

(19)



(11)

EP 2 149 770 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
F28D 7/16 ^(2006.01) **F28F 1/08** ^(2006.01)
F28F 9/013 ^(2006.01) **F28D 7/00** ^(2006.01)
F28F 1/00 ^(2006.01) **F28F 1/02** ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
27.02.2013 Patentblatt 2013/09

(21) Anmeldenummer: **09009293.3**

(22) Anmeldetag: **16.07.2009**

(54) **Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen und Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen**

Use of a pipe heater for transferring heat between at least two food flows and method

Utilisation d'un caloporteur tubulaire de transmission de la chaleur entre au moins deux flux d'aliments et procédé

(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**

(30) Priorität: **01.08.2008 DE 102008036125**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.02.2010 Patentblatt 2010/05

(73) Patentinhaber: **Krones AG
93073 Neutraubling (DE)**

(72) Erfinder:
• **Meinzinger, Rupert
94356 Kirchroth (DE)**
• **Justl, Johann
93049 Regensburg (DE)**
• **Zierer, Martin
93179 Brennborg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 911 597 DE-C1- 3 830 800
DE-U1- 29 708 011 FR-A1- 2 297 395
JP-A- 2001 304 047 US-A- 4 050 511

EP 2 149 770 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen und ein Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen. So eine Verwendung bzw. Verfahren sind aus DE 600 19 635 T2 bekannt.

[0002] In der Lebensmittelindustrie ist es häufig erforderlich, einem flüssigen Lebensmittel Wärme zu entziehen oder zuzuführen. Dazu werden herkömmlich beispielsweise Platten- oder Röhrenwärmeüberträger eingesetzt. Bei der Verwendung von Röhrenwärmeüberträgern wird häufig ein Heiz- oder Kühlmedium bzw. Wärmespeicher bzw. Wärmeträger verwendet, das zur Abgabe und/oder Aufnahme von Wärme verwendet wird. Zum Zwecke der Energieeinsparung kann dieses Wärmeübertragungsmedium dann für eine weitere Wärmeübertragung an einer anderen Stelle des Herstellungsprozesses eingesetzt werden. So kann beispielsweise in einem nachgelagerten Verfahrensschritt die vorab vom Wärmeübertragungsmedium auf das flüssige Lebensmittel übertragende Wärme diesem durch Rückübertragen auf das Übertragungsmedium wieder entzogen werden.

[0003] Die Verwendung eines Wärmeübertragungsmediums ist insofern nachteilig, als bei einem kontinuierlichen Herstellungsprozess unter Umständen eine weitere Wärmeübertragungsvorrichtung erforderlich ist. Darüber hinaus kann die Verwendung eines Wärmeträgers aufgrund erforderlicher Zusatzausstattung, wie beispielsweise Tanks, Rohrleitungen und Pumpen, aufwändig und kostenträchtig sein. Zudem ist mit Energieverlusten, beispielsweise durch Wärmeabstrahlung und Strömungswiderstände, zu rechnen.

[0004] Daher sind Röhrenwärmeüberträger vorgeschlagen worden, bei denen Wärme von einem ersten Lebensmittelstrom bzw. von einem ersten flüssigen Produkt unmittelbar auf einen zweiten Lebensmittelstrom bzw. ein zweites flüssiges Produkt ohne Verwendung eines Übertragungsmediums übertragen wird. Dies bedingt, dass auch in einem Mantelraum, der zwischen dem Mantelrohr und meist einer Mehrzahl von Wärmeübertragungsrohren ausgebildet ist, ein flüssiges Produkt strömt. Damit werden an den Mantelraum wesentlich höhere Anforderungen gestellt, als wenn, wie herkömmlich, ein Wärmeübertragungsmedium durch den Mantelraum strömt. So muss der Mantelraum nicht nur strömungstechnisch für ein flüssiges Produkt ausgelegt sein, sondern muss auch leicht reinigbar sein.

[0005] Abgesehen von diesen erhöhten Anforderungen an den Mantelraum des Röhrenwärmeübertragers besteht zudem die Erfordernis einer geeigneten mechanischen Lagerung der Wärmeübertragungsrohre im Mantelrohr. Bei den üblichen Wärmeübertragungsrohlängen von etwa 6 m kann es aufgrund der Eigenmasse der Rohre zu einem Durchhängen kommen. Dies kann zu einem flächigen Berühren der Rohre führen, wodurch

die nutzbare Wärmeübertragungsfläche verkleinert wird und damit die Wärmeübertragungsleistung des Röhrenwärmeübertragers insgesamt verschlechtert wird.

[0006] Zur Vermeidung des Durchhängens der Wärmeübertragungsrohre werden daher mechanische Abstützungen der Wärmeübertragungsrohre in vorgegebenen Abständen eingesetzt. Herkömmliche Abstützungen genügen jedoch den vorstehend diskutierten Anforderungen bei beidseitigem Produkteinsatz nicht. So bilden mechanische Abstützungen, die in den Mantelraum eingebaut sind, Prallflächen aus, die zum einen den Strömungswiderstand des Mantelraums erhöhen und zum anderen Sammelstellen für möglicherweise im flüssigen Produkt enthaltene Feststoffe darstellen können. Dies kann zu einer verstärkten Anlagerung von suspendierten Feststoffen und/oder zu einem Anbrennen von suspendierten oder gelösten Feststoffen aus dem flüssigen Produkt, dem sog. Fouling, führen. Eine verschlechterte Wärmeübertragungsleistung und häufigere Reinigungsintervalle sind die Folge.

[0007] In diesem Zusammenhang wird in der Schrift DE 600 19 635 T2 eine Rohrwärmetauscher-Anordnung jener Art vorgeschlagen, die mehrere von einem Mantel umgebene Wärmeübertragungsrohre aufweist und in der die Wärmeübertragungsrohre an ihren beiden Enden in Rohrplatten befestigt sind. Dabei wird eine Axialkraft F an wenigstens einem Ende der Wärmeübertragungsrohre derart angelegt, dass sie sich nicht berühren oder gegen die Innenwand des Mantelrohrs streichen. Durch diese Anordnung sollen die Wärmeübertragungsrohre voneinander und von der Innenwand des Mantelrohrs getrennt gehalten werden, ohne ein Hindernis für den Produktstrom am Mantelrohr darzustellen.

[0008] Nachteilig ist hierbei, dass die angelegte Axialkraft eine permanente Spannung der Wärmeübertragungsrohre verursacht. Dies kann zu einer verstärkten Materialbeanspruchung und einer kürzeren Lebensdauer des Wärmeübertragers führen.

[0009] Ferner muss die Axialkraft durch den Einsatz zusätzlicher Bauteile wie Schrauben oder Federsätze erzeugt werden. Dies erschwert die Montage des Röhrenwärmeübertragers und erhöht zudem die Herstellungskosten.

[0010] Des Weiteren besteht beim Einsatz vorgespannter Wärmeübertragungsrohre die Möglichkeit, dass es bei der Montage oder Demontage zu "Katapultwirkungen" an den Rohrplatten bzw. an den Enden der Wärmeübertragungsrohre kommt. Damit kann die Gefahr von Personenschäden erhöht sein.

[0011] Das Dokument US 4,589,481 A beschreibt einen Röhrenwärmetauscher, bei welchem sich helixförmige Wärmeübertragungsrohre punktförmig berühren.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Röhrenwärmeüberträger zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen oder ein Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen derart weiterzubilden, dass die Wärmeübertragungsrohre ohne Vorspan-

nung unter Einsatz einer Axialkraft gelagert werden.

[0013] Diese Aufgabe wird durch die Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und das Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen mit den Merkmalen des Anspruchs 16 gelöst.

[0014] Bei der Erfindung wird ein Röhrenwärmeüberträger benutzt, wobei der Röhrenwärmeüberträger ein Mantelrohr aufweist und im Innern des Mantelrohrs ein oder mehrere Wärmeübertragungsrohre angeordnet sind. Dabei ist in dem wenigstens einen Wärmeübertragungsrohr ein erstes flüssiges Lebensmittel führbar. Ferner ist in einem Mantelraum zwischen dem Mantelrohr und dem wenigstens einen Wärmeübertragungsrohr ein zweites flüssiges Lebensmittel führbar. Zudem ist wenigstens ein Teil der Wärmeübertragungsrohre wenigstens abschnittsweise derart verformt, dass sich die voneinander beabstandet und benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre im Wesentlichen nur punktuell berühren.

[0015] Das Durchhängen wird erstmalig durch eine wenigstens abschnittsweise Verformung der Wärmeübertragungsrohre vermieden, durch die sich die voneinander beabstandet und benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre im Wesentlichen nur punktuell berühren. Hierbei ist erstmalig eine Lagerung der Wärmeübertragungsrohre in einem Röhrenwärmeüberträger vorgesehen, bei der ein Durchhängen der Wärmeübertragungsrohre innerhalb des Mantelraums ohne ein Vorspannen der Wärmeübertragungsrohre wirksam vermieden wird.

[0016] Indem eine gegenseitige Berührung der Wärmeübertragungsrohre auf größerer Fläche vermieden wird, wird eine maximale Wärmeübertragungsfläche erhalten. Dies dient der Aufrechterhaltung einer hohen Wärmeübertragungsfähigkeit während des gesamten Übertragungsvorgangs.

[0017] Die nur im Wesentlichen punktuell bzw. punktförmig bzw. punktwise ausgebildeten Berührungsstellen zwischen benachbarten Wärmeübertragungsrohren bilden einen minimalen Strömungswiderstand im Vergleich zu allen herkömmlichen Einbauten zur Abstützung der Wärmeübertragungsrohre im Mantelraum des Röhrenwärmeübertragers. Hierdurch sind geringere Pumpenkapazitäten erforderlich und der Energieeintrag in die Flüssigkeit wird vermindert. Dies senkt den Energieverbrauch und vermeidet ein unnötiges und möglicherweise unerwünschtes Erwärmen des durchströmenden Lebensmittels.

[0018] Eine weitere Folge des minimalen Strömungswiderstands und des damit verbundenen abgesenkten Energieeintrags durch Pumpen ist die Einwirkung minimaler Scherkräfte auf den Lebensmittelstrom bzw. das flüssige Lebensmittel. Hierdurch wird das Lebensmittel schonend behandelt und mögliche qualitative Verschlechterungen, die mit einer Einwirkung von Scherkräften einhergehen kann, stark vermindert oder sogar

vermieden.

[0019] Ferner weisen gerade die im Wesentlichen punktuell ausgebildeten Berührungsstellen den Vorteil auf, dass eine Ansammlung von im flüssigen Lebensmittel enthaltenen Feststoffen konstruktionsbedingt stark vermindert oder sogar verhindert wird. Demnach bleiben die produktberührten Innenflächen des Röhrenwärmeübertragers länger frei von Anlagerungen, so dass die Wärmeübertragungsfähigkeit länger auf einem hohen Niveau gehalten werden kann. Dies hat wiederum hohe Volumendurchsätze und lange Standzeiten des Übertragers zur Folge. Damit gehen auch seltenere Reinigungsintervalle einher, was wiederum eine verbesserte Auslastung ermöglicht.

[0020] Im Hinblick auf die Reinigung des Röhrenwärmeübertragers ist zudem vorteilhaft, dass Verunreinigungen dank der im wesentlichen punktuell ausgebildeten Berührungsstellen leichter entfernt werden können, sofern sie sich überhaupt anlagern. Durch die in Hinblick auf faserartige Bestandteile des flüssigen Lebensmittels ausgerichteten Abstände der Wärmeübertragungsrohre im Bündel wird ein Aufstauen von Fasern und ein damit einhergehendes Verlegen oder Verblocken der Strömungswege vorteilhaft verhindert.

[0021] Insbesondere aus mikrobiologischer Sicht bietet die erfindungsgemäße Lösung eine optimale Konstruktion, da die Festsetzung von Keimen und anderen Organismen gegenüber Einbauten jeder Art im Mantelraum weitestgehend unterbleibt. Damit kann wiederum der Vermehrung von produktschädlichen Keimen und der Ausbildung schwer entfernbarer Biofilme wirksam entgegengewirkt werden. Auch die mikrobiologisch verbesserten Gegebenheiten dienen letztlich der Aufrechterhaltung einer optimalen Produktqualität.

[0022] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verwendung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 15.

[0023] So können die benachbart zum Mantelrohr angeordneten und davon beabstandeten Wärmeübertragungsrohre das Mantelrohr im wesentlichen nur punktuell berühren. Erfindungsgemäß ist damit erstmalig vorgesehen, die Abstützung der Wärmeübertragungsrohre gegenüber dem gehäuseartigen Mantelrohr durch im wesentlichen punktuelle Berührungsstellen zu verwirklichen. Hieraus ergeben sich die vorstehend erläuterten Vorteile hinsichtlich Strömungswiderstand und Reinigungsfähigkeit analog.

[0024] Ferner können die Wärmeübertragungsrohre wenigstens einen verformten Abschnitt mit einer veränderten Querschnittsgestalt aufweisen. Hierdurch wird die Strömungsrichtung der Flüssigkeit verändert, was zu einer besseren Durchmischung führen kann. Je nach Strömungsbedingungen können in der strömenden Flüssigkeiten auch Turbulenzen erzeugt werden, welche die laminare Grenzschicht verkleinern und somit einen Wärmeübergang von der Flüssigkeit zur Wand verbessern. Zudem können die Turbulenzen eine abreinigende Wirkung hinsichtlich der Anlagerung von Feststoffen aus

dem flüssigen Lebensmittel haben.

[0025] In einer beispielhaften Weiterbildung ist der Übergang von einem unverformten Abschnitt zum verformten Abschnitt stetig. Ein stetiger Übergang minimiert den Strömungswiderstand mit den vorstehend diskutierten Vorteilen.

[0026] Darüber hinaus kann der verformte Abschnitt einen im Wesentlichen elliptischen Querschnitt aufweisen. Dieser ermöglicht die Realisierung wenigstens einer punktuell ausgebildeten Berührungsstelle in einer konstruktiv einfachen Weise. Zudem ist eine hohe mechanische Stabilität des Wärmeübertragungsrohrs am verformten Abschnitt gegeben.

[0027] Der verformte Abschnitt kann aber auch einen im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt mit einem gegenüber dem Durchmesser des Wärmeübertragungsrohrs vergrößerten Durchmesser aufweisen. Dies ermöglicht die Realisierung wenigstens einer punktuell ausgebildeten Berührungsstelle in einer konstruktiv noch einfacheren Weise. Zudem besteht vorteilhaft die Möglichkeit, mehr als zwei Berührungsstellen zu anderen Wärmeübertragungsrohren zu schaffen, wodurch die Abstützwirkung verbessert wird. Vor und/oder nach diesem Teilabschnitt mit vergrößertem Durchmesser kann der verformte Abschnitt auch wenigstens einen Teilabschnitt mit verringertem Durchmesser aufweisen. Hierdurch wird die Turbulenzerzeugung zum Zwecke der verbesserten Abreinigung vorteilhaft gefördert, wie vorstehend diskutiert.

[0028] Vorteilhaft ist ferner, wenn die Länge einer Hauptachse bzw. der Durchmesser des verformten Abschnitts des Wärmeübertragungsrohrs das Ein- bis Zweifache des Durchmessers des unverformten Abschnitts ist. Hierdurch kann die Beabstandung der Wärmeübertragungsrohre untereinander auf einfache Weise vorgeordnet werden. Dies ermöglicht einerseits eine kompakte Bauweise des Röhrenwärmeüberträgers und erlaubt andererseits die Einstellung für die Wärmeübertragung optimaler Strömungsverhältnisse.

[0029] Darüber hinaus sind die unverformten Abschnitte und die verformten Abschnitte entlang einer Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs abwechselnd hintereinander angeordnet sind. Hierdurch wird sichergestellt, dass einem jeden Wärmeübertragungsrohr nur die erforderliche Anzahl an Verformungen beigebracht wird, wodurch das Herstellungsverfahren vereinfacht wird. Durch die minimale Anzahl der Verformungen und damit der Berührungsstellen der Wärmeübertragungsrohre wird zudem der Druckverlust des strömenden Lebensmittels auf einem kleinstmöglichen Wert gehalten.

[0030] Die im Wesentlichen punktuellen Berührungsstellen der verformten Abschnitte können entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet sein. Hierdurch wird eine hinreichende gegenseitige Abstützung der Wärmeübertragungsrohre unter Vermeidung des Durchhängens ermöglicht. Zudem wird dank vibrationsoptimierter Abstützung der Wär-

meübertragungsrohre das Entstehen von Eigenschwingungen des Röhrenbündels vorteilhaft unterdrückt.

[0031] Ferner kann sich die Ausrichtung der Hauptachsen zweier aufeinanderfolgender, verformter Abschnitte mit im wesentlichen elliptischen Querschnitt um einen vorbestimmten Winkel unterscheiden. Dies hat den Vorteil, dass eine Abstützung zweier aufeinanderfolgender, verformter Abschnitte auf wenigstens zwei verschiedene, benachbarte Wärmeübertragungsrohre ausgerichtet ist. Damit ist es möglich, eine Abstützung gegen alle unmittelbar umgebenden Röhren zu verwirklichen.

[0032] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der vorbestimmte Winkel zwischen 0 und 180°, vorzugsweise zwischen 0 und 90° und insbesondere etwa 60° beträgt. Dies ermöglicht eine hinreichende Abstützung eines Wärmeübertragungsrohrs gegenüber allen umgebenden Wärmeübertragungsrohren und dem Mantelrohr.

[0033] In einer vorteilhaften Weiterbildung kann das Mantelrohr in seinem Querschnitt wenigstens abschnittsweise derart verformt sein, dass es die voneinander beabstandet und dazu benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre im Wesentlichen nur punktuell berührt. Durch diese verbesserte Abstützung des wenigstens einen Wärmeübertragungsrohrs wird die Stabilität der Wärmeübertragungsrohre zusätzlich erhöht.

[0034] Darüber hinaus ist denkbar, dass die im Wesentlichen punktuellen Berührungsstellen des Mantelrohrs entlang einer Mittelachse des Mantelrohrs im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet sind. Hierdurch wird eine Stabilitätsverbesserung bei einem minimalen Verformungsaufwand erzielt.

[0035] Die Querschnittsgestalt der Wärmeübertragungsrohre kann durch abschnittsweises Quetschen formbar sein. Darüber hinaus kann auch die Querschnittsgestalt des Mantelrohrs durch abschnittsweises Quetschen formbar sein. Damit kann die erfindungsgemäße Verformung durch einen einfachen Verarbeitungsschritt mit geringem Aufwand erzielt werden.

[0036] Die Querschnittsgestalt der Wärmeübertragungsrohre kann aber auch durch abschnittsweises Umformen mittels Hydroforming bzw. Innenhochdruckumformen und/oder Rollen und/oder Drücken formbar sein. Hydroforming erlaubt die Herstellung von verformten Abschnitten mit rotationssymmetrischer Gestalt.

[0037] In verfahrenstechnischer Hinsicht wird die Aufgabe der Erfindung durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen zwei Lebensmittelströmen gelöst. Dabei wird die Wärme von einem ersten Lebensmittelstrom bzw. einem ersten flüssigen Lebensmittel auf einen zweiten Lebensmittelstrom bzw. ein zweites flüssiges Lebensmittel übertragen. Hierbei wird der erste Lebensmittelstrom in Wärmeübertragungsrohren eines Röhrenwärmeüberträgers geführt. Zudem wird der zweite Lebensmittelstrom in einem Mantelraum des Röhrenwärmeüberträgers geführt. Der Mantelraum ist zwischen einem Mantelrohr und dem wenigstens einen Wärmeübertragungsrohr ausgebildet. Ferner

sind die Wärmeübertragungsrohre wenigstens abschnittsweise derart verformt, dass sich die voneinander beabstandet und benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre im Wesentlichen nur punktuell berühren.

[0038] Für das erfindungsgemäße Verfahren gelten alle für die vorstehend diskutierten, erfindungsgemäßen Verwendung aufgeführten Vorteile in analoger Weise.

[0039] Bei den beiden Lebensmittelströmen handelt es sich um dieselben Lebensmittel, insbesondere aus unterschiedlichen Ver- oder Bearbeitungsstufen, insbesondere in rekuperativen Stufen.

[0040] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 17 und 18.

[0041] Es ist insbesondere von Vorteil, wenn die Wärme in einem Röhrenwärmeüberträger übertragen wird. Hierbei gelten die vorstehend diskutierten Vorteile des Röhrenwärmeüberträgers analog.

[0042] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Wärme ohne Verwendung eines Wärmespeichers oder Wärmeträgers übertragen wird, wie vorstehend diskutiert.

[0043] Darüber hinaus kann sich die Strömungsrichtung der flüssigen Lebensmittel beim Durchströmen des Röhrenwärmeüberträgers an den verformten Abschnitten ändern. Wie vorstehend diskutiert, ermöglicht dies größere Turbulenzen, eine bessere Durchmischung der flüssigen Lebensmittel und damit eine verbesserte Wärmeübertragung.

[0044] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Ausschnitts eines Wärmeübertragungsrohrs eines Wärmeübertragers, wo das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann;

Fig. 2 eine schematische, perspektivische Teilschnittansicht des Ausschnitts des Wärmeübertragungsrohrs aus Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht des Ausschnitts des Wärmeübertragungsrohrs aus Fig. 1;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht des Ausschnitts des Wärmeübertragungsrohrs aus Fig. 1;

Fig. 5 eine schematische Vorderansicht des Ausschnitts des Wärmeübertragungsrohrs aus Fig. 1;

Fig. 6 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Bündels von Ausschnitten der Wärmeübertragungsrohre;

Fig. 7 eine schematische Querschnittansicht eines Röhrenwärmeüberträgers eines Wärmeübertragers, wo das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann;

Fig. 8 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Ausschnitts eines Wärmeübertragungsrohrs eines Wärmeübertragers, wo das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann; und

Fig. 9 eine schematische, perspektivische Ansicht eines Ausschnitts eines Röhrenwärmeüberträgers eines Wärmeübertragers, wo das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

[0045] Der in den Figuren 1 bis 5 beispielhaft dargestellte Ausschnitt eines Wärmeübertragungsrohrs 1 weist im Wesentlichen die Gestalt eines Hohlzylinders auf. Ferner weist der dargestellte Ausschnitt an seinen Enden zwei unverformte Abschnitte 2 mit einem im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt auf. Zudem weist der Ausschnitt im mittleren Bereich einen verformten Abschnitt 4 auf. Dabei ist die äußere Umfangsfläche des Wärmeübertragungsrohrs 1 auf zwei gegenüberliegenden Seiten abgeflacht, d.h., an diesen Stellen weist die Wand des Wärmeübertragungsrohrs 1 einen weiteren Kurvenverlauf auf, als dies bei den unverformten Abschnitten 2 der Fall ist. An den Stellen, die zu den abgeflachten Stellen im rechten Winkel um die Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 versetzt angeordnet sind, weist die Wand des Wärmeübertragungsrohrs 1 einen engeren Kurvenverlauf auf, als dies bei den unverformten Abschnitten 2 der Fall ist.

[0046] Wie insbesondere aus der Teilschnittansicht der Fig. 2 zu erkennen ist, weist das Wärmeübertragungsrohr 1 am verformten Abschnitt 4 somit einen im wesentlichen elliptischen Querschnitt auf. Dabei ist am verformten Abschnitt 4 der Durchmesser der Hauptachse des im wesentlichen elliptischen Querschnitts größer als der des unverformten Abschnitts 2 des Wärmeübertragungsrohrs 1. Dagegen ist die Nebenachse des im wesentlichen elliptischen Querschnitts kleiner als der des unverformten Abschnitts 2.

[0047] Ferner geht die Kontur der äußeren Umfangsfläche und der Innenfläche des Wärmeübertragungsrohrs 1 vom unverformten Abschnitt 2 zum verformten Abschnitt 4 stetig über. Die Stetigkeit des Übergangs wie auch die Durchmesser verhältnisse sind auch aus der schematischen Vorderansicht der Fig. 5 ersichtlich.

[0048] In Fig. 6 ist eine beispielhafte Ausführungsform eines Bündels von Ausschnitten der Wärmeübertragungsrohre 1 perspektivisch dargestellt. Dabei sind die Wärmeübertragungsrohre 1 in Gestalt eines Bündels angeordnet, wobei die Mittelachsen der Wärmeübertragungsrohre 1 parallel zueinander ausgerichtet sind. Der Abstand zweier benachbarter Wärmeübertragungsrohre

1 wird dabei im wesentlichen durch die Länge der Querschnitts-Hauptachsen der verformten Abschnitte 4 bestimmt. Der Durchmesser des Wärmeübertragungsrohrs 1 entlang der Hauptachse eines verformten Abschnitts 4 ist größer als der des unverformten Abschnitts 2.

[0049] Das Wärmeübertragungsrohr 1 weist jeweils eine Mehrzahl von vorstehend beschriebenen, unverformten Abschnitten 2 und verformten Abschnitten 4 auf, die entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 abwechselnd hintereinander angeordnet sind. Dabei sind die verformten Abschnitte 4 entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 im Abstand von etwa 1 m voneinander angeordnet. Ferner unterscheidet sich die Ausrichtung der Hauptachsen zweier aufeinanderfolgender verformter Abschnitte 4 um einen vorbestimmten Winkel α von etwa 60° . Damit weist jeder vierte der verformten Abschnitte 4 dieselbe Ausrichtung der Hauptachse im Raum auf.

[0050] Fig. 7 stellt eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Röhrenwärmeübertragers 6 dar. Der Röhrenwärmeüberträger 6 weist ein Mantelrohr 8 auf, in dessen Innern ein Bündel von Wärmeübertragungsrohren 1 angeordnet ist. Zwischen dem Mantelrohr 8 und den Wärmeübertragungsrohren 1 befindet sich ein Mantelraum 10.

[0051] Das Bündel von Wärmeübertragungsrohren 1 ist derart angeordnet, dass jedes Wärmeübertragungsrohr 1, sofern es nicht zum Mantelrohr 8 benachbart angeordnet ist, von sechs Wärmeübertragungsrohren 1 umgeben ist. Die Wärmeübertragungsrohre 1, die zum Mantelrohr 8 benachbart angeordnet sind, sind von drei oder vier Wärmeübertragungsrohren 1 umgeben. Im Hinblick auf den Aufbau des Bündels von Wärmeübertragungsrohren 1 wird ferner auf die Beschreibung der Fig. 6 verwiesen.

[0052] Ein zentrales Wärmeübertragungsrohr 1, dessen Mittelachse mit der Mittelachse des Röhrenwärmeübertragers 6 zusammenfällt, ist von sechs Wärmeübertragungsrohren 1 umgeben. Diese sind in Gestalt eines gleichseitigen Sechsecks um das zentrale Wärmeübertragungsrohr 1 angeordnet und stellen eine erste Sphäre hinsichtlich des zentralen Wärmeübertragungsrohrs 1 dar. Die sechs umgebenden Wärmeübertragungsrohre 1 der ersten Sphäre sind ferner von 12 weiteren Wärmeübertragungsrohren 1 umgeben. Diese sind wiederum in Gestalt eines gleichseitigen Sechsecks um die Wärmeübertragungsrohre 1 der ersten Sphäre angeordnet und stellen eine zweite Sphäre hinsichtlich des zentralen Wärmeübertragungsrohrs 1 dar. Insgesamt weist der Röhrenwärmeüberträger 6 somit 19 Wärmeübertragungsrohre 1 auf.

[0053] In einer in Fig. 7 dargestellten Schnittebene durch den Röhrenwärmeüberträger 6, die senkrecht zur Mittelachse gelegt ist, weisen das zentrale Wärmeübertragungsrohr 1 sowie jedes zweite Wärmeübertragungsrohr 1 der zweiten Sphäre einen verformten Querschnitt auf, während alle übrigen Wärmeübertragungsrohre 1 einen unverformten Querschnitt aufweisen. Insgesamt

liegen also sieben Wärmeübertragungsrohre 1 mit verformten Querschnitt und 12 Wärmeübertragungsrohre 1 mit unverformten Querschnitt vor.

[0054] Die verformten Abschnitte 4 der Wärmeübertragungsrohre 1 weisen einen im Wesentlichen elliptischen Querschnitt auf. Dabei berühren die Hauptscheitel der verformten Abschnitte 4 jeweils die äußeren Umfangsflächen der unverformten Abschnitte 2 der benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre 1. Insgesamt werden demnach 14 Berührungsstellen zwischen den Wärmeübertragungsrohren 1 ausgebildet. Die Berührungsstellen sind im Wesentlichen von punktueller Gestalt.

[0055] Das Mantelrohr 8 weist ferner in der in Fig. 7 dargestellten Schnittebene sechs Verformungen seines im Wesentlichen kreisrunden Querschnitts auf. Diese Verformungen weisen die Gestalt von Einprägungen auf, an deren Stellen der Durchmesser des Mantelrohrs 8 verkleinert ist. Die Verformungen sind auf der Umfangsfläche des Mantelrohrs 8 gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet. Ferner sind sie jeweils in räumlicher Nähe zu den Wärmeübertragungsrohren 1 der zweiten Sphäre mit verformten Querschnitten angeordnet. Aufgrund der Verformungen weist das Mantelrohr 8 eine Umfangslinie mit im Wesentlichen wellenförmiger Gestalt auf. Die Verformungen sind entlang der Mittelachse des Mantelrohrs 8 im Abstand von 1 m voneinander angeordnet.

[0056] Die Verformungen der Wärmeübertragungsrohre 1 und/oder des Mantelrohrs 8 sind durch Quetschen erzeugt worden.

[0057] In einer zweiten Schnittebene, die hinter der vorstehend beschriebenen Schnittebene der Fig. 7 liegt, weisen alle Wärmeübertragungsrohre 1, die in der ersten, vorstehend beschriebenen Schnittebene einen unverformten Querschnitt aufweisen nun einen verformten Querschnitt auf und umgekehrt. So weist das zentrale Wärmeübertragungsrohr 1 einen unverformten Querschnitt auf, während alle Wärmeübertragungsrohre 1 der umgebenden ersten Sphäre einen verformten Querschnitt aufweisen. In der zweiten Sphäre wechseln sich Wärmeübertragungsrohre 1 mit unverformten und verformten Querschnitten ab. Insgesamt weisen in dieser Schnittebene 7 Wärmeübertragungsrohre 1 einen unverformten Querschnitt auf, während 12 einen verformten Querschnitt aufweisen.

[0058] In einer dritten Schnittebene, die hinter der vorstehend beschriebenen, zweiten Schnittebene liegt, weisen alle Wärmeübertragungsrohre 1 einen verformten Querschnitt auf. Dabei weisen die Verformungen aller Wärmeübertragungsrohre 1, die auf einer Schnittachse durch den Röhrenwärmeüberträger 6 liegen, dieselbe räumliche Orientierung der jeweiligen Verformungshauptachse auf. Hiervon weicht nur die Orientierung der Hauptachse des zentralen Wärmeübertragungsrohrs 1 ab.

[0059] Bezogen auf alle drei vorstehend betrachteten Schnittebenen weist jedes Wärmeübertragungsrohr 1

insgesamt einen unverformten Querschnitt und zwei verformte Querschnitte auf.

[0060] Für alle übrigen Bauteile des Röhrenwärmeübertragers 6, wie beispielsweise die Flüssigkeitszufuhr- und -abfuhrvorrichtungen, können aus dem Stand der Technik bekannte Komponenten verwendet werden, weshalb auf eine Beschreibung verzichtet wird.

[0061] Bei einer beispielhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen wird der vorstehend beschriebene Röhrenwärmeüberträger 6 eingesetzt. Dabei strömt ein flüssiges Lebensmittel durch die Wärmeübertragungsrohre 1, während ein anderes Lebensmittel durch den Mantelraum 10 strömt. Hierbei können die Strömungsrichtungen der beiden Lebensmittel gleich- oder entgegengerichtet sein. Der Wärmeübergang erfolgt von den Wärmeübertragungsrohren 1 durch deren Wand zum Mantelraum 10 oder umgekehrt.

[0062] Beim Durchströmen kommen sowohl das in den Wärmeübertragungsrohren 1 befindliche, flüssige Lebensmittel als auch das im Mantelraum 10 befindliche mit den vorstehend beschriebenen Verformungen der Wärmeübertragungsrohre 1 und des Mantelraums 10 in Kontakt. Diese Verformungen können zu einer Änderung der Strömungsrichtung derart führen, dass die Durchmischung der Flüssigkeiten verbessert wird. Hierdurch wird auch eine gleichmäßigere Temperaturverteilung innerhalb der strömenden Flüssigkeiten erreicht. Dies führt schließlich zu einem größeren Temperaturgradienten an der Wand, welche die Lebensmittelströme begrenzt, und damit zu einer Verbesserung der Wärmeübertragung.

[0063] Dank des stetigen Übergangs der unverformten Abschnitte 2 zu den verformten Abschnitten 4 wird der Strömungswiderstand sowohl in den Wärmeübertragungsrohren 1 als auch im Mantelraum 10 nur unwesentlich verändert. Damit sind die auf flüssigen Lebensmittel einwirkenden Scherkräfte gering, wodurch Qualitätseinbußen durch eine übermäßige mechanische Belastung vermieden werden können. Damit einhergehend ist der Druckverlust der durchströmenden Flüssigkeiten gegenüber herkömmlichen Röhrenwärmeüberträgern mit gänzlich unverformten Oberflächen nur unwesentlich verändert.

[0064] Die im Wesentlichen nur punktuellen Berührungsstellen zwischen den Wärmeübertragungsrohren 1 als auch zwischen den Wärmeübertragungsrohren 1 und dem Mantelrohr 8 sorgen für eine minimale Anlagerung von möglicherweise in einer oder beiden flüssigen Lebensmitteln enthaltenen Feststoffen. Sollte es dennoch zu geringfügigen Anschwemmungen an den Berührungsstellen kommen, unterstützen die vorstehend beschriebenen Strömungsablenkungen darüber hinaus ein Freispülen der Anschwemmungen.

[0065] Die in Fig. 8 beispielhaft dargestellte Ausschnitt des Wärmeübertragungsrohrs 1 weist im Wesentlichen die Gestalt eines Hohlzylinders auf. Ferner weist der dargestellte Ausschnitt an seinen Enden zwei unverformte

Abschnitte 2 mit einem im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt auf. Zudem weist der Ausschnitt im mittleren Bereich einen verformten Abschnitt 4 auf.

[0066] Der verformte Abschnitt 4 weist eine rotations-symmetrische Gestalt mit im Wesentlichen kreisrundem Durchmesser auf. In einem Teilabschnitt 12 des verformten Abschnitts 4 ist der Durchmesser des Wärmeübertragungsrohrs 1 gegenüber den unverformten Abschnitten 2 vergrößert, so dass eine Art ringförmiger, umlaufender Höcker entsteht. Ferner weist der verformte Abschnitt 4 in unmittelbarer Nachbarschaft zum Teilabschnitt 12 wenigstens einen Teilabschnitt 14 auf, an dem/denen der Durchmesser des Wärmeübertragungsrohrs 1 gegenüber den unverformten Abschnitten 2 verkleinert ist, so dass eine Art Einschnürung entsteht.

[0067] Ferner geht die Kontur der äußeren Umfangsfläche und der Innenfläche des Wärmeübertragungsrohrs 1 vom unverformten Abschnitt 2 zum verformten Abschnitt 4 stetig über.

[0068] In Fig. 9 ist ein Röhrenwärmeüberträger 6 perspektivisch dargestellt. Dabei sind die Wärmeübertragungsrohre 1 in Gestalt eines Bündels angeordnet, wobei die Mittelachsen der Wärmeübertragungsrohre 1 parallel zueinander ausgerichtet sind. Die Wärmeübertragungsrohre 1 weisen die in der Figurenbeschreibung zu Fig. 8 erläuterte Gestalt auf. Der Abstand zweier benachbarter Wärmeübertragungsrohre 1 wird dabei im wesentlichen durch den Durchmesser der verformten Abschnitte 4 und insbesondere durch den Durchmesser der Teilabschnitte 12 bestimmt. Der Durchmesser des Wärmeübertragungsrohrs 1 entlang der Hauptachse eines verformten Abschnitts 4 ist größer als der des unverformten Abschnitts 2.

[0069] Im Bündel der Wärmeübertragungsrohre 1 berühren die äußeren Umfangsflächen der verformten Abschnitte 4 und insbesondere die der Teilabschnitte 12 jeweils die äußeren Umfangsflächen der unverformten Abschnitte 2 der benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre 1. Dabei sind die Berührungsstellen im Wesentlichen von punktueller Gestalt.

[0070] Das Bündel von Wärmeübertragungsrohren 1 ist von einem Mantelrohr 8 umgeben. Zwischen dem Mantelrohr 8 und den Wärmeübertragungsrohren 1 befindet sich der Mantelraum 10. Das Mantelrohr 8 weist einen im Wesentlichen kreisrunden Durchmesser auf. Das Mantelrohr 8 kann jedoch auch die in Fig. 7 beschriebene Gestalt aufweisen.

[0071] Das Wärmeübertragungsrohr 1 weist jeweils eine Mehrzahl von vorstehend beschriebenen, unverformten Abschnitten 2 und verformten Abschnitten 4 auf, die entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 abwechselnd hintereinander angeordnet sind. Dabei sind die verformten Abschnitte 4 entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 im Abstand von etwa 1 m voneinander angeordnet.

[0072] Die Verformungen der Wärmeübertragungsrohre 1 sind durch Hydroforming oder ein sonstiges geeignetes Umformenverfahren erzeugt worden.

[0073] Für alle übrigen Bauteile des Röhrenwärmeübertragers 6, wie beispielsweise die Flüssigkeitszufuhr- und -abfuhrvorrichtungen, können aus dem Stand der Technik bekannte Komponenten verwendet werden, weshalb auf eine Beschreibung verzichtet wird.

[0074] Im Röhrenwärmeüberträger 6 werden flüssige Lebensmittel oder entsprechende Vorstufen eingesetzt. Insbesondere ist der Röhrenwärmeüberträger 6 zur Wärmeübertragung zwischen Flüssigkeiten wie Wasser, Bier, Gemüsesaft, Fruchtsaft, Limonade, Nektar, Honig, Milch, Sirup, Flüssigkeiten auf Teebasis, Grundstoff, Konzentrate und beliebige Mischungen dieser Flüssigkeiten, oder dergleichen vorgesehen. Dabei können die vorstehend genannten Flüssigkeiten auch Feststoffe, wie beispielsweise Pulpen, Fruchtmarm, Fruchstücke, Fasern, Ballaststoffe, Eiweiß oder dergleichen enthalten.

[0075] Typischerweise betragen die Volumenströme durch den Röhrenwärmeüberträger 5 bis 90 m³/h, vorzugsweise 7,5 bis 60 m³/h und insbesondere 15 bis 45 m³/h. Die Temperatur der flüssigen Lebensmittel liegt typischerweise im Bereich von 0 bis 150 °C. Die Temperaturgradienten der Wärmeübertragung liegen typischerweise im Bereich von 2 bis 15 °C.

[0076] Der Innendurchmesser an einem unverformten Abschnitt 2 des Wärmeübertragungsrohrs 1 ist im Bereich von 10 bis 100 mm. Der größte Innendurchmesser bzw. die Länge der Hauptachse an einem verformten Abschnitt 4 des Wärmeübertragungsrohrs 1 ist im Bereich von 11 bis 120 mm. Der kleinste Innendurchmesser bzw. die Länge der Nebenachse an einem verformten Abschnitt 4 des Wärmeübertragungsrohrs 1 ist im Bereich von 5 bis 50 mm. Die Anzahl der Wärmeübertragungsrohre 1 kann je nach Baugröße 1 bis 100 betragen. Der Abstand zwischen benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohren 1 ist im Bereich von 1 bis 20 mm, insbesondere im Bereich von 2 bis 10 mm. Ferner ist der Abstand zwischen den Wärmeübertragungsrohren 1 und dem Mantelrohr 8 im Bereich von 1 bis 20 mm. Die Länge eines Wärmeübertragungsrohrs 1 ist im Bereich von 2.000 bis 6.000 mm. Die Wandstärke des Wärmeübertragungsrohrs 1 ist im Bereich von 1 bis 6 mm.

[0077] Der Innendurchmesser des Mantelrohrs 8 ist an einem unverformten Abschnitt im Bereich von 15 bis 500 mm, vorzugsweise im Bereich von 30 bis 200 mm. Der größte Innendurchmesser an einem verformten Abschnitt des Mantelrohrs 8 ist im Bereich von 15 bis 500 mm. Der kleinste Innendurchmesser an einem verformten Abschnitt des Mantelrohrs 8 ist im Bereich von 13 bis 470 mm. Die Länge des Mantelrohrs 8 ist im Bereich von 2.000 bis 6.000 mm. Die Wandstärke des Mantelrohrs 8 ist im Bereich von 1 bis 6 mm.

[0078] So können die unverformten Abschnitte 2 und/oder verformten Abschnitte 4 des Wärmeübertragungsrohrs 1 auch einen Querschnitt von einer drei- oder mehrseitigen, elliptischen, rautenförmigen, trapezförmigen oder einer anderweitigen Gestalt aufweisen. Die verformten Abschnitte 4 können zudem alle Querschnittsgestalten aufweisen, die durch Quetschen, Hydrofor-

ming, Rollen, Drücken oder eine anderweitige Umformung der vorstehend aufgeführten Gestalten erhältlich sind.

[0079] Die äußeren Bereichen der verformten Abschnitte 4 des Wärmeübertragungsrohrs 1, welche die Berührungsstellen mit einem weiteren Wärmeübertragungsrohr 1 oder dem Mantelrohr 8 darstellen, können anstatt als eine abgerundete Umfangsoberfläche auch als eine punktförmige Spitze oder eine spitz zulaufende Kante ausgebildet sein.

[0080] Ein Teil der Berührungsstellen zwischen den Wärmeübertragungsrohren 1 bzw. zwischen einem Wärmeübertragungsrohr 1 und dem Mantelrohr 8 kann auch linear ausgebildet sein.

[0081] Ferner muss der Übergang der Kontur vom unverformten Abschnitt 2 zum verformten Abschnitt 4 nicht stetig sein. Der Übergang kann auch Kanten oder Stufen aufweisen.

[0082] Beim Wärmeübertragungsrohr 1 müssen sich unverformte Abschnitte 2 und verformte Abschnitte 4 nicht abwechseln. Es ist auch denkbar, dass die verformten Abschnitte 4 ineinander übergehen, ohne einen dazwischen angeordneten, unverformten Abschnitt 2 aufzuweisen.

[0083] Die verformten Abschnitte 4 können entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs 1 auch im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet.

[0084] Der vorbestimmte Winkel α kann auch von 60° abweichen und 0 bis etwa 180°, vorzugsweise 0 bis etwa 90° und insbesondere bis 0 etwa 60° betragen.

[0085] Die Anzahl der das zentrale Wärmeübertragungsrohr 1 umgebenden Wärmeübertragungsrohre 1 der ersten Sphäre ist nicht auf sechs beschränkt. Diese Anzahl kann eine beliebige ganze Zahl zwischen zwei und 12, vorzugsweise zwischen vier und zehn, insbesondere zwischen sechs und acht sein. Ferner ist die Anzahl der Wärmeübertragungsrohre 1 der zweiten Sphäre nicht auf 12 beschränkt. Diese Anzahl kann eine beliebige ganze Zahl zwischen zwei und 39, vorzugsweise zwischen sieben und 19, insbesondere zwischen zehn und 14 sein. Darüber hinaus kann der Röhrenwärmeüberträger 6 auch drei oder mehr von der Art der vorstehend diskutierten Sphären von Wärmeübertragungsrohren 1 aufweisen. Zudem kann die Art der Anordnung der Wärmeübertragungsrohre 1 beliebig gewählt sein.

[0086] Die Anzahl der Berührungsstellen ist zudem nicht auf 14 beschränkt. Sie kann insbesondere in Abhängigkeit von der Anzahl der Wärmeübertragungsrohre 1 beliebig variiert werden. Ferner ist denkbar, dass wenigstens ein Teil der Berührungsstellen durch Berührung zweier oder mehrerer verformter Abschnitte 4 ausgebildet wird.

[0087] Die Anzahl der Verformungen am Mantelrohr 8 ist nicht auf sechs beschränkt. Sie kann insbesondere in Abhängigkeit vom Durchmesser des Mantelrohrs 8 und der Größe der Verformungen beliebig gewählt werden. Insbesondere ist auch eine Ausführungsform denkbar,

bei der das Mantelrohr 8 keine Verformungen aufweist.

[0088] Darüber hinaus können die Verformungen des Mantelrohrs 8 von beliebiger Gestalt sein. Insbesondere können sie die Gestalt einer "Beule" aufweisen. Ferner müssen die Verformungen nicht gleichmäßig verteilt auf der Umfangslinie des Mantelrohrs 8 angeordnet sein, sondern können in beliebigem Abstand zueinander angeordnet sein. Zudem können die Verformungen entlang der Mittelachse der Mantelrohrs im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet sein.

[0089] Das Mantelrohr 8 kann alternativ auch einen Querschnitt von einer drei- oder mehrseitigen, elliptischen, rautenförmigen, trapezförmigen oder einer anderweitigen Gestalt aufweisen.

[0090] Die Verformungen der Wärmeübertragungsrohre 1 und/oder des Mantelrohrs 8 können neben Quetschen auch durch ein beliebiges anderes mechanisches oder sonstiges Verfahren erzeugt worden.

Patentansprüche

1. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers (6) zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen, wobei die Lebensmittelströme flüssige Lebensmittel oder entsprechende Vorstufen umfassen; wobei der Röhrenwärmeüberträger (6) ein Mantelrohr (8) aufweist; wobei im Innern des Mantelrohrs (8) Wärmeübertragungsrohre (1) angeordnet sind; wobei in den Wärmeübertragungsrohren (1) ein erster Lebensmittelstrom führbar ist; wobei in einem Mantelraum (10) zwischen dem Mantelrohr (8) und dem wenigstens einen Wärmeübertragungsrohr (1) ein zweiter Lebensmittelstrom führbar ist, wobei wenigstens ein Teil der Wärmeübertragungsrohre (1) abschnittsweise derart verformt ist, dass sich die voneinander beabstandet und benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre (1) im Wesentlichen nur punktuell berühren, wobei die Lebensmittel des ersten und zweiten Lebensmittelstroms dieselben Lebensmittel aus unterschiedlichen Ver- oder Bearbeitungsstufen sind, wobei die Wärmeübertragungsrohre (1) jeweils eine Mehrzahl von unverformten Abschnitten (2) und verformten Abschnitten (4) aufweisen, die entlang der Mittelachsen der Wärmeübertragungsrohre (1) abwechselnd hintereinander angeordnet sind.
2. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zum Mantelrohr (10) benachbart und davon beabstandet angeordneten Wärmeübertragungsrohre (1) das Mantelrohr (10) im Wesentlichen nur punktuell berühren.
3. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach

Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeübertragungsrohre (1) wenigstens einen verformten Abschnitt (4) mit einer veränderten Querschnittsgestalt aufweisen.

4. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang von einem unverformten Abschnitt (2) zum verformten Abschnitt (4) stetig ist.
5. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verformte Abschnitt (4) einen im wesentlichen elliptischen Querschnitt aufweist.
6. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verformte Abschnitt (4) einen im wesentlichen kreisrunden Querschnitt mit einem gegenüber dem Durchmesser der Wärmeübertragungsrohre (1) vergrößerten Durchmesser aufweist.
7. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge einer Hauptachse des Querschnitts des verformten Abschnitts (4) der Wärmeübertragungsrohre (1) das Ein- bis Zweifache des Durchmessers des unverformten Abschnitts (2) ist.
8. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Wesentlichen punktuellen Berührungsstellen der verformten Abschnitte (4) entlang der Mittelachse des Wärmeübertragungsrohrs (1) im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet sind.
9. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Ausrichtung der Hauptachsen zweier aufeinanderfolgender, verformter Abschnitte (4) mit im wesentlichen elliptischen Querschnitt um einen vorbestimmten Winkel (a) unterscheidet.
10. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte Winkel (a) zwischen 0 und 180°, vorzugsweise zwischen 0 und 90° und insbesondere etwa 60° beträgt.
11. Verwendung eines Röhrenwärmeüberträgers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mantelrohr (8) in seinem Querschnitt wenigstens abschnittsweise derart ver-

formt ist, dass es die voneinander beabstandet und dazu benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre (1) im Wesentlichen nur punktuell berührt.

12. Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Wesentlichen punktuellen Berührungsstellen des Mantelrohrs (8) entlang einer Mittelachse des Mantelrohrs (8) im Abstand von etwa 0,1 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1 bis 2 m voneinander angeordnet sind.
13. Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsgestalt der Wärmeübertragungsrohre (1) durch abschnittsweises Quetschen geformt ist.
14. Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsgestalt der Wärmeübertragungsrohre (1) durch abschnittsweises Umformen mittels Hydroforming und/oder Rollen und/oder Drücken geformt ist.
15. Verwendung eines Röhrenwärmeübertragers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsgestalt des Mantelrohrs (8) durch abschnittsweises Quetschen geformt ist.
16. Verfahren zur Wärmeübertragung zwischen wenigstens zwei Lebensmittelströmen, wobei die Lebensmittelströme flüssige Lebensmittel oder entsprechende Vorstufen umfassen; wobei die Wärme von einem ersten Lebensmittelstrom auf einen zweiten Lebensmittelstrom übertragen wird; wobei der erste Lebensmittelstrom in Wärmeübertragungsrohren (1) eines Röhrenwärmeübertragers (6) geführt wird; wobei der zweite Lebensmittelstrom in einem Mantelraum (10) des Röhrenwärmeübertragers (6) geführt wird; wobei der Mantelraum (10) zwischen einem Mantelrohr (8) und den Wärmeübertragungsrohren (1) ausgebildet ist, wobei wenigstens ein Teil der Wärmeübertragungsrohre (1) abschnittsweise derart verformt ist, dass sich die voneinander beabstandet und benachbart angeordneten Wärmeübertragungsrohre (1) im Wesentlichen nur punktuell berühren, wobei die Lebensmittel des ersten und zweiten Lebensmittelstroms dieselben Lebensmittel aus unterschiedlichen Ver- oder Bearbeitungsstufen sind, wobei die Wärmeübertragungsrohre (1) jeweils eine Mehrzahl von unverformten Abschnitten (2) und verformten Abschnitten (4) aufweisen, die entlang der Mittelachsen der Wärmeübertragungsrohre (1) abwechselnd hintereinander angeordnet sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärme ohne Verwendung eines Wärmespeichers oder Wärmeträgers übertragen wird.

18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 16 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Strömungsrichtung der Lebensmittelströme beim Durchströmen des Röhrenwärmeübertragers (6) an den verformten Abschnitten (4) ändert.

Claims

1. Use of a tube-type heat transfer device (6) for the heat transfer between at least two food streams, wherein the food streams are liquid foods or corresponding pre-stages; wherein the tube-type heat transfer device (6) comprises a jacket pipe (8); wherein heat transfer pipes (1) are arranged inside the jacket pipe (8); wherein a first food stream may be conveyed in heat transfer pipes (1); wherein a second food stream may be conveyed in a jacket space (10) between the jacket pipe (8) and the at least one heat transfer pipe (1), wherein at least part of the heat transfer pipes (1) are deformed in portions thereof, such that the spaced-apart and adjacently disposed heat transfer pipes (1) substantially are only in dot-shaped contact with each other, wherein the foods of the first and second food stream are the same foods coming from different processing and machining steps, wherein the heat transfer pipes (1) each consist of a plurality non-deformed portions (2) and deformed portions (4) which are arranged alternately and successively along the central axis of the heat transfer pipes (1).
2. Use of a tube-type heat transfer device according to claim 1, **characterized in that** the heat transfer pipes (1) arranged adjacent to and spaced apart from the jacket pipe (10) contact the jacket pipe (10) substantially only in dot shaped manner.
3. Use of a tube-type heat transfer device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the heat transfer pipes (1) comprise at least one deformed portion (4) having a modified cross-sectional shape.
4. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 3, **characterized in that** a transition from a non-deformed portion (2) to the deformed portion (4) is continuous.
5. Use of a tube-type heat transfer device according to

- claim 3 or 4, **characterized in that** the deformed portion (4) has a substantially elliptical cross-section.
6. Use of a tube-type heat transfer device according to claim 3 or 4, **characterized in that** the deformed portion (4) has a substantially round circular cross-section with a diameter that is enlarged in comparison with the diameter of the heat transfer pipes (1).
7. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 3 to 6, **characterized in that** the length of a principal axis of the cross-section of the deformed portion (4) of the heat transfer pipes (1) is one or two times the diameter of the non-deformed portion (2).
8. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 7, **characterized in that** the substantially dot-type locations of contact of the deformed portions (4) are arranged along the center axis of the heat transfer pipe (1) at a distance of about 0.1 to 3 m, preferably about 1 to 2 m, from each other.
9. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 8, **characterized in that** the orientation of the principal axes of two successive deformed portions (4) having a substantially elliptical cross-section is different by a predetermined angle (a).
10. Use of a tube-type heat transfer device according to claims 9, **characterized in that** the predetermined angle (a) is between 0 and 180 degrees, preferably between 0 and 90 degrees, and in particular about 60 degrees.
11. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 10, that the jacket pipe (8) has its cross-section deformed at least in portions thereof such that it will substantially only have dot-shaped contact with the spaced-apart heat transfer pipes (1) arranged adjacent it.
12. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 11, **characterized in that** the substantially dot-shaped locations of contact of the jacket pipe (8) are arranged along a center axis of the jacket pipe (8) at a distance of about 0.1 to 3 m, preferably about 1 to 2 m, from each other.
13. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 12, **characterized in that** the cross-sectional shape of the heat transfer pipes (1) is formed by compression in portions thereof.
14. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 13, **characterized in that** the cross-sectional shape of the heat transfer pipes (1) is formed by forming with the aid of hydroforming and/or rolling and/or pressing in portions thereof.
15. Use of a tube-type heat transfer device according to at least one of claims 1 to 14, **characterized in that** the cross-sectional shape of the jacket pipe (8) is formed by compression in portions thereof.
16. A method for the heat transfer between at least two food streams, wherein the food streams are liquid foods or corresponding pre-stages; wherein the heat is transferred from a first food stream to a second food stream; wherein the first food stream is conveyed in at least one heat transfer pipe (1) of a tube-type heat transfer device (6); wherein the second food stream is conveyed in a jacket space (10) of the tube-type heat transfer device (6); wherein the jacket space (10) is formed between a jacket pipe (8) and the at least one heat transfer pipe (1); wherein at least a part of the heat transfer pipes (1) is deformed at least in portions thereof, such that the spaced-apart and adjacently disposed heat transfer pipes (1) are substantially only in dot-shaped contact with each other; wherein the food of the first and second food streams are the same foods coming from different processing and machining steps; wherein the heat transfer pipes (1) each consist of a plurality of non-deformed portions (2) and deformed portions (4) which are arranged alternately and successively along the central axis of the heat transfer pipes (1).
17. The method according to claim 16, **characterized in that** the heat is transferred without the use of a heat accumulator or heat transfer medium.
18. The method according to at least one of claims 16 to 17, **characterized in that** the direction of flow of the food streams changes at the deformed portions (4) during their passage through the tube-type heat transfer device (6).

Revendications

1. Utilisation d'un caloporteur tubulaire (6) servant à transférer la chaleur entre au moins deux flux d'aliments, sachant que les flux d'aliments comprennent des aliments liquides ou des étapes préalables correspondantes, sachant que le caloporteur tubulaire (6) présente un

- tube de protection (8),
sachant que des tubes de transfert de chaleur (1)
sont disposés à l'intérieur du tube de protection (8),
sachant qu'un premier flux d'aliments peut être guidé
dans les tubes de transfert de chaleur (1),
sachant qu'un deuxième flux d'aliments peut être
guidé dans un espace de protection (10) entre le
tube de protection (8) et l'au moins un tube de trans-
fert de chaleur (1),
sachant qu'au moins une partie des tubes de trans-
fert de chaleur (1) est déformée au moins par en-
droits de telle manière que les tubes de transfert de
chaleur (1) disposés de manière espacée les uns
des autres et de manière adjacente se touchent es-
sentiellement uniquement de manière ponctuelle,
sachant que les aliments du premier et second flux
d'aliments sont les mêmes aliments de différentes
étapes de traitement ou de formage,
sachant que les tubes de transfert de chaleur (1)
présentent respectivement une pluralité de sections
non déformées (2) et de sections déformées (4) qui
sont disposées le long des axes médians des tubes
de transfert de chaleur (1) les unes derrière les
autres en alternance.
2. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon la reven-
dication 1, **caractérisée en ce que** les tubes de
transfert de chaleur (1) disposés de manière adja-
cente par rapport au tube de protection (10) et de
manière espacée de ce dernier touchent essentiel-
lement uniquement de manière ponctuelle le tube
de protection (10).
 3. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon la reven-
dication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les tubes
de transfert de chaleur (1) présentent au moins une
section (4) déformée dont la forme de la section
transversale est modifiée.
 4. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 3, **carac-
térisée en ce qu'**une jonction entre une section non
déformée (2) et une section déformée (4) est conti-
nue.
 5. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon la reven-
dication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** la section
déformée (4) présente une section transversale es-
sentiellement elliptique.
 6. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon la reven-
dication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** la section
déformée (4) présente une section transversale es-
sentiellement circulaire dotée d'un diamètre agrandi
par rapport au diamètre des tubes de transfert de
chaleur (1).
 7. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 3 à 6, **carac-
térisée en ce que** la longueur d'un axe principal de
la section transversale de la section déformée (4)
des tubes de transfert de chaleur (1) est égale au
diamètre de la section non déformée (2) ou est deux
fois plus grande que ledit diamètre de la section non
déformée (2).
 8. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 7, **carac-
térisée en ce que** les endroits de contact essentiel-
lement ponctuels des sections déformées (4) sont
disposés le long de l'axe médian du tube de transfert
de chaleur (1) à une distance les uns des autres
comprise entre environ 0,1 et 3 m, de préférence à
une distance comprise entre environ 1 et 2 m.
 9. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 8, **carac-
térisée en ce que** l'orientation des axes principaux
des deux sections déformées (4) se suivant avec
une section transversale essentiellement elliptique
se distingue d'un angle (a) prédéfini.
 10. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon la reven-
dication 9, **caractérisée en ce que** l'angle (a) pré-
défini est compris entre 0 et 180°, de préférence en-
tre 0 et 90°, et est en particulier égal à environ 60°.
 11. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 10, **carac-
térisée en ce que** le tube de protection (8) est dé-
formé dans sa section transversale au moins par en-
droits de telle manière qu'il touche essentiellement
uniquement de manière ponctuelle les tubes de
transfert de chaleur (1) disposés de manière espa-
cée les uns des autres et de manière adjacente à
ceux-ci.
 12. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 11, **carac-
térisée en ce que** les endroits de contact essentiel-
lement ponctuels du tube de protection (8) sont dis-
posés le long d'un axe médian du tube de protection
(8) à une distance les uns des autres comprise entre
environ 0,1 et 3 m, de préférence comprise entre
environ 1 et 2 m.
 13. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 12, **carac-
térisée en ce que** la forme de la section transversale
des tubes de transfert de chaleur (1) est formée en
la serrant par endroits.
 14. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins
l'une quelconque des revendications 1 à 13, **carac-
térisée en ce que** la forme de la section transversale
des tubes de transfert de chaleur (1) est formée par

une déformation par endroits au moyen d'un hydroformage et/ou d'un roulement et/ou d'une compression.

15. Utilisation d'un caloporteur tubulaire selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** la forme de la section transversale du tube de protection (8) est formée en la serrant par endroits. 5
- 10
16. Procédé de transfert de chaleur entre au moins deux flux d'aliments, sachant que les flux d'aliments comprennent des aliments liquides ou des étapes préalables correspondantes, sachant que la chaleur est transmise d'un premier flux d'aliments à un deuxième flux d'aliments ; sachant que le premier flux d'aliments est guidé dans des tubes de transfert de chaleur (1) d'un caloporteur tubulaire (6) ; sachant que le deuxième flux d'aliments est guidé dans un espace de protection (10) du caloporteur tubulaire (6) ; sachant que l'espace de protection (10) est réalisé entre un tube de protection (8) et le tube de transfert de chaleur (1), sachant qu'au moins une partie des tubes de transfert de chaleur (1) est déformée au moins par endroits de telle manière que les tubes de transfert de chaleur (1) disposés de manière espacée les uns des autres et de manière adjacente se touchent essentiellement uniquement de manière ponctuelle, sachant que les aliments du premier et second flux d'aliments sont les mêmes aliments de différentes étapes de traitement ou de formage, sachant que les tubes de transfert de chaleur (1) présentent respectivement une pluralité de sections non déformées (2) et de sections déformées (4) qui sont disposées le long des axes médians des tubes de transfert de chaleur (1) les unes derrière les autres en alternance. 15 20 25 30 35 40
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la chaleur est transférée sans utiliser un accumulateur de chaleur ou un caloporteur. 45
18. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 16 à 17, **caractérisé en ce que** la direction d'écoulement des flux d'aliments varie au niveau des sections déformées (4) lors du passage à travers le caloporteur tubulaire (6). 50
- 55

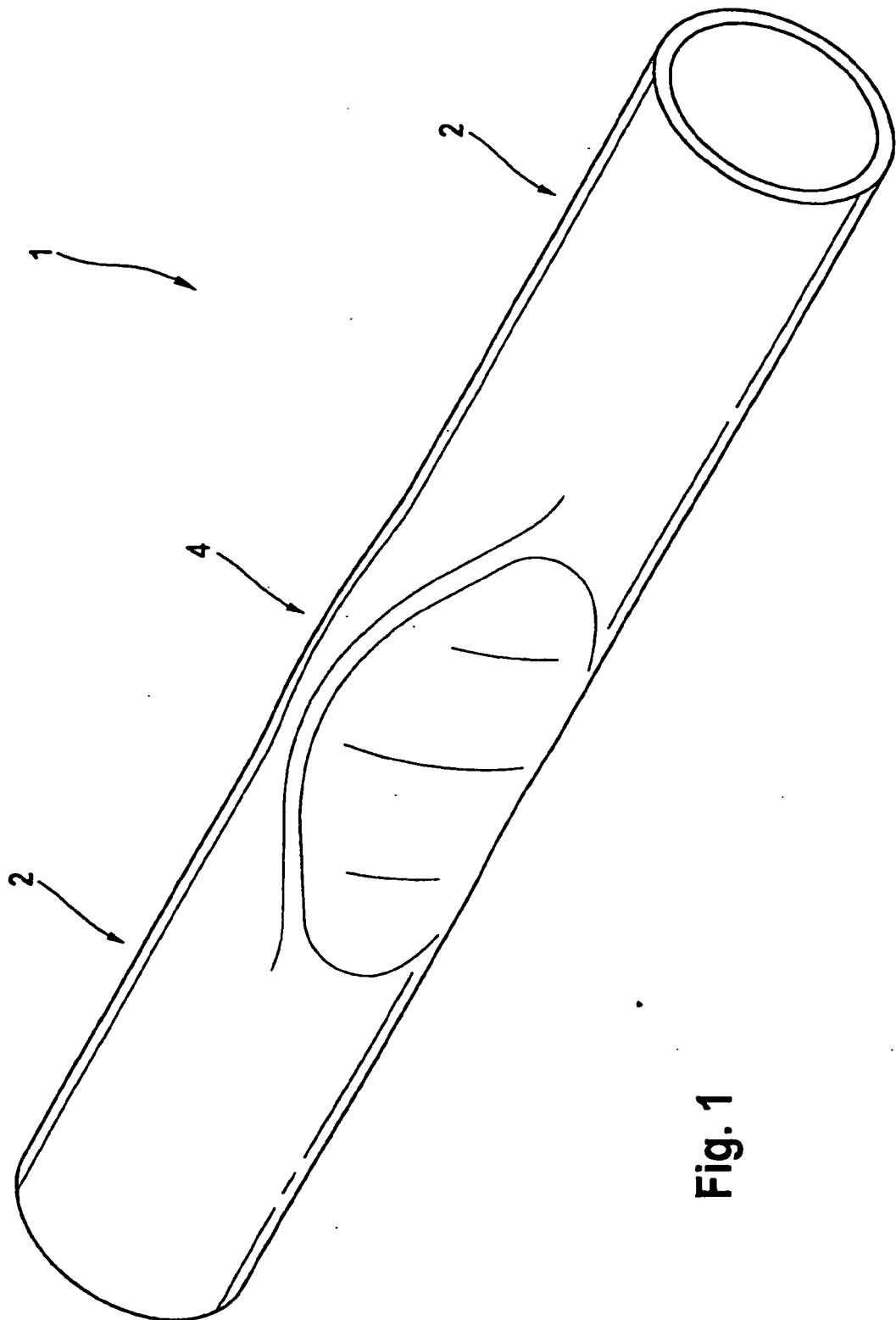


Fig. 1

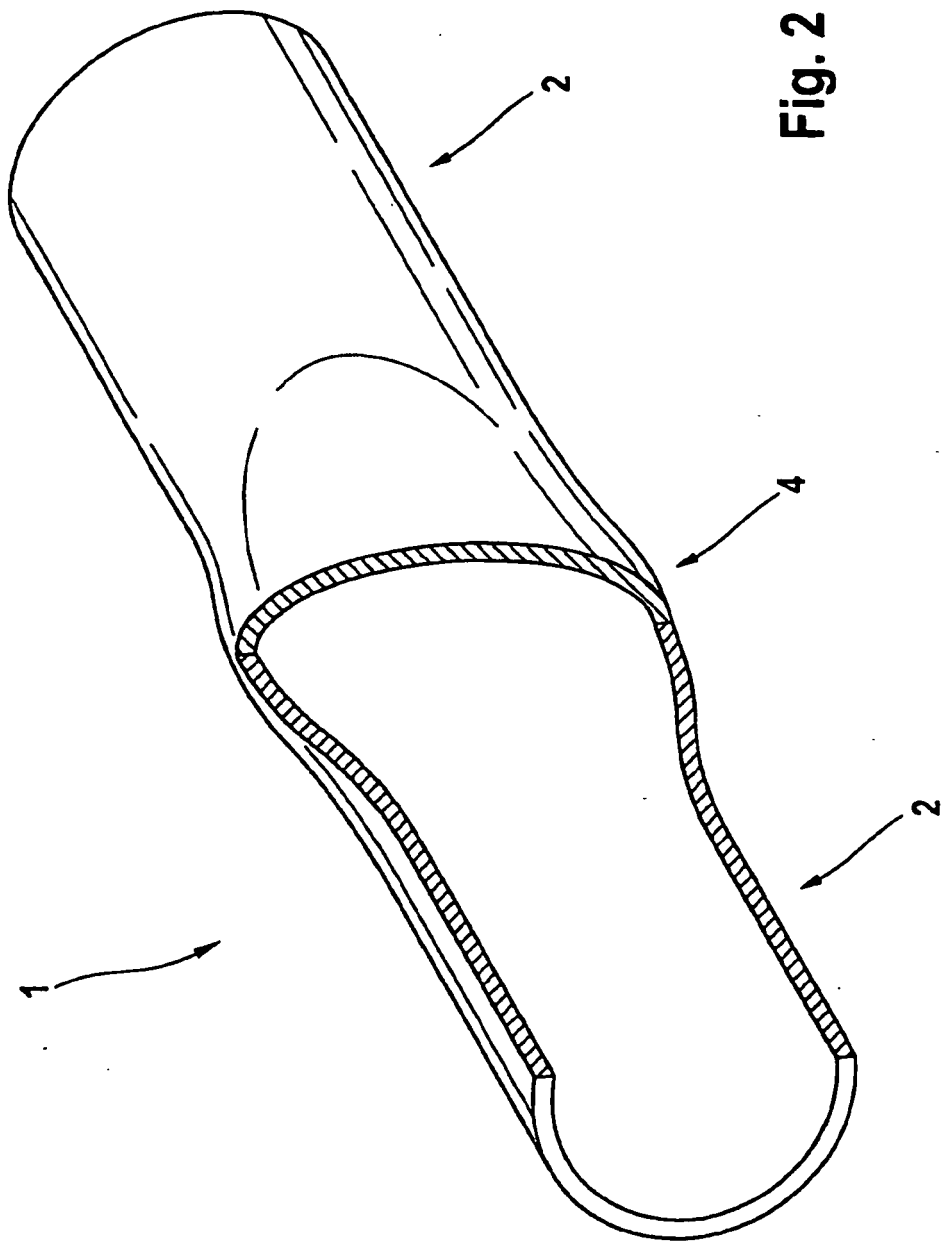
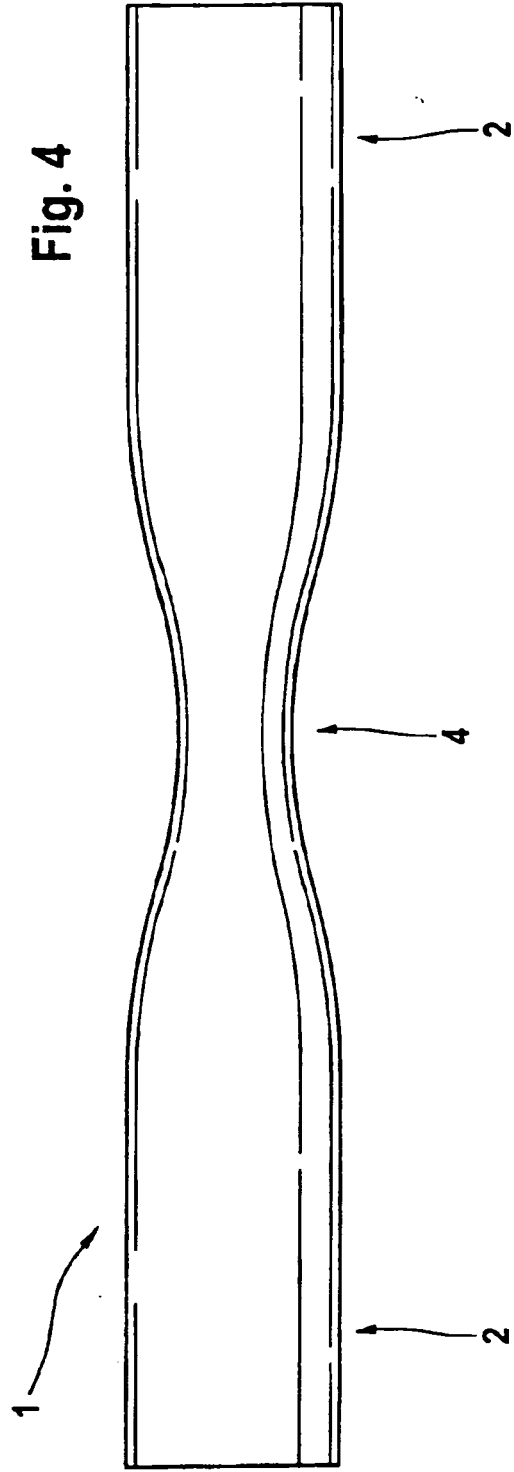
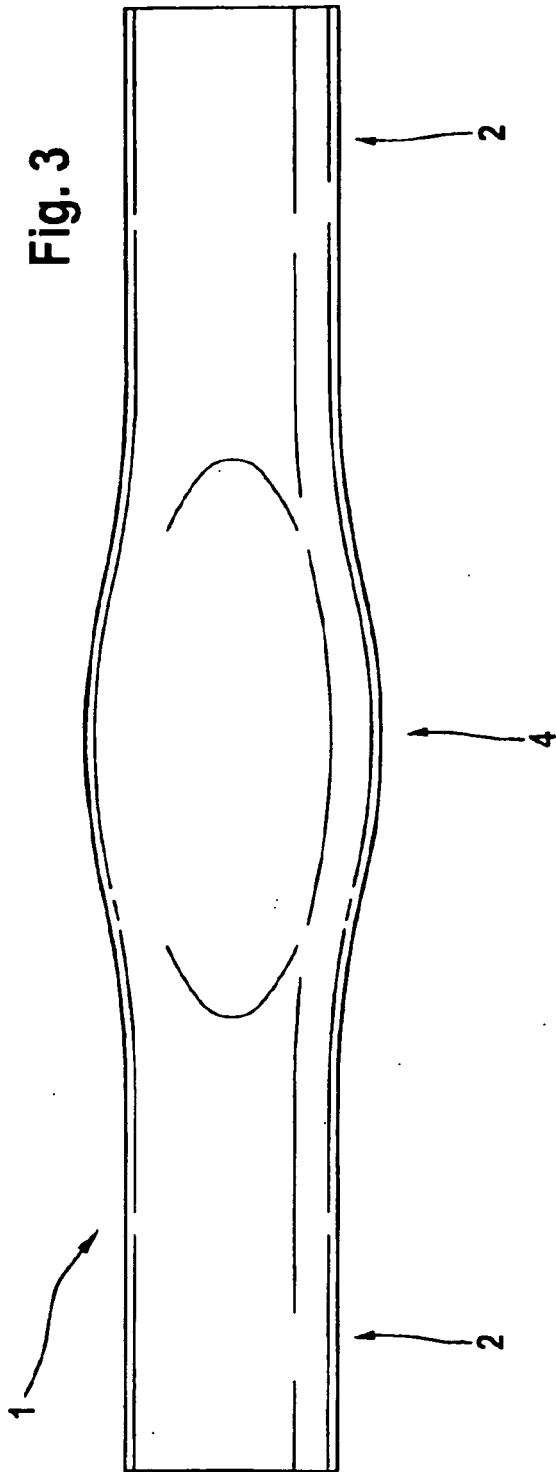


Fig. 2



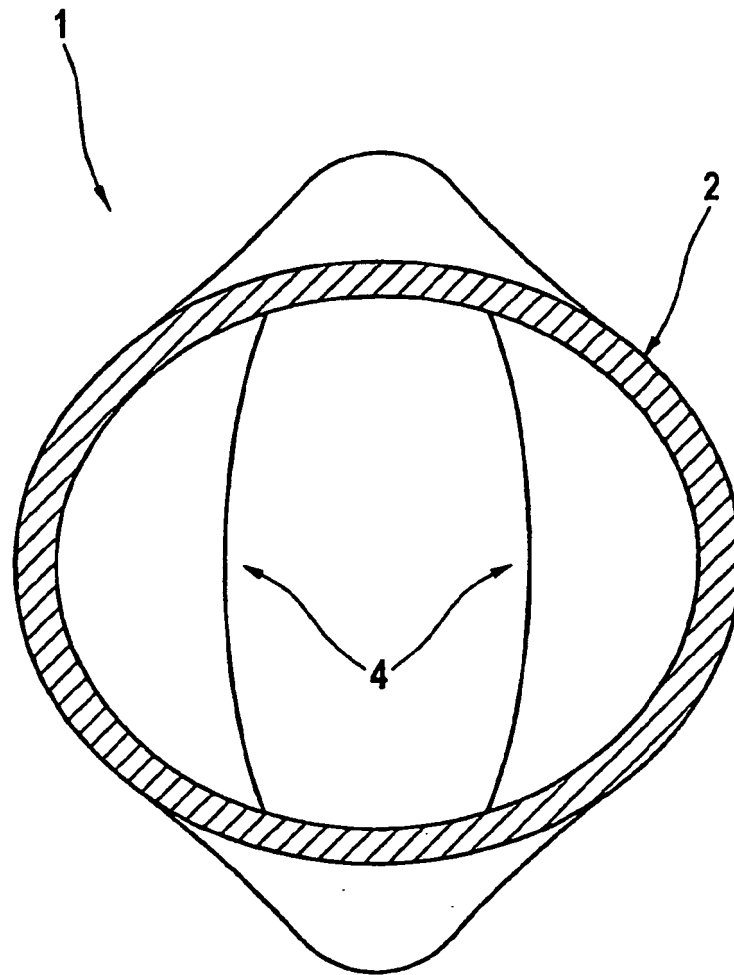


Fig. 5

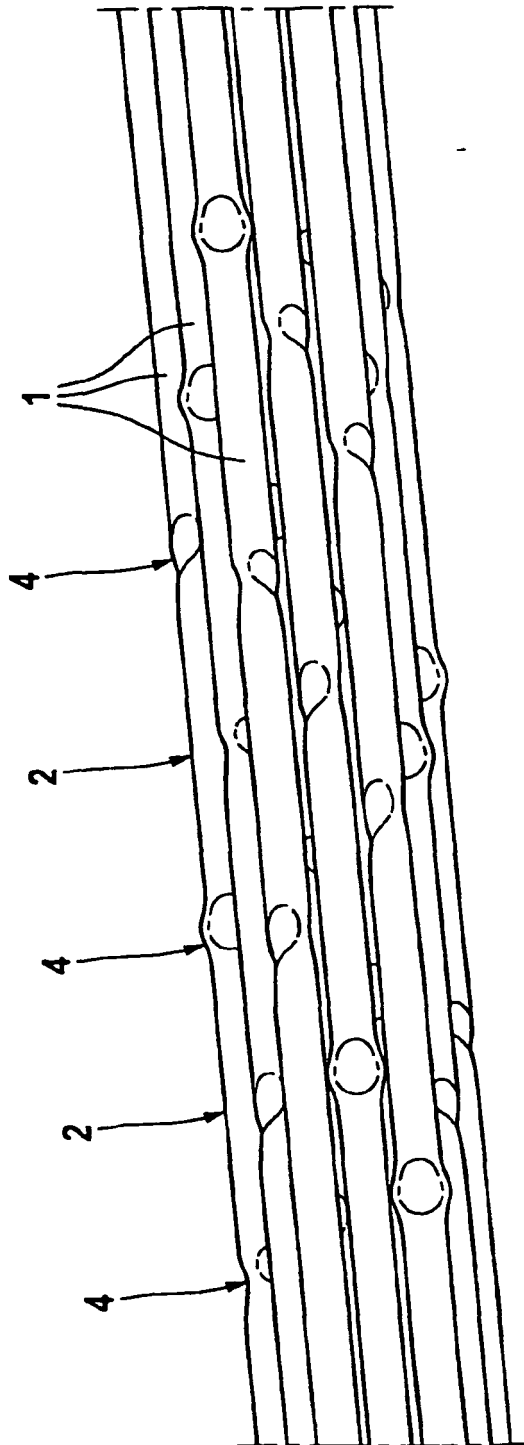


Fig. 6

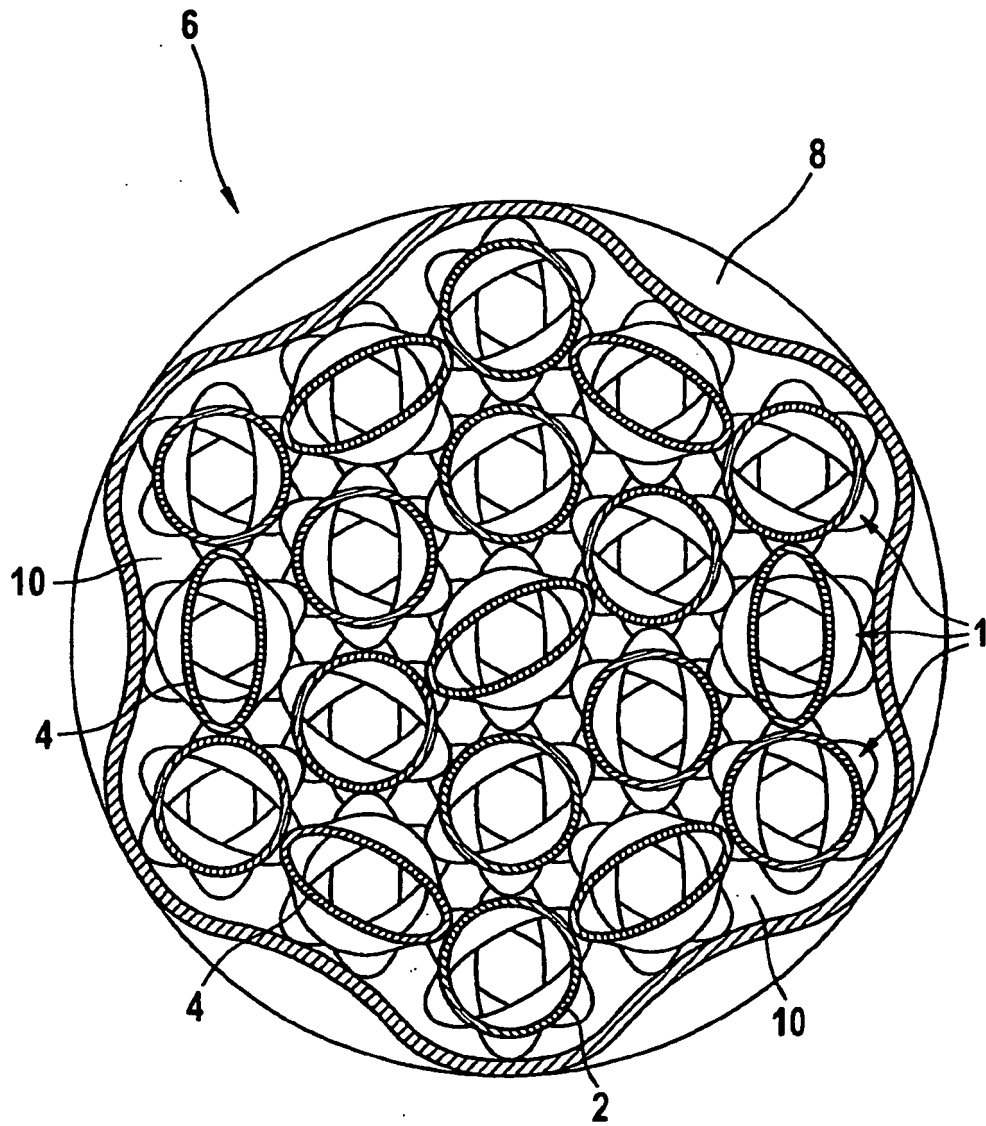


Fig. 7

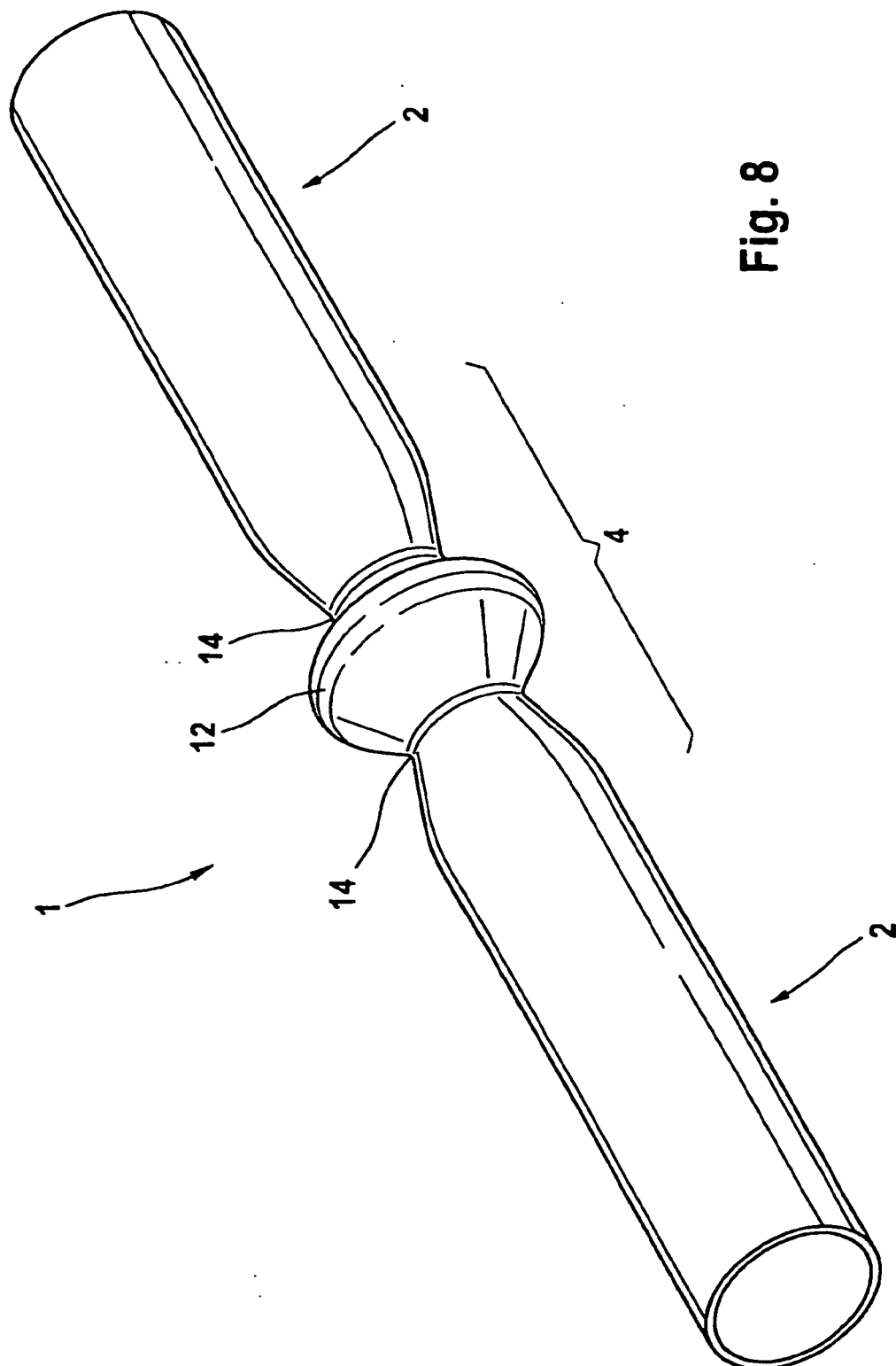


Fig. 8

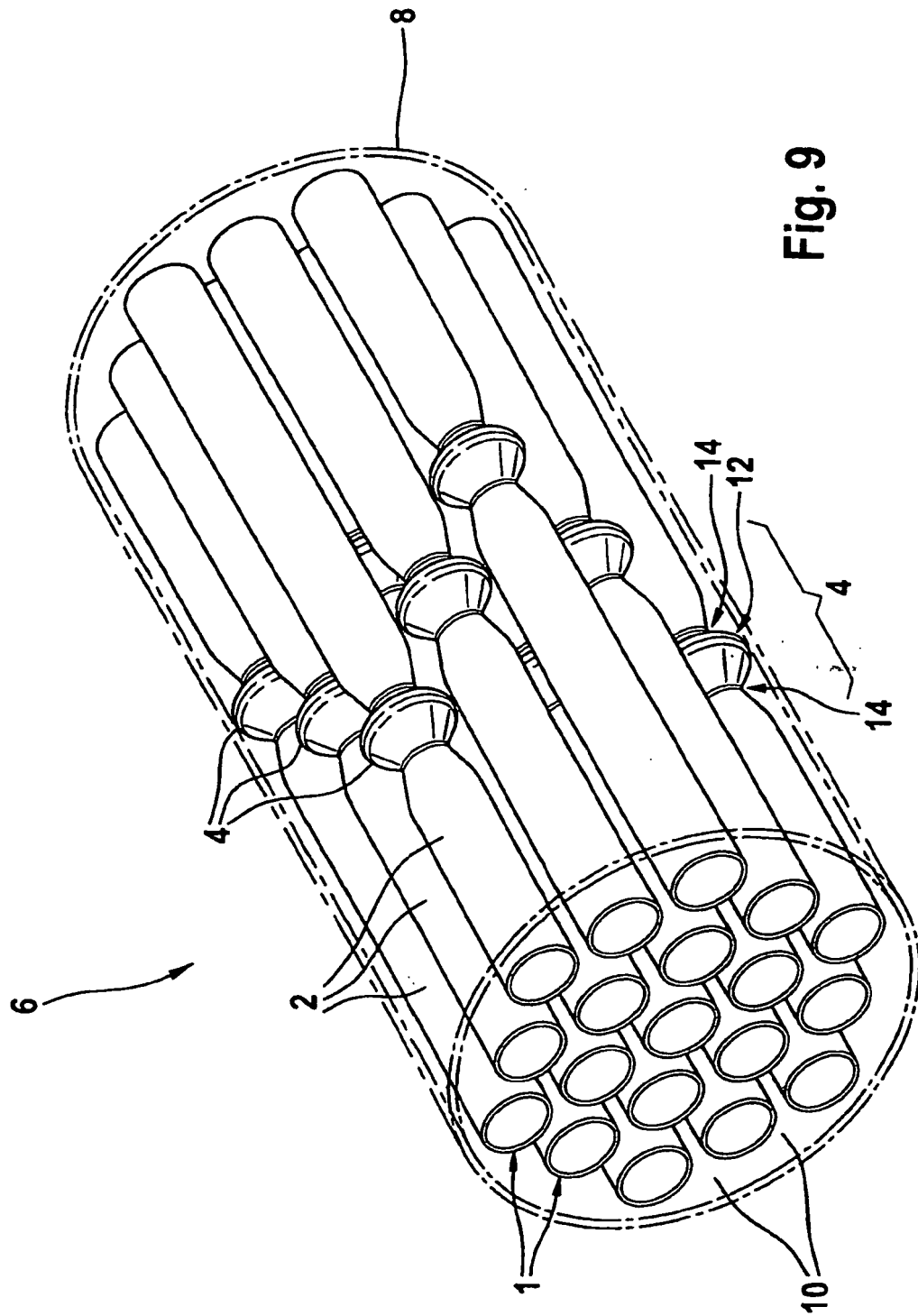


Fig. 9

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 60019635 T2 [0001] [0007]
- US 4589481 A [0011]