



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.03.2012 Patentblatt 2012/11

(51) Int Cl.:
F28D 7/02 (2006.01) F28D 7/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11180277.3**

(22) Anmeldetag: **06.09.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

• **Hansen, Marret**
25767 Albersdorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Hansen, Uwe**
25767 Albersdorf (DE)
• **Hansen, Marret**
25767 Albersdorf (DE)

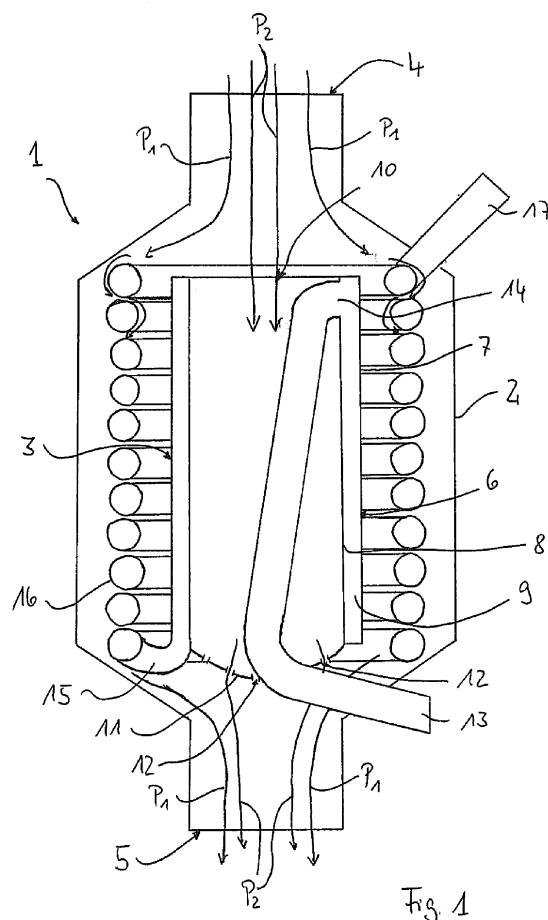
(30) Priorität: **10.09.2010 DE 202010012438 U**

(71) Anmelder:
• **Hansen, Uwe**
25767 Albersdorf (DE)

(74) Vertreter: **Raffay & Fleck**
Patentanwälte
Grosse Bleichen 8
20354 Hamburg (DE)

(54) **Wärmetauscher**

(57) Mit der Erfindung wird ein Wärmetauscher zum Wärmeübertrag zwischen zwei Medien, nämlich einem zu kühlenden Medium und einem Kühlmittel, angegeben mit einem einen Einlass (4) und einen Auslass (5) für das zu kühlende Medium aufweisenden Mantelrohr (2), einem innerhalb des Mantelrohres (2) angeordneten Innenrohr (3), welches auf der dem Einlass (4) zugewandten Seite (10) stirnseitig offen ist und auf der dem Auslass (5) zugewandten Seite einen stirnseitig angeordneten Boden (11) aufweist, welcher Boden (11) wenigstens eine Durchtrittsöffnung (12) für das zu kühlende Medium aufweist. Es ist dabei Aufgabe der Erfindung, einen solchen Wärmetauscher so auszugestalten, dass er bei kompakter Bauweise eine verbesserte Wirkung gegenüber bekannten Wärmetauschern zeigt. Dazu ist wenigstens die Seitenwand (6) des Innenrohres (3) als Doppelwand mit einer Innenwand (8) und einer diese umgebenden Außenwand (7) und einem zwischen der Innenwand (8) und der Außenwand (7) liegenden Hohlraum (9) gebildet und der Wärmetauscher (1) weist ferner eine Kühlmittelleitung auf, mit einem Kühlmittelzulauf (13), der in den Hohlraum (9) mündet, einer Überführungsleitung (15) von dem Hohlraum (9) in eine sich von der dem Auslass (17) des Mantelrohres (2) zugewandten Seite innerhalb des Mantelrohres (2) um das Innenrohr (2) herum windende Spiralleitung (16) und einem an der dem Einlass (4) des Mantelrohres (2) zugewandten Seite liegenden Kühlmittelablauf (17), in den die Spiralleitung (16) mündet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zum Wärmeübertrag zwischen zwei Medien.

[0002] Wärmetauscher finden in der Technik vielfach Einsatz, um zwischen zwei Medien einen Wärmeübertrag zu realisieren. So werden mit Wärmetauschern zu bearbeitende Medien entweder erwärmt oder abgekühlt.

[0003] Ein Einsatzbereich für Wärmetauscher ist das Abkühlen heißer Gase. So werden bspw. im Bereich von Verbrennungskraftmaschinen aus den Brennkammern Abgase bei Temperaturen von 1000° C und mehr ausgestoßen. In einigen Fällen ist es wünschenswert, diese heißen Gase auf Temperaturen von 50° C und weniger abzukühlen. Hier werden typischerweise Wärmetauscher eingesetzt. In bestimmten Situationen, in denen der Raum beengt ist oder aber in denen es aus anderen Gründen erforderlich ist, den Austausch von Wärme auf einer möglichst kurzen Strecke zu realisieren, sind Wärmetauscher von kleiner bzw. kurzer Bauart erwünscht.

[0004] Ein effizienter Wärmetauscher, der einen hohen Wirkungsgrad aufweist, ist auch für den Betrieb von thermodynamischen Kreisprozessen zur Energieumsetzung und Gewinnung von mechanischer und/oder elektrischer Energie aus Wärme erwünscht. So werden z.B. für die Gewinnung von elektrischer Energie aus Abwärme von Verbrennungsprozessen entsprechende thermodynamische Prozesse eingesetzt, z.B. sogenannte ORC Prozesse (Organic Rankine Cycle). Bei diesen wird ein organisches Arbeitsmedium in einem Wärmetauscher von z.B. der Abwärme eines Verbrennungsprozesses, die in heißen Abgasen enthalten ist, erwärmt und zu einem Phasenübergang gebracht. Durch die dabei entstehende Expansion des organischen Arbeitsmediums wird dann mechanische Arbeit verrichtet, die z.B. in einem Generator zu elektrischer Energie umgesetzt werden kann.

[0005] Ein Wärmetauscher, der sich eignen soll, auf kürzester Distanz einen hohen Temperaturgradienten zu erzeugen (z.B. Abkühlen von Heißgasen von einer Eintrittstemperatur von 1000° C und mehr zu einer Austrittstemperatur von unterhalb 80° C, vorzugsweise unterhalb 50° C auf einer Baulänge von etwa 30 cm), ist in der EP 1 672 304 A1 offenbart.

[0006] Dieser Wärmetauscher hat sich zwar bereits als gut im Wirkungsgrad herausgestellt und ist für viele Einsatzgebiete tauglich, jedoch sind nach wie vor Verbesserungsmöglichkeiten gegeben, insbesondere zur Erhöhung des Wirkungsgrades bei noch geringerer Baulänge.

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Wärmetauscher anzugeben, der bei kompakter Bauweise eine verbesserte Wirkung gegenüber dem bekannten Wärmetauscher zeigt.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte konstruktive Ausgestaltungen des Wärmetauschers sind in den Ansprüchen 2 bis 8 angegeben. In

den Ansprüchen 9 und 10 sind bevorzugte Verwendungen des erfindungsgemäßen Wärmetauschers genannt, die jedoch nicht die einzig möglichen Verwendungen darstellen.

[0009] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher weist ein innerhalb eines Mantelrohres liegendes Innenrohr auf, welches einseitig durch einen Boden bis auf eine oder mehrere Durchtrittsöffnungen in dem Boden verschlossen ist. Das mit dem Boden verschlossene Ende des Innenrohres liegt auf der Auslassseite des Mantelrohres, in welches bspw. abzukühlende Heißgase oder andere heiße Medien von einer der Auslassseite gegenüberliegenden Einlassseite her einströmen. Auf der Einlassseite des Mantelrohres ist das Innenrohr stirnseitig offen. Es bildet für ein über die Einlassseite in das Mantelrohr einströmendes Medium eine Art Topf mit einem mit wenigstens einer, vorzugsweise mehreren Durchtrittsöffnungen versehenen Boden. Zumindest die Seitenwand, welche insbesondere eine umlaufende Seitenwand ist, ist doppelwandig ausgeführt mit einer dem Innern des Innenrohres zugewandten Innenwand, einer dieser auf der Außenseite des Innenrohres gegenüberliegenden Außenwand und einem dazwischen liegenden Hohlraum.

[0010] Der Wärmetauscher verfügt zudem über eine Kühlmittelleitung, über die ein Kühlmittel geführt werden kann. Die Kühlmittelleitung beginnt an einem Kühlmittelzulauf, der in den Hohlraum der Wand des Innenrohres mündet. Aus dem Hohlraum setzt sich die Kühlmittelleitung dann fort in einer Überführungsleitung, die in eine Spiralleitung führt, die sich ausgehend von der dem Auslass zugewandten Seite des Mantelrohres hin zu der dem Einlass zugewandten Seite des Mantelrohres in dem Mantelrohr um das Innenrohr herum windet. Am Ende der Spiralleitung schließt sich ein auf der dem Einlass des Mantelrohres zugewandten Seite angeordneter Kühlmittelablauf an. Der Wärmeübertrageffekt bei diesem Wärmetauscher ist wie folgt: In das Mantelrohr durch den Einlass einströmendes Medium trifft zunächst auf die offene Stirnseite des Innenrohres und wird in dieses einströmen. Der Boden, der zwar eine oder mehrere Durchtrittsöffnungen aufweist, bildet für das einströmende Medium dennoch eine Barriere, so dass nur ein Teil des einströmenden Mediums diesen Weg entlang strömen kann. Ein anderer Teil wird außen um das Innenrohr herum strömen und dort mit der Spiralleitung, in der das Kühlmedium geführt ist, in Kontakt gelangen. Dabei kommt es zu einer Verwirbelung des abzukühlenden Mediums, wobei dieses Medium in Wirbeln teilweise auch gegen den eigentlichen Hauptstrom um die Spiralleitung herum läuft. Der Grad dieser Verwirbelung lässt sich durch die Gestaltung der Dimensionen des Abstandes zwischen der Außenwand des Innenrohres und der Wand des Mantelrohres sowie des Durchmessers der Spiralleitung beeinflussen. Durch diese Verwirbelung und auch durch die Tatsache, dass das außen an dem Innenrohr vorbei geführte Medium auch an der durch das Kühlmittel gekühlten Außenwand des Innenrohres ent-

lang strömt, dabei aufgrund der nicht laminaren Strömung immer wieder gegen diese anprallt, ergibt sich eine besonders lange Verweildauer bzw. ein langer Migrationsweg des abzukühlenden Mediums in dem Wärmetauscher und ein inniger Kontakt mit dem Kühlmedium, so dass sich auf einer kurzen Baustrecke des Wärmetauschers ein inniger Kontakt zwischen dem diesen Weg entlang strömenden, abzukühlenden Medium und den mit dem Medium in Kontakt kommenden Elementen Innenrohr und Spiralleitung ergibt. Der zweite, durch das Innenrohr hindurchströmende Teilstrom des Mediums, der je nach Wahl der Gesamtfläche der Durchtrittsöffnungen in seinem Anteil bezogen auf den in den Wärmetauscher einströmenden Gesamtstrom eingestellt werden kann (je kleiner die gesamte Öffnungsfläche der Durchtrittsöffnungen, desto geringer der Anteil und umgekehrt), wird durch den Kontakt des Mediums mit der von dem Kühlmittel gekühlten Innenwand des Innenrohres gekühlt. Dort ist das Kühlmittel noch bei besonders niedriger Temperatur, da es den hinter der Innenwand liegenden Hohlraum zuerst durchströmt. Hinter den Durchtrittsöffnungen werden die beiden Teilstrome des Mediums wieder zusammengeführt und verlassen den Wärmetauscher gemeinsam durch den Auslass des Mantelrohres.

[0011] Diese Bauform führt dazu, dass auf einer kurzen Längserstreckung des Wärmetauschers eine beachtliche Kühlung erreicht, also ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann.

[0012] Selbstverständlich eignet sich der erfindungsgemäße Wärmetauscher aber auch, um umgekehrt ein kühles, in das Mantelrohr einströmendes Medium mit Hilfe eines in den "Kühlmittel-" Zulauf einströmenden Erwärmungsmediums zu erwärmen. Insoweit sind die Begriffe "Kühlmittelzulauf" und "Kühlmittelablauf" nicht auf ein Kühlmittel beschränkt aufzufassen, sondern sie können ebenso gut für ein Medium genutzt werden, welches zum Erwärmen eines durch das Mantelrohr strömenden Mediums genutzt werden kann, mithin eines "Wärmittels".

[0013] Wie bereits zuvor ausgeführt, kann der Boden des Innenrohres nicht nur über eine, sondern über viele Durchtrittsöffnungen für das zu kühlende Medium verfügen. Bevorzugt weist der Boden eine Vielzahl von duschkopfförmig angeordneten Durchtrittsöffnungen für das zu kühlende Medium auf. Diese Anordnung führt zu einem geordneten, in kleine Einzelströmungen aufgeteilten Durchtritt des zu kühlenden Mediums durch den Boden und hilft darüber hinaus die Durchmischung mit dem ersten Teilstrom, der nicht durch das Innenrohr strömt, sondern außen an diesem vorbei und entlang der Spiralleitung, zu befördern und so eine Homogenisierung des Mediums vor dem Auslass des Mantelrohres zu erreichen.

[0014] Mit Vorteil kann neben der Seitenwand des Innenrohres auch der Boden doppelwandig ausgebildet sein mit einer Außenwand, einer Innenwand und einem sich dazwischen erstreckenden Hohlraum. Dann ist die

mindestens eine Durchtrittsöffnung bzw. sind die Durchtrittsöffnungen selbstverständlich so gebildet, dass sie durch die Innenwand und den Hohlraum sowie die Außenwand hindurch das Innere des Innenrohres mit der Außenseite verbinden und zugleich über eine Wand verfügen, die jede Durchtrittsöffnung von dem Hohlraum abschirmt. Dies ist deshalb so gewählt, da der Hohlraum sinnvoller Weise dann auch mit dem Hohlraum in der Seitenwand in Verbindung steht, so dass auch der Hohlraum in dem Boden von dem Kühlmittel durchströmt werden kann. Dies sorgt dann insgesamt für eine noch intensivere und bessere Kühlung des zu kühlenden Mediums, wenn dieses auch am Boden noch einmal auf eine gekühlte Wand trifft.

[0015] Der Kühlmittelzulauf mündet gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung (vgl. Anspruch 4) in einem dem Einlass des Mantelrohres benachbarten Abschnitt in den Hohlraum der doppelwandigen Seitenwand, wohingegen die Überführungsleitung in einem dem Auslass des Mantelrohres benachbarten Abschnitt von dem Hohlraum der Seitenwand und/oder dem Hohlraum des Bodens, wenn ein solcher vorhanden ist, abgeht und die Spiralleitung überführt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass das Kühlmedium den Hohlraum insgesamt durchströmt und so einen intensiven Wärmeaustauschkontakt mit dem das Innenrohr durchströmenden Gleichstrom des zu kühlenden Mediums einerseits, andererseits aber auch mit dem Teilstrom des zu kühlenden Mediums, der außen an dem Innenrohr vorbei streicht, gewährleistet.

[0016] Zu einer noch verbesserten hohen Wärmetauschereffizienz trägt die gemäß Anspruch 5 vorgesehene Weiterbildung bei, dass die Spiralleitung wenigstens entlang der gesamten Länge des Innenrohres dieses umgebend geführt ist. Vorzugsweise sind die einzelnen Windungen der Spiralleitung dabei eng gewickelt, ohne sich jedoch zu berühren. Zwischen den einzelnen Windungen der Spiralleitung muss ein Abstand verbleiben, damit auch dort ein Kontakt zwischen dem abzukühlenden bzw. zu erwärmenden Medium und der Oberfläche der von dem Kühlmittel bzw. Wärmittel durchströmten Spiralleitung stattfinden kann, ohne dass es hier zu einem zu hohen Strömungswiderstand kommt.

[0017] Eine Ausbildung, wie sie in Anspruch 6 angegeben ist, wonach die Spiralleitung mit radialem Abstand zu der Wand des Innenrohres und zu der Wand des Mantelrohres angeordnet ist, unterstützt die gewünschte Verwirbelung des durch das Mantelrohr strömenden Mediums und die damit einhergehende erhöhte Wärme-tauschereffizienz. Dabei hat sich herausgestellt, dass ein radialer Abstand der Spiralleitung zu der Wand des Innenrohres, der in etwa gleich dem radialen Abstand der Spiralleitung zu der Wand des Mantelrohres ist, besonders gute Ergebnisse zeigt (Anspruch 7).

[0018] Gemäß Anspruch 8 ist es schließlich von Vorteil, wenn zumindest die Spiralleitung des Wärmetauschers aus einem Material mit guten Wärmeleiteigenschaften besteht. Hierbei wird vorzugsweise Kupfer eingesetzt, jedoch sind auch andere Materialien mit guten

Wärmeleiteigenschaften denkbar, wie bspw. Silber.

[0019] Bevorzugt kann der erfindungsgemäße Wärmetauscher eingesetzt werden, um Verbrennungsabgase aus Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere Verbrennungsabgasen aus Kraftfahrzeugmotoren abzukühlen. Gerade in Kraftfahrzeugmotoren bzw. im Abgassystem von Kraftfahrzeugmotoren muss ein solcher Wärmetauscher einerseits eine hohe Kühlleistung aufbringen, um die mit etwa 1000° C und mehr aus dem Verbrennungsraum austretenden, heißen Abgase auf eine Temperatur von 80° C und weniger, vorzugsweise unterhalb von 50° C abzukühlen. Der Wärmetauscher muss aber auch von kompakter Bauweise sein, da der Raum im Abgassystem des Kraftfahrzeuges beschränkt ist. Hier eignet sich der erfindungsgemäße Wärmetauscher besonders gut.

[0020] Eine weitere bevorzugte Verwendung des Wärmetauschers liegt darin, diesen zum Erzeugen eines Phasenüberganges des Kühlmediums und Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses zur Energieumsetzung unter Ausnutzung der bei dem Phasenübergang durch Expansion des Kühlmediums entstehenden mechanischen Arbeit zu nutzen. Dies kann z.B. ein ORC sein, wenn das Kühlmedium ein organisches Medium, bspw. $C_3H_3F_5$, ist.

[0021] Weitere Vorteile und Merkmale des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der beigefügten Figur. Dabei ist in

Fig. 1 schematisch ein Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher gezeigt.

[0022] In Fig. 1 ist in einer schematischen Querschnittsdarstellung von der Seite ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 skizziert. Diese Figur ist weder maßstabsgerecht noch gibt sie die tatsächlichen vorgegebene Geometrie wieder. Vielmehr handelt es sich hierbei um eine Prinzipdarstellung zur Erläuterung des Aufbaus und des Wirkprinzips des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1.

[0023] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher 1 weist ein Mantelrohr 2 und ein im Inneren desselben koaxial angeordnetes Innenrohr 3 auf. Das Mantelrohr 2 hat einen Einlass 4, durch welchen beim Betrieb des Wärmetauschers 1 zu kühlendes Medium in das Mantelrohr 2 einströmt. Dem Einlass 4 gegenüberliegend ist das Mantelrohr 2 mit einem Auslass 5 zum Abströmen des zu kühlenden Mediums versehen.

[0024] Das Innenrohr 3 ist mit einer doppelwandigen Seitenwand 6 umschlossen, welche eine Außenwand 7, eine Innenwand 8 und einen dazwischen liegenden Hohlraum 9 aufweist. An seiner dem Einlass zugewandten Stirnseite 10 ist das Innenrohr 3 topfartig geöffnet, wobei hier die Außenwand 7 und die Innenwand 8 zum Verschließen des Hohlraums 9 miteinander verbunden sind. An der gegenüberliegenden Stirnseite, die dem Auslass 5 zugewandt ist, ist das Innenrohr 3 durch einen Boden

11 verschlossen, der auch hier den Hohlraum 9 verschließt, in dem allerdings Durchtrittsöffnungen 12 angeordnet sind, die das Innere des Innenrohres 3 zum Auslass 5 hin mit dem Inneren des Mantelrohrs 2 verbinden.

[0025] Eine Kühlmittleitung teilt sich auf in einen Kühlmittelzulauf 13, durch welchen Kühlmittel in den Wärmetauscher 1 einströmen kann und welcher in den Hohlraum 9 in der Seitenwand 6 des Innenrohres 3 mündet und zwar an einer Mündung 14 an der Stirnseite 10 des Innenrohres 3. Über eine Überführungsleitung 15, die ebenfalls Bestandteil der Kühlmittleitung ist, kann das Kühlmittel aus dem Hohlraum 14 ablaufen und gehen in eine Spiralleitung 16, die mit etwa gleichem Abstand zur Wand des Mantelrohrs 2 wie zur Außenwand 7 des Innenrohres 3 sich um das Innenrohr 3 herum windet, ausgehend von dem dem Auslass 5 zugewandten Ende des Mantelrohrs 2 im Inneren desselben hin zu dem dem Einlass 4 zugewandten Ende des Mantelrohrs 2. Auch wenn dies in der skizzenhaften Fig. 1 nicht exakt so dargestellt ist, ist die Spiralleitung 16 eine durchgehende, schraubenfederartig gewundene Leitung. An Ihrem dem Einlass 4 des Mantelrohrs 2 zugewandten Ende tritt die Spiralleitung 16 dann über in einen Kühlmittelablauf 17, der das Ende der Kühlmittleitung des Wärmetauschers 1 bildet.

[0026] Im Betrieb durchströmt ein zu kühlendes Medium, beispielsweise ein heißes Gas, den Wärmetauscher 1 vom Einlass 4 bis zum Auslass 5 in der durch die Pfeile P angedeuteten Weise. Ein erster Teilstrom P_1 strömt den Bereich zwischen der Wand des Mantelrohrs 2 und der Außenwand 7 des Innenrohres 3 und dort an den Windungen der Spiralleitung 16 vorbei, wie dies durch die entsprechenden Pfeile im oberen Abschnitt der Zeichnung angedeutet ist.

[0027] Ein zweiter Teilstrom P_2 strömt in das Innere des Innenrohres 3 hinein und verlässt das Innenrohr 3 durch die Durchtrittsöffnungen 12 in dem Boden 11 des Innenrohres 3, um sich am Auslass 5 des Mantelrohrs 2 mit dem ersten Teilstrom P_1 wieder zu dem Gesamtstrom zu vereinen. Während der erste Teilstrom P_1 durch innigen Kontakt mit den gekühlten Spiralleitungen 16, die vorzugsweise aus Kupfer oder einem anderen gut thermisch leitenden Material bestehen, und die dabei ebenfalls auftretende Verwirbelung abgekühlt wird, sowie ferner durch den Kontakt mit der Außenwand 7 des Innenrohres 3, welche durch das durch den Hohlraum 9 hindurch strömende Kühlmittel gekühlt ist, wird der Teilstrom P_2 durch den Kontakt mit der Innenwand 8 des Innenrohres 3 gekühlt, welche ebenfalls durch das in den Hohlraum 9 strömende Kühlmittel abgekühlt wird. Durch die Größe und Anzahl der Durchtrittsöffnungen 12 in dem Boden 11 wird das Verhältnis des Teilstromes P_2 gegenüber dem Teilstrom P_1 mitbestimmt, welches sich auch durch die sonstigen geometrischen Gegebenheiten des Wärmetauschers 1 ableitet. Hier wird der Fachmann ein ideales Verhältnis wählen, um das Kühlergebnis und damit die Effektivität bzw. Effizienz des Wärmetauschers 1

zu optimieren. Dies wird ihm z.B. anhand geeigneter Versuche gelingen.

[0028] Das Kühlmedium 3 durchströmt den Wärmetauscher vom Kühlmittelzulauf her und die Mündung in dem Hohlraum 9 durch diesen Hohlraum 9 in Richtung der Strömung des zu kühlenden Mediums, also in Richtung zu dem Auslass 5 bis zum Eintritt in die Überführungsleitung 15 und von dort in die Spiralleitung 16 und dann im Gegenstromprinzip zurück in Richtung Einlass 4 des Mantelrohres 2 bis zum Kühlmittelablauf 17.

[0029] Es hat sich gezeigt, dass mit einem wie in dem Ausführungsbeispiel gezeigt konstruierten Wärmetauscher eine gegenüber dem bekannten Stand der Technik noch verbesserte Effizienz erzielt werden konnte. Insbesondere eignete sich der Wärmetauscher zum Herabkühlen von heißen Abgasen von Verbrennungsmotoren oder vergleichbaren Verbrennungskraftmaschinen, die von Temperaturen oberhalb von 1.000° C bis auf Temperaturen etwas oberhalb von Zimmertemperatur, auf 30-40° C, abgekühlt werden konnten mit einem Wärmetauscher von einer sehr kurzen Baulänge von lediglich 25-30 cm. Ein weiterer idealer Einsatzzweck für den Wärmetauscher besteht darin, ihn zum Erhitzen eines als Kühlmittel geführten thermodynamischen Arbeitsmediums verwenden, um dieses Arbeitsmedium zu einem Phasenübergang zu bringen, insbesondere von flüssig zu gasförmig, und dadurch mechanische Arbeit verrichten zu lassen. Diese mechanische Art kann dann z.B. verwendet werden, um elektrische Energie zu generieren oder dgl. Als besonders geeignetes thermodynamisches Arbeitsmedium hat sich dabei eine Verbindung $C_3H_3F_5$ erwiesen, welche einen Betrieb eines ORC mit Hilfe eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einer sehr effizienten Weise und mit kompakter Bauform des Wärmetauschers ermöglicht.

Bezugszeichenliste

[0030]

- | | |
|---|---------------|
| 1 | Wärmetauscher |
| 2 | Mantelrohr |
| 3 | Innenrohr |
| 4 | Einlass |
| 5 | Auslass |
| 6 | Seitenwand |
| 7 | Außenwand |
| 8 | Innenwand |
| 9 | Hohlraum |

- | | |
|----|---------------------|
| 10 | Stirnseite |
| 11 | Boden |
| 12 | Durchtrittsöffnung |
| 13 | Kühlmittelzulauf |
| 14 | Mündung |
| 15 | Überführungsleitung |
| 16 | Spiralleitung |
| 17 | Kühlmittelablauf |
| P1 | Pfeil /Teilstrom |
| P2 | Pfeil /Teilstrom |

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zum Wärmeübertrag zwischen zwei Medien, nämlich einem zu kühlenden Medium und einem Kühlmittel, mit einem einen Einlass (4) und einen Auslass (5) für das zu kühlende Medium aufweisenden Mantelrohr (2), einem innerhalb des Mantelrohres (2) angeordneten Innenrohr (3), welches auf der dem Einlass (4) zugewandten Seite (10) stirnseitig offen ist und auf der dem Auslass (5) zugewandten Seite einen stirnseitig angeordneten Boden (11) aufweist, welcher Boden (11) wenigstens eine Durchtrittsöffnung (12) für das zu kühlende Medium aufweist, wobei wenigstens die Seitenwand (6) des Innenrohres (3) als Doppelwand mit einer Innenwand (8) und einer diese umgebenden Außenwand (7) und einem zwischen der Innenwand (8) und der Außenwand (7) liegenden Hohlraum (9) gebildet ist, wobei der Wärmetauscher (1) ferner eine Kühlmittelleitung aufweist mit einem Kühlmittelzulauf (13), der in den Hohlraum (9) mündet, einer Überführungsleitung (15) von dem Hohlraum (9) in eine sich von der dem Auslass (17) des Mantelrohres (2) zugewandten Seite innerhalb des Mantelrohres (2) um das Innenrohr (2) herum windende Spiralleitung (16) und einem an der dem Einlass (4) des Mantelrohres (2) zugewandten Seite liegenden Kühlmittelablauf (17), in den die Spiralleitung (16) mündet.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden (11) des Innenrohres (3) eine Vielzahl von duschkopfförmig angeordneten Durchtrittsöffnungen (12) für das zu kühlende Medium aufweist.
3. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auch

der Boden (11) des Innenrohres (3) als Doppelwand gebildet ist mit einer Innenwand, einer Außenwand und einem sich dazwischen erstreckenden Hohlraum, wobei die wenigstens eine Durchtrittsöffnung (12) durch die Innenwand, den Hohlraum und die Außenwand geführt und gegenüber dem Hohlraum abgedichtet ist und wobei der Hohlraum des Bodens (11) mit dem Hohlraum (9) der Seitenwand (6) zum Durchfluss des Kühlmittels verbunden ist.

5

10

4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlmittelzulauf (13) in einem dem Einlass (4) des Mantelrohres (2) benachbarten Abschnitt in den Hohlraum (9) der doppelwandigen Seitenwand (6) mündet und dass die Überführungsleitung (15) in einem dem Auslass (5) des Mantelrohres (2) benachbarten Abschnitt von dem Hohlraum (9) der Seitenwand (6) oder dem Hohlraum des Bodens (11) abgeht.

15

20

5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralleitung (16) wenigstens entlang der gesamten Länge des Innenrohres (3) dieses umgebend geführt ist.

25

6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spiralleitung (16) mit radialem Abstand zu der Seitenwand (6) des Innenrohres (3) und zu der Wand des Mantelrohres (2) angeordnet ist.

30

7. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der radiale Abstand der Spiralleitung (16) zu der Seitenwand (6) des Innenrohres (3) in etwa gleich dem radialen Abstand der Spiralleitung (16) zu der Wand des Mantelrohres (2) ist.

35

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Spiralleitung (16) aus einem Material mit guten Wärmeleiteigenschaften, vorzugsweise aus Kupfer, besteht.

40

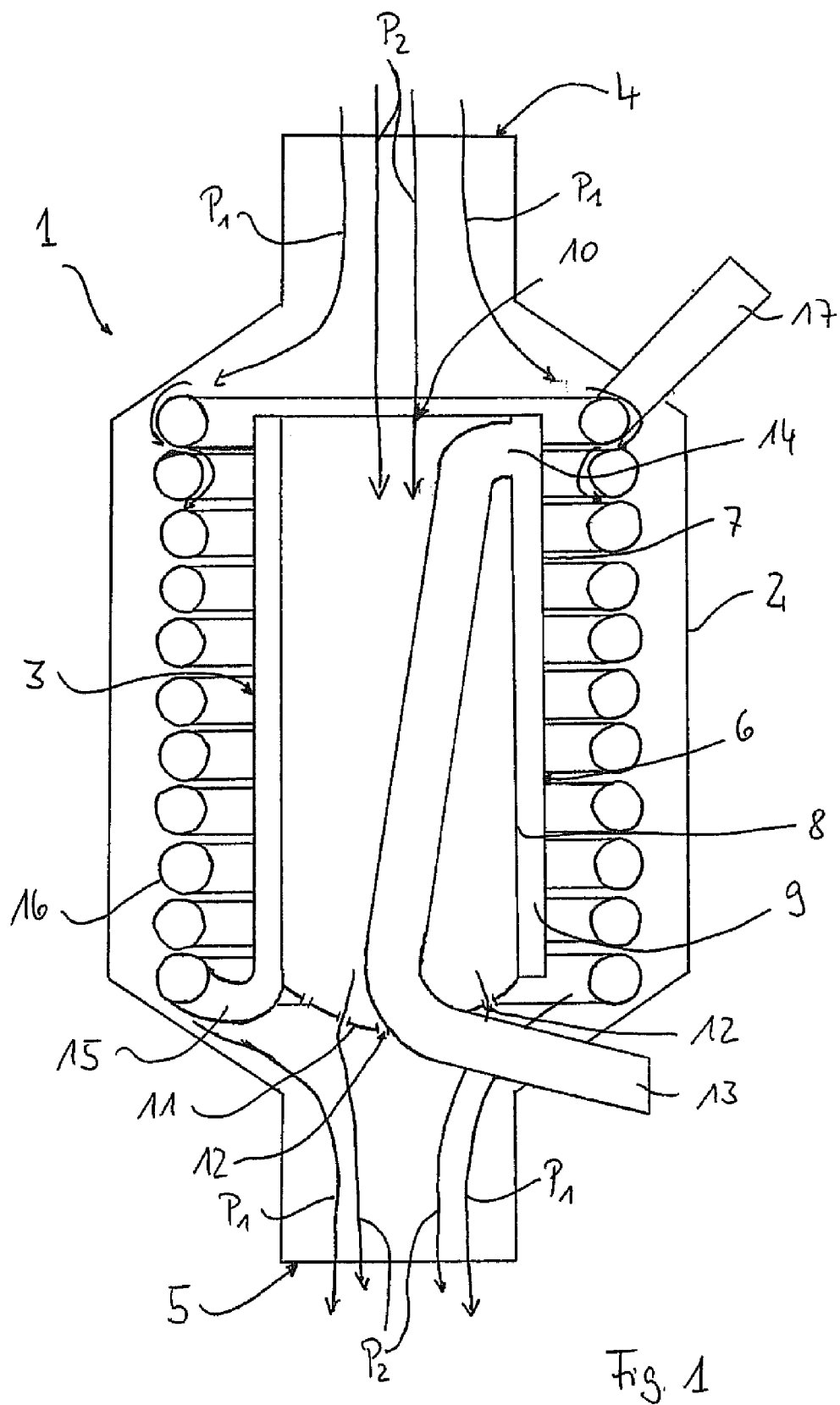
45

9. Verwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Kühlen von Verbrennungsabgasen aus Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere von Verbrennungsabgasen aus Kraftfahrzeugmotoren.

50

10. Verwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Erzeugen eines Phasenüberganges des Kühlmediums und Betreiben eines thermodynamischen Kreisprozesses zur Energieumsetzung unter Ausnutzung der bei dem Phasenübergang durch Expansion entstehenden mechanischen Arbeit.

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1672304 A1 [0005]