

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **78100304.1**

51 Int. Cl.²: **B21C37/08, B21C37/26,**
F28F1/36

22 Anmeldetag: **05.07.78**

30 Priorität: **08.07.77 DE 2731027**

71 Anmelder: **ELPAG AG CHUR, Quaderstrasse 11,**
CH-7001 Chur (CH)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **24.01.79**
Patentblatt 79/2

72 Erfinder: **Bleckmann, Richard, Dr., verstorben zuletzt**
Wohnhaft Imbergstrasse 24, A-5010 Salzburg (AT)

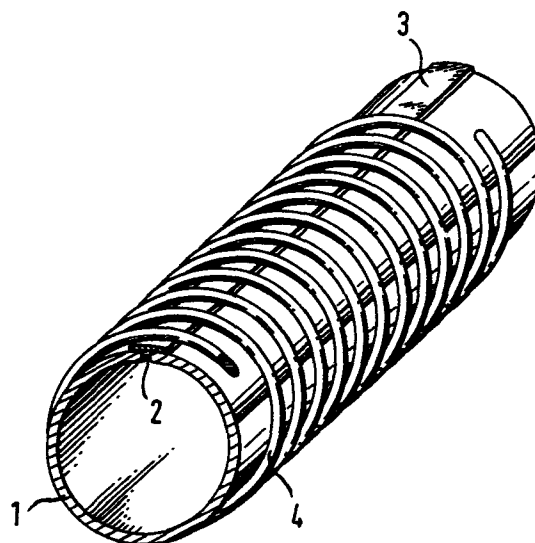
84 Benannte Vertragsstaaten: **CH DE FR GB SE**

74 Vertreter: **Liedl, Gerhard et al, Steinsdorfstrasse 21-22,**
D-8000 München 22 (DE)

54 **Dünnwandiges Metallrohr, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung.**

57 Bei einem dünnwandigen Metallrohr aus einem quer zu seiner Längsachse gebogenen Metallband (1), das mit einem wendelförmigen Draht oder Band (4) umwickelt ist, erfolgt die Verbindung zwischen den Randbereichen des gebogenen Metallbandes durch ein Verbindungsmittel (3), das in dem Spalt (2) zwischen den Randbereichen angeordnet ist und das infolge der Spaltkapillarität den Spalt ausfüllt und welches bei Abkühlung erstarrt.

Das Verbindungsmittel, welches unter Hitzeeinwirkung schmilzt und in den Spalt einfließen kann, kann vor dem Verbinden der Randbereiche zusammen mit der Draht- bzw. Bandwendel auf dem gebogenen Metallband aufgebracht werden.



- 1 -

BEZEICHNUNG GEÄNDERT
siehe Titelseite

Dünnwandiges Metallrohr und Verfahren zu seiner Herstellung

- Die Erfindung betrifft ein dünnwandiges Metallrohr, insbesondere für Verflüssiger von Kältegeräten, für die Bremsflüssigkeit in Kraftfahrzeugen, als Mantelrohr für elektrische Rohrheizkörper und für Luftherhitzer mit Niederdruckdampf, aus einem quer zu seiner Längsachse gebogenen Metallband, dessen Randbereiche miteinander verbunden sind und das mit einem Draht oder Band in Wendelform umwickelt ist, sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung.
- 5
- 10 Derartige Metallrohre sind aus der DE-PS 524 552 bekannt und werden dadurch hergestellt, daß man kontinuierlich ein Metallband durch Formwalzen laufen läßt, die ein Schlitzrohr bilden. Anschließend werden die Ränder des Bandes miteinander verschweißt. Wenn nicht andere technische Gründe für eine relativ große Wandstärke
- 15 des Rohres und damit für einen großen Materialverbrauch sprechen, wird die Wandstärke des Rohres, also die Stärke des als Ausgangsprodukt verwendeten Metallbandes, auf den im Gebrauch auftretenden Radialdruck abgestimmt. Die axiale Belastung des Rohres ist im allgemeinen unkritisch, d. h. die Festigkeitsbeanspruchung des
- 20 Rohres bei innerem Überdruck ist in Längsrichtung des Rohres

nur halb so groß wie in tangentialer Richtung.

Bei der Herstellung des Schlitzrohres müssen die Längskanten des Bandes durch Formwalzen so stark gegeneinander gedrückt werden, 5 daß die Berührung bleibend ist, d. h. ein "Aufspringen" des Schlitzrohres soll verhindert werden. Dies ist jedoch nur möglich, wenn das Band gestaucht wird. Das Band muß also breiter sein als der Umfang des herzustellenden Rohres, um die durch die Stauchung auftretende Umfangsverkleinerung auszugleichen. Der Stauchungs- 10 grad beträgt bei Bändern aus unlegiertem Stahl etwa 5 %. Trotz des Stauchens treten unter der Hitzeeinwirkung beim Löten Veränderungen des Lötspaltes auf, die die Qualität der Lötung beeinträchtigen. Ohne Stauchung entsteht ein Schlitz, der relativ breit ist, z. B. mit einer Breite von 0,2 - 0,3 mm bei einem Band mit 0,5 mm Stärke 15 aus unlegiertem Stahl. Ein derartiger Schlitz besitzt jedoch nicht die erforderliche Kapillarwirkung, um ein Lot anzusaugen.

Es ist weiterhin die Verwendung von nahtlosen Rohren bekannt. Dabei wird beispielsweise ein Kupferrohr im Strangpreßverfahren hergestellt, 20 das dann auf den gewünschten Durchmesser und auf die gewünschte Wandstärke nachgezogen wird. Diese Rohre sind relativ teuer. Gemäß dem Verfahren der Erfindung wird bei gleichen oder überlegenen Eigenschaften eine Einsparung von über 30 % gegenüber dieser Gattung von nahtlosen Rohren erzielt.

25

Weiterhin sind nach dem sogenannten Bundy-Verfahren hergestellte Rohre bekannt. Bei diesem Verfahren wird ein unlegiertes Stahlband, das etwa doppelt so breit ist wie der Umfang des herzustellenden Rohres, galvanisch verkupfert. Das Stahlband wird dann in

Form einer Doppelspirale gewickelt, d.h. die Wandstärke des fertigen Rohres ist doppelt so groß wie die Wandstärke des Ausgangsbandes. Anschließend erfolgt eine Verlötung in einem Lötoven, wobei das galvanisch aufgebraute Kupfer als Lötmaterial dient. In
5 einem nächsten Verfahrensschritt wird dann das Rohr im allgemeinen kalt nachgezogen und eventuell nochmals weichgeglüht. Der Vorteil der auf diese Weise hergestellten Bundy-Rohre gegenüber geschweißten Rohren liegt in der absoluten Dichtheit und damit Sicherheit. Allerdings sind diese Rohre relativ teuer, und zwar auf-
10 grund der galvanischen Verkupferung und des aufwendigen Herstellungsverfahrens. Außerdem besteht der Nachteil, daß die Wandstärke des fertiggestellten Rohres doppelt so groß ist wie die Stärke des als Ausgangsmaterial dienenden Stahlbandes, so daß Rohre mit sehr kleinen Wandstärken nicht erzeugt werden können.

15 Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein neues Verfahren zur Herstellung von dünnwandigen Metallrohren vorzuschlagen, bei dem eine hohe Sicherheit hinsichtlich der Dichtheit des Rohres und eine höhere Belastbarkeit des Rohres gegen Radialbeanspruchung
20 erzielt werden. Weiterhin können je nach dem Verwendungszweck des Rohres besondere Vorteile erzielt werden, wie sie im folgenden noch beschrieben werden.

Die Merkmale des neuen Verfahrens ergeben sich aus dem Kenn-
25 zeichenbegriff des Hauptanspruches. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Es ist zwar bekannt, die Oberfläche eines fertiggestellten Rohres zur Vergrößerung der Wärmeabgabe durch hochkant auf ein Rohr

- aufgewickelte Rippen zu vergrößern. Als Beispiel hierfür seien die Rippenrohrheizkörper für Raumbeheizung erwähnt, bei denen auf ein nahtloses oder ein geschweißtes Rohr aus unlegiertem Stahl ein Band aus unlegiertem Stahl hochkant aufgewickelt wird. Eine Verbesserung der Wärmeabgabe wird in diesen Fällen jedoch nur erzielt, wenn für einen entsprechenden Wärmeübergang von dem Rohr auf das aufgewickelte Band Sorge getragen wird, d. h. es werden entsprechende Löt- oder Schweißarbeiten erforderlich.
- 10 Das Verfahren gemäß der Erfindung unterscheidet sich von derartigen Herstellungsverfahren dadurch, daß ein Draht oder ein Band in Wendelform auf das Halbfertigprodukt aufgewickelt wird. d. h. bevor die Randbereiche des als Ausgangsprodukt dienenden Bandes miteinander verbunden werden. Durch das wendelförmige Aufwickeln mit bestimmter Vorspannung des Bandes oder Drahtes kann ein definierter Nahtspalt erzielt werden, und zwar ohne daß das Band durch die Formwalzen gestaucht wird. Der Nahtspalt hat die für ein Verlöten erforderliche Kapillarwirkung. Bei Bändern aus unlegiertem Stahl kann man nun vor dem Aufwickeln der Drahtwendel eine dünne Kupferfolie, beispielsweise von 3 mm Breite und 0,1 mm Dicke, auflegen. Die als Lot dienende Kupferfolie wird von der Drahtwendel gehalten. Erhitzt man nun das so hergestellte Halbfertigprodukt in einem Lötoven, bis die Kupferfolie schmilzt, dann wird das schmelzflüssige Kupfer unter der Kapillarwirkung in den Spalt hineingezogen, so daß nach Abkühlung das Rohr sauber und haltbar verschlossen ist. Die wesentlichen Vorteile dieses Herstellungsverfahrens liegen also in der Erzielung eines exakten Kapillarspalt, in der genauen Dosierung des Lötmaterials und in der Tatsache, daß das Lötmaterial fest an der gewünschten Stelle von der Drahtwendel gehalten wird. Weiterhin ist gewährleistet,
- 15
20
25
30

daß sich keine unerwünschten Veränderungen im Lötspalt durch die Hitzeeinwirkung im Lötöfen ergeben.

Man kann nun, wenn dünnwandige Rohre hergestellt werden sollen, die
5 keinem besonderen Innendruck ausgesetzt sind, die Wendel nach dem
Verschließen des Spaltes abwickeln und auf einen neuen Rohrabschnitt
wieder aufwickeln. Voraussetzung hierfür ist die Verwendung eines
Wendeldrahtes, der mit dem entsprechenden Lot nicht bindet, z. B.
wird bei der Herstellung eines unlegierten Stahlrohres mit Kupfer als
10 Lot eine Wendel aus rostfreiem Stahl verwendet. In vielen Anwendungs-
fällen wird es jedoch günstig sein, die aufgewickelte Wendel auf dem
Rohr zu belassen. Man wird in letzteren Fällen im allgemeinen auch
dafür Sorge tragen, daß gleichzeitig mit dem Verschließen des Spal-
tes bei der Erhitzung im Lötöfen auch die Wendel auf das Rohr aufge-
15 lötet wird. Auf diese Weise hergestellte Rohre haben bei entsprechen-
der Dimensionierung, d. h. bei entsprechender Wahl des Durchmessers
und der Steigung des aufgewickelten Wendeldrahtes, eine Festigkeit in
Radialrichtung, die doppelt so hoch ist wie die Festigkeit in Axialrich-
tung. Bei gleichem Materialgewicht pro Längeneinheit liegt dement-
20 sprechend die radiale Druckbelastung eines so hergestellten Rohres
wesentlich höher als diejenige eines üblichen Rohres.

Darüber hinaus ergeben sich jedoch noch eine Reihe von Vorteilen für
spezielle Anwendungsgebiete.

25 Wenn das Rohr als Mantelrohr für einen Rohrheizkörper verwendet
wird, dann läßt sich bei entsprechender Steigung der Wendel ohne
weiteres eine Verdoppelung der wärmeabgebenden Oberfläche erzie-
len. Dies bedeutet, daß bei vergleichbarer Nennbelastung der Rohr-
30 heizkörper mindestens um ein Drittel verkürzt werden kann. Abge-
sehen von der stark ins Gewicht fallenden Verbilligung ist dabei zu

berücksichtigen, daß bei den meisten Haushaltsgeräten der für den Rohrheizkörper zur Verfügung stehende Platz beschränkt ist. Wenn der Platz voll ausgenützt wird, kann das Gerät mit höheren Nennleistungen gefahren werden, so daß sich dementsprechend kürzere Auf-
5 heizzeiten ergeben.

Die Befestigung von Rohren oder Rohrheizkörpern an Halteblechen, Wasserdurchlaufrohren oder anderen Formkörpern war bisher problematisch. Aufgrund des relativ niedrigen Preises und der ausgezeichneten Wärmeleitfähigkeit werden oftmals Aluminium oder Aluminiumlegierungen verwendet. Bei diesen Materialien scheidet ein
10 Verlöten meistens aus. Beim Elektroschweißen sind sehr starke Stromstärken erforderlich, da ja das Rohr in seiner ganzen Länge beispielsweise an dem Halteblech anliegen soll. Da der Rohrmantel von dem Schweißstrom durchflossen wird, besteht außerdem die Gefahr, daß der Rohrmantel beschädigt, d.h. aufgeschweißt wird. Bei
15 den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rohren bildet die aufgewickelte Drahtwendel eine große Anzahl von im Abstand voneinander angeordneten Schweißstellen, so daß sozusagen selbsttätig eine Punktnahtschweißung erzielt wird. Der Schweißstrom fließt
20 überwiegend durch die Wendel, so daß eine Beschädigung des Mantelrohres ausgeschlossen ist.

Eine weitere Befestigungsmöglichkeit der Rohre besteht darin, daß
25 das Rohr in einer Presse auf das Halteblech oder auf den Formkörper aufgepreßt wird. Die anliegenden Wendelabschnitte dringen dabei senkrecht in das Material des Haltebleches ein. Das Material muß dabei seitlich, d.h. in axialer Richtung des Rohres, ausweichen und wird hinter den größten Querschnitt des benachbarten Drahtwendelabschnittes eingedrückt. Auf diese Weise wird ein Verankerungseffekt
30

erzielt. Die aufgepreßten Rohre lassen sich auch unter Anwendung großer Kräfte nicht wieder von dem Halteblech lösen.

Die aufgelötete Wendel läßt sich auch in anderer Weise für die Befestigung heranziehen, da es sich doch praktisch um ein Rohr mit einem aufgelöteten Gewinde handelt. Soll ein derartiges Rohr z.B. in einer Behälterwand befestigt werden, dann sind lediglich zwei Sondermuttern erforderlich, welche ein zu der aufgelöteten Wendel passendes Innengewinde tragen. Wird zumindest eine dieser Muttern konisch ausgebildet, dann kann in den Konus ein Gummiring eingelegt werden, der vom Konus, vom Rohr und von der Behälterwand eingeschlossen ist und eine abgedichtete Durchführung ermöglicht. Sollen zwei derartige Rohre miteinander verbunden werden, dann kann dies mit Hilfe einer Muffe mit durchgehendem Gewinde erfolgen. Dabei müssen die zu verbindenden Rohre gegeneinander verdreht werden. Ist dies nicht möglich, dann muß jeweils ein Rohr mit rechtsgängiger Wendel mit einem Rohr mit linksgängiger Wendel mittels einer Muffe mit Links- und Rechtsgewinde verbunden werden.

Die nachfolgenden Beispiele dienen der weiteren Erläuterung des Verfahrens gemäß der Erfindung.

Beispiel 1

Ein Band aus sauerstofffreiem Kupfer mit einer Stärke von 0,5 mm wird mittels Formwalzen zu einem Schlitzrohr mit 8 mm Durchmesser gebogen. Es wird ein Kupferdraht mit 1 mm Durchmesser wendelförmig auf das Schlitzrohr gewickelt, wobei die Steigung 2 mm beträgt. Gleichzeitig mit dem Aufwickeln wird ein Band aus Kupferlot von 3 mm Breite und 0,1 mm Dicke zwischen die Wendel und das Schlitzrohr eingelegt. Anschließend wird das Rohr gegebenenfalls im

kontinuierlichen Durchlauf in einem Lötöfen erhitzt, wobei aufgrund der Kapillarwirkung das schmelzende Kupferlot in den Spalt des Schlitzrohres einfließt und diesen verschließt. Außerdem wird dabei die Wendel mit dem Rohr verlötet.

5

Das Rohr hätte ohne die Drahtwendel eine Oberfläche von 250 mm^2 je cm Länge. Die Oberfläche des aufgewickelten Drahtes beträgt 450 mm^2 je cm Rohrlänge. Hiervon sind unter Annahme einer Lotbreite von $0,2 \text{ mm}$ 60 mm^2 für die Lötstelle abzuziehen. Die Oberfläche des Rohres wird somit durch die Wendel von 250 mm^2 je cm auf 640 mm^2 vergrößert.

10

Eine weitere Vergrößerung der Oberfläche kann erzielt werden, wenn unter Drehen des Rohres der aufgewickelte Draht flachgewalzt wird.

15

Beispiel 2

Verflüssiger, also Kondensatoren von Kühlschränken bestehen aus einem unlegierten Stahlrohr, welches mäanderförmig gebogen wird und an dem zwecks Vergrößerung der Oberfläche im Abstand angeordnete Drähte oder Blechrippen aus unlegiertem Stahl quer über die Mäanderwicklungen wärmeleitend befestigt werden. Zum Korrosionsschutz wird das ganze Gebilde feuerverzinkt und dann lackiert. Im Inneren herrscht ein Betriebsdruck von max. etwa 16 atü und dementsprechend muß das Rohr dimensioniert sein.

20

25

Erfindungsgemäß wird ein Band aus unlegiertem Stahl mit einer Stärke von $0,5 \text{ mm}$ in Formwalzen zu einem Schlitzrohr von 6 mm Außendurchmesser gebogen. Ein Draht aus verkupfertem, unlegiertem Stahl mit $1,2 \text{ mm}$ Durchmesser wird wendelförmig mit einer Steigung von $2,2 \text{ mm}$ auf das Schlitzrohr gewickelt. Gleichzeitig wird ein Kupfer-

30

band von 7 mm Breite und 0,1 mm Dicke zwischen die Wendel und das Schlitzrohr eingelegt. Anschließend wird das Rohr gegebenenfalls in kontinuierlichem Durchlauf in einem Lötoven erhitzt, wobei aufgrund der Kapillarwirkung das geschmolzene Kupfer aus dem Kupferband in den

5 Spalt des Schlitzrohres einfließt und diesen verschließt. Außerdem wird dabei die Wendel mit dem Rohr verlötet und wegen des Überschusses an Lötmedium eine Verkupferung erzielt, welche als Korrosionsschutz dient. Besonders vorteilhaft ist es für diesen Fall, anstelle von blankem, unlegiertem Stahldraht für die aufgewickelte Wendel einen galvanisch verkupferten Stahldraht, d. h. einen sogenannten

10 Heftklammerdraht, zu verwenden.

Das so hergestellte Rohr wird z.B. mäanderförmig gebogen und der Verdampfer ist damit fertig. Abgesehen von der wesentlich einfacheren Herstellung wird infolge der besonders günstigen wärmeabgebenden Oberfläche die Rohrlänge um etwa ein Viertel bei gleichem Effekt verkleinert, womit eine wesentliche Materialeinsparung verbunden ist. Eine weitere Einsparung ergibt sich dadurch, daß die Rohrwandstärke kleiner gehalten werden kann, da das Rohr ja in Tangentialrichtung durch die umwickelte Wendel gegen den inneren Überdruck

15

20 widerstandsfähiger ist.

Beispiel 3

Ein Wendelrohr, welches genauso hergestellt ist, wie im Beispiel 2 beschrieben, jedoch mit einem Wendeldrahtdurchmesser von 0,8 mm, wird als Mantelrohr eines elektrischen Rohrheizkörpers verwendet. Nach zentriertem Einbringen der Heizwendel wird der übrigbleibende Raum im Inneren des Rohres mit Magnesiumoxid unter Vibration gefüllt. Zur Vorverdichtung wird dann das Rohr flachgepreßt und kreisringförmig gebogen. Das so gebogene Rohr wird in ein Gesenk einge-

25

30

legt und gegen den Boden eines aus Aluminium hergestellten Fettbackgerätes mit einem Druck von 5 t je cm^2 gepreßt. Dabei dringen die anliegenden Wendelabschnitte senkrecht in das Aluminiumbodenblech ein; dabei fließt das Aluminium in axialer Richtung des Rohrheizkörpers und wird hinter den größten Querschnitt des benachbarten Drahtwendelabschnittes eingedrückt. Auf diese Weise wird ein Verankerungseffekt erzielt, so daß der aufgepreßte Rohrheizkörper auch unter Anwendung großer Kräfte nicht vom Aluminiumboden zu lösen ist.

10 In dem gewählten Beispiel hat der Boden des Fettbackgerätes einen Außendurchmesser von 220 mm, der ringförmige Rohrheizkörper hat einen mittleren Durchmesser von 180 mm und eine Gesamtlänge von 450 mm. Der Rohrmantel besteht aus unlegiertem Stahl mit einer Wandstärke von 0,5 mm, der Wendeldraht ist ebenfalls aus unlegiertem Stahl mit einem Durchmesser von 0,6 mm, die Wendelsteigung beträgt 2 mm. Der Außendurchmesser des Rohres ohne Berücksichtigung der Wendel beträgt 8 mm.

20 Flachgepreßt wird auf eine Dicke von 6,5 mm; das Aufpreßwerkzeug hat ein Halbrundprofil. Nach dem Aufpressen mit einem Druck von 220 t ist die mit dem Aluminiumboden in Kontakt stehende Fläche eben, das Rohr hat dort eine Breite von 9 mm.

25 Temperaturwechselversuche im Bereich zwischen 150 und 250°C haben gezeigt, daß bis zu einer Belastung in der Berührungsfläche von 80 W/cm^2 die Temperaturdifferenz zwischen Rohrheizkörper und Aluminiumboden konstant bleibt. Somit ist eine ausreichende Sicherheit gegeben, weil in der Praxis die Belastung in der Verbindungsebene bei etwa 30 W/cm^2 der Höchstfall ist.

Beispiel 4

Paneelheizkörper zur elektrischen Raumheizung werden in den meisten Fällen mit Heizelementen in Form von U-förmig gebogenen elektrischen Rohrheizkörpern ausgestattet. Diese liegen zwischen zwei
5 das Gehäuse bildenden Blechplatten und geben die Wärme an diese durch Strahlung ab. Als Rohrmaterial wird aus Kostengründen unlegierter Stahl verwendet. Dies ist jedoch nur bis zu einer Leistung von etwa 500 W je Rohrheizkörper möglich, weil bei höheren Leistungen das Wechselstrombrummgeräusch so stark wird, daß dies stört. Es
10 müssen bei höheren Leistungen Rohrheizkörper mit unmagnetischem austenitischem Chromnickelstahlmantel verwendet werden, die teurer sind.

Für diesen Zweck wird nun aus einem unlegierten Stahlband mit einer
15 Stärke von 0,4 mm in Formwalzen ein Schlitzrohr mit 8 mm Außendurchmesser erzeugt. Ein Draht aus Chromstahl mit 18 % Chrom mit 0,3 mm Durchmesser wird wendelförmig mit einer Steigung von 4 mm auf das Schlitzrohr gewickelt. Gleichzeitig wird ein Kupferband von 2 mm Breite und 0,1 mm Dicke zwischen die Wendel und das
20 Schlitzrohr eingelegt. Anschließend wird das Rohr gegebenenfalls in kontinuierlichem Durchlauf in einem Lötoven erhitzt, wobei aufgrund der Kapillarwirkung das geschmolzene Kupfer aus dem Kupferband in den Spalt des Schlitzrohres einfließt und diesen verschließt.

25 Im Anschluß daran wird der Wendeldraht aus Chromstahl wieder abgewickelt und kann neuerdings verwendet werden. Chromstahl verlötet sich nicht mit dem unlegierten Stahl bei Verwendung von Kupferlot. Produkt ist ein Mantelrohr für einen Rohrheizkörper, bei welchem infolge Unterbrechung des Magnetflusses ein wesentlich kleineres
30 Wechselstrombrummgeräusch entsteht, so daß man praktisch alle bei

Paneelheizkörpern vorkommenden Leistungen auf diese Weise herstellen kann.

Beispiel 5

- 5 Ein Wendelrohr, welches genauso hergestellt ist wie im Beispiel 2 beschrieben, jedoch mit einem Wendeldrahtdurchmesser von 0,5 mm und einer Steigung von 3 mm sowie einer Kupferbandbreite von 5 mm, dient als Förderrohr für die Bremsflüssigkeit von Kraftfahrzeugen. In einem derartigen Bremssystem wechseln Stahlrohre mit Schläu-
- 10 chen aus Gummi, Kunststoff oder dgl. ab. Bei der Verbindungsstelle des Rohres mit dem Schlauch wird das Schlauchende auf das Rohrende geschoben und mit einem Schlauchbinder befestigt. Wie praktische Versuche gezeigt haben, ist diese Übergangsstelle trotz der aufgelöteten Wendel absolut dicht und sie hat sogar gegenüber einem
- 15 glatten Rohr den Vorteil, daß ein Abziehen des Schlauches vom Rohr wegen der Verankerungswirkung der Wendel nicht möglich ist, solange der Schlauchbinder angezogen ist.

Auf den Zeichnungen zeigen:

- 20 Figur 1 schaubildlich ein Schlitzrohr mit Drahtwendel vor dem Verlöten;
- Figur 2 einen Querschnitt einer abgewandelten Ausführungsform eines Schlitzrohres;
- Figur 3 einen Querschnitt einer weiterhin abgewandelten Ausführungsform und
- 25 Figur 4 einen Querschnitt einer dritten abgewandelten Ausführungsform.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wurde ein Metallband 1, z.B. aus unlegiertem Stahl, durch Formwalzen zu einem Schlitzrohr gebogen. Auf das Schlitzrohr wird in die Nähe des Spaltes 2 ein Kupferband 3 aufgelegt. Weiterhin wird ein Draht aus ver-
5 kupfertem unlegiertem Stahl unter Vorspannung wendelförmig aufgewickelt, so daß eine Drahtwendel 4 entsteht.

Spezielle Abmessungen, berechnet auf einen Innendruck von etwa 50 atü, sind folgende:

10

Wandstärke des Schlitzrohres 1	0,5 mm,
Außendurchmesser des Schlitzrohres	6 mm,
Durchmesser des Drahtes	1,2 mm,
Steigung der Drahtwendel	2,2 mm,
15 Breite des Kupferbandes	7 mm,
Stärke des Kupferbandes	0,1 mm.

20

Bei dem Spalt 2 handelt es sich um einen Kapillarspalt. Er ist in der Zeichnung aus Übersichtlichkeitsgründen breiter als in der Wirklichkeit dargestellt.

25

Wenn ein derartig vorbereitetes Rohr im kontinuierlichen Durchlauf in einem Lötoven erhitzt wird, dann schmilzt das Kupferband 3. Das geschmolzene Kupfer fließt in den Spalt 2 ein, und zwar aufgrund der Kapillarwirkung desselben und verschließt diesen. Außerdem wird die Wendel mit dem Rohr verlötet. Durch das überschüssige Lötmedium wird eine Verkupferung der Wendel erzielt, welche als Korrosionsschutz dient.

30

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform wurden die Rand-

bereiche 5 des Metallbandes 1 senkrecht abgewinkelt. Die einander entgegengerichteten Flächen der Randbereiche 5 werden von der nicht dargestellten Drahtwendel 4 aufeinandergedrückt. Auf diese Weise entsteht ein tieferer Spalt 2 mit einer entsprechend gesteigerten Festigkeit der Nahtverbindung.

Wenn eine Verbesserung der Wärmeübertragung, z.B. von einem im Rohrinneeren strömenden Medium, auf die Rohraußenfläche erwünscht ist, dann kann, wie in Fig. 3 dargestellt, ein Metallband verwendet werden, das erheblich breiter ist als der Durchmesser des herzustellenden Rohres. Die Randbereiche des Rohres werden bei 6 und 7 zweimal abgewinkelt, so daß einerseits ein Spalt 2 der erwünschten Tiefe gebildet wird, daß jedoch andererseits Lappen 8 entstehen, die sich weit in das Rohrinneere erstrecken. Durch die Lappen 8 wird das durchströmende Medium in einer laminaren Strömung gehalten und dementsprechend Turbulenzen vermieden. Der Wärmeübergang auf die Außenfläche des Rohres wird wesentlich gesteigert.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform ist auch besonders vorteilhaft bei Anwendungsgebieten, bei denen Wärme von der Rohraußenfläche nach innen übertragen werden soll, z.B. wenn im Inneren des Rohres eine schlecht wärmeleitende Flüssigkeit gefördert wird, welche erhitzt werden soll. Bei Temperaturmeß- oder Regelgeräten, z.B. bei Flüssigkeitsthermostaten, kann durch die in das Rohrinneere abstehenden Lappen 8 die Ansprechgeschwindigkeit wesentlich verbessert werden. Selbstverständlich wird ebenfalls die Kühlung von strömenden Medien erheblich verbessert.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform wurde das Metall-

band so gebogen, daß eine Überlappungsstelle bei 9 gebildet wird.
Der innenliegende Randbereich hat nach wie vor das Bestreben,
sich etwas aufzubiegen. Der außenliegende Randbereich wird von
der nicht dargestellten Wendel 4 auf den inneren Randbereich auf-
gedrückt. Es wird auf diese Weise ebenfalls ein definierter Kapil-
5 larspalt gebildet.

Mit dem Verfahren gemäß der Erfindung werden also Rohre einer
hohen Qualität erzielt. Die Draht- oder Bandwendel gewährleistet,
10 daß unter der Hitzeeinwirkung beim Verlöten keine Veränderungen
- auch nicht im Bereich von weit unter $1/10$ mm - auftreten können,
so daß eine äußerst exakte, gleichmäßige Naht erzielt wird.

- 1 -

Patentansprüche:

1. Dünnwandiges Metallrohr aus einem quer zu seiner Längsachse gebogenen Metallband, dessen Randbereiche miteinander verbunden sind und das mit einem Draht oder einem Band in Wendelform umwickelt ist, dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Randbereiche des gebogenen Metallbandes (1) durch ein infolge Spaltkapillarität den zwischen den Randbereichen gebildeten Spalt (2, 9) ausfüllendes, bei Abkühlung erstarrtes Verbindungsmittel verbunden sind.
10
2. Metallrohr nach Anspruch 1, bei dem die Drahtwendel oder die Bandwendel hinsichtlich ihrer Steigung und ihres Durchmessers so dimensioniert ist, daß die Grenzbelastung des Rohres gegen
15 Radialdruck durch die Wirkung der Wendel etwa verdoppelt ist und/oder bei dem die wärmeabgebende Oberfläche des Rohres mindestens verdoppelt ist.
3. Metallrohr nach Anspruch 1 oder 2, bei dem je eine oder beide
20 Seitenbereiche des Metallbandes (1) abgewinkelt sind, so daß in das Rohrinne abtstehende Randstreifen (5, 8) gebildet werden.

4. Metallrohr nach Anspruch 3, bei dem die Seitenbereiche zweimal abgewinkelt sind, so daß die Randstreifen (8) sich über mehr als den Radius des Rohres in das Rohrinne erstrecken.
5. Metallrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Seitenkanten des Metallbandes (1) abgeschrägt sind, so daß ein schräg zum Durchmesser des Rohres verlaufender Lötspalt entsteht, dessen Länge größer ist als die Stärke des Metallbandes.
6. Metallrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Draht- oder Bandwendel (4) aus einem Material besteht, das einen kleineren Wärmeausdehnungskoeffizienten als das Material des gebogenen Metallbandes (1) besitzt, so daß die Wendel eine mit steigender Temperatur größer werdende Gegenkraft in radialer Richtung auf das Rohr ausübt.
7. Metallrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Wendel (4) einen Überzug aus einem Lötmaterial besitzt.
8. Metallrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem zumindest die die Außenseite des Rohres bildende Fläche des Metallbandes (1) mit einem Überzug aus einem Lötmaterial versehen wird.
9. Metallrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das Lötmaterial Kupfer oder eine Kupferlegierung, vorzugsweise in Form eines schmalen dünnen Folienbandes, ist.

10. Verfahren zur Herstellung von dünnwandigen Metallrohren, insbesondere von Rohren für Verflüssiger von Kältegeräten, von Rohrleitungen für die Bremsflüssigkeit von Kraftfahrzeugen, von Mantelrohren für elektrische Rohrheizkörper und von Rohren für Lufterhitzer mit Niederdruckdampf, bei dem ein Metallband im kontinuierlichen Durchlauf durch geeignete Formwerkzeuge quer zu seiner Längsachse gebogen wird und bei dem die Randbereiche des Bandes miteinander verbunden werden, dadurch gekennzeichnet,
- daß zwecks Erzielung eines definierten Spaltes das Rohr vor dem Verbinden der Randbereiche mit einem Draht oder einem Band in Wendelform umwickelt wird und daß das Verschließen des Spaltes an den Längskanten bzw. Überlappungsstellen des Metallbandes selbsttätig durch Hitzeeinwirkung auf einen entsprechenden Abschnitt des umwickelten Rohrgebildes bewirkt wird, wobei unter Ausnützung der Spaltkapillarwirkung ein bei der Abkühlung erstarrendes Verbindungsmittel den Spalt ausfüllt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem zusammen mit dem Draht oder der Wendel ein Folienstreifen oder ein Draht auf die Außenseite des halbfertigen Rohrgebildes aufgebracht wird, der unter Hitzeeinwirkung schmilzt und in den Spalt einfließt.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei dem unter der Hitzeeinwirkung gleichzeitig die Drahtwendel oder die Bandwendel auf den Rohrmantel aufgelötet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei dem der in Wendelform aufgebrachte Runddraht in einen Flachdraht mit

dem schmalen Querschnitt in axialer Richtung und dem breiten Querschnitt in radialer Richtung des Rohres verformt wird.

- 5 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei dem ein unmagnetisches Lot zum Verschließen des Spaltes verwendet wird, so daß Wechselstromgeräusche bei elektrischen Rohrheizkörpern mit einem Rohrmantel aus ferromagnetischen Werkstoffen infolge Unterbrechung des Magnetflusses verringert werden.
- 10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei dem das Rohr mit der aufgelöteten Wendel an einem Halteblech, an einem anderen Rohr oder an einem Formkörper mittels Punktschweißung befestigt wird, wobei die punktförmig im Steigungsabstand anliegenden Teile der Wendel als Schweißbuckel wirken und die Wendel den Schweißstrom von dem Rohrmantel fernhält.
- 15 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, bei dem die auf das Rohr aufgelötete Wendel in ein weiches Halteblech oder einen anderen Formkörper eingepreßt wird, wobei durch die Abstützung an der benachbarten Wendelwicklung das Material des Haltebleches oder des Formkörpers hinter den größten Durchmesser des Wendeldrahtes eingepreßt wird und so eine Verankerung erzielt wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, bei dem das Rohr mit der schraubenförmig aufgelöteten Wendel in eine Behälterwandöffnung, eine Verbindungsmuffe mit Innengewinde oder in ein Halteblech eingeschraubt wird.
- 25

18. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Wendel nach dem Verschließen des Spaltes von dem Rohr abgewickelt wird und auf einen noch nicht verschlossenen Rohrabschnitt wieder aufgewickelt wird.
- 5
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 18, bei dem die Randbereiche des Metallbandes in Überlappung gebracht werden und durch die Vorspannung der aufgewickelten Draht- oder Bandwendel ein definierter Überlappungsbereich eingestellt wird.
- 10
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19, bei dem die Erhitzung des Schlitzrohres im kontinuierlichen Durchlauf zweistufig zuerst unter Anwendung einer Hochfrequenzerhitzung und anschließend unter Anwendung einer Strahlungsheizung unter Schutzgas erfolgt.
- 15
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 20, bei dem über das Ende des mit einer Drahtwendel oder Bandwendel versehenen Rohres das Ende eines Schlauches aus einem plastischen oder elastischen Material geschoben wird und das plastische oder elastische Material vorzugsweise mittels eines Schlauchbinders in die Draht- oder Bandwendel eingedrückt wird.
- 20
22. Verwendung eines Metallrohres nach einem der Ansprüche 1 bis 21 bei Druckflüssigkeitssystemen vorzugsweise von Kraftfahrzeugen.
- 25
23. Verwendung eines Metallrohres nach einem der Ansprüche 1 bis 21 bei der Herstellung von Verflüssiger von Kältegeräten.
- 30

24. Verwendung eines Metallrohres nach einem der Ansprüche 1 bis 21 bei der Herstellung von Rohrheizkörperanordnungen und Geräte mit Rohrheizkörpern.
- 5 25. Verwendung eines Metallrohres nach einem der Ansprüche 1 bis 21 bei Luftherhitzergeräten und -einrichtungen.

FIG.1

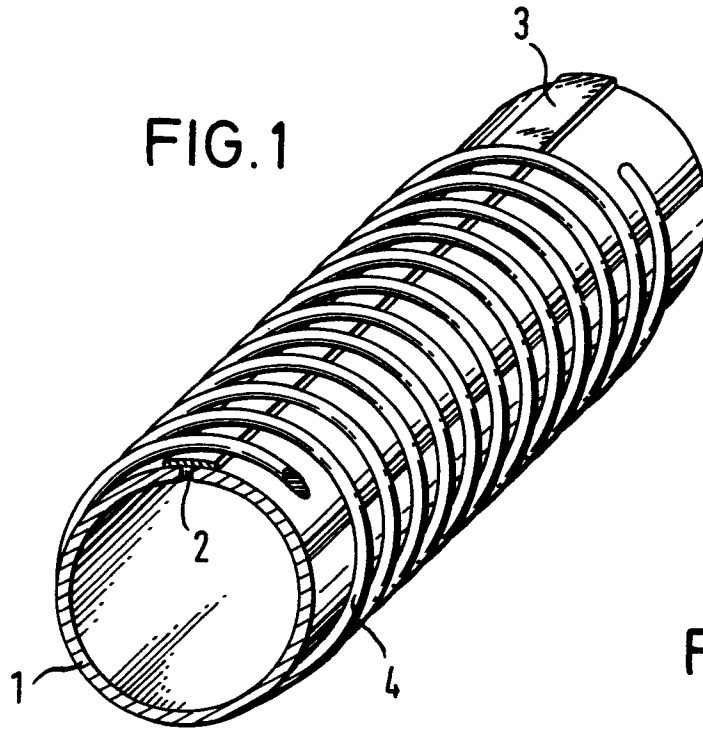


FIG.2

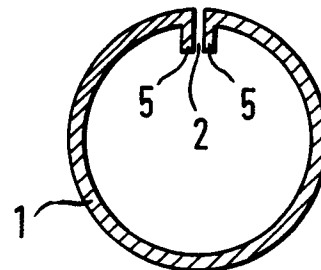


FIG.3

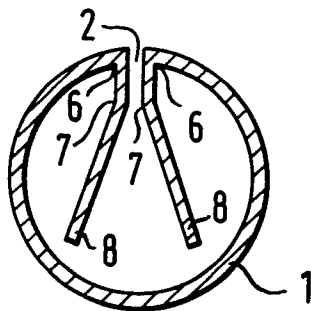
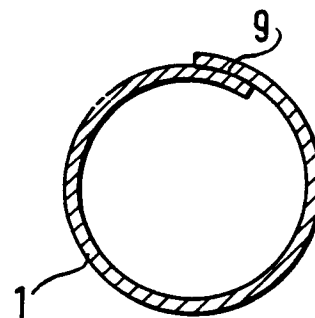


FIG.4





0000369
EP 78 10 0304

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ²)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>US - A - 1 882 151</u> (LAGERBLADE) * Seite 1, Zeilen 98-100; Seite 2, Zeilen 1-38 *	1, 9, 10, 11	B 21 C 37/08 B 21 C 37/26 F 28 F 1/36
	<u>US - A - 2 074 987</u> (LAGERBLADE) * Figuren 1-11 *	1, 9-11, 19	
	<u>CH - A - 341 520</u> (MORRIS) * Figur 3 *	3	
	<u>DE - A - 1 652 577</u> (HEINRICH) * Seite 6 *	7, 12	
	<u>FR - A - 1 181 855</u> (BUNDY) * Seite 3, rechte Spalte *	8	
	<u>US - A - 1 823 919</u> (SMITH) * Seite 1, Zeilen 60-73 *	1, 3, 4	
	<u>DE - C - 97 510</u> (CLARKSON) * Seite 1 *	7, 8, 12	
D	<u>DE - C - 524 552</u> (BUNDY) * Seite 3 *	1	
A	<u>DE - B - 1 100 118</u> (SIEMENS) * Spalten 5, 6 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ²)
			B 21 C 37/08 B 21 C 37/15 B 21 C 37/26 F 28 F 1/36
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abchlußdatum der Recherche		Prüfer
Den Haag	04-10-1978		LOKERE