auch Rohre mit sehr tief ausgeprägten Rillen verwendbar, die ähnlich einem Faltenbalg bei größeren Rohrleitungsdurchmessern ausgebildet sind, um den Wärmeübergang auf der Gasseite zu erhöhen und gleichzeitig die thermische Differenzdehnung  
25 zwischen den Rohren aufnehmen können. Grundsätzlich können unterschiedliche Leistungsklassen erreicht werden, wenn ein Verdampfer in Abgasströmungsrichtung aus einzelnen Modulen besteht.

Patentansprüche

5

1. Wärmeübertrager, wie insbesondere Abgasverdampfer, mit einem Gehäuse mit einem Fluideintritt und einem Fluidaustritt für ein erstes Medium, wie insbesondere Abgas, mit in dem Gehäuse quer zur Strömungsrichtung des ersten Fluids angeordneten Rohren, die von einem zweiten Medium durchströmbar sind und einlassseitig und auslassseitig in einem Rohrboden mit ihren Enden angeordnet und fluiddicht verbunden sind, wobei mit dem jeweiligen Rohrboden jeweils eine Struktur verbunden ist, mittels welcher Gruppen von Rohren derart miteinander verbunden sind, dass ein Auslass zumindest eines Rohrs mit einem Einlass zumindest eines anderen Rohrs fluidverbunden ist.  
10
2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur aus einer Umlenkplatte und einer Abdeckplatte besteht, wobei die Umlenkplatte Öffnungen aufweist, die die Auslässe der einen Rohre mit den Einlässen des anderen Rohre verbindet, und wobei die Abdeckplatte die Umlenkplatte fluiddicht abdeckt.  
15
3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.  
20
4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte mit dem jeweiligen Rohrboden einteilig  
25
- 30

ausgebildet ist, wobei die Abdeckplatte auf die jeweilige Umlenkplatte aufgesetzt und mit dieser verbunden ist.

- 5 5. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkplatte mit der jeweiligen Abdeckplatte einteilig ausgebildet ist, wobei die Umlenkplatte und die Abdeckplatte auf den jeweiligen Rohrboden aufgesetzt und mit diesem verbunden ist.
- 10 6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren unterschiedlicher Reihen umlenkt.
- 15 7. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre in Reihen angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid zwischen Rohren einer gleichen Reihe umlenkt.
- 20 8. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reihen von Rohren in Segmenten angeordnet sind, wobei die Umlenkplatte Fluid von einem Segment in ein anderes Segment umlenkt.
- 25 9. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von Rohren parallel geschaltet sind.
- 30 10. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Segment eine Mehrzahl von parallel geschalteten Rohren in Serie miteinander verschaltet sind.

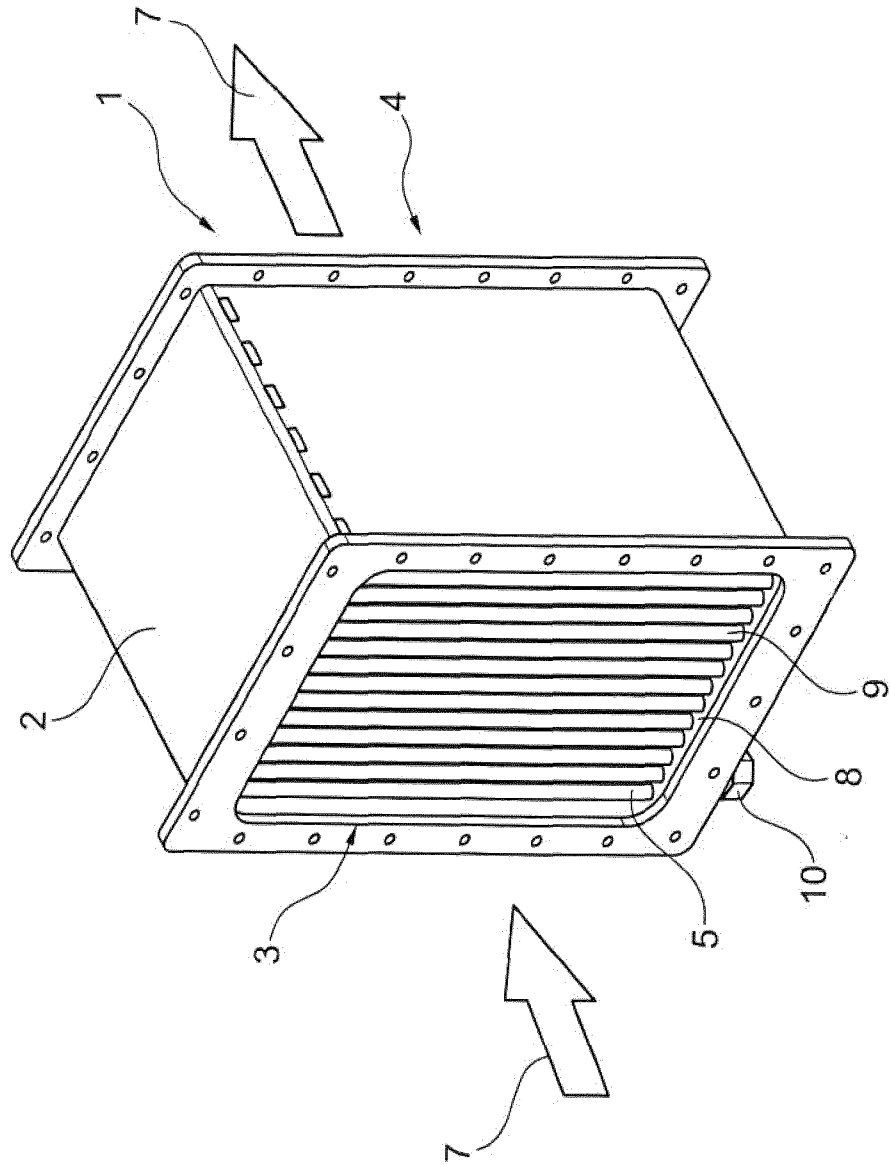


Fig. 1

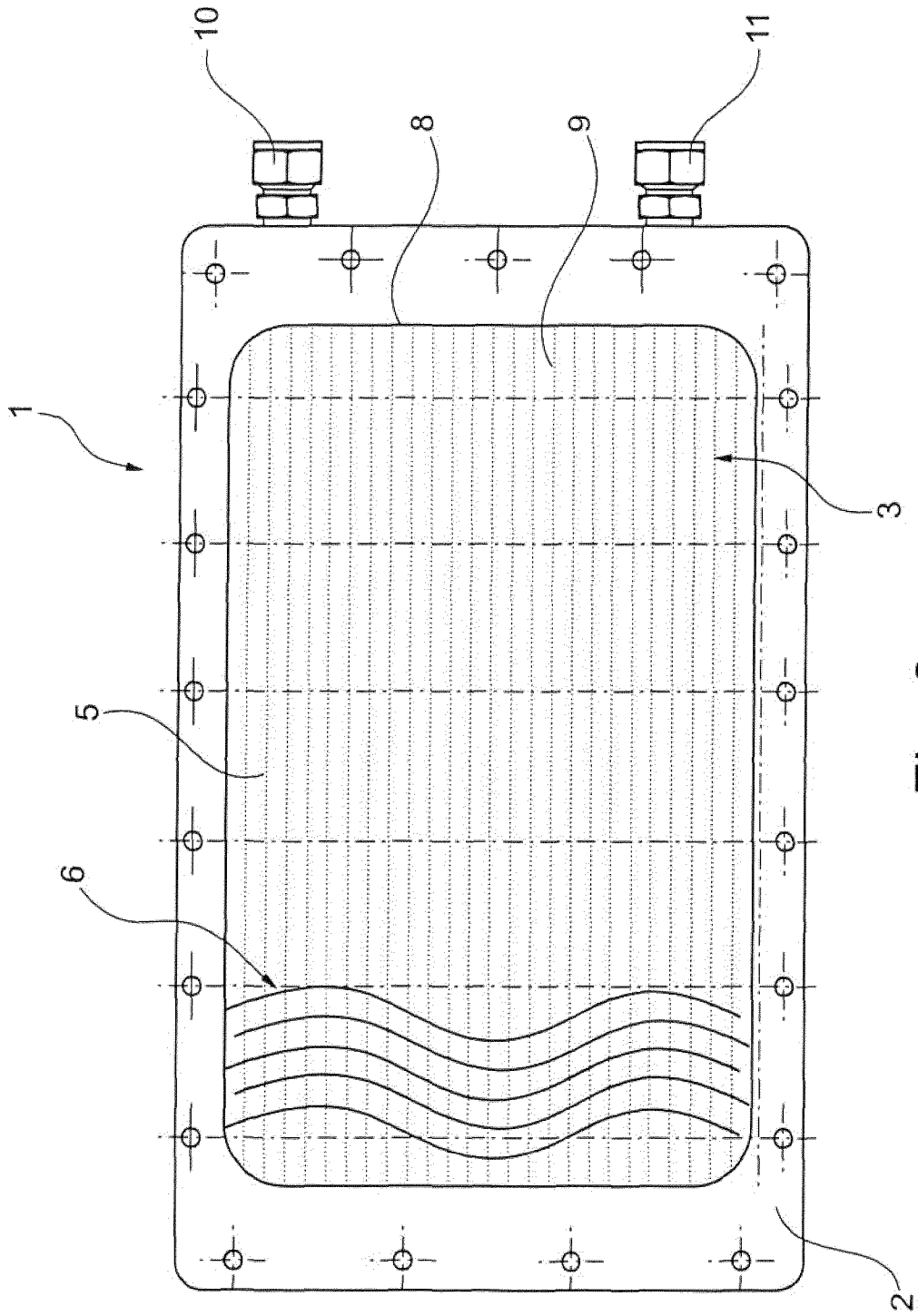


Fig. 2

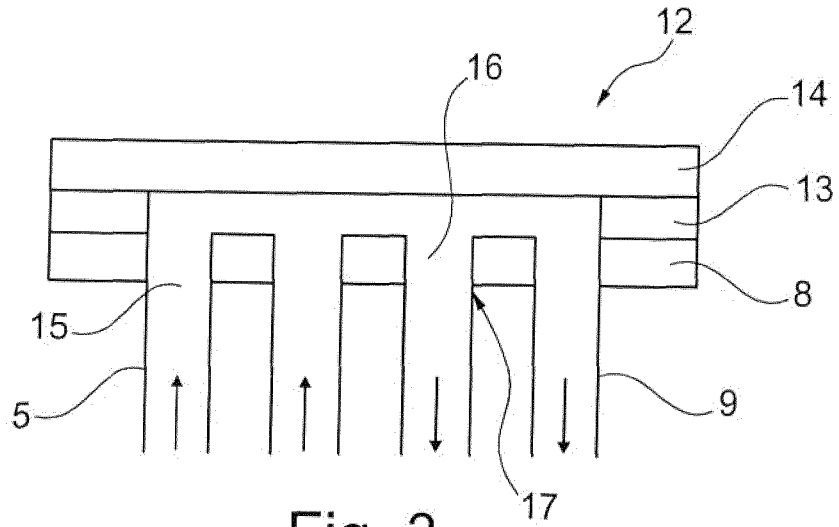


Fig. 3

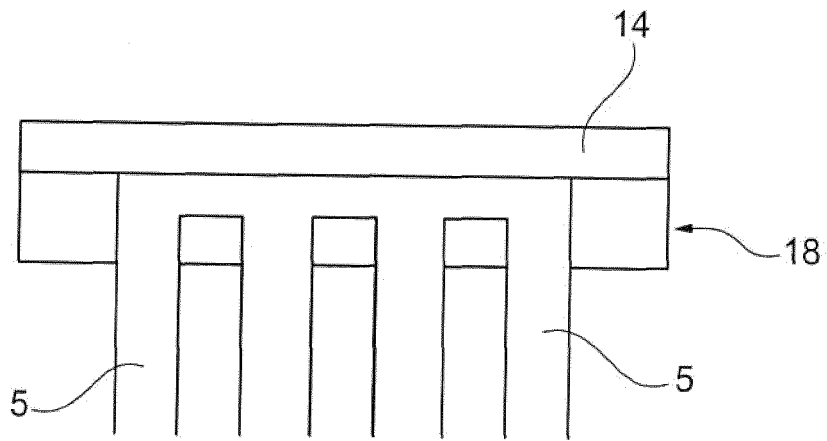


Fig. 4

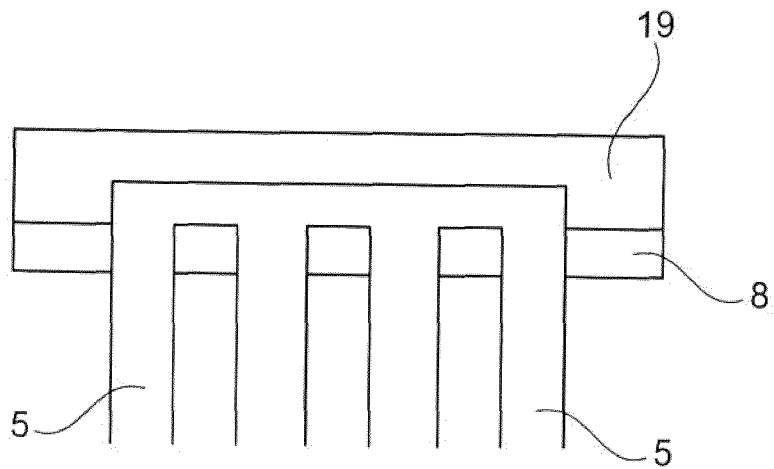


Fig. 5

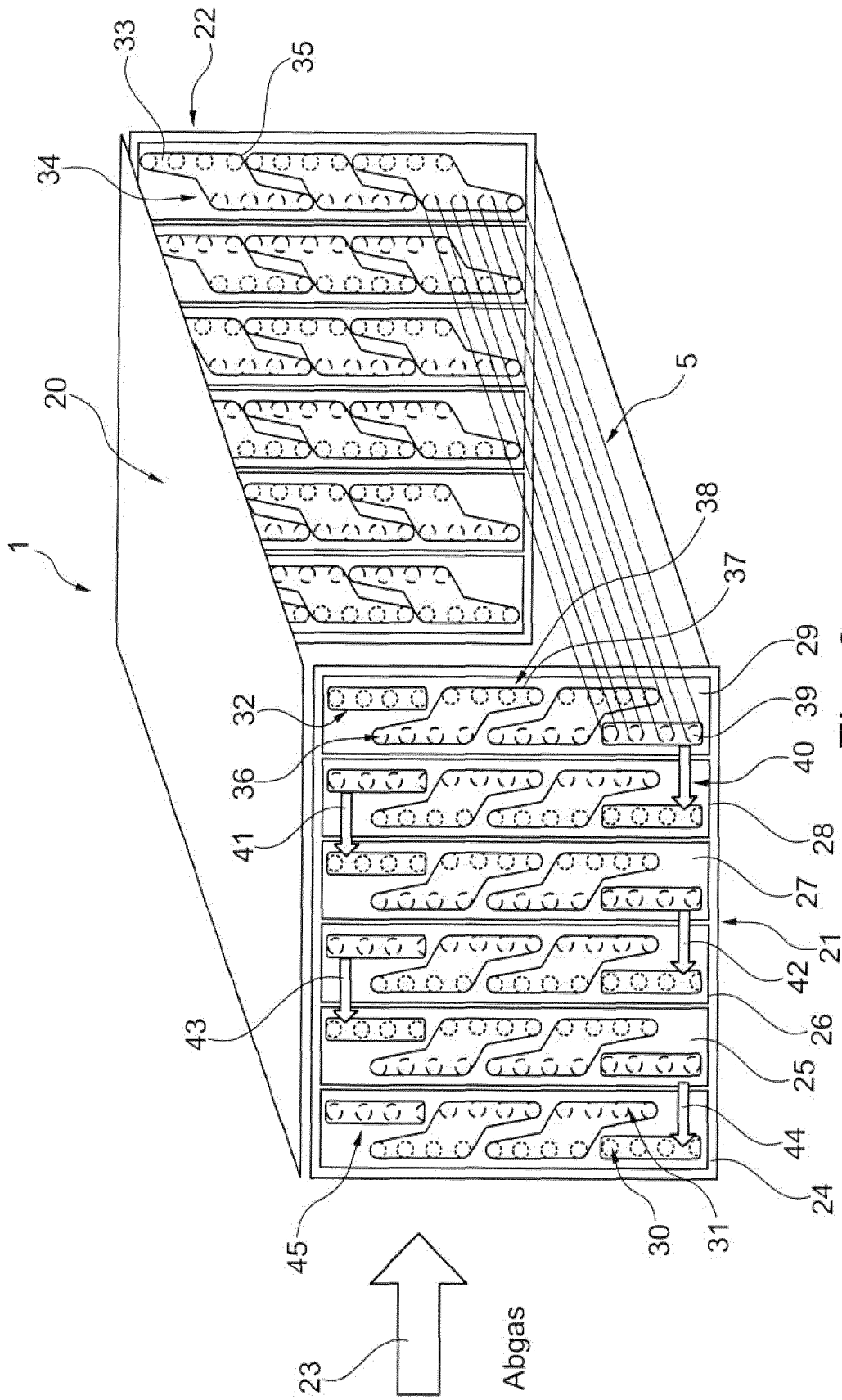


Fig. 6

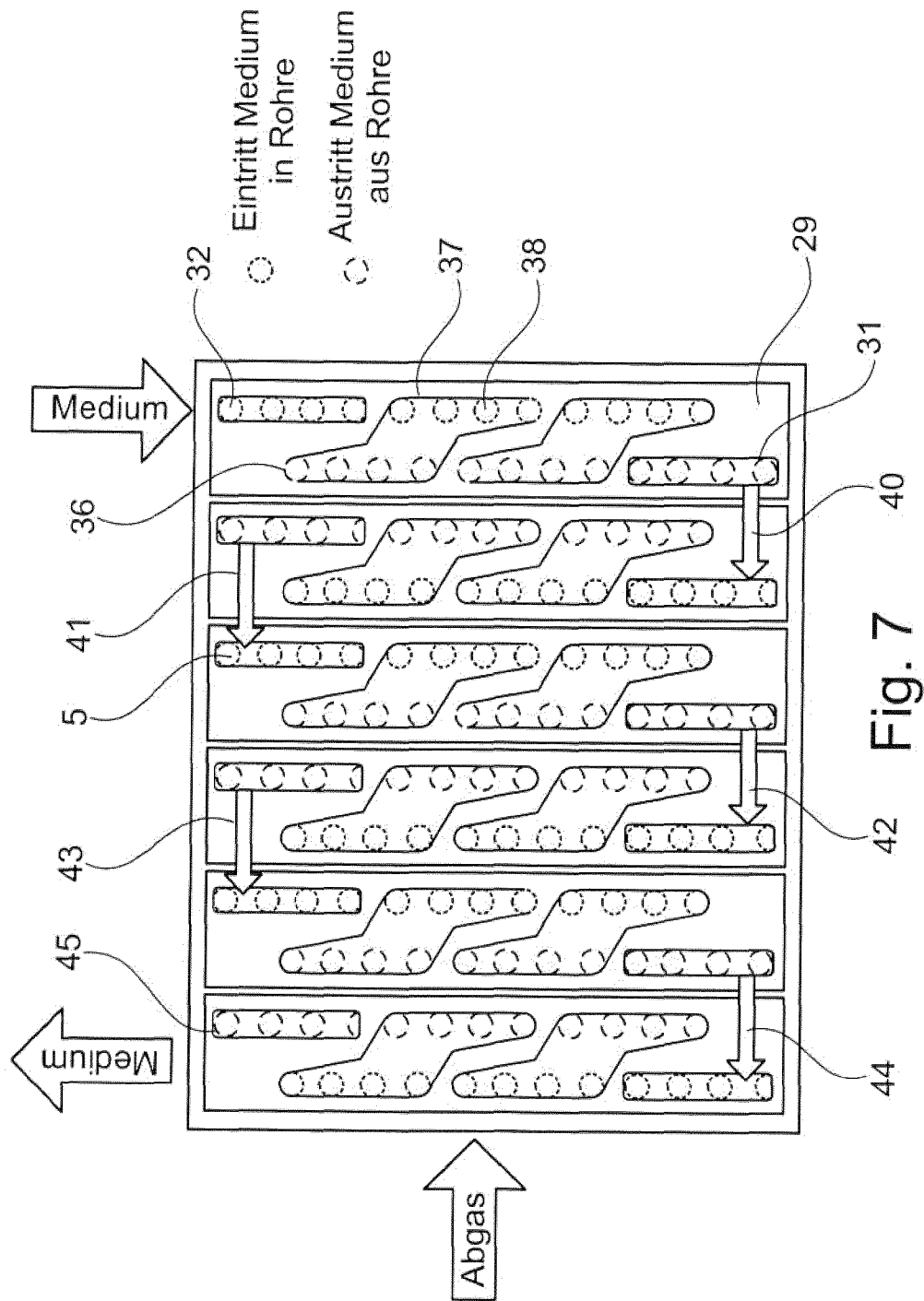


Fig. 7

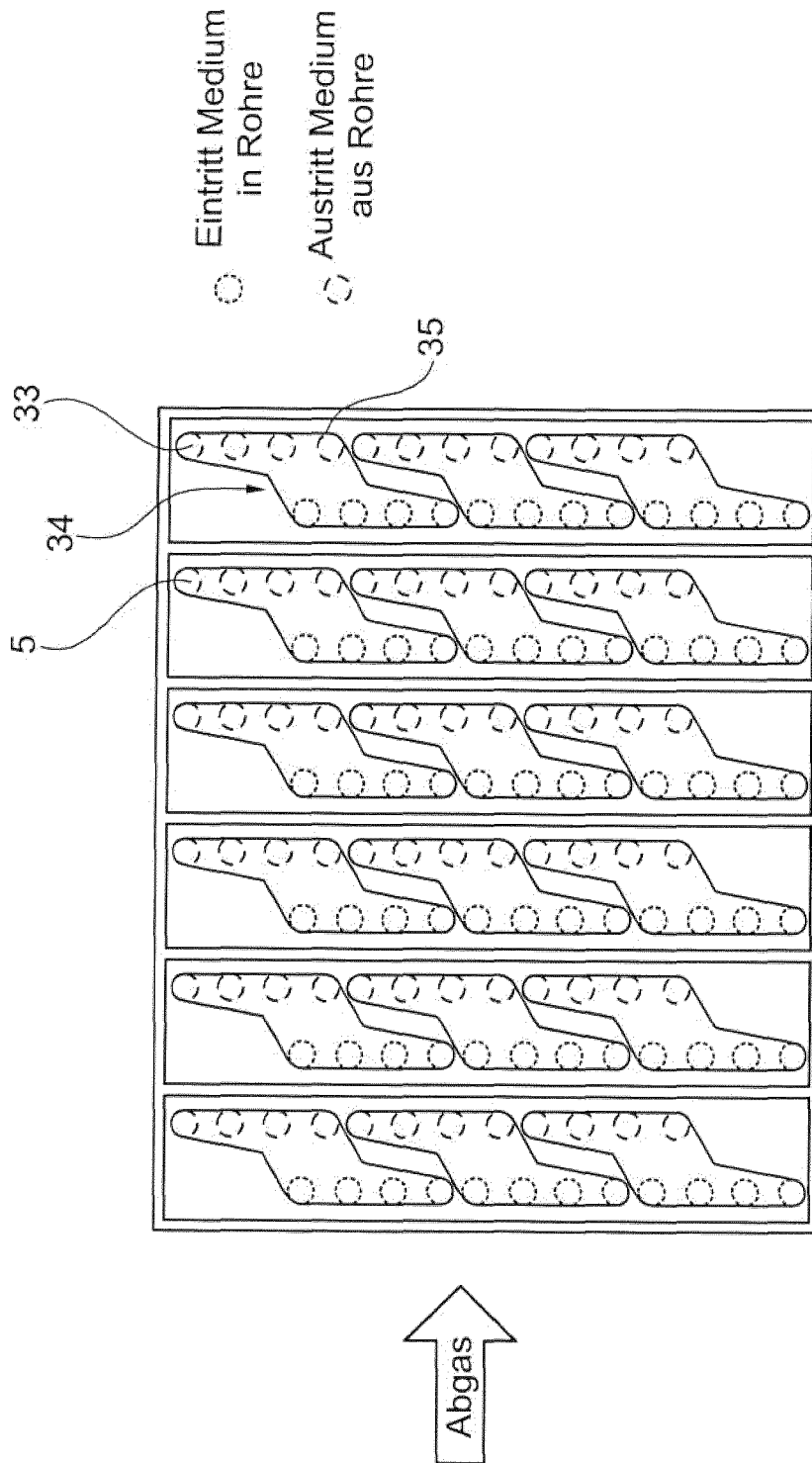


Fig. 8

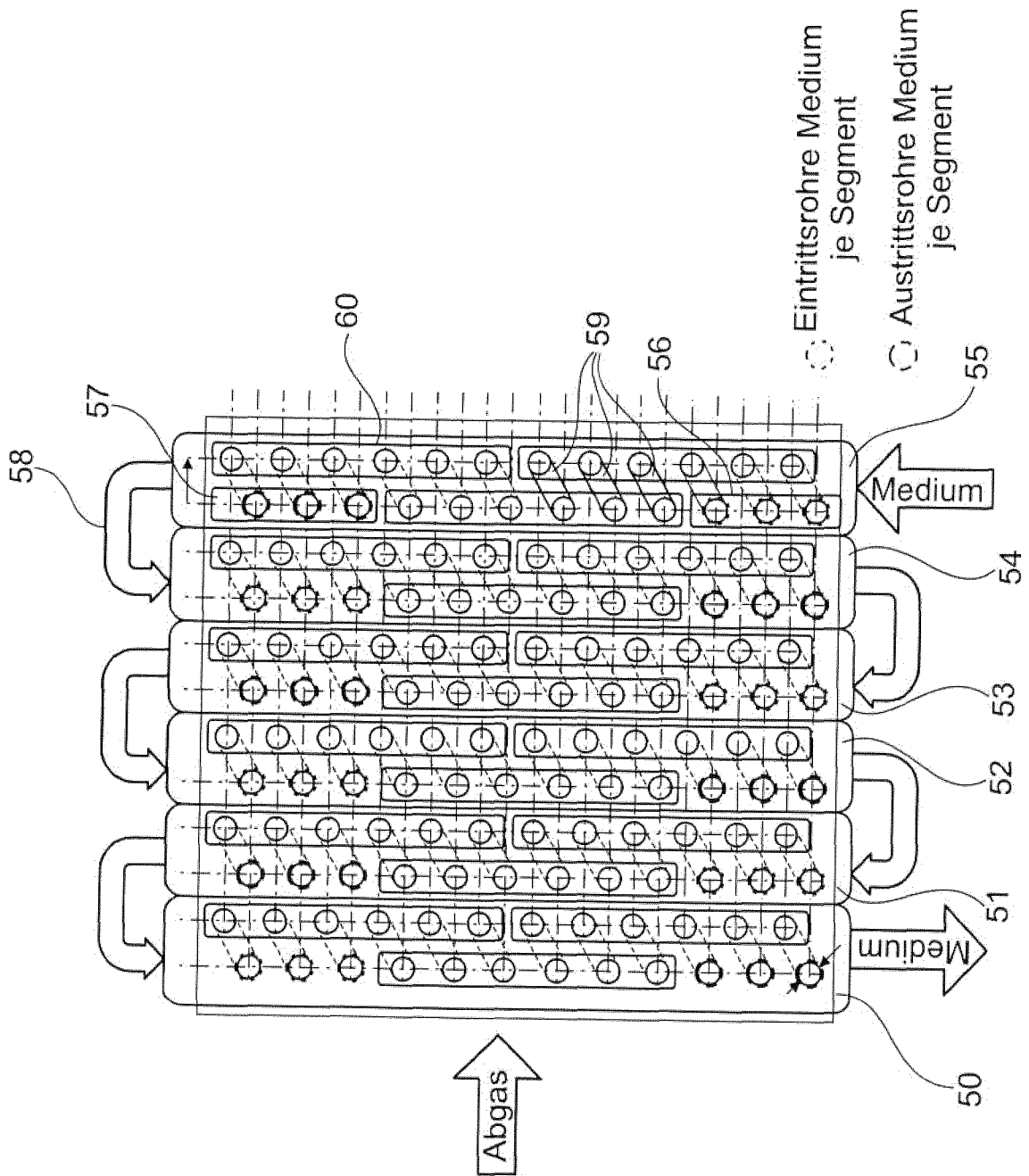


Fig. 9

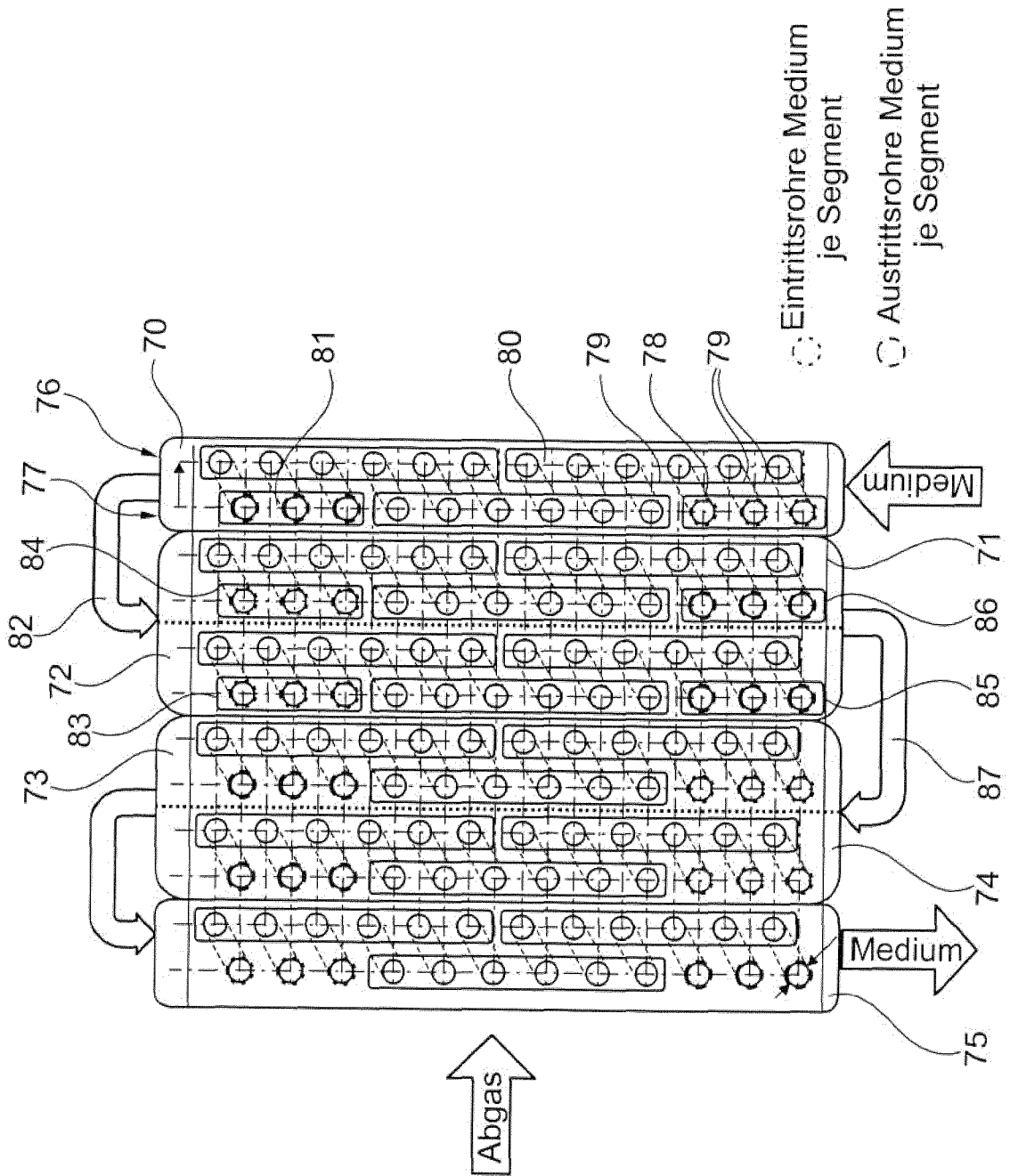


Fig. 10

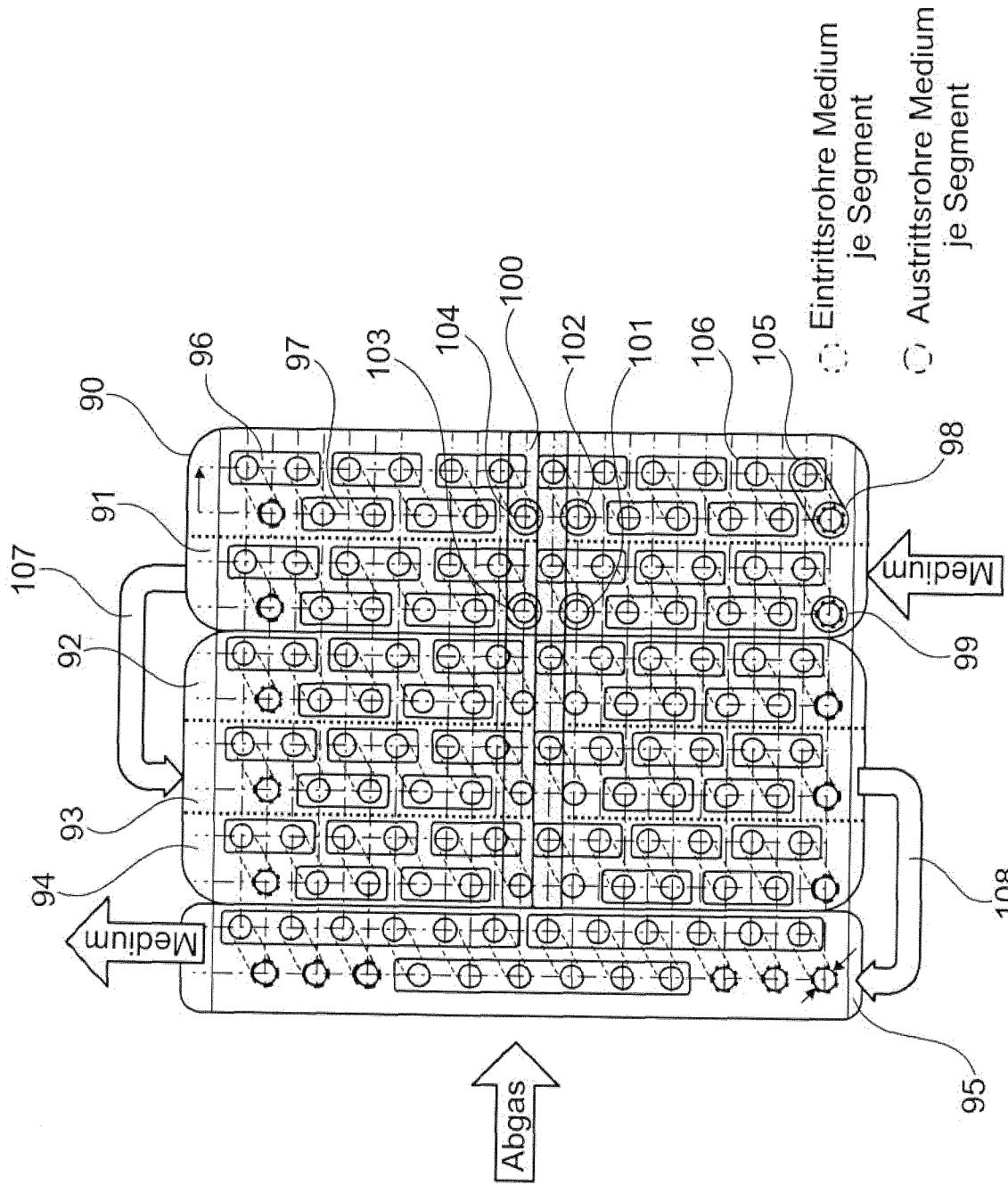


Fig. 11

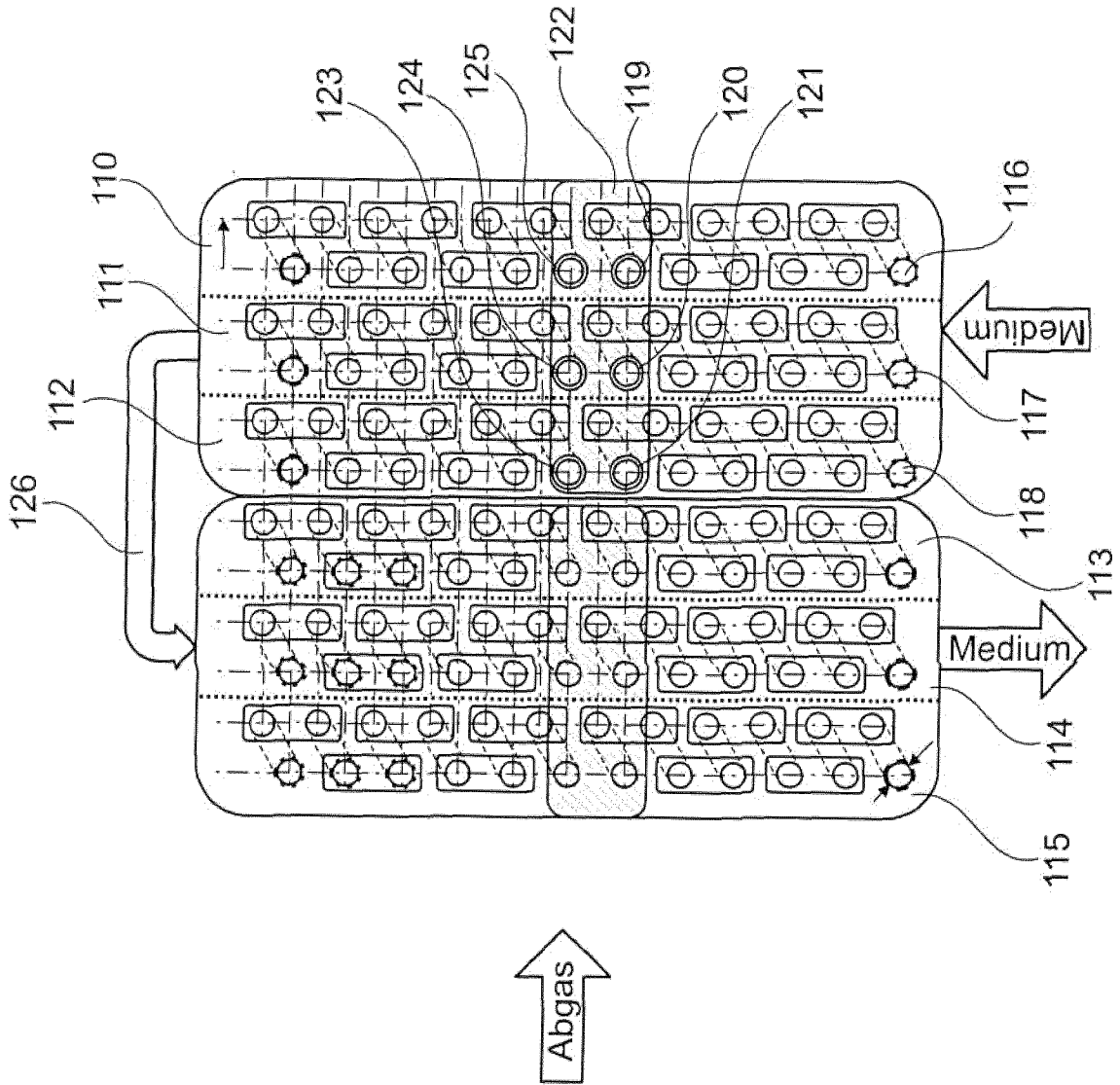


Fig. 12