

(19)



(11)

EP 2 322 297 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.05.2011 Patentblatt 2011/20

(51) Int Cl.:
B21D 53/06 ^(2006.01) **B21D 5/12** ^(2006.01)
F28F 1/04 ^(2006.01) **F28F 1/40** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09180417.9**

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(72) Erfinder: **Aplienz, Norbert**
48249 Dülmen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Dr. Solf & Zapf
Schloßbleiche 20
42103 Wuppertal (DE)

(30) Priorität: **17.11.2009 DE 102009053579**

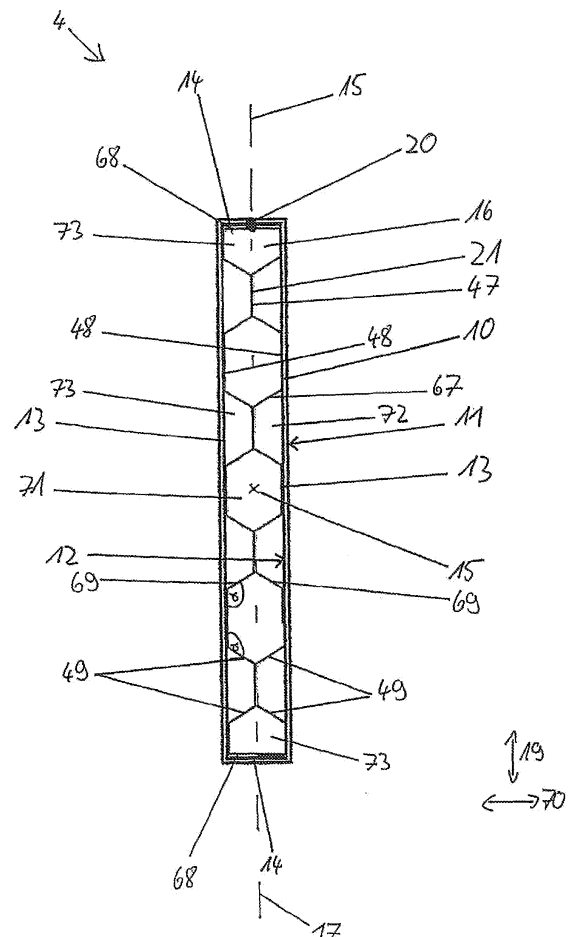
(71) Anmelder: **ARUP Alu-Rohr u. -Profil GmbH**
44357 Dortmund (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54) **Flachrohr mit Turbulenzeinlage für einen Wärmetauscher, Wärmetauscher mit derartigen Flachrohren, sowie Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines derartigen Flachrohres**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flachrohr (4) für Wärmetauscher (1), insbesondere für Ladeluftkühler, mit einer innen liegenden Turbulenzeinlage (21) sowie einen Wärmetauscher (1), insbesondere einen Ladeluftkühler aufweisend derartige Flachrohre (4) und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung (22) zur Herstellung eines derartigen Flachrohres (4).

Figur 2:



EP 2 322 297 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Flachrohr für Wärmetauscher, insbesondere für Ladeluftkühler, mit einer innen liegenden Turbulenzeinlage sowie einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler aufweisend derartige Flachrohre und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung eines derartigen Flachrohres.

[0002] Gattungsgemäße Flachrohre dienen üblicherweise zur strömungstechnischen Verbindung eines Einlasssammelbehälters mit einem Auslasssammelbehälter eines Wärmetauschers, z.B. eines Ladeluftkühlers oder eines Ölkühlers, wozu die Flachrohre übereinander gestapelt und mit ihren Rohrbreitseiten benachbart zueinander angeordnet sind und mit ihren Rohrenden jeweils in den Einlass- und den Auslasssammelbehälter münden. Zudem sind vorzugsweise zwischen den Flachrohren lamellen- bzw. wellenartige Bleche angeordnet, die mit ihren Scheiteln an den Breitseiten der Flachrohre angelötet sind. Die Bleche dienen zur Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche. Durch die Flachrohre strömt ein flüssiges oder gasförmiges, zu kühlendes Medium, z.B. Ladeluft, und zwischen den Flachrohren und durch die Bleche hindurch strömt ein gasförmiges oder flüssiges, Wärme aufnehmendes Medium, bevorzugt Luft, wobei ein Wärmeaustausch zwischen den beiden Medien stattfindet.

[0003] Um die Wärmeübertragung zu verbessern, ist es bekannt, dass die Flachrohre innen liegende Turbulenzbleche bzw. Turbulenzeinlagen aufweisen. Diese dienen primär der Erzeugung einer turbulenten Strömung des durch die Flachrohre strömenden Mediums. Zudem können die Turbulenzeinlagen mit der Rohrwand der Flachrohre verlötet sein, so dass sie auch der Erhöhung der Innendruckfestigkeit aufgrund einer Zugankerwirkung dienen.

[0004] Bei den Turbulenzeinlagen handelt es sich beispielsweise um gewellte Bleche ("Wave-Fins"), die beispielsweise mittels Rollverformung hergestellt werden und mehrere zueinander benachbarte, sich jeweils in eine Rohrlängsrichtung durchgehend erstreckende Strömungskammern bilden. Alternativ dazu handelt es sich bei den Turbulenzeinlagen um so genannte Offset-Fins, die jeweils Strömungskammern bilden, die in Rohrlängsrichtung hintereinander angeordnet sind, wobei die hintereinander angeordneten Strömungskammern in eine Rohrquerrichtung zueinander versetzt angeordnet sind. Dadurch entstehen versetzt zueinander angeordnete Kanten, auf die die Strömung auftrifft, wodurch Turbulenz erzeugt wird. Eine mögliche Ausführungsform von Offset-Fins ist z.B. aus der DE 10 2006 031 675 A1 bekannt.

[0005] Zur Herstellung der Flachrohre mit innenliegender Turbulenzeinlage werden die vorgefertigten Turbulenzeinlagen üblicherweise in die vorgefertigten Flachrohre eingeschoben und zweckmäßigerweise mit diesen verlötet. Dieses Herstellungsverfahren ist relativ aufwendig. Insbesondere handelt es sich dabei um einen mehr-

stufigen Prozess, bei dem die Flachrohre mehrmals in die Hand genommen werden müssen, was hohe Kosten mit sich bringt.

[0006] Zudem ist es beispielsweise aus der DE 10 2006 031 675 A1 bekannt, die Flachrohre mitsamt den Turbulenzeinlagen aus einem Stück zu fertigen. Dazu wird ein Abschnitt eines Flachbandes zunächst u.a. mittels Rollverformung kontinuierlich zu einer Endlos-Turbulenzeinlage verformt, wobei seitlich neben dem verformten Abschnitt das Flachband glatt belassen wird. Anschließend werden die glatten Abschnitte abgekantet und um den verformten Abschnitt herum gewickelt, so dass ein Endlosflachrohr gebildet wird. Das Endlosflachrohr wird anschließend längsseitig verschweißt und abgelängt.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereit zu stellen, mittels dem/der Flachrohre für Wärmetauscher, insbesondere für Ladeluftkühler, mit einer innen liegenden Turbulenzeinlage, einfach, schnell und kostengünstig herstellbar sind.

[0008] Zudem ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines Flachrohres für Wärmetauscher, insbesondere für Ladeluftkühler, mit einer innen liegenden Turbulenzeinlage, das einfach, schnell und kostengünstig herstellbar ist, eine hohe Stabilität gegenüber Druckbelastung von außen und innen aufweist und gute Wärmetauschereigenschaften aufweist.

[0009] Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Wärmetauschers, insbesondere eines Ladeluftkühlers, mit derartigen Flachrohren.

[0010] Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1, eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 15, ein Flachrohr mit den Merkmalen von Anspruch 17 und einen Wärmetauscher mit den Merkmalen von Anspruch 29 gelöst.

[0011] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Eine schematische, rohrschmaleitige Ansicht des erfindungsgemäßen Wärmetauschers

Figur 2: Einen schematischen Querschnitt des erfindungsgemäßen Flachrohres

Figur 3: Schematisch eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

Figur 4: Schematisch einen Querschnitt eines nicht abgekanteten Endlosprofilbleches

Figur 5: Schematisch einen Querschnitt des abgekanteten Endlosprofilbleches und eines abgekanteten Endlosflachbandmaterials zur Herstellung einer Rohrwand

Figur 6: Schematisch einzelne Schritte des Umformvorgangs des Endlosflachbandmaterials und

des Endlosprofilbleches zu einem Endlosflachrohr mit Endlosturbulenzeinlage

Figur 7: Schematisch zwei übereinander angeordnete Biegerollen

Figur 8: Schematisch zwei übereinander angeordnete Abkanten einer ersten Abkanteinrichtung

[0012] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher 1 (Fig. 1) weist einen Einlasssammelbehälter 2, einen dazu beabstandet angeordneten Auslasssammelbehälter 3, mehrere parallel zueinander und nebeneinander, sowie voneinander beabstandet angeordnete erfindungsgemäße Flachrohre 4, sowie vorzugsweise zwischen den Flachrohren 4 angeordnete und mit diesen in Verbindung stehende lamellenartige bzw. wellenartige Bleche 5 auf, die zur Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche dienen. Die Flachrohre 4 sind dabei zwischen den beiden Sammelbehältern 2, 3 angeordnet und verbinden diese strömungstechnisch miteinander. Der Einlasssammelbehälter 2 weist eine Einlassöffnung zum Einlassen des zu kühlenden ersten Mediums, insbesondere Ladeluft, in den Einlasssammelbehälter 2 auf. Der Auslasssammelbehälter 3 weist eine Auslassöffnung zum Auslassen des gekühlten ersten Mediums, aus dem Auslasssammelbehälter 3 auf. Dabei schließt sich an die Einlassöffnung vorzugsweise ein Einlassanschlussstutzen 6 zum Anschluss an das Kühl- oder Heizsystem und an die Auslassöffnung ein Auslassanschlussstutzen 7 zum Anschluss an das Kühl- oder Heizsystem an. Bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher 1 handelt es sich somit um einen Gegenstromwärmetauscher, bei dem ein erstes, zu kühlendes bzw. Wärme abgebendes, flüssiges oder gasförmiges Medium von dem Einlasssammelbehälter 2 in einer Strömungsrichtung 8 durch die Flachrohre 4 hindurch in den Auslasssammelbehälter 3 strömt und dabei gekühlt wird. Die Kühlung erfolgt durch Wärmeaustausch mit einem zweiten, kühlenden bzw. Wärme aufnehmenden, vorzugsweise gasförmigen, Medium, z.B. Luft, das in einer Gegenstromrichtung 9 zwischen den Flachrohren 4, um die lamellenartigen Bleche 5 senkrecht zur Strömungsrichtung 8 herum strömt und dabei Wärme aufnimmt.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Flachrohr 4 (Fig. 2) weist jeweils eine Rohrwand 10 mit einer Rohrwandaußenfläche 11 und einer Rohrwandinnenfläche 12, sowie zwei sich gegenüberliegenden und zueinander parallelen Rohrbreitseitenwandungen 13 und zwei sich gegenüberliegenden und zueinander parallelen Rohrschmalseitenwandungen 14 auf, über die die Rohrbreitseitenwandungen 13 ineinander übergehen. Sowohl die beiden Rohrbreitseitenwandungen 13 als auch die beiden Rohrschmalseitenwandungen 14 sind vorzugsweise ebenflächig bzw. eben bzw. plattenförmig ausgebildet, so dass das Flachrohr 4 einen rechteckigen Querschnitt aufweist. Die Rohrschmalseitenwandungen 14 können

aber auch abgerundet bzw. halbrund ausgebildet sein, so dass das Flachrohr 4 einen im Wesentlichen flachovalen Querschnitt aufweist (nicht dargestellt). Die Rohrwand 10 begrenzt zudem ein Rohrinnes, das einen sich parallel zu einer mittigen Rohrlängsachse 15 erstreckenden Strömungskanal 16 des Flachrohres 4 bildet. Zudem weist das erfindungsgemäße Flachrohr 4 eine Rohrmittenebene 17 auf, die die Rohrlängsachse 15 enthält und mittig zwischen den beiden Rohrbreitseitenwandungen 13 und parallel zu diesen angeordnet ist. Das Flachrohr 4 ist vorzugsweise symmetrisch zur Rohrmittenebene 17 ausgebildet. Außerdem weist das Flachrohr 4 eine zur Rohrlängsachse 15 parallele Rohrlängsrichtung 18 und eine Rohrbreitenrichtung 19, die senkrecht zur Rohrlängsrichtung 18 und parallel zur Rohrmittenebene 17 ist, auf.

[0014] Außerdem ist die Rohrwand 10 durch Rollverformung hergestellt und ist längsseitig verschlossen, insbesondere mittels einer sich parallel zur Rohrlängsrichtung 18 erstreckenden Längsschweißnaht 20, worauf weiter unten näher eingegangen wird. Die Längsschweißnaht 20 ist zweckmäßigerweise an einer der beiden Schmalseitenwandungen 14 und mittig in Bezug zu dieser angeordnet und erstreckt sich parallel zur Rohrlängsachse 15. Mittels der Längsschweißnaht 20 sind aneinander angrenzende bzw. aneinander anstoßende Rohrwandlängskanten bzw. Rohrwandstoßkanten 75 (Fig. 6) der Rohrwand 10 miteinander verschweißt. Die aneinander angrenzenden Rohrwandlängskanten 75 können aber auch auf andere Weise miteinander verbunden sein, beispielsweise miteinander verklebt oder verlötet sein.

[0015] Das erfindungsgemäße Flachrohr 4 weist zudem eine innen liegende, im Strömungskanal 16 angeordnete Stabilisationseintage bzw. Turbulenzeinlage 21 auf, auf deren Ausgestaltung weiter unten näher eingegangen wird. Die Turbulenzeinlage 21 wird üblicherweise auch als Turbulator oder als Fin bezeichnet.

[0016] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung 22 näher beschrieben:

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 22 (Fig.3) weist eine Turbulenzeinlagen-Vorfertigungseinrichtung 23, eine Rohrwandmaterial-Vorfertigungseinrichtung 24, eine Zusammenführeinrichtung 25, mehrere Biegeeinrichtungen 26a,b, vorzugsweise eine Schweißeinrichtung 27 und eine Trenneinrichtung 29 auf.

[0017] Die Turbulenzeinlagen-Vorfertigungseinrichtung 23 weist eine erste Bevorratungseinrichtung 30 für ein erstes metallisches Endlosflachbandmaterial 31 zur Herstellung der Turbulenzeinlage 21, vorzugsweise eine der ersten Bevorratungseinrichtung 30 in eine horizontale Förderrichtung 32 nachgeordnete Stanzeinrichtung 28, eine der Stanzeinrichtung 28 in Förderrichtung 32 nachgeordnete Verformungseinrichtung 33 und eine der

Verformungseinrichtung 33 nachgeordnete erste Abkanteinrichtung 50 auf.

[0018] Die Bevorratungseinrichtung 30 ist z.B. ein Bandspeicher und weist zumindest eine Vorratsrolle 74 auf, von der das zweckmäßigerweise ein- oder beidseitig lotplattierte, metallische erste Endlosflachbandmaterial 31 im wesentlichen kontinuierlich abgewickelt wird. Das erste Endlosflachbandmaterial 31 weist dabei zweckmäßigerweise eine Wandstärke von 0,05 bis 0,5 mm, bevorzugt 0,1 bis 0,2 mm auf. Zudem besteht das erste Endlosflachbandmaterial 31 vorzugsweise aus Aluminium und/oder Kupfer und/oder Stahl. Die Führung des ersten Endlosflachbandmaterials 31 erfolgt zweckmäßigerweise so, dass das ebenflächige Endlosflachbandmaterial 31 horizontal ausgerichtet ist. Zudem weist die Bevorratungseinrichtung 30 vorzugsweise in an sich bekannter Weise in Förderrichtung 32 der Vorratsrolle 74 nachgeordnet mehrere tanzende Rollen (nicht dargestellt) auf, die jeweils in Förderrichtung 32 hintereinander und vertikal zueinander versetzt angeordnet sind und unabhängig voneinander in vertikaler Richtung beweglich sind, so dass sie eine variable Länge des ersten Flachbandmaterials 31 einspannen können. Von den tanzenden Rollen wird das erste Flachbandmaterial 31 dann weiter zur Stanzeinrichtung 28 gefördert.

[0019] Die Stanzeinrichtung 28 dient zum Ausstanzen von Löchern (nicht dargestellt) aus dem ersten Endlosflachbandmaterial 31. Mittels der Stanzeinrichtung 28 werden eine oder mehrere sich parallel zur Förderrichtung 32 erstreckende Reihen von Löchern erzeugt. Die Löcher dienen zur Turbulenzerzeugung, worauf weiter unten näher eingegangen wird. Dazu weist die Stanzeinrichtung 28 zumindest zwei sich gegenüberliegende Stanzrollen auf, zwischen denen das erste Flachbandmaterial 31 durchgeführt wird. Dabei weist eine der beiden Stanzrollen entsprechende, vorstehende Stempелеlemente und die andere Stanzrolle weist entsprechende Aussparungen auf, in die die Stempелеlemente eintauchen können.

[0020] Alternativ zur Stanzeinrichtung oder zusätzlich dazu ist eine Prägeeinrichtung (nicht dargestellt) zum Einbringen von Turbulenz erzeugenden Prägungen in das erste Flachbandmaterial 31 vorhanden. Die Prägeeinrichtung weist in an sich bekannter Weise zwei sich gegenüberliegende Prägerollen auf.

[0021] Von der Stanzeinrichtung 28 bzw. der Prägeeinrichtung wird das erste Flachbandmaterial 31 dann weiter zur Verformungseinrichtung 33 gefördert.

[0022] Die Verformungseinrichtung 33 dient zur Verformung bzw. Umformung des ersten Flachbandmaterials 31 zu einem profilierten Endlosprofilblech 35 mit einem vorbestimmten Querschnittsprofil (Figur 4). Die Verformung erfolgt zweckmäßigerweise mittels Rollverformung, im Folgenden auch Prägen genannt. Dazu weist die Verformungseinrichtung 33 zwei in vertikaler Richtung übereinander angeordnete, drehbar gelagerte Verformungsrollen bzw. Prägerollen 34a, 34b auf, deren Drehachsen horizontal und senkrecht zur Förderrichtung

32 ausgerichtet und die vertikal fluchtend zueinander angeordnet sind. Die beiden Prägerollen 34a, 34b sind zudem in gegenläufige Drehrichtungen antreibbar und derart voneinander beabstandet angeordnet, dass das erste Flachbandmaterial 31, wenn es zwischen den beiden Prägerollen 34a, 34b durchgeführt wird, geprägt wird. Zum Einbringen der Prägungen in das erste Flachbandmaterial 31 weisen die beiden Prägerollen 34a, 34b jeweils außenliegende, umlaufende und im wesentlichen zylindrische Prägeflächen auf, die jeweils die positiven bzw. negativen Prägeformen der in das erste Flachbandmaterial 31 einzubringenden Prägungen aufweisen. Insbesondere weist die Prägefläche der unteren Prägerolle 34b positive, konvexe bzw. hervorstehende Prägeformen auf und die Prägefläche der oberen Prägerolle 34a die entsprechenden negativen, konkaven, also nach einwärts gewölbten Prägeformen dazu auf.

[0023] Das erzeugte Endlosprofilblech 35 weist eine Profilblechwandung 43, zwei seitliche Profilblechlängskanten 36, eine erste Profilblechbreite 44 und eine zweite, der ersten Profilblechbreite 44 gegenüberliegende Profilblechbreite 45, eine Längserstreckung in Förderrichtung 32 und eine Quererstreckung in eine horizontale, zur Förderrichtung 32 senkrechte Profilblechquerrichtung 37 auf. Zweckmäßigerweise ist die erste Profilblechbreite 44 oberhalb der zweiten Profilblechbreite 45 angeordnet.

[0024] Von der einen der beiden Profilblechlängskanten 36 aus und in Profilblechquerrichtung 37 gesehen weist das Endlosprofilblech 35 zunächst einen ersten äußeren unverformten, prägefreien, ebenflächigen, plattenförmigen Abschnitt 38 auf. Der erste äußere ebenflächige Abschnitt 38 ist zweckmäßigerweise horizontal ausgerichtet. An den ersten äußeren ebenflächigen Abschnitt 38 schließt sich in Profilblechquerrichtung 37 gesehen ein erster verformter bzw. profilierter, insbesondere geprägter, Abschnitt 39 an. An den ersten verformten Abschnitt 39 schließt sich in Profilblechquerrichtung 37 gesehen ein mittlerer unverformter, prägefreier, ebenflächiger, plattenförmiger Abschnitt 40 an. Die erste Profilblechbreite 44 und die zweite Profilblechbreite 45 des mittleren ebenflächigen Abschnitts 40 sind jeweils koplanar zur ersten Profilblechbreite 44 bzw. der zweiten Profilblechbreite 45 des ersten äußeren unverformten Abschnitts 38. An den mittleren ebenflächigen Abschnitt 40 schließt sich in Profilblechquerrichtung 37 gesehen ein zweiter verformter bzw. profilierter, insbesondere geprägter, Abschnitt 41 an. An den zweiten verformten Abschnitt 41 schließt sich in Profilblechquerrichtung 37 gesehen ein zweiter äußerer unverformter, prägefreier, ebenflächiger, plattenförmiger Abschnitt 42 an. Die erste Profilblechbreite 44 und die zweite Profilblechbreite 45 des zweiten äußeren ebenflächigen Abschnitts 42 sind jeweils koplanar zur ersten Profilblechbreite 44 bzw. zweiten Profilblechbreite 45 des ersten äußeren unverformten Abschnitts 38.

[0025] Die beiden verformten Abschnitte 39, 41 weisen jeweils im Querschnitt gesehen vorzugsweise ein

Trapezprofil 46 auf. Das heißt, die beiden verformten Abschnitte 39, 41 sind nach Art eines Trapezprofilbleches bzw. eines Trapezbleches ausgebildet. Das Trapezprofil 46 und damit die verformten Abschnitte 39, 41 weisen jeweils erste und zweite sich jeweils bevorzugt horizontal erstreckende, ebenflächige, plattenförmige zueinander parallele Scheitelwandungen 47, 48 auf, wobei die ersten Scheitelwandungen 47 in vertikaler Richtung und in Profilblechquerrichtung 37 gesehen zu den zweiten Scheitelwandungen 38 versetzt bzw. beabstandet angeordnet sind. Dabei sind die ersten Scheitelwandungen 47 zweckmäßigerweise höher als die zweiten Scheitelwandungen 48 angeordnet. Außerdem sind die erste Profilblechbreite 44 und die zweite Profilblechbreite 45 der zweiten Scheitelwandungen 48 jeweils koplanar zur ersten Profilblechbreite 44 bzw. der zweiten Profilblechbreite 45 der ebenflächigen Abschnitte 38, 40, 42. Zudem sind die ersten und zweiten Scheitelwandungen 47, 48 in Profilsquerrichtung 37 gesehen abwechselnd angeordnet. Durch schräge, vorzugsweise ebenflächige, plattenförmige Schenkelwandungen 49 ist jeweils eine erste Scheitelwandung 47 mit einer zweiten Scheitelwandung 48 verbunden. Insbesondere schließt eine Schenkelwandung 49 mit einer ersten Scheitelwandung 47 einen Winkel α ein, wobei $90^\circ < \alpha \leq 135^\circ$. Die Schenkelwandungen 49 und die Scheitelwandungen 47, 48 und somit das Trapezprofil 46 weisen eine Längserstreckung in Förderrichtung 32 auf.

[0026] Vorzugsweise ist das Endlosprofilblech 35 symmetrisch zu einer mittigen, sich parallel zur Förderrichtung 32 und senkrecht zur Profilblechquerrichtung 37 erstreckenden Profilblechmittelebene 65 ausgebildet. Die Profilblechmittelebene 65 schneidet das Endlosprofilblech 35 im mittigen ebenflächigen Bereich 40. Von der Profilblechmittelebene 65 ausgehend schließen sich beidseits je einer der beiden verformten Bereiche 39, 41 an den mittigen ebenflächigen Bereich 40 an. An jeden der beiden verformten Bereiche 39, 41 wiederum schließt sich einer der beiden ebenflächigen Bereiche 38, 42 an.

[0027] Des Weiteren ist zweckmäßigerweise die Erstreckung der ersten Scheitelwandungen 47 in Profilblechquerrichtung 37 gesehen kleiner als die Erstreckung der zweiten Scheitelwandungen 48. Vorzugsweise weisen die ersten Scheitelwandungen 47 eine Erstreckung in Profilblechquerrichtung 37 von 1 bis 5 mm auf. Die zweiten Scheitelwandungen 48 weisen vorzugsweise eine Erstreckung in Profilblechquerrichtung 37 von 1 bis 5 mm auf.

[0028] Außerdem sind die eingestanzten Löcher bzw. die Turbulenz erzeugenden Prägungen zweckmäßigerweise so eingebracht, dass sie nach dem Verformen in den Schenkelwandungen 49 vorhanden sind.

[0029] Alternativ zum Trapezprofil 46 weisen die beiden verformten Abschnitte 39, 41 jeweils im Querschnitt gesehen ein anderes Wellenprofil, insbesondere ein sinusartiges Wellenprofil oder ein Dreiecksprofil oder ein Rechteckprofil auf.

[0030] Die erste Abkanteinrichtung 50 dient zum Ab-

kanten bzw. Umbiegen des Endlosprofilbleches 35 im Bereich der beiden Profilblechlängskanten 36, also im Bereich der beiden äußeren ebenflächigen Abschnitte 38, 42. Insbesondere wird das Endlosprofilblech 35 um 90° abgewinkelt bzw. umgebogen. Dadurch werden zwei seitliche Stegwandungen 51 gebildet, die um 90° in Bezug zur Profilblechquerrichtung 37 abgewinkelt sind und somit vertikal ausgerichtet sind. Die beiden Stegwandungen 51 weisen jeweils endseitig eine der beiden Profilblechlängskanten 36 auf. Das Abkanten erfolgt vorzugsweise mittels Rollverformung. Infolgedessen weist die erste Abkanteinrichtung 50 zwei übereinander angeordnete Abkantrollen 82a, 82b auf (Fig. 8).

[0031] Die obere Abkantrolle 82a weist eine mittige, zylindrische Mantelfläche 83 auf, mit der die obere Abkantrolle 82a auf den mittigen ebenflächigen Abschnitt 40 drückt. An die mittige Mantelfläche 83 schließen sich beidseits zwei wiederum zylindrische Mantelflächen 84 an, die einen geringeren Durchmesser als die mittige Mantelfläche 83 aufweisen und die an den ersten Scheitelwandungen 47 anliegen. An die beiden zylindrischen Mantelflächen 84 schließt sich jeweils eine äußere Abkantscheibe 85 mit jeweils einer zylindrischen Mantelfläche 85a an. Der Durchmesser der Mantelflächen 85a entspricht dem Durchmesser der mittigen Mantelfläche 83. Die beiden Mantelflächen 85a drücken auf die zweiten äußeren ebenflächigen Abschnitte 38, 42 drauf, wobei allerdings ein Teil der zweiten äußeren ebenflächigen Abschnitte 38, 42 jeweils über die äußeren Mantelflächen 85a übersteht.

[0032] Die untere Abkantrolle 82b weist eine zylindrische Mantelfläche 86 auf, an die sich jeweils endseitig eine äußere Abkantscheibe 87 mit einer zylindrischen Mantelfläche 87a anschließt. Die beiden Mantelflächen 87a weisen einen größeren Durchmesser als die mittige Mantelfläche 86 auf. Die mittige Mantelfläche 86 liegt an den zweiten Scheitelwandungen 48 und einem Teil der äußeren ebenflächigen Abschnitte 38, 42 an. Der über die äußeren Mantelfläche 85a der oberen Abkantrolle 82a überstehende Teil der äußeren ebenflächigen Abschnitte 38, 42, wird zwischen den beiden Abkantscheiben 85, 87 umgebogen.

[0033] Die Rohrwandmaterial-Vorfertigungseinrichtung 24 ist parallel zur Turbulenzeinlagen-Vorfertigungseinrichtung 23, insbesondere unterhalb dieser angeordnet. Die Rohrwandmaterial-Vorfertigungseinrichtung 24 weist eine zweite Bevorratungseinrichtung 52 für ein zweites metallisches Endlosflachbandmaterial 53 zur Herstellung der Rohrwand 10 der Flachrohre 4, und bevorzugt eine der zweiten Bevorratungseinrichtung 52 in Förderrichtung 32 nachgeordnete zweite Abkanteinrichtung 54 auf.

[0034] Die zweite Bevorratungseinrichtung 52 ist ebenfalls z.B. ein Bandspeicher und weist zumindest eine Vorratsrolle 55 auf, von der das zweckmäßigerweise ein- oder beidseitig lotplattierte, metallische zweite Endlosflachbandmaterial 53 im wesentlichen kontinuierlich abgewickelt wird. Das zweite Endlosflachbandmaterial

53 weist dabei zweckmäßigerweise eine Wandstärke entsprechend der gewünschten Wandstärke der Rohrwand 10 des herzustellenden Flachrohres 4 von 0,2 bis 0,8 mm, bevorzugt 0,25 bis 0,35 mm auf. Zudem besteht das zweite Endlosflachbandmaterial 53 vorzugsweise aus Aluminium und/oder Kupfer und/oder Stahl, wobei es nicht aus demselben Werkstoff wie das erste Endlosflachbandmaterial 31 bestehen muss. Außerdem weist das zweite Endlosflachbandmaterial 53 zwei sich parallele zur Förderrichtung 32 erstreckende Bandlängskanten 56 sowie eine, bevorzugt horizontale, erste, ebenflächige Bandbreite 60 und eine, bevorzugt horizontale, zweite, ebenflächige Bandbreite 61 auf. Die erste Bandbreite 60 ist bevorzugt oberhalb der zweiten Bandbreite 61 angeordnet. Die Führung des zweiten Endlosflachbandmaterials 53 erfolgt somit zweckmäßigerweise ebenfalls so, dass das plattenförmige Endlosflachbandmaterial 53 horizontal ausgerichtet ist. Insbesondere sind das erste und zweite Endlosflachbandmaterial 31, 53 beide horizontal ausgerichtet und in vertikaler Richtung fluchtend zueinander angeordnet. Die zweite Bevorratungseinrichtung 52 weist vorzugsweise ebenfalls in an sich bekannter Weise in Förderrichtung 32 der Vorratsrolle 55 nachgeordnet mehrere tanzende Rollen (nicht dargestellt) auf, die jeweils in Förderrichtung 32 hintereinander und vertikal zueinander versetzt angeordnet sind und unabhängig voneinander in vertikaler Richtung beweglich sind, so dass sie eine variable Länge des zweiten Flachbandmaterials 53 einspannen können. Von den tanzenden Rollen wird das zweite Flachbandmaterial 53 dann weiter zur zweiten Abkanteinrichtung 54 gefördert.

[0035] Die zweite Abkanteinrichtung 54 dient zum Abkanten bzw. Umbiegen bzw. Abwinkeln des zweiten Endlosflachbandmaterials 53 im Bereich der beiden Bandlängskanten 56. Insbesondere wird das zweite Endlosflachbandmaterial 53 um 90° abgewickelt. Das heißt, es werden zwei seitliche Stegwandungen 57 (Figur 5) gebildet, die um 90° in Bezug zu einer horizontalen Bandquerrichtung 58 nach oben abgewinkelt sind und somit vertikal ausgerichtet sind. Die beiden Stegwandungen 57 weisen jeweils endseitig eine der beiden Bandlängskanten 56 auf. Zum Abkanten weist die zweite Abkanteinrichtung 54 analog zur ersten Abkanteinrichtung 50 eine obere und untere Abkanthölle auf. Die untere Abkanthölle ist analog zur unteren Abkanthölle 82a der ersten Abkanteinrichtung 50 aufgebaut. Die obere Abkanthölle weist zweckmäßigerweise eine durchgehende, zylindrische Mantelfläche auf.

[0036] Die Zusammenführeinrichtung 25 dient zum Zusammenführen des umgekannten Endlosprofilbleches 35 und des umgekannten zweiten Endlosflachbandmaterials 53 derart, dass eine der beiden Profilblechbreitseiten 44, 45 an einer der beiden Bandbreitseiten 60, 61 anliegt. Das Endlosprofilblech 35 und das zweite Endlosflachbandmaterial 53 werden also breitseitig aneinander gelegt. Dazu ist die Zusammenführeinrichtung 25 den beiden Abkanteinrichtungen 50, 54 in

Förderrichtung 32 nachgeordnet angeordnet. Die Zusammenführeinrichtung 25 weist mehrere Umlenk- und Führungsrollen 59 zum Umlenken und zum Zusammenführen des Endlosprofilbleches 35 und des zweiten Endlosflachbandmaterials 53 auf. Insbesondere werden das Endlosprofilblech 35 und das zweite Endlosflachbandmaterial 53 so zusammengeführt, dass das Endlosprofilblech 35 in das zweite Endlosflachbandmaterial 53 eingelegt und auf dieses aufgelegt wird. Das heißt, so dass die zweite Profilblechbreite 45 auf der ersten Bandbreite 60 aufliegt und die beiden Stegwandungen 51 des Endlosprofilbleches 35 innen an den beiden Stegwandungen 57 des zweiten Flachbandmaterials 53 anliegen. Das Endlosprofilblech 35 ist somit nach dem Zusammenführen seitlich formschlüssig in dem zweiten Flachbandmaterial 53 aufgenommen. Insbesondere ist es in Profilblech- bzw. Bandquerrichtung unverschieblich 37, 58 im zweiten Flachbandmaterial 53 angeordnet und geführt.

[0037] Der Zusammenführeinrichtung 25 in Förderrichtung 32 nachgeordnet sind die Biegeeinrichtungen 26a, b zur Bildung eines Endlosflachrohres 62 (Fig. 6). Das zweite Endlosflachbandmaterial 53 wird mittels der Biegeeinrichtungen 26a, b derart um zur Förderrichtung 32 parallele Achsen umgebogen, dass die längsgeschlitzte Rohrwand 10 des herzustellenden Flachrohres 4 gebildet wird. Insbesondere weist die Rohrwand 10 folglich die beiden Rohrbreitseitenwandungen 13 und die beiden Rohrschmalseitenwandungen 14 und zweckmäßigerweise einen rechteckigen Querschnitt auf. Dazu wird das Endlosflachbandmaterial 53 so um zur Förderrichtung 32 parallele Biegeachsen gebogen, dass die beiden Bandlängskanten 56 aneinander stoßen und zwei sich gegenüberliegende Rohrwandlängskanten 75 bilden. Zudem wird das zweite Endlosflachbandmaterial 53 so gebogen, dass die beiden Stegwandungen 57 sich gegenüberliegend angeordnet sind und eine der beiden Rohrschmalseitenwandungen 14 bilden. Dazu wird das zweite Endlosflachbandmaterial 53 beidseits einer mittleren, zur Bandquerrichtung 58 senkrechten Bandmittelebene 76 jeweils um 90°, insbesondere nach oben, abgewinkelt. Die Knickbereiche bzw. Knickkanten bzw. Biegekanten sind dabei von der Bandmittelebene 76 gleich beabstandet. Die Rohrbreitseitenwandungen 13 der Rohrwand 10 des Endlosflachrohres 66 sind dabei zweckmäßigerweise vertikal ausgerichtet und die beiden Rohrschmalseitenwandungen 14 sind zweckmäßigerweise horizontal ausgerichtet.

[0038] Das Endlosprofilblech 35 wird gleichzeitig mit dem zweiten Endlosflachbandmaterial 53 mittels der Biegeeinrichtungen 26a, b derart um zur Förderrichtung 32 parallele Achsen umgebogen, dass es eine flachrohrförmige, längsgeschlitzte Endlosturbulenzeinlage 66 bildet, deren Querschnittsprofil dem Querschnittsprofil der Turbulenzeinlage 21 des herzustellenden Flachrohres 4 entspricht. Das heißt, das Endlosprofilblech 35 wird zur rohrförmigen Endlosturbulenzeinlage 66 umgebogen, wobei die Endlosturbulenzeinlage 66 von der aus dem zweiten

Endlosflachbandmaterial 53 gebildeten Rohrwand 10 umschlossen bzw. eingehüllt wird. Das Endlosprofilblech 35 wird so umgebogen, dass die beiden Profilblechlängskanten 36 aneinander stoßen und Einlagenlängskanten 77 bilden (Fig. 6). Zudem wird das Endlosprofilblech 35 so umgebogen, dass die beiden Stegwandungen 51 sich gegenüberliegend angeordnet sind und zweckmäßigerweise horizontal ausgerichtet sind. Dazu wird das Endlosprofilblech 35 beidseits der Profilblechmittelebene 65 im mittigen ebenflächigen Abschnitt 40 jeweils um 90°, insbesondere nach oben, abgewickelt. Die Knickbereiche bzw. Knickkanten bzw. Biegekanten sind dabei von der Profilblechmittelebene 65 gleich beabstandet. Dadurch werden die beiden verformten Abschnitte 39, 41 aufeinander geklappt, so dass die ersten Scheitelwandungen 47 des ersten verformten Abschnitts 39 und die ersten Scheitelwandungen 47 des zweiten verformten Abschnitts 41 sich paarweise gegenüberliegen, insbesondere paarweise aneinander liegen und die zweiten Scheitelwandungen 48 des ersten verformten Abschnitts 39 und die zweiten Scheitelwandungen 48 des zweiten verformten Abschnitts 41 sich ebenfalls paarweise gegenüberliegen, aber voneinander beabstandet sind.

[0039] Die durch Umbiegen des Endlosprofilbleches 35 entstandene Endlosturbulenzeinlage 66 und folglich auch die Turbulenzeinlage 21 des herzustellenden Flachrohres 4 weisen jeweils eine umlaufende, längsseitig geschlitzte Einlagenwandung 67 auf. Die Einlagenwandung 67 weist zwei sich gegenüberliegende, vorzugsweise ebenflächige, Einlagenschmalseitenwandungen 68 und zwei sich gegenüberliegende, profilierte Einlagenbreitseitenwandungen 69 auf. Die Einlagenbreitseitenwandungen 69 weisen eine Erstreckungsrichtung parallel zu den Rohrbreitseitenwandungen 13 bzw. parallel zur Rohrbreitenrichtung 19 auf. Eine der beiden Einlagenschmalseitenwandungen 68 wird dabei durch die beiden sich gegenüberliegenden Stegwandungen 51 gebildet, die andere wird durch den nicht abgewinkelten Teil des mittigen ebenflächigen Abschnitts 40 gebildet. Die Einlagenschmalseitenwandungen 68 liegen dabei innen an den Rohrschmalseitenwandungen 14 an, sind also parallel zu diesen. Die Einlagenbreitseitenwandungen 69 werden hauptsächlich von den beiden verformten Abschnitten 39, 41 gebildet. Dadurch weisen die beiden Einlagenbreitseitenwandungen 69 die jeweils zueinander parallelen ersten und zweiten Scheitelwandungen 47, 48, sowie die Schenkelwandungen 49 und somit ebenfalls jeweils ein Trapezprofil auf. Die ersten Scheitelwandungen 47 einer Einlagenbreitseitenwandung 69 sind dabei in Rohrhöhenrichtung 70 und in Rohrbreitenrichtung 19 gesehen zu den zweiten Scheitelwandungen 48 versetzt bzw. beabstandet angeordnet. Zudem sind die ersten und zweiten Scheitelwandungen 47, 48 einer Einlagenbreitseitenwandung 69 in Rohrbreitenrichtung 19 gesehen abwechselnd angeordnet. Außerdem erstrecken sich die ersten und zweiten Scheitelwandungen 47, 48 einer Einlagenbreitseitenwandung 69 in Rohrbreitenrichtung 19 und in Rohrlängsrichtung 18 bzw. sind

parallel zur Rohrmittenebene 17.

[0040] Zudem liegen sich die ersten Scheitelwandungen 47 der einen Einlagenbreitseitenwandung 69 und die ersten Scheitelwandungen 47 der anderen Einlagenbreitseitenwandung 69 in einer zur Rohrbreitenrichtung 19 und zur Rohrlängsachse 15 senkrechten Rohrhöhenrichtung 70 gesehen paarweise gegenüber. Insbesondere liegen die ersten Scheitelwandungen 47 paarweise flächig aneinander an. Die ersten Scheitelwandungen 47 treffen sich also vorzugsweise in der Rohrmittenebene 17. Dabei sind die ersten Scheitelwandungen 47 einer Einlagenbreitseitenwandung 69 zu den ersten Scheitelwandungen 47 der anderen Einlagenbreitseitenwandung 69 bevorzugt parallel. Auch die zweiten Scheitelwandungen 48 der einen Einlagenbreitseitenwandung 69 und die zweiten Scheitelwandungen 48 der anderen Einlagenbreitseitenwandung 69 liegen sich in Rohrhöhenrichtung 70 gesehen paarweise gegenüber, wobei sie allerdings in Rohrhöhenrichtung 70 voneinander beabstandet sind, also nicht bis zur Rohrmittenebene 17 in den Strömungskanal 16 hinein ragen. Dabei sind auch die zweiten Scheitelwandungen 48 einer Einlagenbreitseitenwandung 69 zu den zweiten Scheitelwandungen 48 der anderen Einlagenbreitseitenwandung 69 bevorzugt parallel. Insbesondere liegen die zweiten Scheitelwandungen 48 jeweils flächig an der Rohrwandinnenfläche 12 der Rohrwand 10 des Endlosflachrohres 62 an. Die zweiten Scheitelwandungen 48 stützen sich also an der Rohrwand 10, insbesondere an der Rohrwandinnenfläche 12 ab. Eine Einlagenbreitseitenwandung 69 erstreckt sich in Rohrhöhenrichtung 70 gesehen also bevorzugt nur auf einer Seite der Rohrmittenebene 17 bzw. von der einen Rohrbreitseitenwandung 13 bis zur Rohrmittenebene 17 hin.

[0041] Aufgrund der beschriebenen Anordnung der Scheitel- und Schenkelwandungen 47, 48, 49 weist die Endlosturbulenzeinlage 66 eine wabenförmige Struktur bzw. ein Wabenprofil auf. Insbesondere weist die Endlosturbulenzeinlage 66 mehrere, in Rohrquerrichtung 70 zueinander benachbart angeordnete erste Strömungskammern 71 mit jeweils sechseckigem, insbesondere einem regelmäßig bzw. regular sechseckigen Querschnitt auf, die jeweils von zwei sich gegenüberliegenden zweiten Scheitelwandungen 48 und den sich daran anschließenden vier Schenkelwandungen 49 begrenzt werden. Die ersten Strömungskammern 71 weisen zudem eine Längserstreckung in Richtung der Rohrlängsrichtung 18 auf. Die Erstreckung der ersten Strömungskammern 71 in Rohrhöhenrichtung 70 entspricht dabei der Rohrhöhe, so dass die wabenförmige Struktur einreihig ausgebildet ist.

[0042] Zudem werden jeweils zwei zweite Strömungskammern 72 zwischen je zwei ersten Strömungskammern 71 gebildet, die jeweils von einer ersten Scheitelwandung 47, der Rohrwand 10 und den beiden sich an die erste Scheitelwandung 47 anschließenden zwei Schenkelwandungen 49 begrenzt werden. Die zweiten Strömungskammern 72 weisen jeweils einen trapezför-

migen Querschnitt und ebenfalls eine Längserstreckung in Richtung der Rohrlängsrichtung 18 auf. Jeweils zwei zwischen jeweils zwei ersten Strömungskammern 71 angeordnete zweite Strömungskammern 72 sind in Rohrhöhenrichtung 70 gesehen paarweise übereinander angeordnet.

[0043] Des Weiteren sind zwei rohrschmalseitig bzw. randseitig bzw. endseitig angeordnete dritte Strömungskammern 73 vorhanden, die jeweils von einer der beiden Einlagenschmalseitenwandungen 68, zweier halber zweiter Scheitelwandungen 48 und zwei Schenkelwandungen 49 begrenzt werden. Die dritten Strömungskammern 73 weisen somit einen Querschnitt eines halbierten Sechsecks auf.

[0044] Wie bereits oben erläutert, dienen die Biegeeinrichtungen 26a,b zum Biegen, insbesondere mittels Rollverformung des zweiten Endlosflachbandmaterials 53 mitsamt dem Endlosprofilblech 35 zum eben beschriebenen längsseitig geschlitzten Endlosflachrohr 62 (Fig. 6). Dabei sind zweckmäßigerweise zwei verschiedene Arten von Umform- bzw. Biegeeinrichtungen 26a, b vorhanden. Die ersten Biegeeinrichtungen 26a der erfindungsgemäßen Vorrichtung 22 weisen jeweils eine untere und eine obere Umform- bzw. Biegerolle 63a, 63b (Fig. 7) auf, die jeweils ober- bzw. unterhalb des zweiten Flachbandmaterials 53 und des darin eingelegten Endlosprofilbleches 35 angeordnet sind, wobei Drehachsen der Biegerollen 63a, 63b parallel zu den Drehachsen der Prägerollen 34a, 34b und zueinander in vertikaler Richtung fluchtend ausgerichtet sind. Die beiden Biegerollen 63a, 63b sind in Bezug zueinander in gegenläufige Drehrichtungen antreibbar, wobei die oberen Biegerollen 63a die gleiche Drehrichtung wie die obere Prägerolle 34a und die unteren Biegerollen 63b die gleiche Drehrichtung wie die untere Prägerolle 34b aufweisen.

[0045] Die oberen Biegerollen 63a weisen vorzugsweise eine mittige, zylindrischen Mantelfläche 78 und zwei dazu benachbarte konische, sich von der mittigen Mantelfläche 78 weg verjüngende Mantelflächen 79 auf. Die Erstreckung der mittigen Mantelfläche 78 in Richtung der Drehachse der jeweiligen Biegerolle 63a entspricht dabei der Erstreckung einer Rohrschmalseitenwandung 14 des herzustellenden Endlosflachrohres 62 in Rohrhöhenrichtung 70. Die unteren Biegerollen 63b weisen jeweils eine mittige, zylindrische Mantelfläche 80 und zwei dazu benachbarte konische, sich von der mittigen Mantelfläche 80 weg erweiternde Mantelflächen 81 auf. Die oberen und unteren Biegerollen 63a, 63b weisen also eine in Bezug zueinander positive/negative Form auf.

[0046] Zum Biegen liegt jeweils die mittige Mantelfläche 80 einer unteren Biegerolle 63b an der zweiten Bandbreite 61 an bzw. drückt auf diese drauf. Zudem liegen die beiden konischen Mantelflächen 81 ebenfalls an der zweiten Bandbreite 61 an. Die mittige Mantelfläche 78 einer oberen Biegerolle 63a stützt sich auf dem mittleren, ebenflächigen Abschnitt 40 ab bzw. drückt auf diesen drauf. Die beiden konischen Mantelflächen 79 liegen an den zweiten Scheitelwandungen 48 an. Dadurch wer-

den das zwischen den beiden Biegerollen 63a, 63b durchgeführte zweite Flachbandmaterial 53 und das Endlosprofilblech 35 aufgrund der Negativ/Positivform der Biegerollen 63a, 63b um die obere Biegerolle 63a herum beim Abrollen sukzessive gebogen bzw. abgewinkelt. Das heißt, die verformten Abschnitte 39, 41 werden aufeinander und auf die oberen Biegerollen 63a zu gebogen (Fig. 6). Dabei nimmt der Grad der Erweiterung der unteren konischen Mantelflächen 81 zu jeder nachfolgenden Biegeeinrichtung 26 hin etwas zu und der Grad der Verjüngung der oberen konischen Mantelflächen 79 nimmt ebenfalls zu.

[0047] Mittels der ersten Biegeeinrichtungen 26a werden das zweite Flachbandmaterial 53 und das Endlosprofilblech 35 so lange gebogen, wie eine obere Biegerolle 63a noch zwischen den verformten Abschnitten 39, 41 Platz hat, die Rohrwand 10 also noch nicht vollständig geschlossen ist.

[0048] Anschließend werden das zweite Flachbandmaterial 53 und das Endlosprofilblech 35 mittels der zweiten Biegeeinrichtungen 26b weiter gebogen und verformt, bis sie die gewünschte Querschnittsform aufweisen. Die zweiten Biegeeinrichtungen 26b sind somit den ersten Biegeeinrichtungen 26a in Förderrichtung 32 nachgeordnet. Die zweiten Biegeeinrichtungen 26b weisen jeweils lediglich nur noch untere Biegerollen 63b auf, bei denen die Konizität der konischen Mantelfläche 81 sukzessive zunimmt, bis die seitlichen Mantelflächen 81 senkrecht zur mittigen Mantelfläche 80 sind.

[0049] In der sich an die letzte Biegeeinrichtung 26b in Förderrichtung 32 anschließenden Schweißeinrichtung 27 werden die sich gegenüberliegenden Rohrwandlängskanten 75 in an sich bekannter Weise kontinuierlich miteinander verschweißt, so dass ein geschlossenes, vorgefertigtes Endlosflachrohr 62 entsteht. Beim Verschweißen werden die beiden Rohrwandlängskanten 75 z.B. mittels Druckrollen, die an den beiden Rohrbreitseitenwandungen 13 angreifen, aneinander gedrückt und das Material im Bereich der Rohrwandlängskanten 75 so erhitzt, dass es unter Bildung der Längsschweißnaht 20 miteinander verschweißt. Zweckmäßigerweise erfolgt das Verschweißen mittels Induktionsschweißen.

[0050] Vorzugsweise werden in der Schweißeinrichtung 27 aber nicht nur die beiden Rohrwandlängskanten 75, sondern auch gleichzeitig die beiden Einlagenlängskanten 77 miteinander verschweißt. Das heißt, durch Zusammendrücken der beiden Rohrwandlängskanten 75 werden auch die beiden Einlagenlängskanten 77 aneinander gedrückt und das Material im Bereich der Einlagenlängskanten 77 derart mit erhitzt, dass es miteinander verschweißt wird. Zweckmäßigerweise wird dabei lediglich eine Schweißnaht, nämlich die Längsschweißnaht 20 gebildet, so dass zusätzlich die Rohrwand 10 und die Endlosturbulenzeinlage 66 über die Längsschweißnaht 20 miteinander verschweißt sind, so dass die Rohrwand 10 und die Endlosturbulenzeinlage 66 fest miteinander verbunden sind.

[0051] Zudem können auch die Einlagenlängskanten

77 aufgrund der Hitzeeinwirkung beim Verschweißen der Rohrwandlängskanten 75 lediglich miteinander verlöten. Dazu ist zweckmäßigerweise Flussmittel vorhanden, das, vorzugsweise innenseitig, auf den Einlagenlängskanten 77 vorhanden ist.

[0052] Alternativ zum Verschweißen bzw. Verlöten der Einlagenlängskanten 77 oder zusätzlich dazu verlötet aufgrund der Hitzeeinwirkung beim Verschweißen die geschlitzte Einlagenschmalseitenwandung 68 mit der Rohrwandinnenfläche 12, so dass die Rohrwand 10 und die Endlosturbulenzeinlage 66 darüber fest miteinander verbunden sind.

[0053] Außerdem kann das Flachrohr 4 im Bereich der beiden Rohrwandlängskanten 75 auch mittels einer an sich bekannten Falzverbindung oder anderweitig längsseitig verbunden werden.

[0054] Anstelle der Schweißeinrichtung 27 kann selbstverständlich auch jegliche andere Art einer Verbindungseinrichtung, z.B. eine Lötteinrichtung oder eine Klebeeinrichtung vorgesehen sein.

[0055] Die Trenneinrichtung 29 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 22 weist zweckmäßigerweise ein Messer (nicht dargestellt) zum Schneiden des Endlosflachrohrs 62 entlang einer bevorzugt vertikalen Trennlinie auf, so dass das Endlosflachrohr 62 in einzelne Flachrohre 4 gewünschter Rohrlänge getrennt wird. Das Messer wird zum Trennen zum Beispiel um eine horizontale, zur Förderrichtung 32 parallele Achse verschwenkt oder gedreht. Zusätzlich kann das Messer, um die Vorschubbewegung des Endlosflachrohrs 62 auszugleichen, beim Schneidvorgang in an sich bekannter Weise ebenfalls in Förderrichtung 32 mitbewegt werden ("fliegendes Messer"). Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Messer allerdings in Förderrichtung 32 unverschieblich ("stehendes Messer"), wobei die Bewegung des Endlosflachrohrs 62 durch eine entsprechend in Förderrichtung 32 abgeschrägte, die Bewegung des Endlosflachrohrs 62 ausgleichende Form des Messers oder durch eine entsprechende Schrägstellung des Messers ausgeglichen wird.

[0056] Die geschnittenen Flachrohre 4 werden anschließend vorzugsweise noch in einem Lötöfen verlötet, Aufgrund der vorzugsweise beidseitigen Lotplattierung des ersten und zweiten Endlosflachbandmaterials 31,53 werden dabei die paarweise aufeinander liegenden ersten Scheitelwandungen 47 miteinander, sowie die zweiten Scheitelwandungen 48 mit der Rohrwandinnenfläche 12 verlötet. Dadurch entsteht ein fester Verbund von Turbulenzeinlage 21 und Rohrwand 10.

[0057] Verteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung 22 ist zum einen, dass das erfindungsgemäße Flachrohr 4 samt Turbulenzeinlage 21 kontinuierlich bzw. online gefertigt wird. Dadurch ist das Flachrohr 4 schnell und kostengünstig herstellbar.

[0058] Wenn die Endlosturbulenzeinlage 66 und die Rohrwand 10 beim Verschweißen miteinander fest verbunden werden, kann die Endlosturbulenzeinlage 66 in-

nerhalb der Rohrwand 10 nicht mehr verrutschen. Dadurch kann das Endlosflachrohr 62 problemlos in der Trenneinrichtung 29 getrennt werden. Zudem können auch die hergestellten Flachrohre 4 problemlos zu einem späteren Zeitpunkt per Hand mittels einer Säge abgelängt werden, ohne dass sie vorher im Lötöfen waren.

[0059] Außerdem haben sowohl die formschlüssige Anordnung der Turbulenzeinlage 21 innerhalb der Rohrwand 10 und die Flachrohr-Form der Turbulenzeinlage 21 den Vorteil, dass die Turbulenzeinlage 21 die Rohrwand 10 unterstützt, so dass die Stabilität des erfindungsgemäßen Flachrohres 4, insbesondere die Druckfestigkeit bei Druck auf die Rohrbreitseitenwandungen 13 erheblich erhöht wird. Zudem wird die Berstfestigkeit verbessert, insbesondere dann, wenn auch die Turbulenzeinlage 21 längsseitig verschlossen, insbesondere verschweißt ist. Wenn die Turbulenzeinlage 21 großflächig mit der Rohrwand 10 verlötet ist, erhöht sich die Festigkeit noch weiter. Durch die profilierten Breitseiten 44,45 und die Bildung der Strömungskammern 71,71,73 wird zudem der Wärmeaustausch verbessert.

[0060] Insbesondere die wabenförmige Struktur der Turbulenzeinlage 21 verbessert die Stabilität des Flachrohres 4 noch weiter. Denn die paarweise aneinander liegenden ersten Scheitelwandungen 47 stützen sich flächig im Bereich der Rohrmitte gegeneinander ab. Dadurch stützen sich die Einlagenbreitseitenwandungen 69 aneinander in Rohrhöhenrichtung 70 ab. Zudem stützen sich die zweiten Scheitelwandungen 48 flächig an der Rohrwand 10 ab. Somit können bei Außendruck hohe Druckkräfte aufgenommen werden. Die schrägen Schenkelwandungen 49 sorgen dabei für eine optimale Kraftübertragung.

[0061] Insbesondere, wenn die Turbulenzeinlage 21 mit der Rohrwand 10 verlötet ist und die aufeinander liegenden ersten Scheitelwandungen 47 ebenfalls miteinander verlötet sind, erhöht sich die Stabilität des Flachrohres 4 weiter. Denn die Schenkelwandungen 49 sind an ihren beiden Enden jeweils fest eingespannt. Zudem haben die Schenkelwandungen 49 eine geringere Erstreckung senkrecht zur Rohrlängsrichtung 18 gesehen als herkömmliche Wave-Fins, deren Schenkelwandungen sich über die gesamte Rohrhöhe, von einer Rohrbreitseitenwandung zur anderen erstrecken. Denn die Schenkelwandungen 49 erstrecken sich bevorzugt nur jeweils über die Hälfte der Rohrhöhe. Auch deshalb neigen die Schenkelwandungen 49 weniger dazu bei Druckbelastung von außen auszuknicken.

[0062] Auch wirken die Turbulenzeinlagen 21 als Zuganker, so dass die Flachrohre 4 auch hohen Innendruck standhalten.

[0063] Da die Stabilität insbesondere aufgrund der wabenförmigen Struktur deutlich verbessert ist, kann die Wandstärke der Turbulenzeinlage 21 sehr gering sein. Vorzugsweise liegt sie bei 0,05 bis 0,5 mm, bevorzugt 0,1 bis 0,2 mm. Dadurch wird einerseits Material eingespart. Andererseits verringert sich die Fläche der Scheitelwandungen 47,48 und der Schenkelwandungen 49,

auf die das das Flachrohr 4 durchströmende Wärmetauschermedium bei Eintritt in das Flachrohr 4 auftrifft. Somit sind die Druckverluste deutlich verringert.

[0064] Wie bereits oben erläutert, liegt es zudem im Rahmen der Erfindung, in das Endlosprofilblech 35 andere Profilierungen einzubringen, so dass die beiden verformten Abschnitte 39, 41 alternativ zum Trapezprofil 46 ein anderes Wellenprofil, z.B. jeweils im Querschnitt gesehen ein sinusartiges Wellenprofil oder ein Dreieckprofil oder ein Rechteckprofil mit jeweils ersten und zweiten Scheitelwandungen bzw. Scheiteln aufweisen. Dabei wird das Endlosprofilblech 35 zweckmäßigerweise jeweils so umgebogen, dass die ersten Scheitelwandungen bzw. Scheitel der beiden gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 paarweise aufeinander zu liegen kommen, um den beschriebenen Abstützeffekt zu gewährleisten. Die beiden Einlagenbreitseitenwandungen 69 stützen sich also in Rohrhöhenrichtung 70 bevorzugt an mehreren Stellen aneinander ab. Zudem liegen die zweiten Scheitelwandungen bzw. Scheitel der beiden gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 vorzugsweise an der Rohrwand 10, insbesondere der jeweiligen Rohrbreitseitenwandung 13 an und stützen sich an dieser ab. Außerdem werden in analoger Weise wie beim Trapezprofil erste Strömungskammern gebildet, die jeweils von den sich paarweise gegenüberliegenden zweiten Scheitelwandungen bzw. Scheiteln der beiden sich gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 und den sich an die beiden zweiten Scheitelwandungen bzw. Scheitel anschließenden vier Schenkelwandungen begrenzt werden. Die zweiten Strömungskammern werden ebenfalls in analoger Weise wie beim Trapezprofil von den ersten Scheitelwandungen bzw. Scheiteln, den beiden sich an die ersten Scheitelwandungen bzw. Scheitel anschließenden Schenkelwandungen sowie der Rohrwand 10 begrenzt.

[0065] Vorteil des Trapezprofils 46 ist allerdings die daraus entstehende Wabenstruktur beim Umbiegen und aufeinander Klappen der verformten Abschnitte 39, 41. Denn beim Trapezprofil 46 sind geringe Verformungstoleranzen unschädlich, da ein geringer Versatz der aufeinander liegenden ersten Scheitelwandungen 47 in Rohrbreitenrichtung 19 relativ zueinander unschädlich ist, weil immer noch genügend Auflagefläche zur Verfügung steht.

[0066] Auch thermodynamisch gesehen sind die erfindungsgemäßen Flachrohre 4, insbesondere aufgrund der Wabenform der Turbulenzeinlage 21 sehr günstig gestaltet. Denn die ersten Scheitelwandungen 47 liegen vorzugsweise im Bereich der Rohrmitte aufeinander. Somit sind dort Bereiche mit doppelter Wandstärke gebildet. Der Bereich der Rohrmitte ist aber der Bereich, in dem die Temperatur des das Flachrohr 4 durchströmenden Strömungsmediums am höchsten ist, also am meisten Wärme abgeführt werden muss. Da die Wärmeleitung im Flachrohr 4 größtenteils über die Einlagenwandung 67 der Turbulenzeinlage erfolgt, wird die Wärmeabfuhr

durch die doppelte Wandstärke im Bereich der Rohrmitte optimiert.

[0067] Des Weiteren ist es vorteilhaft, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, auch sehr lange Rohre hergestellt werden können, die erst später in einzelne, kürzere Flachrohre mit gewünschter Länge geschnitten werden. Dies ist bei dem mehrstufigen Prozess gemäß dem Stand der Technik nicht möglich, da das Einschieben der Turbulenzeinlagen ab einer bestimmten Rohrlänge nicht mehr möglich ist.

[0068] Im Rahmen der Erfindung liegt es zudem auch, das erste Endlosflachbandmaterial 31 und das zweite Endlosflachbandmaterial 53 von einer gemeinsamen Bevorratungsvorrichtung, insbesondere von einer gemeinsamen Vorratsrolle abzuziehen. Anschließend laufen die beiden Endlosflachbandmaterialien 31, 53 auseinander, wobei das erste Endlosflachbandmaterial 31 wie oben beschrieben verformt, gegebenenfalls gestant und umgekannt wird. Das zweite Endlosflachbandmaterial 53 wird ebenfalls umgekannt. Anschließend erfolgt die Zusammenführung wie oben beschrieben. Dass die Endlosflachbandmaterialien 31, 53 bzw. das Endlosprofilblech 35 immer ausreichend gespannt sind, wird mit an sich bekannten Mitteln, z.B. tanzenden Rollen, gewährleistet. Außerdem liegt es auch im Rahmen der Erfindung, das Endlosprofilblech 35 und das zweite Endlosflachbandmaterial 53 erst nach dem Zusammenführen und vor dem Biegen gemeinsam abzukanten. Dies erfolgt z.B. mittels zwei übereinander angeordneten Abkantrollen, die analog zu den Abkantrollen zum Abkanten des Endlosprofilblechs 35 ausgebildet sind.

[0069] Des Weiteren kann die Turbulenzeinlage 21 auch aus zwei aufeinander liegenden einzelnen, profilierten Einzelblechen bestehen, die so angeordnet sind, dass sie sich aneinander und vorzugsweise an der Rohrwand 10 abstützen und bevorzugt die oben beschriebene wabenförmige Struktur bilden. Die beiden Einzelbleche bilden dann jeweils eine Einlagenbreitseitenwandung 69. Die Herstellung eines derartigen Flachrohres 4 erfolgt z.B. durch Einschieben der beiden Einzelbleche in das vorgefertigte Flachrohr. Zweckmäßigerweise sind die Einzelbleche an den Berührungsstellen miteinander verlötet.

[0070] Die beiden sich aneinander abstützenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 der Turbulenzeinlage 21 müssen zudem nicht gleichartig profiliert sein, sondern können z.B. auch verschiedene Wellenprofile oder gleichartige Wellenprofile mit unterschiedlichen Abmessungen aufweisen. Bevorzugt stützen sich dabei wiederum die ersten Scheitelwandungen bzw. Scheitel der beiden gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 aneinander ab, wobei nicht zwangsweise jede Scheitelwandungen bzw. jeder Scheitel sich an einer Scheitelwandungen bzw. einem Scheitel der gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandung 69 abstützen muss.

[0071] Zudem muss sich unabhängig von der Art der Profilierung auch nicht jede erste Scheitelwandungen

bzw. jeder erste Scheitel- der beiden gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen 69 an der Rohrwand 10; insbesondere der jeweiligen Rohrbreitseitenwandung 13, abstützen.

[0072] Zudem kann die Turbulenzeinlage 21 auch derart längsseitig geschlitzt sein, dass die Einlagenlängskanten 77 nicht aneinander stoßen, sondern voneinander beabstandet sind. Beispielsweise wird das Endlosprofilblech 35 bei der Herstellung im Bereich der Profilblechlängskanten 36 nicht umgekantert. Die aus diesem Endlosprofilblech 35 hergestellte Endlosturbulenzeinlage 66 bzw. die spätere Turbulenzeinlage 21 weist dann lediglich eine Einlagenschmalseitenwandung 68 auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Flachrohren (4) mit innenliegender Turbulenzeinlage (21), mit folgenden Verfahrensschritten:

a) Bereitstellen eines ersten metallischen Endlosflachbandmaterials (31), insbesondere durch kontinuierliches Abführen des ersten metallischen Endlosflachbandmaterials (31) aus einer ersten Bevorratungseinrichtung (30),

b) Verformen des ersten Endlosflachbandmaterials (31), insbesondere mittels zweier, in gegenläufige Drehrichtungen drehbarer Prägerollen (34a,34b), zwischen denen das erste Endlosflachbandmaterial (31) in eine Förderrichtung (32) durchgeführt wird, zu einem profilierten Endlosprofilblech (35) mit zwei seitlichen Profilblechlängskanten (36) und zwei Profilblechbreitseiten (44,45),

c) Bereitstellen eines zweiten Endlosflachbandmaterials (53) mit zwei seitlichen Bandlängskanten (56) und zwei Bandbreitseiten (60,61), insbesondere durch kontinuierliches Abführen des zweiten Endlosflachbandmaterials (53) aus einer zweiten Bevorratungseinrichtung (52),

d) Zusammenführen des Endlosprofilblechs (35) und des zweiten Endlosflachbandmaterials (53), derart, dass diese breitseitig aneinander liegen,

e) Kontinuierliches Biegen, vorzugsweise mittels Rollverformung, des zweiten Endlosflachbandmaterials (53) mitsamt dem Endlosprofilblech (35) zu einem Endlosflachrohr (62) mit einer längsgeschlitzten Rohrwand (10) mit zwei sich gegenüberliegenden Rohrwandlängskanten (75) und einer längsgeschlitzten Endlosturbulenzeinlage (66) mit zwei, sich zweckmäßigerweise gegenüberliegenden, Längs- bzw. Stoßkanten (77), wobei die Rohrwand (10) die Endlosturbulenzeinlage (66) umschließt,

f) Verbinden, insbesondere Verschweißen, der beiden Rohrwandlängskanten (75) und vor-

zugsweise der beiden Einlagenlängskanten (77) miteinander,
g) Ablängen des Endlosflachrohres (62) in einzelne Flachrohre (4).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Endlosprofilblech (35) nach dem Verformen und vor dem Zusammenführen im Bereich seiner beiden Profilblechlängskanten (36) jeweils um 90° abgekantert wird und vorzugsweise das zweite Endlosflachbandmaterial (53) vor dem Zusammenführen im Bereich seiner beiden seitlichen Bandlängskanten (56) jeweils um 90° abgekantert wird, wobei zweckmäßigerweise beim Abkanten des Endlosprofilblechs (35) zwei seitliche Stegwandungen (51) gebildet werden, die um 90° in Bezug zu einer Profilblechquerrichtung (37) abgewinkelt sind und jeweils endseitig eine der beiden Profilblechlängskanten (36) aufweisen und zweckmäßigerweise beim Abkanten des zweiten Endlosflachbandmaterials (53) zwei seitliche Stegwandungen (57) gebildet werden, die um 90° in Bezug zu einer Bandquerrichtung (58) abgewinkelt sind und jeweils endseitig eine der beiden Bandlängskanten (56) aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Endlosprofilblech (35) erzeugt wird, das von einer Profilblechmittelebene (65) ausgehend einen mittigen ebenflächigen Bereich (40), sich beidseits an den mittigen Bereich (40) anschließende verformte Bereiche (39,41) und sich an jeden der beiden verformten Bereiche (39,41) anschließende äußere ebenflächige Bereiche (38,42) aufweist, wobei zweckmäßigerweise das erste Endlosflachbandmaterial (31) so verformt wird, dass die beiden verformten Abschnitte (39,41) jeweils im Querschnitt gesehen ein Wellenprofil, insbesondere ein Trapezprofil (46) oder ein sinusartiges Wellenprofil oder ein Dreiecksprofil oder ein Rechteckprofil aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

das erste Endlosflachbandmaterial (31) so verformt wird, dass die verformten Abschnitte (39,41) jeweils erste und zweite ebenflächige, plattenförmige, und zueinander parallele Scheitelwandungen (47,48) aufweisen, wobei die ersten Scheitelwandungen (47) in Profilblechquerrichtung (37) und in einer zur Förderrichtung (32) und zur Profilblechquerrichtung (37) senkrechten Richtung gesehen zu den zweiten Scheitelwandungen (48) versetzt angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten Scheitelwandungen (47,48) in Profilquerrichtung (37) gesehen abwechselnd angeordnet sind, und wobei das erste Endlosflachbandmaterial (31) zweckmäßigerweise so verformt wird, dass jeweils eine erste Scheitelwandung

(47) mit einer zweiten Scheitelwandung (48) durch schräge, vorzugsweise ebenflächige, plattenförmige Schenkelwandungen (49) verbunden ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
beim Zusammenführen das Endlosprofilblech (35) in das zweite Endlosflachbandmaterial (53) eingelegt und auf dieses aufgelegt wird, so dass eine zweite Profilblechbreite (45) auf einer ersten Bandbreite (60) aufliegt und bevorzugt die beiden Stegwandungen (51) des Endlosprofilbleches (35) innen an den beiden Stegwandungen (57) des zweiten Flachbandmaterials (53) anliegen. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das zweite Endlosflachbandmaterial (53) derart gebogen wird, dass die längsgeschlitzte Rohrwand (10) zwei Rohrbreiteseitenwandungen (13) und zwei Rohrschmalseitenwandungen (14) und zweckmäßigerweise einen rechteckigen Querschnitt aufweist, und zweckmäßigerweise das zweite Endlosflachbandmaterial (53) derart gebogen wird, dass die beiden Bandlängskanten (56) aneinander stoßen und die beiden gegenüberliegenden Rohrwandlängskanten (75) bilden und zweckmäßigerweise die beiden Stegwandungen (57) sich gegenüberliegend angeordnet sind und eine der beiden Rohrschmalseitenwandungen (14) bilden. 10 15 20 25 30
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
das zweite Endlosflachbandmaterial (53) beidseits einer mittigen, zur Bandquerrichtung (58) senkrechten Bandmittenebene (76) jeweils um 90°, insbesondere nach oben, abgewinkelt wird, wobei die Knickbereiche von der Bandmittenebene (76) gleich beabstandet sind. 35 40
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Endlosprofilblech (35) derart gebogen wird, dass die beiden Profilblechlängskanten (36) aneinander stoßen und die Einlagenlängskanten (77) bilden. 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Endlosprofilblech (35) derart gebogen wird, dass die beiden Stegwandungen (51) sich gegenüberliegend angeordnet sind und zweckmäßigerweise horizontal ausgerichtet sind. 50 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Endlosprofilblech (35) beidseits der Profilblechmittelebene (65) im mittigen ebenflächigen Abschnitt (40) jeweils um 90°, insbesondere nach oben, abgewinkelt wird, wobei die Knickbereiche von der Profilblechmittelebene (65) gleich beabstandet sind.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
beim Biegen die beiden verformten Abschnitte (39,41) aufeinander geklappt werden, insbesondere derart, dass die ersten Scheitelwandungen (47) des ersten verformten Abschnitts (39) und die ersten Scheitelwandungen (47) des zweiten verformten Abschnitts (39) sich paarweise gegenüberliegen, insbesondere paarweise aneinander liegen und die zweiten Scheitelwandungen (48) des ersten verformten Abschnitts (39) und die zweiten Scheitelwandungen (48) des zweiten verformten Abschnitts (39) sich ebenfalls paarweise gegenüberliegen, aber voneinander beabstandet sind. 10 15 20 25 30
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Rohrwandlängskanten (75) und die beiden Einlagenlängskanten (77) miteinander durch Bildung einer Längsschweißnaht (20) miteinander verschweißt werden, so dass die Rohrwand (10) und die Endlosturbulenzeinlage (66) über die Längsschweißnaht (20) miteinander verschweißt sind. 35 40
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Einlagenlängskanten (77) aufgrund der Hitzeeinwirkung beim Verschweißen der Rohrwandlängskanten (75) miteinander verlötet werden. 45
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
aufgrund der Hitzeeinwirkung die Endlosturbulenzeinlage (66) mit der Rohrwand (10) beim Verschweißen bereichsweise verlötet wird. 50
15. Vorrichtung (22) zur kontinuierlichen Herstellung von Flachrohren (4) mit innenliegender Turbulenzeinlage (21), insbesondere nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die
 - a) eine Turbulenzeinlagen-Vorfertigungseinrichtung (23) mit einer Verformungseinrichtung (33) mit Mitteln zum Verformen eines ersten metallischen Endlosflachbandmaterials (31) zu einem profilierten Endlosprofilblech (35) mit zwei seitlichen Profilblechlängskanten (36) und zwei Profilblechbreitseiten (44,45),
 - b) Mittel zur Bereitstellung eines zweiten metal-

lischen Endlosflachbandmaterials (53) mit zwei seitlichen Bandlängskanten (56) und zwei Bandbreitseiten (60,61),

c) eine Zusammenführeinrichtung (25) mit Mitteln zum Zusammenführen des Endlosprofilbleches (35) und des zweiten Endlosflachbandmaterials (53), so dass diese breitseitig aneinander liegen,

d) mehrere, in Bezug zu einer Förderrichtung (32) hintereinander angeordneten Biegeeinrichtungen (26a,b) zum kontinuierlichen Biegen, vorzugsweise mittels Rollverformung, des zweiten Endlosflachbandmaterials (53) mitsamt dem Endlosprofilblech (35) zu einem Endlosflachrohr (62) mit einer längsgeschlitzten Rohrwand (10) mit zwei sich gegenüberliegenden Rohrwandlängskanten (75) und einer längsgeschlitzten Endlosturbulenzeinlage (66) mit zwei, sich vorzugsweise gegenüberliegenden, Längs- bzw. Stoßkanten (37), wobei die Rohrwand (10) die Endlosturbulenzeinlage (66) umschließt, e) eine Verbindungseinrichtung, insbesondere eine Schweißeinrichtung (27), zum Verbinden der beiden Rohrwandlängskanten (75) und vorzugsweise der beiden Einlagenlängskanten (77) miteinander,

f) und eine Trenneinrichtung (29) zum Trennen des Endflachrohres (62) in einzelne Flachrohre (4)

aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verformungseinrichtung (33) zwei in vertikaler Richtung übereinander angeordnete, drehbar gelagerte Prägerollen (34a, 34b) zum Prägen des ersten metallischen Endlosflachbandmaterials (31) aufweist.

17. Flachrohr (4) für Wärmetauscher mit einer Rohrwand (10), die zwei sich gegenüberliegende Rohrbreitseitenwandungen (13) und zwei sich gegenüberliegende Rohrschmalseitenwandungen (14) aufweist, über die die Rohrbreitseitenwandungen (13) ineinander übergehen, und mit einer innerhalb der Rohrwand (10) angeordneten Turbulenzeinlage (21), insbesondere hergestellt nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 und/oder unter Verwendung einer Vorrichtung (22) nach Anspruch 15 oder 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Turbulenzeinlage (21) zwei sich gegenüberliegende, profilierte Einlagenbreitseitenwandungen (69) aufweist, die sich bereichsweise bzw. stellenweise aneinander und zweckmäßigerweise bereichsweise bzw. stellenweise an jeweils einer der beiden Rohrbreitseitenwandungen (13) abstützen.

18. Flachrohr (4) nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Turbulenzeinlage (21) flachrohrförmig ausgebildet ist und eine Einlagenwandung (67) mit den beiden sich gegenüberliegenden, profilierten Einlagenbreitseitenwandungen (69) und zwei sich gegenüberliegenden, vorzugsweise ebenflächigen, Einlagenschmalseitenwandungen (68) aufweist, über die die Einlagenbreitseitenwandungen (69) ineinander übergehen, wobei die Einlagenwandung (67) vorzugsweise längsseitig geschlitzt ist.

19. Flachrohr (4) nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Einlagenschmalseitenwandungen (68) innen formschlüssig an den Rohrschmalseitenwandungen (14) anliegen.

20. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Einlagenbreitseitenwandungen (69) jeweils im Querschnitt gesehen ein Wellenprofil, insbesondere ein Trapezprofil (46) oder ein sinusartiges Wellenprofil oder ein Dreiecksprofil oder ein Rechteckprofil aufweisen, wobei die beiden Einlagenbreitseitenwandungen (69) zweckmäßigerweise jeweils erste und zweite sich parallel zu den Rohrbreitseitenwandungen (13) erstreckende, ebenflächige, plattenförmige Scheitelwandungen (47,48) aufweisen, wobei die ersten Scheitelwandungen (47) in eine Rohrhöhenrichtung (70) und in eine Rohrbreitenrichtung (19) gesehen zu den zweiten Scheitelwandungen (48) versetzt angeordnet sind, wobei die ersten und zweiten Scheitelwandungen (47,48) in Rohrbreitenrichtung (19) gesehen abwechselnd angeordnet sind, wobei vorzugsweise jeweils eine erste Scheitelwandung (47) mit einer zweiten Scheitelwandung (48) durch eine schräge, vorzugsweise ebenflächige, plattenförmige Schenkelwandung (49) verbunden ist.

21. Flachrohr (4) nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass

sich die ersten Scheitelwandungen (47) der einen Einlagenbreitseitenwandung (69) und die ersten Scheitelwandungen (47) der anderen Einlagenbreitseitenwandung (69) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen paarweise gegenüber liegen und paarweise flächig aneinander anliegen.

22. Flachrohr (4) nach Anspruch 20 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

sich die zweiten Scheitelwandungen (48) der einen Einlagenbreitseitenwandung (69) und die zweiten Scheitelwandungen (48) der anderen Einlagenbreitseitenwandung (69) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen paarweise gegenüber liegen, wobei sie in Rohrhöhenrichtung (70) voneinander beabstandet

sind, wobei die zweiten Scheitelwandungen (48) vorzugsweise flächig an der Rohrwandinnenfläche (12) der Rohrwand (10) des Flachrohres (4) anliegen.

23. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulenzeinlage (21) ein Wabenprofil aufweist. 5
24. Flachrohr (4) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulenzeinlage (21) mehrere, in Rohrquerrichtung (70) zueinander benachbart angeordnete erste Strömungskammern (71) mit jeweils sechseckigem, insbesondere einem regelmäßig bzw. regulär sechseckigen Querschnitt aufweist, die insbesondere von zwei sich gegenüberliegenden zweiten Scheitelwandungen (48) und den sich daran anschließenden vier Schenkelwandungen (49) begrenzt werden, wobei die Erstreckung der ersten Strömungskammern (71) in Rohrhöhenrichtung (70) vorzugsweise der Rohrhöhe entspricht, so dass die wabenförmige Struktur einreihig ausgebildet ist. 10 20
25. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flachrohr (4) mehrere, sich in eine Rohrlängsrichtung (18) erstreckende erste und zweite Strömungskammern (71,72) aufweist, wobei jeweils zwei zweite Strömungskammern (72) zwischen zwei ersten Strömungskammern (71) angeordnet sind, wobei die beiden zwischen zwei ersten Strömungskammern (71) angeordneten zweiten Strömungskammern (72) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen übereinander angeordnet sind. 25 30 35
26. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlagenbreitseitenwandungen (69) derart profiliert sind, dass sie sich in Rohrhöhenrichtung (7), aneinander abstützen. 40
27. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlagenbreitseitenwandungen (69) jeweils ein Wellenprofil mit jeweils ersten und zweiten Scheitelwandungen oder Scheiteln aufweisen, wobei die ersten Scheitelwandungen oder Scheitel der beiden gegenüberliegenden Einlagenbreitseitenwandungen (69), insbesondere paarweise, aneinander liegen und zweckmäßigerweise sich zumindest ein Teil der zweiten Scheitelwandungen oder Scheitel an einer der beiden Rohrbreitseitenwandungen (13) abstützt. 45 50
28. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwand (10) durch Rollverformung hergestellt ist und bevorzugt längsseitig mittels einer Längs-

schweißnaht (20) verschweißt ist, und vorzugsweise auch die Turbulenzeinlage (21) durch Rollverformung hergestellt ist und längsseitig mittels der Längsschweißnaht (20) verschweißt ist, so dass die Rohrwand (10) und die Turbulenzeinlage (21) über die Längsschweißnaht (20) miteinander verschweißt sind.

29. Wärmetauscher (1), **gekennzeichnet durch** Flachrohre (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 28. 10

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ. 15

17. Flachrohr (4) für Wärmetauscher mit einer mittleren Rohrlängsachse (15) und einer Rohrwand (10), die zwei sich gegenüberliegende Rohrbreitseitenwandungen (13) und zwei sich gegenüberliegende Rohrschmalseitenwandungen (14) aufweist, über die die Rohrbreitseitenwandungen (13) ineinander übergehen, und mit einer innerhalb der Rohrwand (10) angeordneten Turbulenzeinlage (21), insbesondere hergestellt nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14 und/oder unter Verwendung einer Vorrichtung (22) nach Anspruch 15 oder 16, wobei

die Turbulenzeinlage (21) zwei sich gegenüberliegende, profilierte Einlagenbreitseitenwandungen (69) aufweist, die sich bereichsweise bzw. stellenweise aneinander und zweckmäßigerweise bereichsweise bzw. stellenweise an jeweils einer der beiden Rohrbreitseitenwandungen (13) abstützen, wobei die beiden Einlagenbreitseitenwandungen (69) jeweils im Querschnitt gesehen ein Wellenprofil aufweisen, wobei die beiden Einlagenbreitseitenwandungen (69) jeweils erste und zweite Scheitelwandungen (47,48) bzw. Scheitel aufweisen, wobei die ersten Scheitelwandungen (47) bzw. Scheitel in eine zur Rohrlängsachse (15) senkrechte Rohrbreitenrichtung (19) und in eine zur Rohrlängsachse (15) und zur Rohrbreitenrichtung (19) senkrechte Rohrhöhenrichtung (70) gesehen zu den zweiten Scheitelwandungen (48) bzw. Scheiteln versetzt angeordnet sind, und die ersten und zweiten Scheitelwandungen (47,48) bzw. Scheitel in Rohrbreitenrichtung (19) gesehen abwechselnd angeordnet sind, und jeweils eine erste Scheitelwandung (47) bzw. ein erster Scheitel mit einer zweiten Scheitelwandung bzw. einem zweiten Scheitel durch eine, vorzugsweise schräge, Schenkelwandung (49) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

sich die ersten Scheitelwandungen (47) bzw. Scheitel der einen Einlagenbreitseitenwandung (69) und die ersten Scheitelwandungen (47) bzw.

Scheitel der anderen Einlagenbreitseitenwandung (69) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen paarweise gegenüber liegen und paarweise aneinander anliegen,

wobei sich die zweiten Scheitelwandungen (48) bzw. Scheitel der einen Einlagenbreitseitenwandung (69) und die zweiten Scheitelwandungen (48) bzw. Scheitel der anderen Einlagenbreitseitenwandung (69) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen paarweise gegenüber liegen und in Rohrhöhenrichtung (70) voneinander beabstandet sind, wobei die zweiten Scheitelwandungen (48) bzw. Scheitel an einer Rohrwandinnenfläche (12) der Rohrwand (10) des Flachrohres (4) anliegen.

18. Flachrohr (4) nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Turbulenzeinlage (21) flachrohrförmig ausgebildet ist und eine Einlagenwandung (67) mit den beiden sich gegenüberliegenden, profilierten Einlagenbreitseitenwandungen (69) und zwei sich gegenüberliegenden, vorzugsweise ebenflächigen, Einlagenschmalseitenwandungen (68) aufweist, über die die Einlagenbreitseitenwandungen (69) ineinander übergehen, wobei die Einlagenwandung (67) vorzugsweise längsseitig geschlitzt ist.

19. Flachrohr (4) nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Einlagenschmalseitenwandungen (68) innen formschlüssig an den Rohrschmalseitenwandungen (14) anliegen.

20. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Einlagenbreitseitenwandungen (69) jeweils im Querschnitt gesehen ein Trapezprofil (46) oder ein sinusartiges Wellenprofil oder ein Dreieckprofil oder ein Rechteckprofil aufweisen, wobei die ersten und zweiten Scheitelwandungen (47,48) sowie die Schenkelwandungen (49) zweckmäßigerweise ebenflächig, plattenförmig ausgebildet sind, und sich die ersten und zweiten Scheitelwandungen (47,48) vorzugsweise parallel zu den Rohrbreitseitenwandungen (13) erstrecken.

21. Flachrohr (4) nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass

die ersten Scheitelwandungen (47) der einen Einlagenbreitseitenwandung (69) und die ersten Scheitelwandungen (47) der anderen Einlagenbreitseitenwandung (69) paarweise flächig aneinander anlie-

gen.

22. Flachrohr (4) nach Anspruch 20 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zweiten Scheitelwandungen. (48) flächig an der Rohrwandinnenfläche . (12) der Rohrwand (10) des Flachrohres (4) anliegen.

23. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 20 bis 22,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Turbulenzeinlage (21) ein Wabenprofil aufweist.

24. Flachrohr (4) nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Turbulenzeinlage (21) mehrere, in Rohrquerrichtung (70) zueinander benachbart angeordnete erste Strömungskammern (71) mit jeweils sechseckigem, insbesondere einem regelmäßig bzw. regulär sechseckigen Querschnitt aufweist, die insbesondere von zwei sich gegenüberliegenden zweiten Scheitelwandungen (48) und den sich daran anschließenden vier Schenkelwandungen (49) begrenzt werden, wobei die Erstreckung der ersten Strömungskammern (71) in Rohrhöhenrichtung (70) vorzugsweise der Rohrhöhe entspricht, so dass die wabenförmige Struktur einreihig ausgebildet ist.

25. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 24,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Flachrohr (4) mehrere, sich in eine Rohrlängsrichtung (18) erstreckende erste und zweite Strömungskammern (71,72) aufweist, wobei jeweils zwei zweite Strömungskammern (72) zwischen zwei ersten Strömungskammern (71) angeordnet sind, wobei die beiden zwischen zwei ersten Strömungskammern (71) angeordneten zweiten Strömungskammern (72) in Rohrhöhenrichtung (70) gesehen übereinander angeordnet sind.

26. Flachrohr (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 25,

dadurch gekennzeichnet, dass

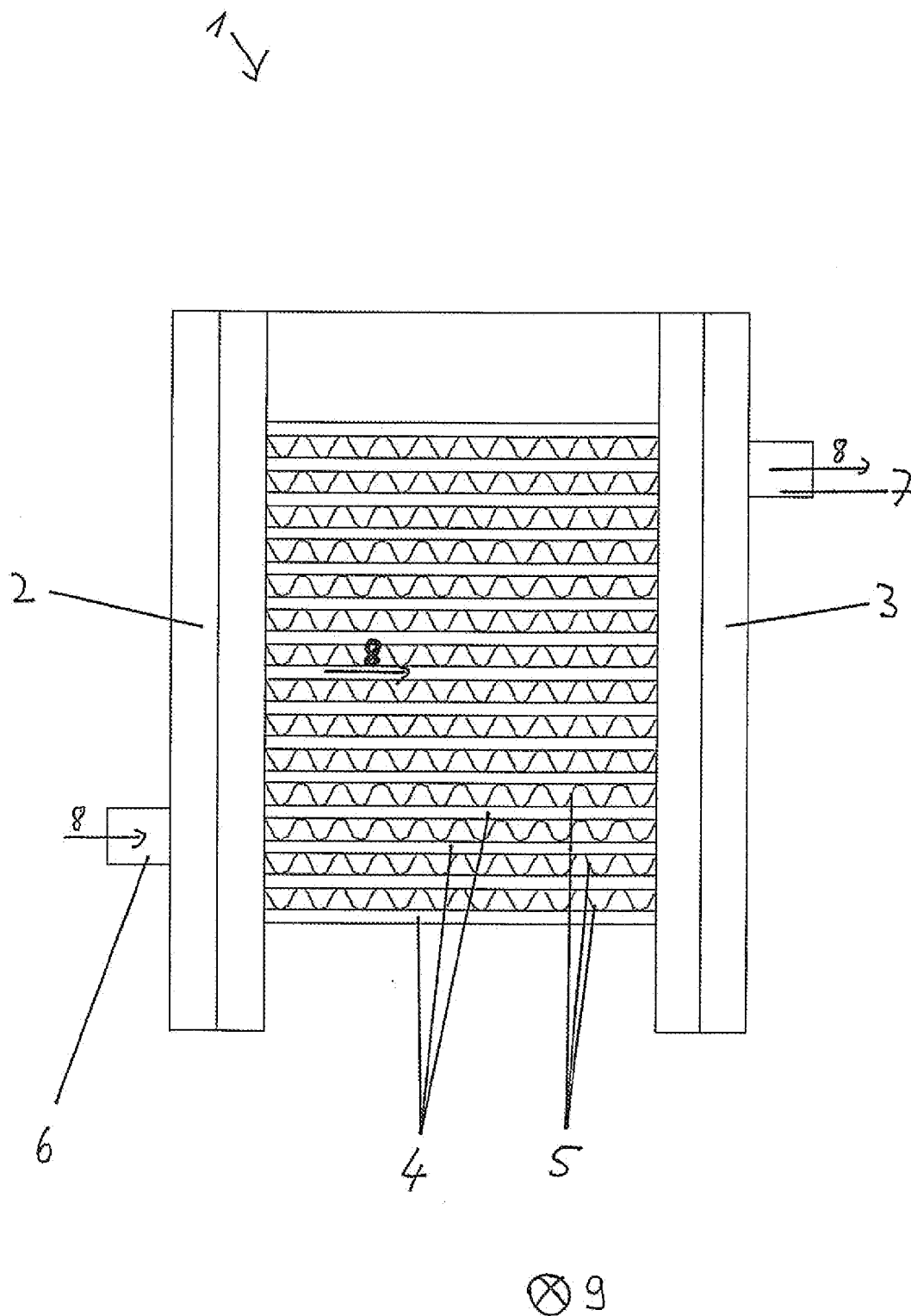
die Rohrwand (10) durch Rollverformung hergestellt ist und bevorzugt längsseitig mittels einer Längsschweißnaht (20) verschweißt ist, und vorzugsweise auch die Turbulenzeinlage (21) durch Rollverformung hergestellt ist und längsseitig mittels der Längsschweißnaht (20) verschweißt ist, so dass die Rohrwand (10) und die Turbulenzeinlage (21) über die Längsschweißnaht (20) miteinander verschweißt sind.

27. Wärmetauscher (1),

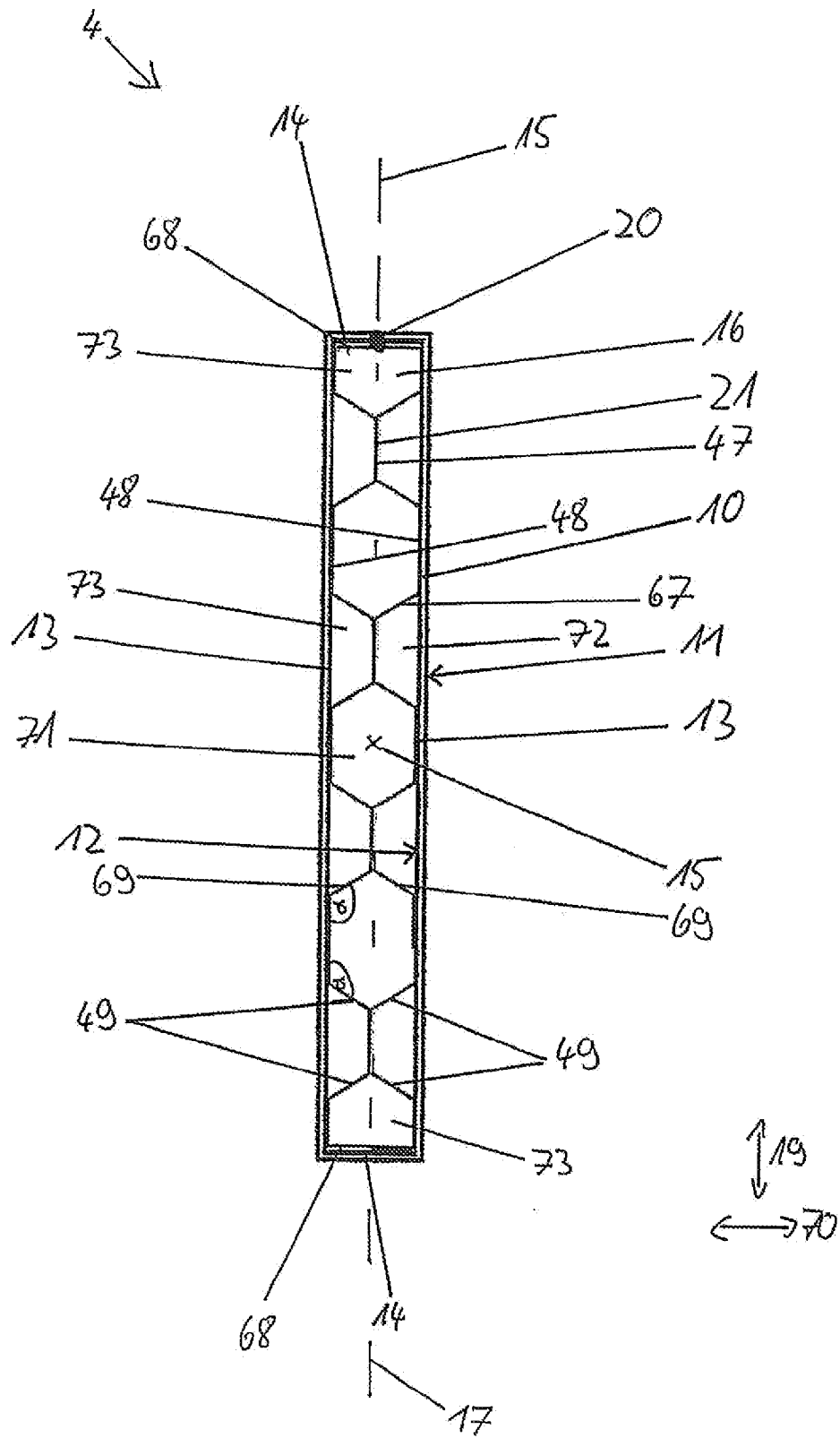
gekennzeichnet durch

Flachrohre (4) nach einem der Ansprüche 17 bis 26.

Figur 1:



Figur 2:



Figur 3:

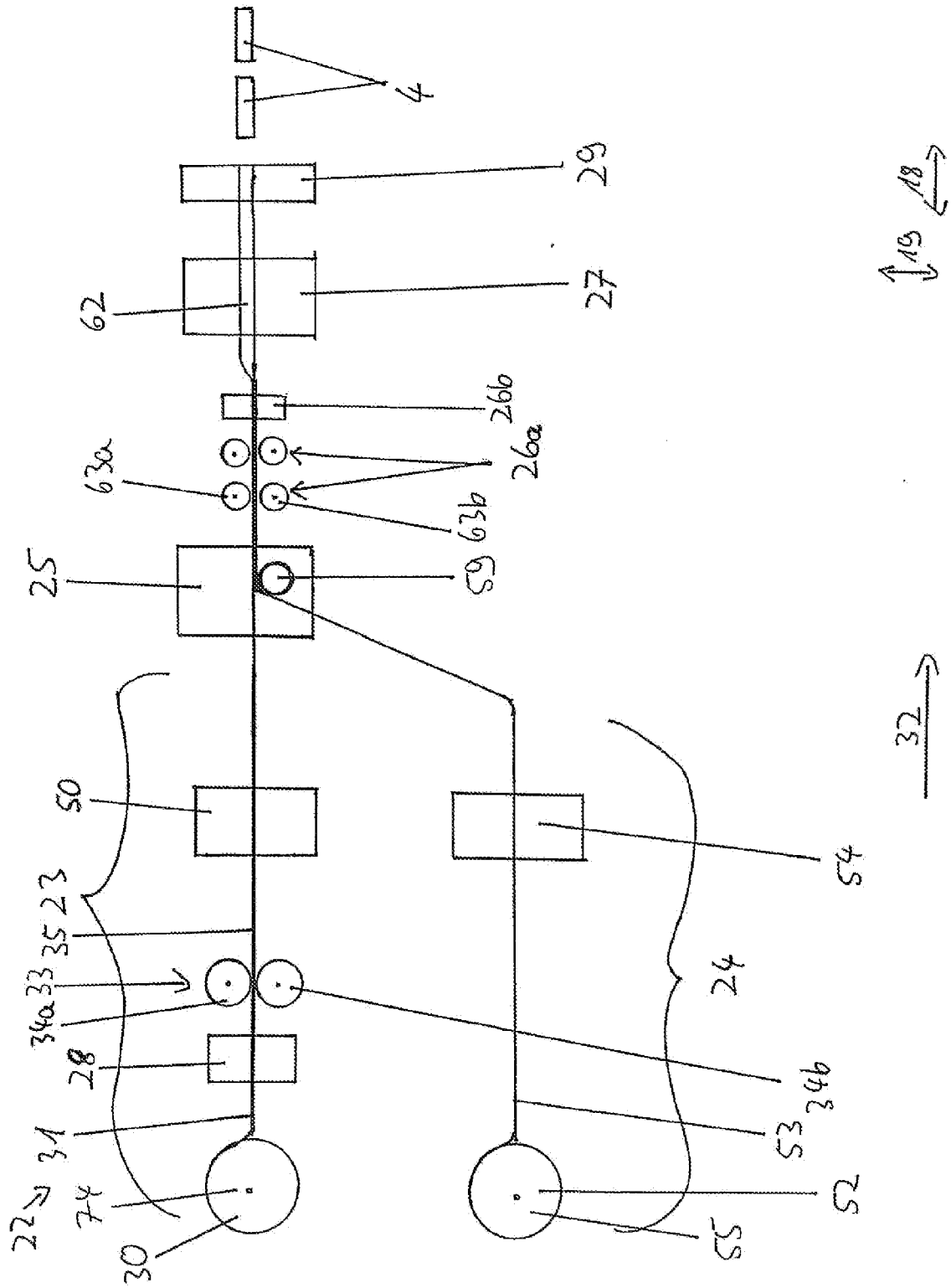
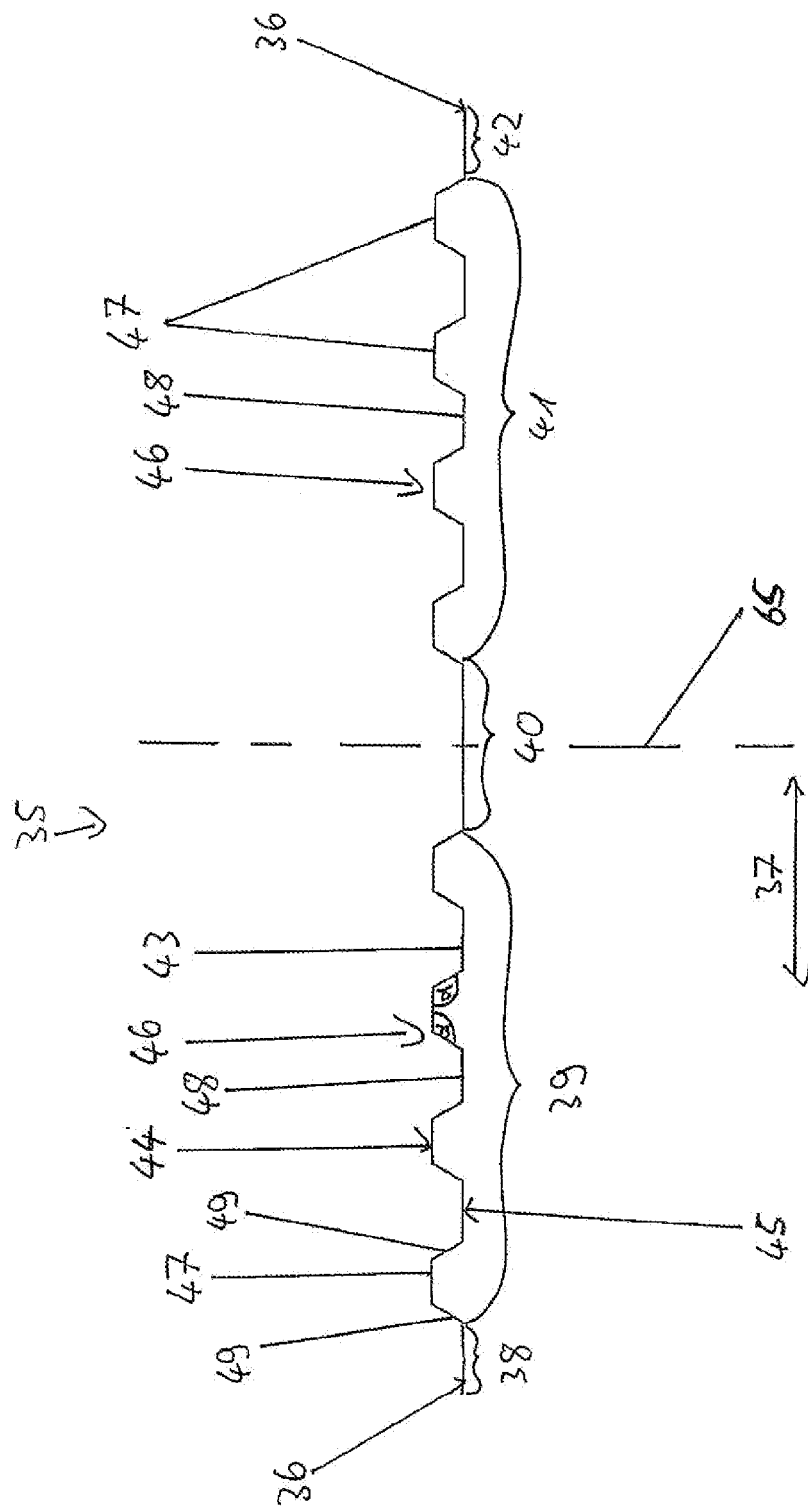
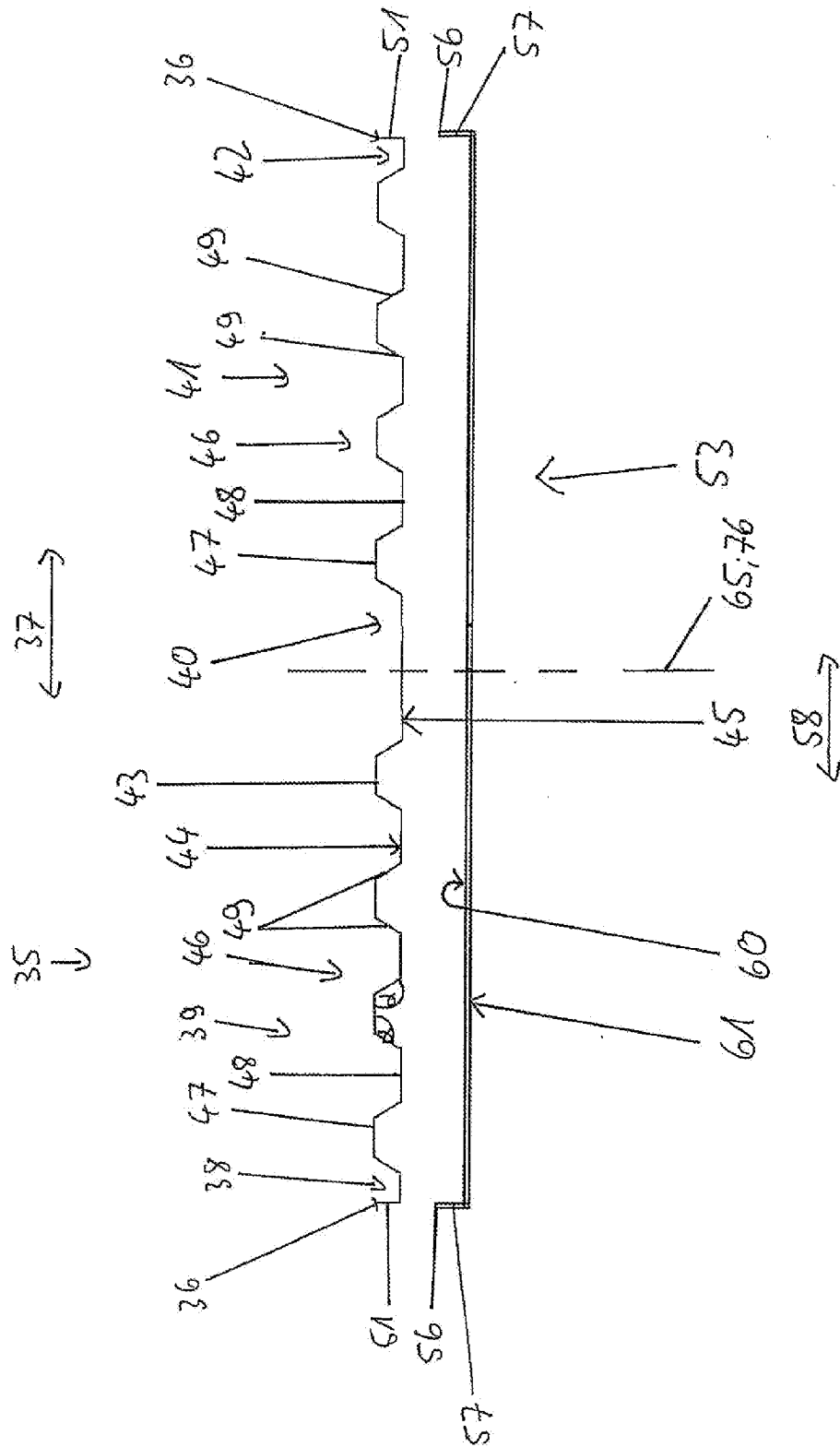


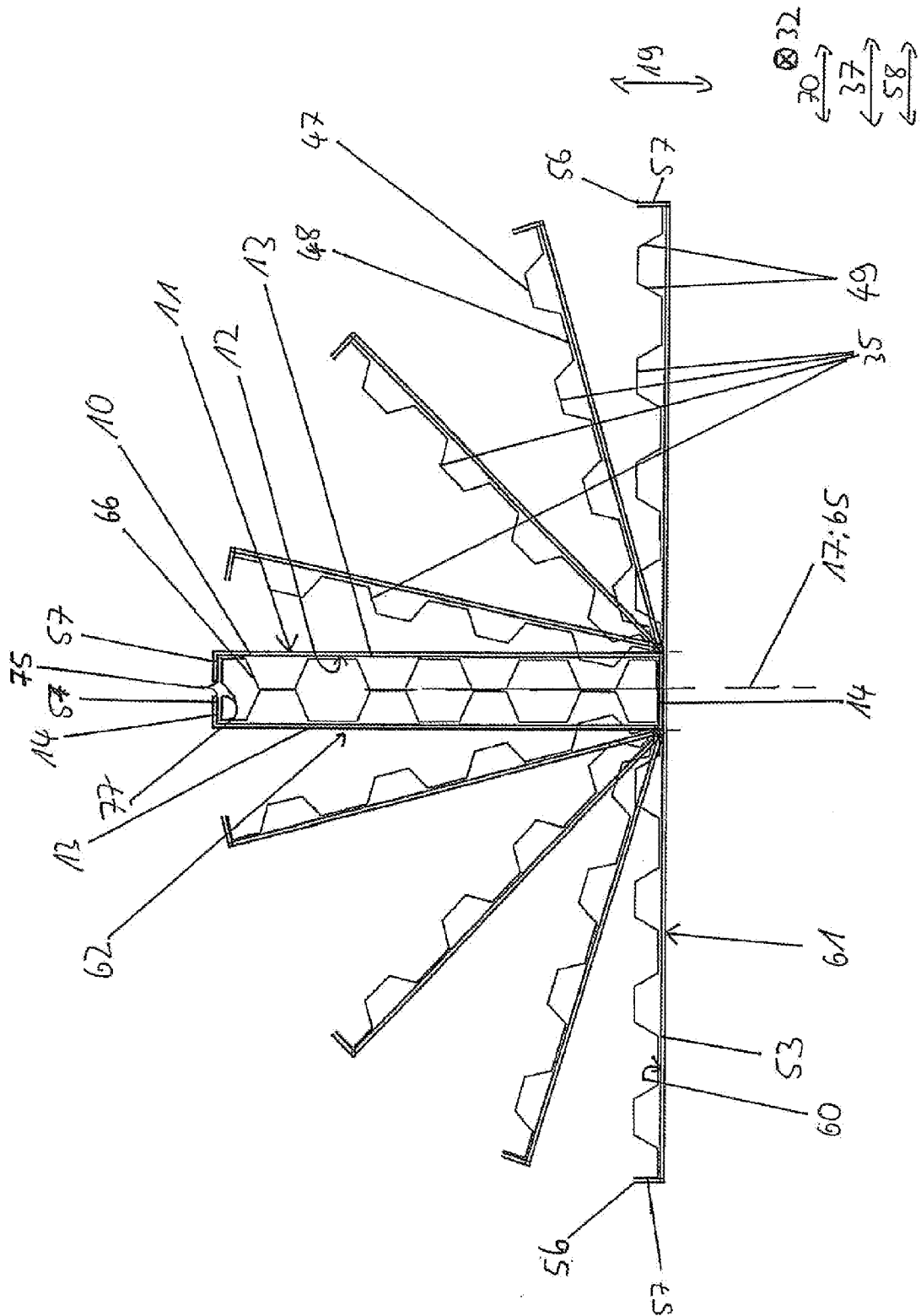
Figure 4:



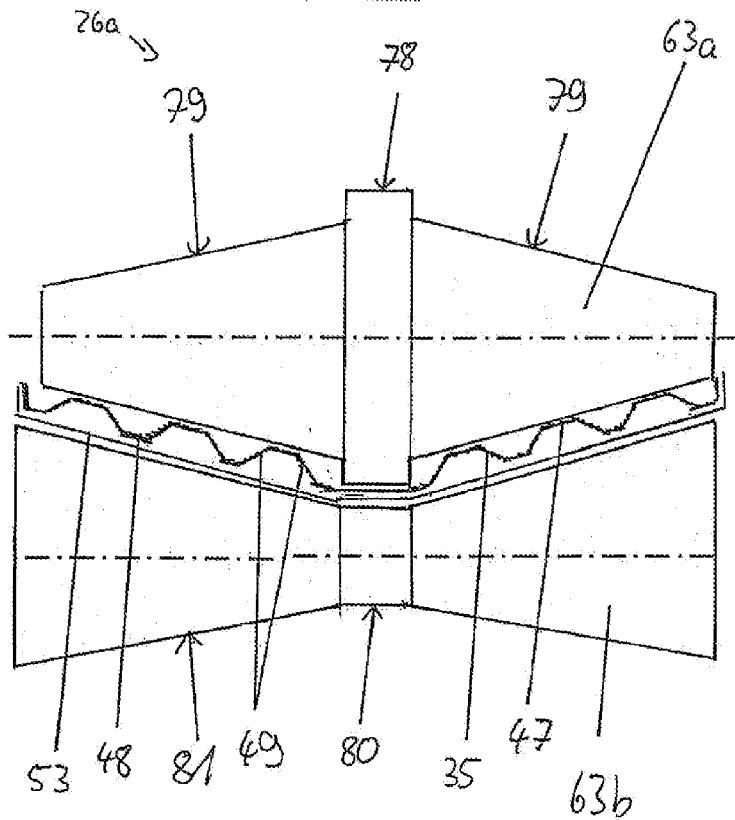
Figur 5:



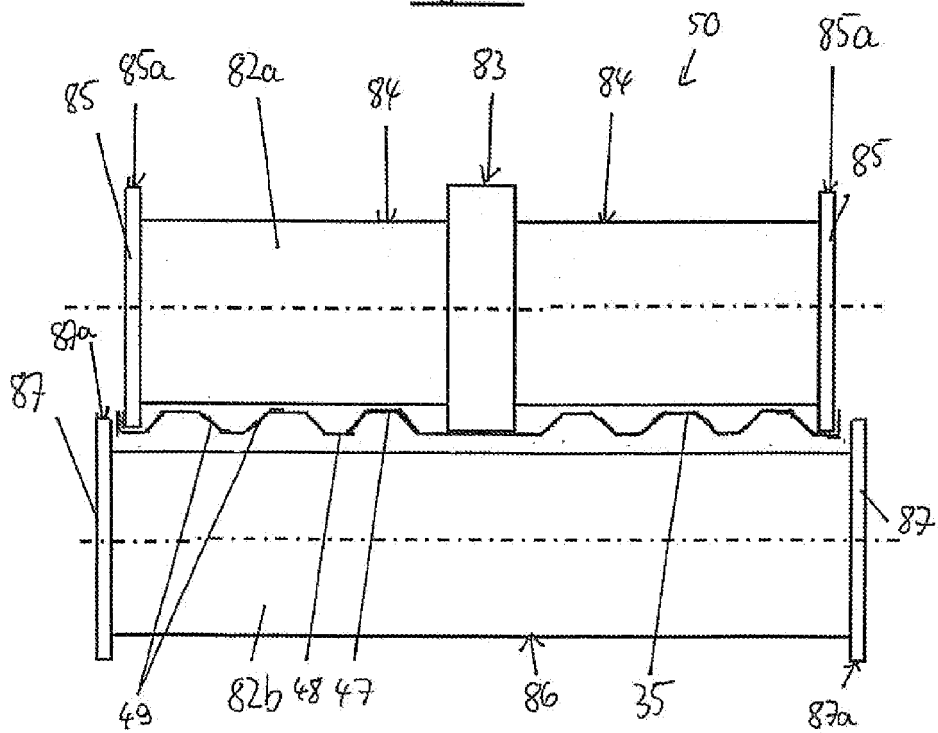
Figur 6:



Figur 7:



Figur 8:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 09 18 0417

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 605 221 A1 (ZEXEL VALEO CLIMATE CONTR CORP [JP]) 14. Dezember 2005 (2005-12-14)	17-20, 25, 27-29	INV. B21D53/06
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 4 *	21-24, 26	B21D5/12
A	-----	1-16	F28F1/04 F28F1/40
X	DE 10 2008 007597 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 6. August 2009 (2009-08-06)	17, 25, 27-29	
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-13 *	21-24, 26	
A	-----	1-16, 18-20	
A, D	DE 10 2006 031675 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 10. Januar 2008 (2008-01-10)	1-29	
	* das ganze Dokument *		
A	-----		
A	EP 0 704 667 A2 (ZEXEL CORP [JP]) 3. April 1996 (1996-04-03)	1-29	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 3 5-8, 11-13, 18-19 *		
A	-----		
A	US 5 560 425 A (SUGAWARA MASATSUGU [JP] ET AL) 1. Oktober 1996 (1996-10-01)	1-29	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D F28F
	* Abbildungen 14-16 *		
A	-----		
A	US 5 271 151 A (WALLIS BERNARD J [US]) 21. Dezember 1993 (1993-12-21)	1-29	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 8, 11, 17 *		
A	-----		
A	EP 1 705 446 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 27. September 2006 (2006-09-27)	1-29	
	* Abbildungen 4, 6, 11, 13 *		
A	-----		
A	WO 95/05571 A2 (INSILCO CORP [US]) 23. Februar 1995 (1995-02-23)	1-29	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. April 2010	Prüfer Cano Palmero, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 18 0417

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-04-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1605221 A1	14-12-2005	WO 2004074757 A1	02-09-2004
		US 2009188111 A1	30-07-2009
		US 2006219398 A1	05-10-2006
DE 102008007597 A1	06-08-2009	KEINE	
DE 102006031675 A1	10-01-2008	KEINE	
EP 0704667 A2	03-04-1996	DE 69514463 D1	17-02-2000
		DE 69514463 T2	21-06-2000
		US 5996633 A	07-12-1999
US 5560425 A	01-10-1996	US 2001000879 A1	10-05-2001
US 5271151 A	21-12-1993	KEINE	
EP 1705446 A1	27-09-2006	DE 102005013777 A1	28-09-2006
WO 9505571 A2	23-02-1995	AU 7481694 A	14-03-1995
		CA 2168746 A1	23-02-1995
		CN 1132552 A	02-10-1996
		EP 0711399 A1	15-05-1996
		JP 9506161 T	17-06-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102006031675 A1 [0004] [0006]