



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.01.2008 Patentblatt 2008/03**

(51) Int Cl.:  
**F28D 1/03 (2006.01) F28F 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07013077.8**

(22) Anmeldetag: **04.07.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Eilemann, Andreas**  
**71729 Erdmannhausen (DE)**  
• **Traub, Matthias**  
**70825 Korntal-Münchingen (DE)**

(30) Priorität: **06.07.2006 DE 102006031306**

(74) Vertreter: **Grauel, Andreas et al**  
**Behr GmbH & Co. KG**  
**Intellectual Property, G-IP**  
**Mauserstrasse 3**  
**70469 Stuttgart (DE)**

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

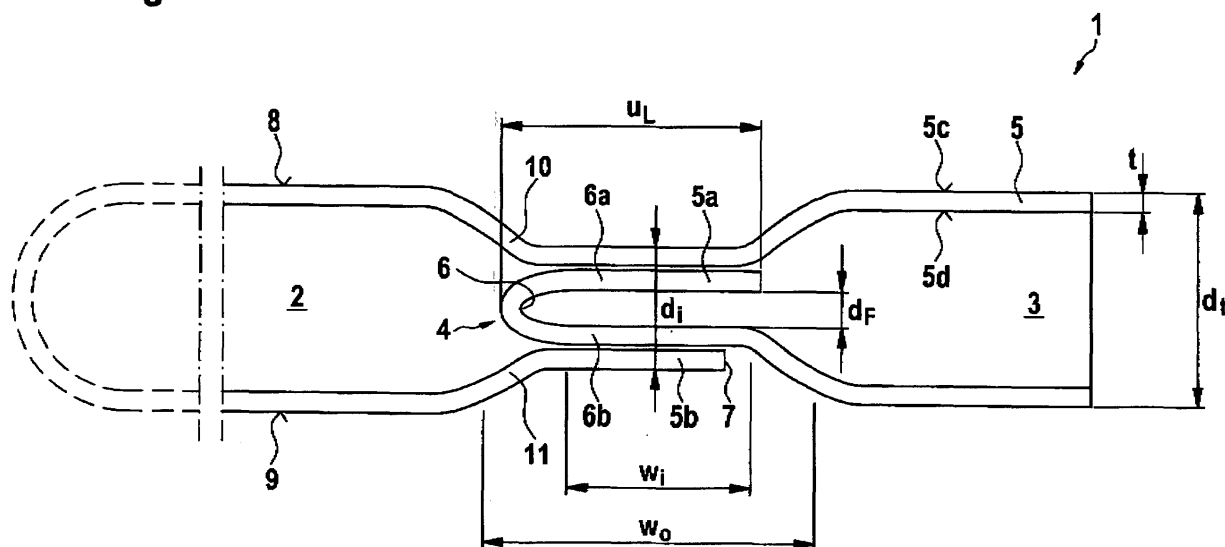
(54) **Flachrohr für einen Wärmeübertrager und Wärmeübertrager mit Flachrohren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Flachrohr (1) für einen Wärmeübertrager, welches durch Umformung eines Metallbandes (5) und anschließendes Verlöten und/oder Verschweißen herstellbar ist, mit zwei parallelen Längsseiten (8, 9), wobei zwischen den Längsseiten (8, 9) ein in Längsrichtung des Flachrohres verlaufendes, durch Umformung des Metallbandes (5) gebildetes Trenn- und/

oder Stützelement (4) angeordnet ist, welches einen U-förmig ausgebildeten Falz (6) mit einem ersten (freien) Schenkel (6a) und einem zweiten (festen) Schenkel (6b) aufweist.

Es wird vorgeschlagen, dass die beiden Längsseiten (8, 9) im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes (4) je eine in Längsrichtung des Flachrohres (1) verlaufende, sickenförmige Vertiefung (10, 11) aufweisen.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Flachrohr für einen Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, bekannt durch die DE 37 25 602 A1 der Anmelderin, sowie einen Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 16, bekannt durch die DE 197 52 139 A1 der Anmelderin.

**[0002]** Flachrohre für Wärmeübertrager sind in vielen Varianten bekannt, z. B. als, extrudierte Mehrkammerrohre oder als Flachrohre, welche aus einem Endlosmetallband, abgewickelt von einem Metallbandwickel (Coil), durch Umformung des Metallbandes und anschließendes Verlöten und/oder Verschweißen herstellbar sind. Flachrohre mit relativ großer Tiefe, d. h. mit einem großen Verhältnis von Tiefe zu Dicke, werden häufig als Zwei- oder Mehrkammerrohre ausgebildet und weisen daher in Längsrichtung verlaufende Trennelemente, in Form von Trennstegen oder Sicken auf, welche mit der Innenwand des Flachrohres verlötet oder verschweißt werden. Hierzu wird das Bandmaterial vor der Umformung mit einer geeigneten Lotplattierung versehen, bei Aluminiumrohren mit einer Al-Si-Lotlegierung. Ein derartiges Flachrohr wurde durch die DE 37 25 602 A1 der Anmelderin bekannt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform (gemäß Fig. 3) ist das Trennelement als U-förmig gebogener Stützsteg ausgebildet, welcher mit seinen beiden U-Schenkeln an der Innenseite des Flachrohres anliegt und mit dieser verlötet ist. Der Stützsteg hat somit im Wesentlichen zwei Funktionen, nämlich eine Erhöhung der Innendruckfestigkeit des Flachrohres und eine Trennung des Gesamtquerschnittes in zwei Kammern bzw. zwei diskrete Strömungskanäle. Das bekannte Flachrohr weist eine in Tiefenrichtung, d. h. Anströmrichtung der Luft konstante Dicke auf, d. h. im Wesentlichen flache Längsseiten. Die Flachrohre bilden mit Sekundärflächen wie z. B. Wellrippen einen gelöteten Rohr/Rippen-Block, der Teil eines Wärmeübertragers ist.

**[0003]** Ähnliche Flachrohre, hergestellt durch Umformung eines Metallbandes mit Ausbildung eines Trennelementes, wurden durch die FR-A 2 716 529 bekannt.

**[0004]** Durch die EP 0 829 316 B1 wurde ein Formwalzverfahren für ein Zweikammerrohr mit einem Trennelement bekannt, welches durch einen mittleren Falz und an diesen angelegte, abgewinkelte Randstreifen gebildet wird.

**[0005]** Es ist bekannt, derartige Zweikammerrohre in einer Richtung oder zweiflutig in entgegengesetzten Richtungen zu durchströmen. Im ersten Falle erhält man mit einer quer zu den Flachrohren ausgerichteten Luftströmung einen Kreuzstrom, im zweiten Falle einen Kreuzgleichstrom oder Kreuzgegenstrom. Letzterer wurde durch einen Flachrohr-Wärmeübertrager gemäß der DE 34 40 489 A1 der Anmelderin bekannt. Der Wärmeübertrager weist nur einen Sammelkasten mit einer Längstrennwand auf, welche mit einem in den Flachrohren angeordneten Längstrennelement fluchtet. Das Strömungsmedium, ein Kühlmittel, wird im Flachrohr umge-

lenkt. Problematisch in diesem Falle ist die Abdichtung des Trennelementes der Flachrohre mit der Längstrennwand. Gleiches gilt prinzipiell für einen zweiflutig im Kreuzstrom durchströmbar Wärmeübertrager nach der EP 0 632 245 B1. Das bekannte Flachrohr weist eine Trennwand und glatte Längsseiten auf - eine Abdichtung der Rohrenden im Rohrboden und gegenüber der Längstrennwand bereitet löstechnisch Probleme, welche allerdings durch die DE 197 52 139 A1 der Anmelderin dahingehend gelöst wurden, dass einerseits Flachrohre mit als Längssicken ausgebildeten Trennstegen und andererseits eine im Sammelkasten angeordnete Längstrennwand mit Aussparungen an ihrer Unterkante, d. h. der dem Rohrboden und den Rohrenden zugewandten Seite, vorgesehen sind. Die Längstrennwand übergreift im Bereich der Längssicken die Rohrenden, wobei die Sicken in den Aussparungen zur Anlage kommen und dadurch eine dichte Verlötung ermöglichen. Daher ist die Verwendung von Längssicken als Trennelement bei Flachrohren von Vorteil. Probleme treten allerdings dann auf, wenn die Innenseite der Flachrohre mit einer Schutzplattierung (z. B. eine bekannte Legierung mit der handelsüblichen Bezeichnung AA 7072) verwendet werden soll, welche im Allgemeinen nicht lötbar ist. Da der bekannte Trennsteg in Form einer Längssicke durch Verlöten der Innenseiten gebildet wird, kann eine Schutzplattierung bei diesem Flachrohrtyp nicht verwendet werden. Dies wäre zwar für bekannte Flachrohre der eingangs genannten Art, d. h. mit flachen (nicht gesickten) Längsseiten möglich, allerdings ergeben sich hier die oben erwähnten Probleme bei der Abdichtung, insbesondere mit einer Längstrennwand.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Flachrohr der eingangs genannten Art derart zu verbessern, dass einerseits ein Korrosionsschutz auf der Innenseite und andererseits eine einwandfreie Abdichtung nach Verlötung im Wärmeübertrager möglich ist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes eine beiderseitige Vertiefung in Form einer Längssicke vorgesehen. Mit dieser Geometrie wird der Vorteil erreicht, dass das erfindungsgemäße Flachrohr einerseits wie ein aus dem Stand der Technik bekanntes „Sickenrohr“ verwendbar und somit löstechnisch einwandfrei abdichtbar ist, insbesondere gegenüber einer Trennwand. Andererseits ist von Vorteil, dass die Innenseite des erfindungsgemäßen Flachrohres mit einer korrosionshemmenden Schicht, insbesondere einer nicht aufschmelzenden Schutzplattierung versehen werden kann, da im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes nicht mehr Schutzplattierung auf Schutzplattierung, sondern eine auf der Außenseite aufgetragene Lotplattierung mit einer auf der Innenseite aufgetragenen Schutzplattierung in Kontakt kommt und somit eine einwandfreie Verlötung ermöglicht. Vorteilhaft ist ferner, dass das erfindungsgemäße Flachrohr unabhängig von toleranzbedingten Schwankungen in der

Breite des vom Coil abgewickelten Metallbandes ist, da der freie U-Schenkel in seiner Länge variabel gestaltet werden kann, um derartige Toleranzschwankungen auszugleichen. Das Trenn- und/oder Stützelement hat im Allgemeinen - wie durch die Bezeichnung zum Ausdruck gebracht - zwei Funktionen, nämlich die der Trennung und die einer Stützung bzw. Zugankerwirkung. Beide Funktionen müssen nicht gleichzeitig erfüllt sein, beispielsweise kann die Trennung unterbrochen sein, so dass ein Druck- oder Strömungsausgleich zwischen beiden Kammern bzw. Strömungskanälen möglich ist. Das erfindungsgemäße Flachrohr wird aus einem Metallband hergestellt, dessen Randstreifen vorzugsweise in der Mitte des Flachrohres zusammengeführt werden, wobei eine Längsseite durchgehend ist und die andere Längsseite einen Stoß (Außenkante des Randstreifens) bildet. Um eine saubere und dichte Verlötung mit dem Wärmeübertrager, insbesondere dessen Rohrboden zu gewährleisten, ist vorgesehen, dass der Stoß, z. B. durch Abschrägung der Außenkante geglättet wird, sodass eine möglichst glatte Außenkontur für das Flachrohr im Bereich der Vertiefung entsteht. Die sickenförmigen Vertiefungen des Flachrohres können prinzipiell eine beliebige Form aufweisen, bevorzugt sind jedoch konkav gekrümmte oder trapezförmig ausgebildete Vertiefungen.

**[0008]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform trägt die Dicke  $d_i$  im Bereich der Vertiefungen mindestens das Vierfache der Rohrwand- bzw. Bandmaterialstärke  $t$ . In diesem Falle liegen vier Materiallagen unmittelbar aufeinander. Die bevorzugte Obergrenze für die Dicke im Sickenbereich ist um zwei Rohrwandstärken geringer als die Gesamtdicke  $d_t$  des Flachrohres. In diesem Falle weisen die U-Schenkel einen Abstand  $d_F$  auf, der maximal der vierfachen Materialstärke  $t$ , vorzugsweise der doppelten und besonders bevorzugt der einfachen Rohrwandstärke  $t$  entspricht. Bei  $d_F = 0$  ergibt sich als Vorteil eine besonders gute Abdichtung mit einer Längstrennwand nach dem Verlöten. Bei einem Abstand der U-Schenkel  $d_F > 0$  ergibt sich als Vorteil eine gewisse Elastizität, welche als Toleranzausgleich bei der Montage des Flachrohres im Rohrboden wirkt.

**[0009]** Für den Fall, dass die U-Schenkel aufeinander liegen, also  $d_F = 0$ , ist nach einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass die U-Schenkel in diesem Bereich miteinander verlöten. Hierfür sind alternativ folgende Plattierungen auf der die Innenseite des Flachrohres bildenden Seite des Metallbandes vorgesehen: entweder eine Lotplattierung oder eine Lotplattierung mit korrosionshemmender Wirkung oder eine Lotplattierung mit einer Schutzplattierung, die unterhalb der Lotplattierung, also direkt auf dem Metallband angeordnet ist. Insbesondere in den beiden letzteren Fällen werden einerseits eine sichere Verlötung der U-Schenkel und andererseits ein wirksamer Korrosionsschutz für die Innenseite des Flachrohres erreicht.

**[0010]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform betrifft die Abmessungen einer trapezförmigen Vertiefung, welche durch eine innere Weite  $w_i$  und eine äußere Weite

$W_o$  gekennzeichnet ist. Die innere Weite ist vorzugsweise in einem Bereich von  $0,6 \text{ mm} \leq w_i \leq 2,5 \text{ mm}$ , insbesondere  $1,0 \text{ mm} \leq w_i \leq 2,0 \text{ mm}$  bemessen. Die äußere Weite hat eine Obergrenze von  $W_o < 4 \text{ mm}$  und liegt insbesondere in einem Bereich  $2 \text{ mm} \leq W_o \leq 3,2 \text{ mm}$ . Die übrigen Abmessungen des Flachrohres entsprechen denen, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind.

**[0011]** Wie bereits erwähnt, erlaubt die erfindungsgemäße Ausbildung des Trenn- und/oder Stützelementes in Form eines U-förmig ausgebildeten Falzes mit einem freien U-Schenkel einen Toleranzausgleich der Breite des Metallbandes. Diese weist herstellungsbedingt gewisse Schwankungen auf, welche für die exakte Rohrerstellung im Allgemeinen nicht förderlich sind. Derartige Breitenschwankungen können durch eine veränderliche Länge des freien U-Schenkels ausgeglichen werden. Die Länge  $u_L$  des freien U-Schenkels beträgt maximal  $u_{L_{\max}} = w_i$ , d. h. sie entspricht der inneren Weite der trapezförmigen Vertiefung. Die Schenkellänge  $u_L$  kann bis auf die halbe Länge reduziert werden, um Schwankungen in der Breite des Metallbandes auszugleichen. Die Außenkontur des erfindungsgemäßen Flachrohres soll dagegen immer gleich sein, d. h. der Stoß muss immer an derselben Stelle liegen.

**[0012]** Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bildet der freie U-Schenkel des U-förmigen Falzes mit der inneren Rohrwand eine Kontaktstelle, welche verlötet. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens eine dieser beiden zu verlötenden Flächen gewölbt ausgebildet ist, sodass vorzugsweise eine gekrümmte auf einer ebenen Fläche aufliegt und verlötet. Damit wird der Vorteil einer festen und dichten Verlötung erreicht und die Ausbildung eines Lötmeniskus' begünstigt. Daher ist entweder der freie U-Schenkel konvex gekrümmt und die Rohrrinnenwand bei einer trapezförmigen Vertiefung flach ausgebildet, oder der freie U-Schenkel ist eben und die Vertiefung ist konkav gekrümmt ausgebildet. Es ergibt sich somit im Bereich der Kontaktstelle eine Linienberührung, welche durch die Federwirkung des Falzes sichergestellt wird.

**[0013]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch einen Wärmeübertrager mit den Merkmalen des Patentanspruches 16 gelöst. Erfindungsgemäß ist der aus dem Stand der Technik bekannte Wärmeübertrager mit erfindungsgemäßen Flachrohren bestückt. Der Wärmeübertrager weist vorzugsweise eine Längstrennwand im Sammelkasten auf, welche diesen in eine Eintrittskammer und eine Austrittskammer für ein Wärmeträgerfluid, vorzugsweise ein Kühlmittel trennt. Die Flachrohre werden, ausgehend von der Eintrittskammer, zweiflüchtig, d. h. in entgegengesetzten Richtungen durchströmt, so dass der Wärmetauscher mit der ihn durchströmenden Umgebungsluft im Kreuzgleichstrom oder Kreuzgegenstrom betreibbar ist. Die Umlenkung des Wärmeträgerfluids kann entweder - bei Verwendung nur eines Sammelkastens - im Flachrohr selbst oder in einem zweiten als Umlenkkasten ausgebildeten Sammelkasten erfolgen. Vorteilhaft bei diesem Wärmeübertrager ist einer-

seits, dass die Innenseite der Flachrohre mit einer Korrosionsschicht, insbesondere einer Schutzplattierung versehen werden kann und dass die im Rohrboden aufgenommenen Rohrenden durch eine Längstrennwand im Bereich der Längssicken sicher durch Löten abgedichtet werden können. Damit wird ein Wärmeübertrager mit hoher Funktionssicherheit und Rohrkorrosionsbeständigkeit auf der Primärseite bereitgestellt. Vorzugsweise ist ein derartiger Wärmeübertrager bei Kraftfahrzeugen, insbesondere als Kühler, insbesondere Kühlmittelkühler, oder als Heizkörper für eine Kraftfahrzeugheizung verwendbar. Kühlmittelkühler und Heizkörper werden primärseitig vom Kühlmittel des Kühlkreislaufes des Verbrennungsmotors durchströmt und erfordern in speziellen Einsatzfällen einen Korrosionsschutz (Schutzplattierung) auf der Kühlmittelseite.

**[0014]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 einen mittleren Ausschnitt eines Flachrohres mit einem U-förmigen Falz,
- Fig. 2 eine erste Abwandlung des U-förmigen Falzes,
- Fig. 3 eine zweite Abwandlung des U-förmigen Falzes,
- Fig. 4 einen U-förmigen Falz mit aufeinander liegenden Schenkeln,
- Fig. 5 den Falz gemäß Fig. 4 mit verkürztem freiem Schenkel,
- Fig. 6 eine abgewandelte Ausbildung eines Metallbandstoßes und
- Fig. 7 eine weitere Abwandlung des Metallbandstoßes.

**[0015]** Fig. 1 zeigt einen mittleren Ausschnitt eines nicht vollständig dargestellten Flachrohres 1, welches als Zweikammerrohr mit einer ersten Kammer 2 (verkürzt dargestellt) und einer zweiten Kammer 3 (unvollständig dargestellt) ausgebildet ist. Zwischen beiden Kammern 2, 3 ist ein Trenn- und/oder Stützelement 4 angeordnet (im Folgenden kurz "Trennelement 4" genannt), welches beide Kammern 2, 3 voneinander trennt. Die Kammern 2, 3 bilden somit diskrete Strömungskanäle für ein Wärmeübertragerfluid, z. B. das Kühlmittel eines Kühlkreislaufes eines nicht dargestellten Verbrennungsmotors. Das Flachrohr 1 ist aus einem Bandmaterial, vorzugsweise einem gewalzten Aluminiumblech 5 mit der Wandstärke  $t$  hergestellt. Das Bandmaterial bzw. Metallband 5 wird von einem nicht dargestellten Wickel (Coil) abgewickelt und einer nicht dargestellten Rohrumformmaschine zugeführt, welche das zunächst ebene Metallband in den dargestellten Querschnitt umformt. Das Metallband 5 weist zwei Randstreifen 5a, 5b auf, wobei der Randstreifen 5a Teil eines U-förmig ausgebildeten inneren Falzes 6 ist und der Randstreifen 5b einen Teil der Außenkontur des Flachrohres 1 mit einem Stoß 7 bildet. Das Flachrohr 1 weist eine obere Längsseite 8 und eine untere Längsseite 9 auf, welche im Bereich des Tren-

nelementes 4 jeweils eine trapezförmig ausgebildete Vertiefung 10, 11 aufweisen. Die Trapezform ist durch eine innere Weite  $w_i$  und eine äußere Weite  $w_o$  gekennzeichnet. Das Flachrohr 1 weist eine generelle Dicke  $d_t$  auf, während es im Bereich der Vertiefungen 10, 11 eine geringere Dicke  $d_l$  aufweist. Der U-förmig ausgebildete Falz 6 weist zwei parallel zueinander angeordnete U-Schenkel 6a, 6b auf, welche einen Abstand  $d_F$  voneinander aufweisen. Das Metallband 5 besteht aus einem Kernmaterial, z. B. einer Aluminiumlegierung und weist auf seiner die Rohraußenwand bildenden Seite 5c eine Lotplattierung, z. B. aus einer AlSi-Legierung und auf seiner die Rohrinneenseite bildenden Seite 5d eine Schutzplattierung, z. B. gemäß der internationalen Bezeichnung AA 7072 auf - die Plattierungen sind nicht dargestellt. Aufgrund dieser Plattierungen kommt es zu einer beidseitigen Verlötung des U-förmigen Falzes 6, d. h. mit beiden Schenkeln 6a, 6b im Bereich der Vertiefungen 10, 11. Beide Kammern 2, 3 sind somit nach der Verlötung fluiddicht voneinander getrennt. Darüber hinaus wird durch das Trennelement 4 bei Innendruckbeaufschlagung ein Zuganker zwischen den beiden Längsseiten 8, 9 gebildet.

**[0016]** Möglich ist allerdings auch, dass die Innenseite des Flachrohres eine Lotplattierung oder eine Lotplattierung mit korrosionshemmender Wirkung oder eine Lotplattierung mit einer unter der Lotplattierung angeordneten Schutzplattierung aufweist. Diese Plattierungsvarianten sind insbesondere für den Fall vorgesehen, dass die U-Schenkel aufeinander liegen und mit einander verlötet werden ( $d_F = 0$ ).

**[0017]** Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das oben dargestellte Flachrohr 1 folgende Abmessungen bzw. Abmessungsbereiche auf: Die Dicke  $d_i$  im Bereich der Vertiefungen 10, 11 liegt in Abhängigkeit von der Dicke  $d_t$  des Flachrohres 1 und der Wandstärke  $t$  des Flachrohres 1 bzw. des Metallbandes 5 in folgendem Bereich:  $4t \leq d_i \leq d_t - 2t$ . Das Mindestmaß bzw. die Untergrenze des Bereiches für  $d_i$  ist also die vierfache Rohrwandstärke  $t$ , dabei ist der Abstand zwischen den beiden Schenkeln 6a, 6b  $d_F = 0$ . Die Obergrenze für den Abstand  $d_F$  liegt bei  $4t$ , also der vierfachen Wandstärke, vorzugsweise bei der zweifachen und besonders bevorzugt bei der einfachen Wandstärke  $t$ . Die innere Weite  $w_i$  der trapezförmigen Vertiefungen 10, 11 ist in folgendem Bereich gewählt:  $0,6 \leq w_i \leq 2,5$  mm, insbesondere  $0,8 \leq w_i \leq 2,5$  mm, insbesondere  $1,0 \leq w_i \leq 2,0$  mm. Die äußere Weite  $w_o$  weist eine Obergrenze von  $4$  mm und einen bevorzugten Bereich von  $2 \text{ mm} \leq w_o \leq 3,2$  mm auf.

**[0018]** Der freie U-Schenkel 6a weist eine Länge  $u_L$  auf, welche in Abhängigkeit von einer herstellungsbedingten, schwankenden Breite des Metallbandes 5 variabel gestaltet werden kann. Ausgehend von dem Stoß 7, d. h. dem Randstreifen 5b des Metallbandes 5, welcher stets dieselbe Position einnimmt, kann die Schenkellänge  $u_L$  bei geringerer Bandbreite kleiner ausfallen. Die Toleranzabweichung in der Breite des Metallbandes 5 bestimmt somit die Länge  $u_L$ .

**[0019]** Fig. 2 zeigt eine Abwandlung des in Fig. 1 dargestellten Trennelementes 4, welches hier als innerer Falz 20 dargestellt ist, welcher einen konvex gekrümmten freien Schenkel 21 aufweist, der an einer ebenen Fläche 22 der trapezförmigen Vertiefung 23 anliegt. Die ebene Fläche 22 und die gekrümmte Fläche 21 bilden somit eine Kontaktstelle mit Linienberührung. Dies ergibt eine gute Verlötung, da sich im Bereich des Lötspaltes Lötmenisken ausbilden können.

**[0020]** Fig. 3 zeigt eine weitere Abwandlung des Trennelementes 4 gemäß Fig. 1, welches hier als U-förmiger Falz 30 mit einem geraden freien Schenkel 31 ausgebildet ist. Die Vertiefung 32 ist konkav gekrümmt, sodass eine gekrümmte Innenfläche 33 auf der ebenen Fläche 31 aufliegt. Dies ergibt ebenso günstige Lötbedingungen wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2.

**[0021]** In Fig. 4 ist ein U-förmiger innerer Falz 40 dargestellt, bei welchem der Abstand zwischen beiden Schenkeln 41, 42 gleich Null ist ( $d_F = 0$ ). Die Länge  $u_L$  des freien Schenkels 41 entspricht der inneren Weite  $w_i$  der trapezförmigen Vertiefung.

**[0022]** In Fig. 5 ist ein Falz 50 mit einem verkürzten freien Schenkel 51 dargestellt. Die Länge  $u_L$  beträgt hier etwa die Hälfte der inneren Weite  $w_i$ , d. h.  $u_L = \frac{1}{2} w_i$ . Die Verkürzung der freien Schenkellänge von  $w_i$  auf  $w_i/2$  ergibt sich aus einer geringeren Breite des Metallbandes, die somit ausgeglichen werden kann.

**[0023]** Fig. 6 zeigt eine Einzelheit des in Fig. 1 dargestellten Stoßes 7, hier mit der Bezugszahl 60 bezeichnet. Der Stoß 60, d. h. eine der beiden Längskanten des Metallbandes weist eine Schrägfläche auf, die sich an die Schräge der Vertiefung 61 anlegt und somit eine relativ glatte Außenkontur für das Flachrohr bildet. Dies verbessert die Verlötung bei der Aufnahme der Rohrenden in Öffnungen eines Rohrbodens.

**[0024]** Fig. 7 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform für einen Stoß 70, welcher fluchtend zur Längswand 71 abgeschrägt ist und somit ebenfalls eine relativ glatte Außenkontur ergibt.

**[0025]** Das in der Zeichnung dargestellte Flachrohr 1 mit sickenförmigen Vertiefungen 10, 11 wird vorzugsweise für Flachrohr-Wärmeübertrager verwendet, die hier nicht dargestellt sind, jedoch dem eingangs genannten Stand der Technik, insbesondere der DE 197 52 139 der Anmelderin entsprechen - letztere Druckschrift wird daher in vollem Umfang in den Gegenstand der vorliegenden Anmeldung einbezogen. Die Flachrohre des bekannten Wärmeübertragers können durch die erfindungsgemäßen, oben beschriebenen Flachrohre substituiert werden, wobei gleichzeitig eine Längstrennwand im Sammelkasten angeordnet werden kann, welche die Rohrenden im Bereich ihrer Längssicken umfasst und dort abdichtet. Damit kann ein derartiger Wärmeübertrager auch mit einer auf der Rohrinneinnenseite angeordneten Schutzplattierung versehen werden. Ein solcher Wärmeübertrager ist vorzugsweise als Kühlmittelkühler oder Heizkörper für Kraftfahrzeuge einsetzbar.

## Patentansprüche

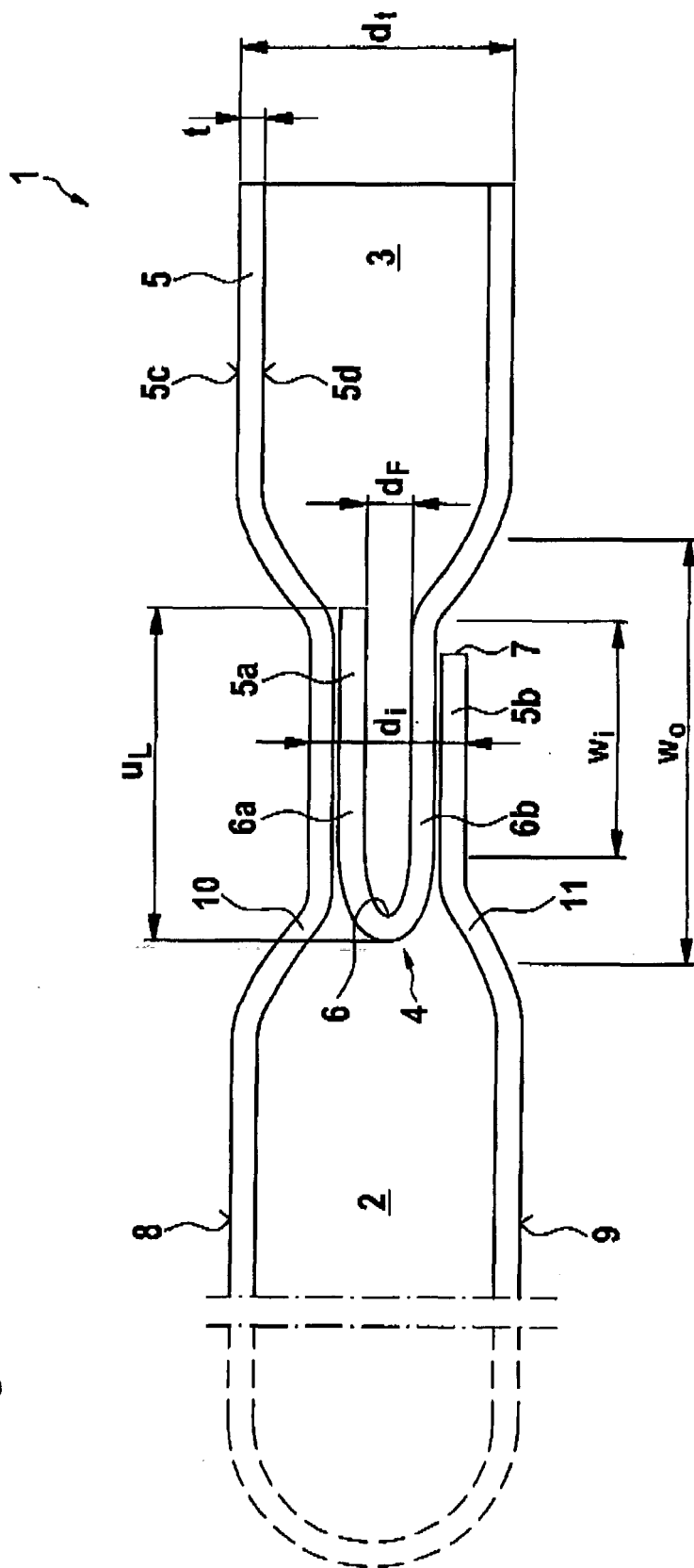
1. Flachrohr für einen Wärmeübertrager, welches durch Umformung eines Metallbandes (5) und anschließendes Verlöten und/oder Verschweißen herstellbar ist, mit zwei parallelen Längsseiten (8, 9), wobei zwischen den Längsseiten (8, 9) ein in Längsrichtung des Flachrohres verlaufendes, durch Umformung des Metallbandes gebildetes Trenn- und/oder Stützelement (4) angeordnet ist, welches einen U-förmig ausgebildeten Falz mit einem ersten (freien) Schenkel und einem zweiten (festen) Schenkel aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Längsseiten (8, 9) im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes (4) je eine in Längsrichtung des Flachrohres (1) verlaufende, sickenförmige Vertiefung (10, 11) aufweisen.
2. Flachrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Längsseite (8) im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes (4) durchgehend und die Vertiefung (10) trapezförmig oder konkav gekrümmt ausgebildet ist.
3. Flachrohre nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Längsseite (9) im Bereich des Trenn- und/oder Stützelementes (4) durch einen Stoß (7) unterbrochen ist und dass die Vertiefung (11) im Bereich des Stoßes (7) trapezförmig oder konkav gekrümmt ausgebildet ist.
4. Flachrohre nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Außenseite des Flachrohres (1) bildende Seite (5c) des Metallbandes (5) und/oder die die Innenseite des Flachrohres (1) bildende Seite (5d) des Metallbandes eine Lotplattierung aufweist.
5. Flachrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Innenseite des Flachrohres (1) bildende Seite (5d) des Metallbandes (5) eine korrosionshemmende Beschichtung, insbesondere eine Schutzplattierung aufweist, wobei die korrosionshemmende Beschichtung insbesondere als Lotplattierung ausgebildet ist.
6. Flachrohre nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flachrohr (1) außerhalb der Vertiefungen (10, 11) eine Dicke  $d_t$  und im Bereich der Vertiefungen (10, 11) eine Dicke  $d_i$  aufweist, wobei  $d_i$  im Bereich von  $4t \leq d_i \leq d_t - 2t$  liegt, mit  $t$  als Rohrwanddicke.
7. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (5) bzw. die Rohrwand eine Dicke  $d_t$  und die U-Schenkel (6a, 6b) des U-förmigen Falzes (6) einen Abstand  $d_F$  voneinander aufweisen, wobei  $d_F$  im Be-

reich von  $0 \leq d_F \leq 4t$ , insbesondere in einem Bereich von  $0 \leq d_F \leq 2t$  und besonders bevorzugt in einem Bereich von  $0 \leq d_F \leq 1t$  liegt.

8. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die U-Schenkel (6a, 6b) des U-förmigen Falzes (6) aneinander anliegen ( $d_F = 0$ ) und insbesondere miteinander verlötet sind. 5
9. Flachrohr nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenseite des Flachrohres (1) bildende Seite (5d) des Metallbandes (5) entweder eine Lotplattierung oder eine Lotplattierung mit korrosionshemmender Wirkung oder eine Lotplattierung mit einer zwischen der Lotplattierung und dem Metallband (5) angeordneten Schutzplattierung aufweist. 10
10. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die trapezförmigen Vertiefungen (10, 11) eine innere Weite  $w_i$  mit folgenden Bemessungsbereichen aufweisen:  $0,6 \text{ mm} \leq w_i \leq 2,5 \text{ mm}$ , insbesondere  $1,0 \text{ mm} \leq w_i \leq 2,0 \text{ mm}$ . 15
11. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die trapezförmigen Vertiefungen (10, 11) eine äußere Weite  $w_o$  mit folgenden Bemessungsbereichen aufweisen:  $w_o \leq 4 \text{ mm}$ , insbesondere  $2 \text{ mm} \leq w_o \leq 2,5 \text{ mm}$ . 20
12. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste (freie) U-Schenkel (6a) durch den ersten Randbereich (5a) des Metallbandes (5) gebildet ist und eine Umfalzlänge  $U_L$  aufweist, die variabel ist. 25
13. Flachrohr nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfalz- bzw. Schenkellänge  $u_L$  in folgendem Bereich liegt:  $u_{L\max}/2 \leq u_L \leq u_{L\max}$ , wobei  $u_{L\max} = w_i$ . 30
14. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste U-Schenkel (21), welcher mit der Vertiefung (23) eine Kontaktstelle bildet, konvex gekrümmt und die Vertiefung (22, 23) im Bereich der Kontaktstelle flach ausgebildet ist. 35
15. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste U-Schenkel (31), welcher mit der Vertiefung (32) eine Kontaktstelle bildet, flach und die Vertiefung (32, 33) im Bereich der Kontaktstelle konkav gekrümmt ausgebildet ist. 40
16. Flachrohr nach mindestens einem der Ansprüche 3 45

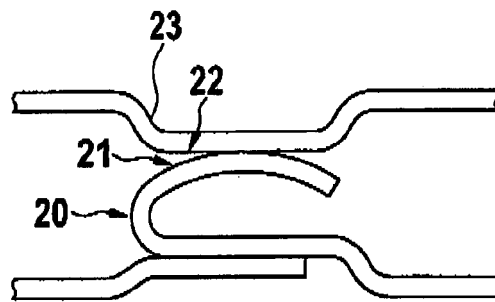
bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stoß (60, 70) im Bereich der Vertiefung (61, 72) geglättet ist, insbesondere durch eine schräg geschnittene Endkante (60, 70) des Metallbandes.

17. Wärmeübertrager mit mindestens einem Sammelkasten und einem aus Flachrohren und Rippen bestehenden Rohr/Rippen-Block, wobei die Flachrohre in Längsrichtung verlaufende, als Längssicken ausgebildete Trennelemente und Rohrenden aufweisen, welche in den mindestens einen Sammelkasten münden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet sind. 50
18. Wärmeübertrager nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Sammelkasten eine Längstrennwand aufweist, welche die Rohrenden im Bereich der Vertiefungen bzw. Längssicken übergreift und abdichtet. 55
19. Wärmeübertrager nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch einen zweiten** als Umlenkkasten **ausgebildeten** Sammelkasten, in welchen die Rohrenden münden.
20. Wärmeübertrager nach Anspruch 17, 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** er als Wärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, insbesondere als Heizkörper oder Kühlmittelkühler ausgebildet und/oder betreibbar ist.

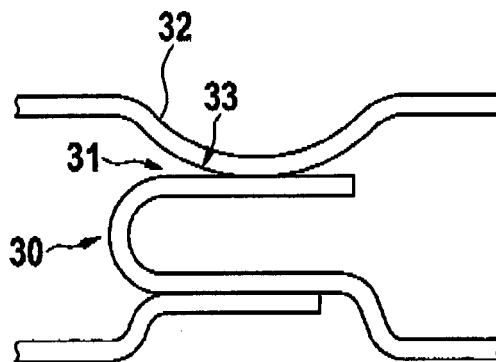


**Fig. 1**

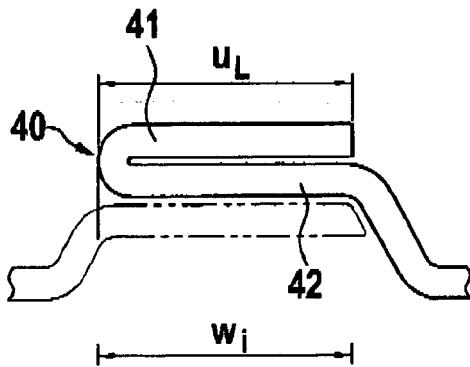
**Fig. 2**



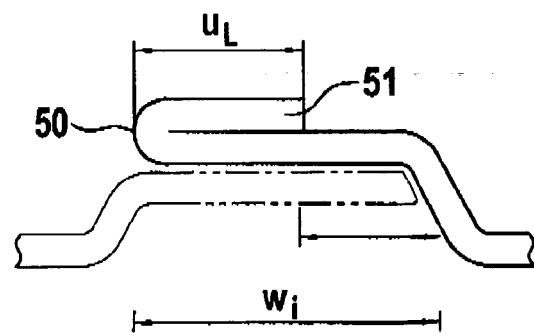
**Fig. 3**



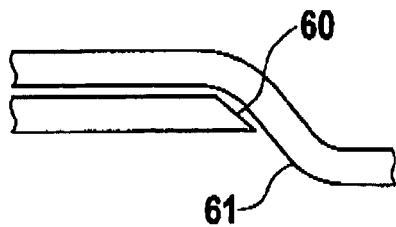
**Fig. 4**



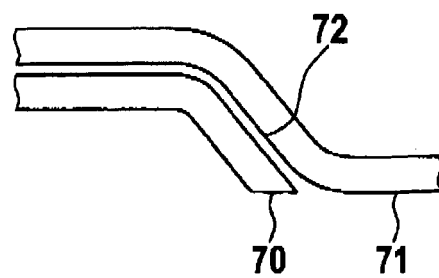
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**





**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**

- DE 3725602 A1 [0001] [0002]
- DE 19752139 A1 [0001] [0005]
- FR 2716529 A [0003]
- EP 0829316 B1 [0004]
- DE 3440489 A1 [0005]
- EP 0632245 B1 [0005]
- DE 19752139 [0025]