



(11) **EP 2 851 646 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.03.2015 Patentblatt 2015/13**

(51) Int Cl.:  
**F28F 21/08 (2006.01) F02M 25/07 (2006.01)**  
**F28D 9/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14193543.7**

(22) Anmeldetag: **26.10.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

• **Knödler, Wolfgang**  
**71332 Waiblingen (DE)**

(30) Priorität: **18.11.2005 DE 102005055481**

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas**  
**Grauel IP**  
**Patentanwaltkanzlei**  
**Presselstrasse 10**  
**70191 Stuttgart (DE)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**06828871.1 / 1 977 185**

(71) Anmelder: **MAHLE Behr GmbH & Co. KG**  
**70469 Stuttgart (DE)**

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 17-11-2014 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:  
• **Bernd, Grünwald**  
**72622 Nürtingen (DE)**

(54) **Wärmetauscher für einen Verbrennungsmotor**

(57) Wärmetauscher für einen Verbrennungsmotor, umfassend einen ersten Anschlussbereich (1, 102) zur Zuführung eines zu kühlenden Fluids, wobei das Fluid zumindest anteilig aus Abgas des Verbrennungsmotors besteht, einen zweiten Anschlußbereich (3, 103) zur Abführung des Fluids, und einen bezüglich einem Strömungsweg des Fluids zwischen erstem und zweitem Anschlussbereich angeordneten Tauscherbereich (2, 101, 104, 105), wobei der Tauscherbereich (2, 101, 104, 105) von einem Kühlmittel umströmbar ist, und wobei zumindest ein Teil des Wärmetauschers aus ferritischem Stahl besteht.

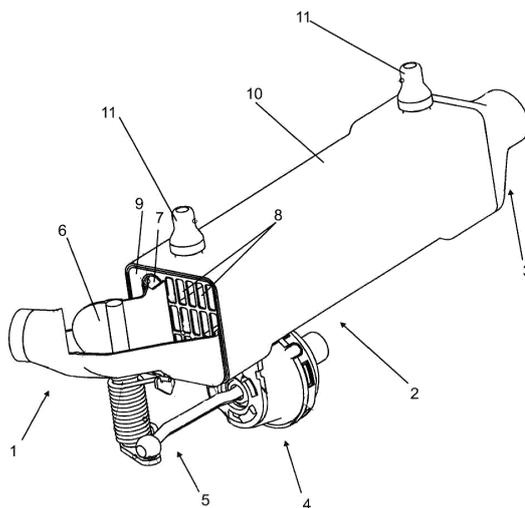


Fig. 1

**EP 2 851 646 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für einen Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind Wärmetauscher zur Kühlung von rückgeführtem Abgas bekannt. Allgemein besteht bei der Abgaskühlung die Problematik der hohen chemischen Aggressivität des Abgases sowie des niedrigen pH-Wertes seiner Kondensate. Aus diesem Grund existierten bisher ausschließlich Abgaswärmetauscher, die aus austenitischen Stählen mit hoher Korrosionsbeständigkeit hergestellt wurden. Solche Stähle erzeugen hohe Materialkosten und häufig weitere Folgekosten aufgrund der aufwändigeren Bearbeitungsgänge. Zudem sind austenitische Stähle meist schlechte Wärmeleiter, so dass Wärmetauscher einer vorgegebenen Kühlleistung relativ groß und schwer bauen.

**[0003]** Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen Wärmetauscher zur Kühlung von Abgas oder Abgas- Luft-Gemisch eines Verbrennungsmotors anzugeben, der zu geringen Kosten herstellbar ist.

**[0004]** Diese Aufgabe wird für einen eingangs genannten Wärmetauscher erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dadurch, dass zumindest ein Teil des Wärmetauschers aus ferritischem Stahl besteht, können aufgrund der zumeist niedrigeren Preise für diese Stähle Kosten gespart werden.

**[0005]** In bevorzugter Ausführung wird die regelmäßig bessere Wärmeleistung von ferritischen Stählen im Vergleich zu austenitischen Stählen in besonderem Maße dadurch genutzt, dass der ferritische Teil des Wärmetauschers mit dem Fluid in Berührung steht. Durch die höhere Wärmeleitfähigkeit des ferritischen Stahls ist somit insgesamt eine kleinbauende, material-, gewichts- und kostensparende Ausführung eines Wärmetauschers zur Abgaskühlung ermöglicht.

**[0006]** Besonders bevorzugt ist das Fluid ein insbesondere rückgeführtes Abgas oder Abgas- Luft-Gemisch des Verbrennungsmotors, wobei die Fluidtemperatur in dem ersten Anschlussbereich bei üblicher Betriebsweise mehr als 300 °C, insbesondere mehr als 500 °C beträgt. Hierdurch ist die Gefahr einer Kondensation von saurem Kondensat aus dem Abgas im Bereich des gesamten Wärmetauschers verringert.

**[0007]** In einer bevorzugten Ausführung entspricht der ferritische Teil des Wärmetauschers im wesentlichen dem ersten Anschlussbereich und ist mit dem Tauscherbereich verschweißt. Gerade im ersten Anschlussbereich sind die Temperaturen besonders hoch, weshalb ferritische Stähle relativ problemlos eingesetzt werden können. Zudem haben ferritische Stähle zumeist einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als austenitische Stähle, weswegen die Kombination eines ferritischen Anschlussbereiches mit einem nachfolgenden austenitischen Tauscherbereich im Hinblick auf dehnungsbedingte Materialspannungen besonders günstig

ist. Insbesondere in diesem Zusammenhang hat der erste Anschlussbereich bevorzugt eine Aufweitung eines Durchtrittsquerschnitts in Richtung des Tauscherbereichs. Weiterhin bevorzugt kann in dem Anschlussbereich eine stellbare Klappe angeordnet sein. Durch die Klappe kann beispielsweise eine Verteilung des Abgases auf einen gekühlten Bereich oder einen Bypasskanal erfolgen.

**[0008]** In weiterhin bevorzugter Ausführung hat der Tauscherbereich eine Mehrzahl von Tauscherrohren. Rohrkühler sind mechanisch sehr stabil und bieten sich insbesondere in Verbindung mit einem flüssigen Kühlmittel an. Hierzu hat der Tauscherbereich zweckmäßig ein von dem flüssigen Kühlmittel durchströmmbares Tauschergehäuse. Da das Tauschergehäuse regelmäßig nicht mit dem Abgas in Berührung steht, bietet es sich besonders an, dass das Tauschergehäuse aus dem ferritischen Stahl besteht, da selbst im Falle einer Durchrostung kein flüssiges Kühlmittel in die Verbrennungsräume des Motors gerät.

**[0009]** Zur Verbesserung einer Wärmetauscherleistung können vorteilhaft die Tauscherrohre aus dem ferritischen Stahl bestehen, da dieses Material eine gute Wärmeleitung hat.

**[0010]** Insbesondere vorteilhaft kann es vorgesehen sein, dass ein weiterer Teil des Wärmetauschers aus einem weiteren ferritischen Stahl besteht. Es gibt ferritische Stähle mit unterschiedlichen Korrosionsbeständigkeiten und mechanischen Eigenschaften, was sich regelmäßig im Materialpreis niederschlägt. Je nachdem, in wieweit das betreffende Teil des Wärmetauschers der Korrosion ausgesetzt ist oder an einer Wärmeleitung beteiligt ist können die verschiedenen Teile eines Wärmetauschers zur Optimierung der Kosten aus verschiedenen ferritischen Stählen bestehen.

**[0011]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der Wärmetauscher eine Mehrzahl von stapelartig miteinander verbundenen Scheibenelementen. Ein solcher Wärmetauscher ist auf besonders günstige Weise als Abgaswärmetauscher geeignet. Vorteilhaft ist dabei zwischen den Scheibenelementen ein Berippungselement angeordnet, das aus dem ferritischen Stahl besteht. Eine Korrosion der Berippungselemente bringt aufgrund der Bauart regelmäßig nicht die Gefahr eines Durchbruchs von Kühlflüssigkeit in den Fluidbereich mit sich, was sonst zu Motorschäden durch Wasserschlag führen würde. Daher sind insbesondere separiert einsetzbare Berippungselemente zur Ausbildung aus ferritischen Stahl besonders prädestiniert. Ein solches Berippungselement kann in dem zu kühlenden Fluid und/oder in dem Kühlmittel angeordnet sein. Wenn ein Berippungselement sowohl in den Fluid als auch in dem Kühlmittel angeordnet ist, so unterscheiden sich diese Berippungselemente regelmäßig in ihrer Ausbildung.

**[0012]** Besonders bevorzugt ist dabei ein die Scheibenelemente umfängendes Gehäuse vorgesehen, welches aus dem ferritischen Stahl besteht. Eine durch hohe Lebensdauer bedingte Korrosion des Gehäuses würde

nicht zu einer Verbindung zwischen Kühlmittel und Abgas führen, wodurch die Gefahr eines Motorschadens verringert ist. Ein solches Gehäuse stellt ein Bauteil von erheblicher Größe dar, bei dem durch Verwendung von ferritischem Stahl erhebliche Kosten gespart werden können. Bei Verwendung eines ausreichend korrosionsfesten ferritischen Stahls können jedoch auch bevorzugt die Scheibenelemente aus ferritischem Stahl bestehen, was der Wärmeleitung und somit der Gesamtauscherleistung bei gegebener Baugröße dient.

**[0013]** Allgemein bevorzugt besteht ein weiterer Teil des Wärmetauschers aus einem austenitischen Stahl, wodurch ein Material mit einer hohen Korrosionsfestigkeit zumindest an kritischen Stellen eingesetzt wird. Der austenitische Stahl ist bevorzugt ein Stahl aus der Gruppe 1.4301 und 1.4404. Diese Werkstoffbezeichnungen entsprechen der Norm DIN EN 100 88-2, auf die für sämtliche im Rahmen der vorliegenden Erfindung genannten nummerierten Werkstoffbezeichnungen Bezug genommen ist.

**[0014]** Besonders bevorzugt ist der Teil aus ferritischem Stahl mit dem Teil aus austenitischem Stahl unmittelbar miteinander stoffschlüssig verbunden durch Schweißen oder Löten. Durch eine solche stoffschlüssige Verbindung, insbesondere durch eine unmittelbare oder autogene Verschweißung oder durch eine Verlötlung, ist eine besonders sichere Verbindung gewährleistet. Versuche haben ergeben, dass zumindest die für den Wärmetauscherbau bevorzugten ferritischen und austenitischen Stähle im Regelfall problemlos miteinander stoffschlüssig verbindbar, insbesondere verschweißbar oder verlötbar oder verklebbar sind.

**[0015]** Bevorzugt ist der ferritische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.4006 und 1.4016. Bei relativ geringen Anforderungen an die Korrosionsfestigkeit kann der ferritische Stahl bevorzugt ein Stahl aus der Gruppe 1.1169, 1.0461, 1.0462 und 1.0463 sein, wobei es sich um niedrig legierte Stähle und Feinkornstähle handelt. Geeignete höher legierte ferritische Stähle mit mindestens 12% Cr-Gehalt sind bevorzugt aus der Gruppe 1.4000, 1.4002, 1.4006 und 1.4113. Höher legierte und stabilisierte Stähle (mit Titan und Niob) sind bevorzugt aus der Gruppe 1.4509, 1.4513, 1.4512 und 1.4520.

**[0016]** Bei einem weiteren bevorzugten Wärmetauscher ist das Kühlmittel gasförmig, insbesondere Luft. Solche Tauscher beherbergen bei Korrosion nicht die Gefahr eines Wasserschlags und haben hinsichtlich der Wärmeleitung der Materialien zur Erzielung einer geeigneten Kühlleistung besonders hohe Anforderungen. Somit ist die Verwendung von ferritischen Stählen geeignet.

**[0017]** Ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher kann in einem Niederdruck-Zweig nach einer Abgasturbine angeordnet sein (Niederdruck-AGR). In dieser Anordnung treten geringere mechanische Belastungen und Temperaturdifferenzen auf. Alternativ kann Wärmetauscher aber auch in einem Hochdruck-Zweig vor einer Abgasturbine angeordnet sein.

**[0018]** Weitere Vorteile und Merkmale eines erfin-

dungsgemäßen Wärmetauschers ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0019]** Vorteilhaft ist, dass das Fluid ein insbesondere rückgeführtes Abgas oder Abgas-Luft-Gemisch des Verbrennungsmotors ist, wobei die Fluidtemperatur in dem Abschnitt in üblicher Betriebsweise mehr als 300 °C, insbesondere mehr als 500 °C beträgt.

**[0020]** Vorteilhaft ist, dass der erste Anschlussbereich eine Aufweitung eines Durchtrittsquerschnitts in Richtung des Tauscherbereichs aufweist.

**[0021]** Vorteilhaft ist, dass in dem Anschlussbereich eine stellbare Klappe angeordnet ist.

**[0022]** Vorteilhaft ist, dass der Tauscherbereich eine Mehrzahl von Tauscherrohren aufweist.

**[0023]** Vorteilhaft ist, dass der Tauscherbereich ein von dem Kühlmittel durchströmbares Tauschergehäuse aufweist.

**[0024]** Vorteilhaft ist, dass das Berippungselement in dem zu kühlenden Fluid angeordnet ist.

**[0025]** Vorteilhaft ist, dass das Berippungselement in dem Kühlmittel angeordnet ist.

**[0026]** Vorteilhaft ist, dass der austenitische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.4301 und 1.4404, Bezeichnungen nach DIN EN 100 88-2, ist.

**[0027]** Vorteilhaft ist, dass das Kühlmittel gasförmig, insbesondere Luft ist.

**[0028]** Vorteilhaft ist, dass der Wärmetauscher in einem Niederdruck-Zweig nach einer Abgasturbine angeordnet ist.

**[0029]** Vorteilhaft ist, dass der Wärmetauscher in einem Hochdruck-Zweig vor einer Abgasturbine angeordnet ist.

**[0030]** Nachfolgend werden zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers beschrieben und anhand der anliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine räumliche, teilweise aufgeschnittene Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Fig. 2 zeigt eine räumliche Explosionsdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Wärmetauschers.

Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittansicht durch einen fertig montierten Wärmetauscher nach Fig. 2.

**[0031]** Der Abgas-Wärmetauscher nach Fig. 1 ist nach dem Prinzip eines Rohrbündeltauschers aufgebaut. Er hat einen ersten Anschlussbereich 1 zur Zuführung des Abgases (bzw. Abgas-Luft-Gemisches), einen Tauscherbereich 2, in dem der Hauptteil der Wärmetauschung stattfindet und einen zweiten Anschlussbereich 3 zur Abführung des Abgases. Im ersten Anschlussbereich 1 ist eine mittels eines Aktuators 4 über eine Mechanik 5 antreibbare Stellklappe 6 drehbar gelagert, mittels der der Abgasstrom zwischen einem Bypasskanal 7

und einem Bündel aus Wärmetauscherrohren 8 einstellbar umgelenkt werden kann.

**[0032]** Der Bypasskanal 7 und die Tauscherrohre 8 sind mittels Kopfelementen 9 miteinander verschweißt, wobei zudem durch einen ein Gehäusemantel 10 durch Verschweißung mit den Kopfelementen 9 ein von flüssigem Kühlmittel durchströmbares Tauschergehäuse ausgebildet ist. An dem Gehäusemantel 10 sind zwei Anschlussstutzen 11 zur Durchleitung des flüssigen Kühlmittels durch das Tauschergehäuse vorgesehen.

**[0033]** Bei dem beschriebenen Wärmetauscher besteht zumindest der erste Anschlussbereich 1, welcher aus einem sich in Richtung des Tauscherbereichs 2 erweiternden Gehäuse besteht, aus einem ferritischen Stahl, insbesondere dem Stahl 1.4006 nach DIN EN 100 27-2. Zweckmäßig besteht zudem der Gehäusemantel 10 aus diesem Stahl.

**[0034]** Je nach Temperaturbereich des Abgasstroms, wobei dieser unter anderem davon abhängen kann, ob der Kühler in einem Niederdruck- oder Hochdruck- Abgasrückführsystem eingesetzt ist, können zudem die Tauscherrohre 8, die Kopfelemente 9 sowie auch der zweite Anschlussbereich 3 aus einem ferritischen Stahl bestehen. Aufgrund der höheren Kondensationsgefahr im relativ kühlen Bereich des Gasaustritts ist der zweite Anschlussbereich 3 bevorzugt aus einem ferritischen Stahl von nichtrostender und stabilisierter Qualität, insbesondere 1.4512 oder 1.4509, hergestellt. Die Tauscherrohre 8 und/oder der Bypasskanal 7 und/oder die Kopfelemente 9 sind in dem Fall, in dem sie aus ferritischen Stahl bestehen, bevorzugt aus nichtrostender und stabilisierter Qualität hergestellt (insbesondere 1.4512 und/oder 1.4509).

**[0035]** Zur Kostenersparnis können insbesondere äußere Anbauteile wie etwa Halbleche etc. aus ferritischem Stahl bestehen, insbesondere aus 1.1169, 1.0461, 1.0462 oder 1.0463.

**[0036]** Der Wärmetauscher des zweiten Ausführungsbeispiels (Fig. 2) ist als Scheiben-Wärmetauscher ausgebildet. In einem äußeren Gehäuse 101, welches einen ersten Anschlussbereich 102 zum Anschluss einer Zuführung für das Abgas und einen zweiten Anschlussbereich 103 zum Anschluss einer Abführung für das Abgas aufweist ist eine Anzahl von Scheibenelementen 104 angeordnet. Das Gehäuse 101 umfasst zudem einen Abschlussdeckel 105, an dem Anschlüsse 106, 107 zum Anschluss von Zuleitungen und Ableitungen eines Kühlmittels vorhanden sind. Die Scheibenelemente 104 sowie Bereiche des Gehäuses 101 und Deckels 105 bilden gemeinsam den Tauscherbereich des Wärmetauschers aus.

**[0037]** Jedes der Scheibenelemente 104 ist aus zwei Scheiben 104a, 104b aufgebaut, wobei zwischen den Scheibe 104a, 104b ein Berippungselement 108 vorgesehen ist. Die jeweils obere Scheibe 104a hat eine stutzenartige Aufwölbung 104c, welche an den Rand einer Durchbrechung der unteren Scheibe des nachfolgenden Scheibenelements anschließt. Die einzelnen Stutzen

104c der Scheibenelemente fluchten miteinander und mit den Anschlüssen 106, 107 des Deckels 105. Das dem Deckel am weitesten entfernte Scheibenelement 104 hat eine untere Scheibe 104b, die keine Durchbrechungen aufweist. Auf diese Weise ist durch die Menge der Zwischenräume zwischen jeweils oberer Scheibe 104a und unterer Scheibe 104b insgesamt ein von dem flüssigen Kühlmittel durchfließbarer Hohlraum ausgebildet, wobei randseitige Begrenzungen der Hohlräume durch Verschweißung der umgebogenen Ränder 104d der Scheiben 104a, 104b miteinander gebildet sind.

**[0038]** Das Kühlmittel fließt in jedem der Scheibenelemente zwischen dem einen, dem Anschluss 106 zugeordneten Stutzen, und dem anderen, dem Anschluss 107 zugeordneten Stutzen. Die von dem Kühlmittel umströmte Berippung 108 sorgt dabei für einen zusätzlich verbesserten Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmittel und den Scheiben, wobei insbesondere Turbulenzen des Kühlmittels erzeugt werden.

**[0039]** Der vor allem durch die Höhe der Stutzen 104c definierte Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Scheibenelementen 104 ist jeweils stirnseitig der Scheibenelemente zu den Anschlussbereichen 102, 103 des Gehäuses 101 des Wärmetauschers offen. Das Abgas durchströmt diese Zwischenräume, wobei es an den Großflächigen durch das Kühlmittel gekühlten Scheibenelementen 104 abgekühlt wird.

**[0040]** Zur mechanischen Stabilisierung sowie zur Kühlung des Gehäuses 101 sind die längsseitigen Randbereiche 104d der Scheibenelemente 104 umgebogen und liegen bereichsweise flächig an der Innenwand des Gehäuses 101 an (siehe insbesondere Fig. 3). Insbesondere liegt eine möglichst flächige Verschweißung oder Verlötlung der Scheibenelemente 104 mit der Innenwand des Gehäuses 101 vor, so dass das Gehäuse 101 eine ausreichende Kühlleistung erfährt.

**[0041]** Bevorzugt ist das Gehäuse 101 aus einem ferritischen Stahl hergestellt. Es kann sich insbesondere um einen kostengünstigen Stahl wie z.B. 1.1169, 1.0461, 1.0462 und 1.0463 handeln. Bei Korrosion des Gehäuses 101 würde kein Austritt von flüssigem Kühlmittel in das Abgas erfolgen, weswegen hier im Interesse einer Kosten-Risiko-Abwägung die Verwendung des preiswerteren Materials ermöglicht ist.

**[0042]** Zur Verbesserung der Tauscherleistung, somit auch zur Verkleinerung der Baugröße bei vorgegebener Tauscherleistung, kann der Scheibenstapel 104 und auch der Deckel 105 aus einem ferritischen Stahl bestehen. Da durch diese Elemente eine Trennung zwischen Abgas und flüssigem Kühlmittel gegeben ist, ist der ferritische Stahl bevorzugt eine besonders korrosionsbeständige Sorte, etwa 1.4000, 1.4002 oder 1.4113 oder auch ein hochwertiger ferritischer Stahl wie 1.4513 oder 1.4520.

**[0043]** Wie Fig. 3 zeigt können auch Berippungselemente 109 zwischen den Scheibenelementen 104 angeordnet sein, die von dem Abgas umströmt sind und somit eine vergrößerte Tauscherfläche bereitstellen. Auch die-

se Berippungselemente 109 können aus ferritischem Stahl bestehen sein.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher für einen Verbrennungsmotor, umfassend einen ersten Anschlussbereich (1, 102) zur Zuführung eines zu kühlenden Fluids, wobei das Fluid zumindest anteilig aus Abgas des Verbrennungsmotors besteht, einen zweiten Anschlußbereich (3, 103) zur Abführung des Fluids, und einen bezüglich einem Strömungsweg des Fluids zwischen erstem und zweitem Anschlussbereich angeordneten Tauscherbereich (2, 101, 104, 105), wobei der Tauscherbereich (2, 101, 104, 105) von einem Kühlmittel umströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Wärmetauschers aus ferritischem Stahl besteht.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Teil mit dem Fluid in Berührung steht.
3. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Teil des Wärmetauschers im wesentlichen dem ersten Anschlussbereich (1, 102) entspricht und mit dem Tauscherbereich (2, 101, 104, 105) stoffschlüssig verbindbar, insbesondere verschweißbar, verlötbar, verklebbar usw., ist.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tauschergehäuse (10, 101) zumindest teilweise aus dem ferritischen Stahl besteht.
5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tauscherrohre (8) aus dem ferritischen Stahl bestehen.
6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer Teil des Wärmetauschers aus einem weiteren ferritischen Stahl besteht.
7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher eine Mehrzahl von stapelartig miteinander verbundenen Scheibenelementen (104) umfasst.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Scheibenelementen (104) ein Berippungselement (108, 109) zur Vergrößerung eines thermischen Kontakts angeordnet ist, wobei das Berippungselement (108, 109) aus dem ferritischen Stahl besteht.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein die Scheibenelemente (104) umfängendes Gehäuse (101) vorgesehen ist, welches aus dem ferritischem Stahl besteht.
10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer Teil des Wärmetauschers aus einem austenitischen Stahl besteht.
11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil aus ferritischem Stahl und der Teil aus austenitischem Stahl unmittelbar miteinander stoffschlüssig verbunden, insbesondere verschweißt, verlötet, verklebt usw., sind.
12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.4006 und 1.4016 ist.
13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.1169, 1.0461, 1.0462 und 1.0463 ist.
14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.4000, 1.4002 und 1.4113 ist.
15. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ferritische Stahl ein Stahl aus der Gruppe 1.4513 und 1.4520 ist.

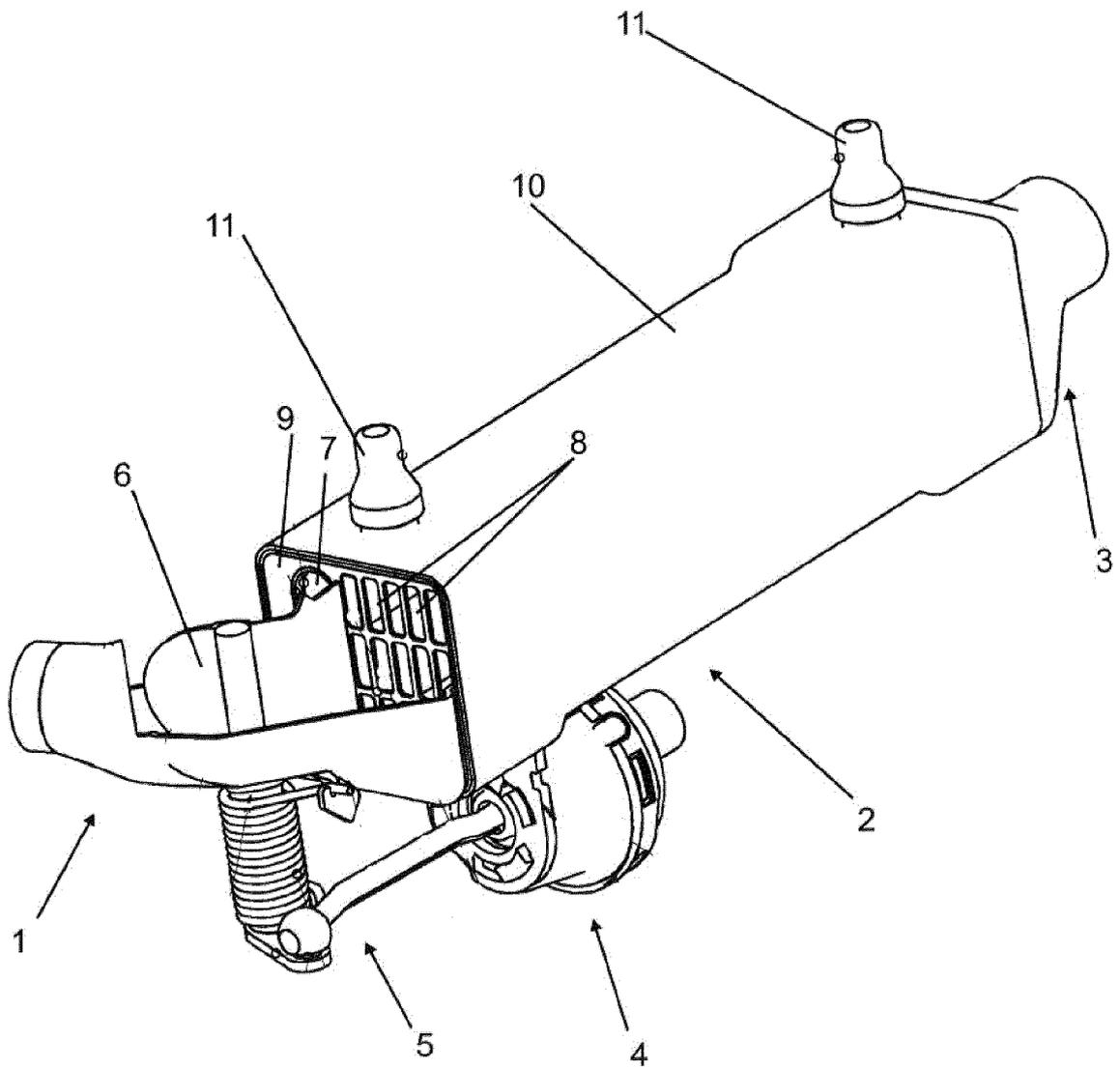


Fig. 1

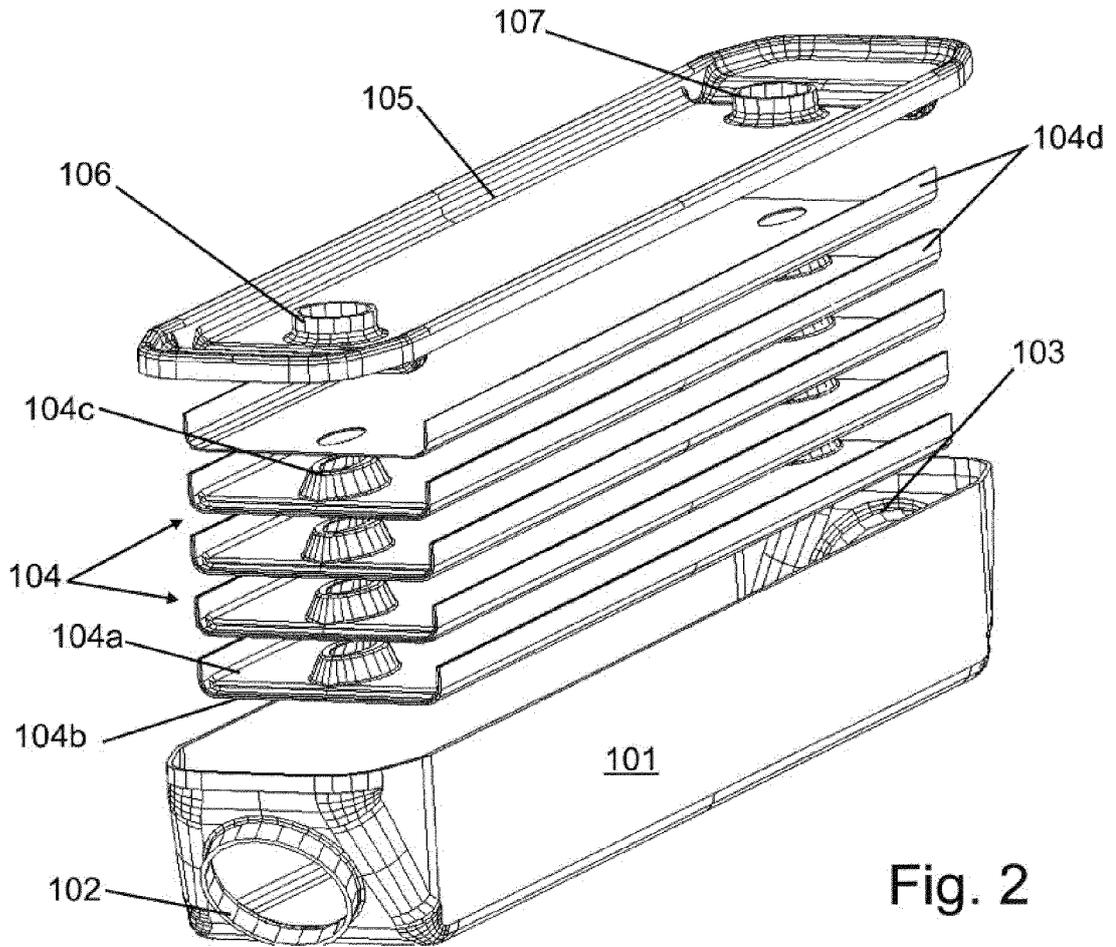


Fig. 2

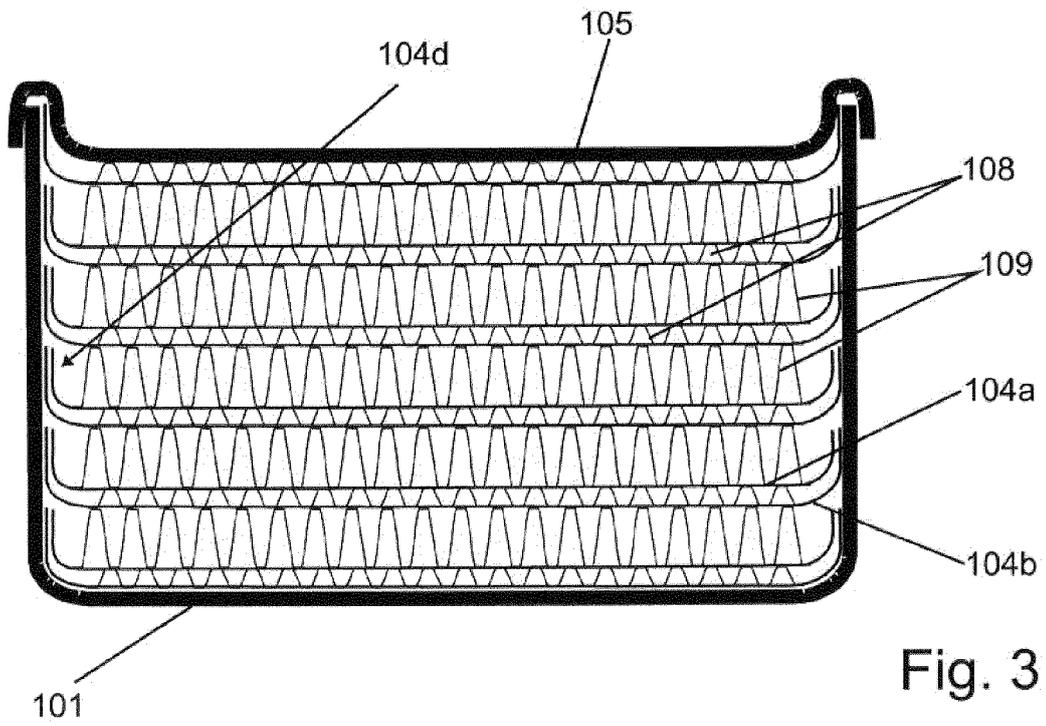


Fig. 3