



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 822 569 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2023 Patentblatt 2023/23

(21) Anmeldenummer: **20207057.9**

(22) Anmeldetag: **12.11.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B01F 25/431 (2022.01) **B01F 35/93 (2022.01)**
F28D 7/00 (2006.01) **F28D 7/16 (2006.01)**
F28F 9/02 (2006.01) **F28F 9/24 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28D 7/1623; B01F 25/43161; B01F 35/93;
F28D 7/0058; F28F 9/0202; F28F 9/24;
F28D 2021/0045; F28D 2021/0052

(54) WÄRMETAUSCHER

HEAT EXCHANGER

ECHANGEUR DE CHALEUR

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

(30) Priorität: **14.11.2019 EP 19209037**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.05.2021 Patentblatt 2021/20

(73) Patentinhaber: **Promix Solutions AG
8406 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder: **Heusser, Rolf
8400 Winterthur (CH)**

(74) Vertreter: **Herrmann, Johanna
Industrial Property Services GmbH
Rosenweg 14
4303 Kaiseraugst (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 851 118 **EP-A2- 0 004 081**
EP-A2- 3 444 097 **WO-A1-2018/023101**
DE-U1- 29 618 460 **GB-A- 971 334**
NL-C2- 1 027 948

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Hintergrund

[0001] Die Erfindung betrifft ein Mantelelement für einen Wärmetauscher zur Temperierung eines Fluids. Das Mantelelement des Wärmetauschers ist zur Aufnahme eines Wärmeträgerfluids bestimmt. Das Mantelelement bildet einen umfangsseitig geschlossenen Fluidkanal für ein Fluid aus, welches im Gebrauchszustand durch den Wärmetauscher strömt und durch den Wärmeaustausch mit dem Mantelelement erwärmt oder abgekühlt wird.

[0002] Zur Verbesserung des Wärmeübergangs ist ein derartiges Mantelelement oftmals als Doppelmantel ausgeführt. Der Doppelmantel stellt eine Kammer dar, die von einem Wärmeträgerfluid durchströmt werden kann.

Stand der Technik

[0003] Beispielsweise ist im Dokument EP3444097 A2 ein Kühlelement und ein Mischelement für eine Kunststoffschlorzne gezeigt. Mittels des vorbekannten Mischelements erfolgt eine Mischung der Kunststoffschlorzne und mittels des Kühlelements eine Kühlung der Kunststoffschlorzne. Das Kühlelement weist einen Doppelmantel auf, um die Wandströmung, d.h. die nahe der Innenwand des Mantelelements fließende Kunststoffschlorzne zu kühlen. Wenn die Kunststoffschlorzne auf das Mischelement trifft, welches in die Kernströmung ragt und hierzu über ein entsprechendes Leitelement verfügt, kann die Wandströmung und die Kernströmung miteinander vermischt werden. Die an der Wand entlang strömende Kunststoffschlorzne wird durch das Leitelement derart umgelenkt, dass sie in die Kernströmung eingeführt wird, wodurch ein Wärmeaustausch zwischen der gekühlten Wandströmung und der Kernströmung ermöglicht ist.

[0004] Wenn der Wärmeübergang über den Doppelmantel nicht für die Temperierung des Fluids ausreicht, können, wie in der EP 2851118 A1, welche den Oberbegriff des Anspruchs 1 offenbart, gezeigt ist, Stege vorgesehen sein, durch welche das im Doppelmantel befindliche Wärmeträgerfluid hindurchströmen kann. Die Stege sind derart angeordnet, dass sie den Fluidkanal durchqueren. Die Stege enthalten Kanäle für das Wärmeträgerfluid, die mit der durch den Doppelmantel gebildeten Kammer in fluidleitender Verbindung stehen. Es hat sich herausgestellt, dass mit diesen Stegen der Wärmeübergang zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid verbessert werden kann. Zusätzlich kann mittels der Stege ein Mischeffekt erzielt werden, das heißt, dass beispielsweise ein aus mehreren Komponenten bestehendes Fluid zusätzlich durch die als Mischereinsatz ausgebildeten Stege durchmischt werden kann, was den Mischeffekt im Vergleich zu herkömmlichen Rohrbündelwärmetauschern, siehe beispielsweise DE 199 53 612 A1, verbessert. Derartige Stegelemente werden auch in der EP 3 489 603 A1 verwendet. Für die Kühlung von Schüttgütern

können auch Kühlkanäle in Form von Rohren mit kreisförmigem Querschnitt gemäß WO2018/023101 A1 oder EP 1 123730 A2 oder in Form von Rohren mit quadratischem Querschnitt gemäß DE 296 18 460 U1 oder in Form von Kühlkanälen mit zick-zack-artiger Querschnittsform gemäß EP 0 004 081 A2 vorgesehen werden. Es ist aus EP 3 431 911 A1 auch bekannt, mehrfach verzweigte, aus Rohrstücken bestehende Hohlstrukturen in einem Rohr anzuordnen. Die Hohlstrukturen werden von einem Wärmeträgerfluid durchströmt, beispielsweise Öl, und die Hohlstrukturen werden von einem kompressiblen Fluid umströmt, beispielsweise Luft.

[0005] In sämtlichen vorbekannten Lösungen, die fluiddurchströmte Stegelemente oder Rohre zeigen, wird das Wärmeträgerfluid über einen Verteilerkanal auf die Stegelemente oder Rohre verteilt und gelangt von den Stegelementen oder Rohren in einen Sammelerkanal. Der Verteilerkanal enthält somit nur einen einzigen Zulauf und die Eintrittsöffnungen für die Stegelemente, der Sammelerkanal enthält sämtliche Austrittsöffnungen der Stegelemente und einen einzigen Ablauf.

[0006] Es hat sich jedoch gezeigt, dass das durch die Stegelemente oder Rohre strömende Wärmeträgerfluid die Stege mit stark unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchströmt. Die Eintrittsöffnungen der Stegelemente sind im Verteilerkanal konstruktionsbedingt in unterschiedlichen Abständen zum Zulauf angeordnet. Die Austrittsöffnungen der Stegelemente sind im Sammelerkanal konstruktionsbedingt in unterschiedlichen Abständen zum Ablauf angeordnet. Bedingt durch die konstruktive Anordnung der Eintrittsöffnungen im Verteilerkanal bzw. der Austrittsöffnungen im Sammelerkanal ergeben sich somit unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten für das Wärmeträgerfluid. Daher lässt sich mit einer Zunahme der Anzahl der Stegelemente, wie beispielsweise in der EP 1 123 730 A2 gezeigt, oder einer Vergrößerung des fluiddurchströmten Querschnitts der Stegelemente, wie in der EP 0 004 081 A2 offenbart, nicht unbedingt eine weitere Verbesserung des Wärmeübergangs erzielen, weil die konstruktionsbedingten unterschiedlichen Abstände und damit die unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten selbst bei einer Zunahme der Stegelemente oder einer Vergrößerung des fluiddurchströmten Querschnitts der Stegelemente erhalten bleiben.

Aufgabe der Erfindung

[0007] Daher ist es Aufgabe, der Erfindung, sicherzustellen, dass möglichst alle Kammern sowie die Stegelementkanäle vom Wärmeträgerfluid gleichmäßig durchflossen werden. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, den Druckverlust des durch die Stegelemente strömenden Wärmeträgerfluids möglichst gering zu halten bzw. auf den tiefst möglichen Wert zu reduzieren, um Energiekosten für Fördermittel und/oder Druckerhöhungsmittel, beispielsweise für Pumpen, zu reduzieren.

Beschreibung der Erfindung

[0008] Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt durch einen Wärmetauscher gemäss Anspruch 1. Vorteilhafte Varianten des Wärmetauschers sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 10. Ein Verfahren zur Temperierung eines Fluids mittels eines Wärmetauschers mit den Merkmalen von Anspruch 1 ist Gegenstand von Anspruch 11. Vorteilhafte Verfahrensvarianten sind Gegenstand der Ansprüche 12 bis 15.

[0009] Wenn der Begriff "beispielsweise" in der nachfolgenden Beschreibung verwendet wird, bezieht sich dieser Begriff auf Ausführungsbeispiele und/oder Ausführungsformen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugtere Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. In ähnlicher Weise sind die Begriffe "vorzugsweise", "bevorzugt" zu verstehen, indem sie sich auf ein Beispiel aus einer Menge von Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen beziehen, was nicht notwendigerweise als eine bevorzugte Anwendung der Lehre der Erfindung zu verstehen ist. Dementsprechend können sich die Begriffe "beispielsweise", "vorzugsweise" oder "bevorzugt" auf eine Mehrzahl von Ausführungsbeispielen und/oder Ausführungsformen beziehen.

[0010] Die nachfolgende detaillierte Beschreibung enthält verschiedene Ausführungsbeispiele für einen Wärmetauscher. Die Beschreibung eines bestimmten Wärmetauschers ist nur als beispielhaft anzusehen. In der Beschreibung und den Ansprüchen werden die Begriffe "enthalten", "umfassen", "aufweisen" als "enthalten, aber nicht beschränkt auf" interpretiert.

[0011] Wenn in der nachfolgenden Beschreibung der Begriff «Fluid» verwendet wird, steht dieser Begriff auch für «fliessfähiges Medium» oder «Fluidgemisch».

[0012] Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen Wärmetauscher gelöst, der ein Mantelelement und ein Einsatzelement umfasst, wobei das Mantelelement einen Fluidkanal für ein zu temperierendes Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch ausbildet. Das Einsatzelement ist im Fluidkanal angeordnet. Das Einsatzelement enthält eine Mehrzahl von Stegelementen, die mit dem Mantelelement an unterschiedlichen Stellen verbunden sind. Die Stegelemente sind in zumindest zwei Stegelementscharen angeordnet, wobei die Stegelemente jeder Stegelementschare zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind. Die Winkel, welchen die Stegelemente verschiedener Stegelementscharen mit der Längssachse des Wärmetauschers einschliessen, unterscheiden sich zumindest teilweise. Zumindest ein Teil der Stegelemente enthält Stegelementkanäle, die mit dem Mantelelement in fluidleitender Verbindung stehen, sodass im Betriebszustand ein Wärmeträgerfluid, welches dem Mantelelement zugeführt wird, die Stegelementkanäle der Stegelemente durchströmen kann. Das Mantelelement enthält eine Mehrzahl von Kammern für ein Wärmeträgerfluid. Zumindest eine der Kammern enthält eine Mehrzahl von Eintrittsstufen und mindestens zwei Austrittsstufen oder eine Mehrzahl von

Austrittsöffnungen und mindestens zwei Eintrittsöffnungen für das Wärmeträgerfluid. Somit weist zumindest eine der Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen auf. Insbesondere können zumindest zwei Kammern vorgesehen sein, die eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und mindestens zwei Austrittsöffnungen enthalten. Insbesondere können zumindest zwei Kammern vorgesehen sein, die eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen und mindestens zwei Eintrittsöffnungen für das Wärmeträgerfluid enthalten. Somit weist zumindest eine der Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen auf. Insbesondere weisen zumindest zwei Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen auf.

[0013] Insbesondere können zumindest eine erste und eine zweite Stegelementschar vorgesehen sein. Die Stegelemente der ersten Stegelementschar sind zueinander parallel ausgerichtet, das heisst die Stegelemente der ersten Stegelementschar weisen zueinander die gleiche Ausrichtung auf. Die Stegelemente der zweiten Stegelementschar sind zueinander parallel ausgerichtet, das heisst die Stegelemente der zweiten Stegelementschar weisen zueinander die gleiche Ausrichtung auf. Die Ausrichtung der Stegelemente der ersten Stegelementschar unterscheidet sich von der Ausrichtung der Stegelemente der zweiten Stegelementschar.

[0014] Selbstverständlich kann eine beliebige Anzahl erster Stegelementscharen und zweiter Stegelementscharen vorgesehen sein. Jede der ersten und zweiten Stegelementscharen kann eine unterschiedliche Anzahl Stegelemente enthalten. Die Anzahl der Stegelemente jeder Stegelementschar kann insbesondere mindestens zwei betragen. Selbstverständlich können mehr als zwei Stegelementscharen vorgesehen sein, wobei die Stegelemente jeder der Stegelementscharen untereinander gleiche Ausrichtung aufweisen, aber zu den Stegelementen jeder anderen Stegelementschar eine unterschiedliche Ausrichtung aufweisen. Beispielsweise können die Stegelemente von drei Stegelementscharen gemäss der Fig. 10 der EP 1 123 730 A2 ausgerichtet sein.

[0015] Die Eintrittsöffnungen und die Austrittsöffnungen, die sich in derselben Kammer befinden, sind bevorzugt zu Stegelementen unterschiedlicher Stegelementscharen gehörig. Die Distanz, welche das Fluid zwischen der Eintrittsöffnung und der nächstliegenden Austrittsöffnung in derselben Kammer zurücklegt, ist kleiner als die Distanz zwischen zwei Eintrittsöffnungen benachbarter gleichgerichteter Stegelementscharen. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Verweilzeit des Wärmeträgerfluids in der Kammer im Mantelelement möglichst kurz ist, da es von der Austrittsöffnung unmittelbar in die nächstliegende Eintrittsöffnung strömen kann. Daher werden vorteilhafterweise Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen unterschiedlicher Stegelementscharen in einer gemeinsamen Kammer zusammengefasst, deren Distanz kleiner als die Distanz zwischen den Eintrittsöffnungen benachbarter gleichgerichteter Stegelementscharen ist.

[0016] Insbesondere verlaufen mindestens ein Teil der

Stegelemente, die mit Stegelementkanälen versehen sind und zum Eintritt der Kammer führen, nicht parallel zueinander, respektive mindestens ein Teil der Stegelemente, die mit Stegelementkanälen versehen sind und aus der Kammer führen, nicht parallel zueinander. Das Wärmeträgerfluid, welches die Stegelementkanäle durchströmt, weist somit je nach Ausrichtung der Stegelemente eine unterschiedliche Temperatur auf. Somit wird das Fluid, welches die Stegelemente umströmt, lokal unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt. Da das Fluid die Stegelemente umströmt, erfolgt eine fortwährende Teilung und Umlagerung dieses Fluids, was zu dessen Vermischung führt. Wenn das Fluid je nach Ausrichtung der Stegelemente unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt ist, können sich diese Temperaturunterschiede durch die Mischwirkung der Stegelemente schnell ausgleichen, weil das Fluid besser durchmischt wird, was sich wiederum vorteilhaft für den Wärmeaustausch auswirkt.

[0017] Insbesondere kann im Mantelelement ein Zulauf für das Wärmeträgerfluid vorgesehen sein. Insbesondere kann im Mantelelement ein Ablauf für das Wärmeträgerfluid vorgesehen sein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Mantelelement mindestens drei Kammern für das Wärmeträgerfluid auf. Das Wärmeträgerfluid kann in zumindest den Kammern, die eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen enthalten, gemischt und neu verteilt werden. Diese Kammern sind somit als Mischkammern für das Wärmeträgerfluid ausgebildet.

[0018] Gemäß einem Ausführungseispiel können zumindest ein Teil der Kammern zumindest teilweise voneinander durch Trennwände getrennt sein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel enthält zumindest eine der Kammern eine Zwischenwand.

[0019] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist zumindest eine der Kammern über die Stegelementkanäle mit einer weiteren Kammer verbunden. Insbesondere können die Eintrittsöffnungen und/oder Austrittsöffnungen unterschiedlicher Kammern zumindest teilweise über Stegelemente miteinander verbunden sein, die durch den Fluidkanal verlaufen. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel fliesst somit mindestens ein Teil des Wärmeträgerfluids sequenziell durch mehrere Mischkammern. Das Wärmeträgerfluid kann in jeder der Kammern, die mehrere Eintrittsöffnungen und mehrere Austrittsöffnungen aufweisen, jeweils neu gemischt und verteilt werden. Insbesondere ist es möglich, dass das Wärmeträgerfluid quer oder entgegen der Fließrichtung des Fluids strömt.

[0020] Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann sich jede der Kammern über einen Teil des Umfangs des Mantelelements erstrecken. Hiermit können mehrere Kammern nebeneinander am Umfang des Mantelelements angeordnet werden. Wenn das Wärmeträgerfluid diese nebeneinanderliegenden Kammern sequenziell durchströmt, entsteht eine Querströmung des Wärmeträgerfluids in Bezug auf die Fließrichtung des Fluids.

[0021] Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die

Breite der Kammer, welche die Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und die mindestens zwei Austrittsöffnungen oder die Mehrzahl von Austrittsöffnungen und die mindestens zwei Eintrittsöffnungen enthält, maximal gleich

- 5 gross wie deren Länge sein. Insbesondere kann die Länge der Kammer grösser als deren Breite sein. Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Breite der Kammer maximal halb so gross wie die Länge der Kammer sein. Die Länge der Kammer wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Längsachse des Wärmetauschers gemessen. Die Breite der Kammer wird in einer Normalebene zu der Längsachse des Wärmetauschers gemessen. Als eine Normalebene wird hierbei eine Ebene bezeichnet, die in einem rechten Winkel, das heisst 10 in einem Winkel von 90 Grad, zur Längsachse des Wärmetauschers angeordnet ist. Die Breite kann sich entlang einer Geraden erstrecken, wenn der Wärmetauscher rechteckig ist. Die Breite der Kammer kann sich auch entlang einer Krümmungsline erstrecken, beispielsweise 15 in einem Kreissegment ausgebildet sein, wenn der Wärmetauscher als Zylinder ausgebildet ist.

- [0022]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann die Länge zumindest einer der Kammern der Länge des Mantelelements entsprechen. Wenn das Wärmeträgerfluid einer Kammer über einen Zulauf zugeführt wird, der von der Austrittsöffnung des Wärmetauschers einen geringeren Abstand als von der Eintrittsöffnung aufweist, kann das Wärmeträgerfluid entgegen der Fließrichtung des Fluids strömen.

- [0023]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist mindestens ein Teil der Stegelemente in einem Winkel ungleich 90 Grad zur Längsachse des Wärmetauschers ausgerichtet. Die Längsachse des Wärmetauschers entspricht der Hauptströmungsrichtung des Fluids. Insbesondere kann sich der Winkel der Stegelemente voneinander unterscheiden, insbesondere kann zumindest ein erstes Stegelement kreuzweise zu einem zweiten Stegelement angeordnet sein.

- [0024]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist eine 40 Kammer mindestens zwei Eintrittsöffnungen und mindestens zwei Austrittsöffnungen auf. Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist eine Kammer mindestens vier Eintrittsöffnungen und/oder mindestens vier Austrittsöffnungen auf. Insbesondere weist eine Kammer mindestens vier Eintrittsöffnungen und mindestens vier Austrittsöffnungen auf.

- [0025]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel überdeckt zumindest eine der Kammern mindestens 10 bis 80% der Oberfläche des Mantelelements. Gemäß einem Ausführungsbeispiel überdecken alle Kammern mindestens 10 bis 80% der Oberfläche des Mantelelements. Gemäß einem Ausführungsbeispiel überdecken alle Kammern mindestens 50 bis 80% der Oberfläche des Mantelelements.

- [0026]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist eine 55 der Kammern eine Breite auf, die 10% bis 100% des Umfangs des Mantelelements beträgt. Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist eine der Kammern eine Breite

auf, die 50% bis 100% des Umfangs des Mantelelements beträgt. Gemäss einem Ausführungsbeispiel weist eine der Kammern eine Breite auf, die 70% bis 100% des Umfangs des Mantelelements beträgt.

[0027] Jede der Kammern kann eine Länge und eine Breite und eine Höhe aufweisen. Die Länge der Kammer ist deren Abmessung parallel zur Fließrichtung des Fluids, also parallel zur Längsachse des Wärmetauschers. Die Breite der Kammer ist die Abmessung quer zur Fließrichtung des Fluids, also die Abmessung der Kammer, gemessen in einer Normalebene zur Längsachse des Wärmetauschers, das heisst, die Normalebene ist im rechten Winkel zur Längsachse des Wärmetauschers angeordnet. Die Höhe der Kammer entspricht dem Abstand der Außenwand des Mantelelements zur Innenwand des Mantelelements. Das Verhältnis der Breite einer Kammer zur Länge der Kammer kann insbesondere maximal zwei betragen. Das heisst die Breite der Kammer ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel maximal doppelt so gross wie deren Länge. Insbesondere kann das Verhältnis der Breite einer Kammer zur Länge der Kammer maximal eins betragen. Das heisst die Breite der Kammer ist im Wesentlichen so gross wie deren Länge. Das Verhältnis der Breite einer Kammer zur Länge der Kammer kann insbesondere maximal 0.5 betragen. Das heisst die Breite der Kammer ist gemäss diesem Ausführungsbeispiel maximal halb so gross wie deren Länge.

[0028] Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann das Wärmeträgerfluid durch mehrere Kammern strömen, beispielsweise kann mindestens eine der Kammern durch Öffnungen in zumindest einer der Trennwände mit mindestens einer der weiteren Kammern fluidleitend verbunden sein. Insbesondere kann das Wärmeträgerfluid mehr als zwei oder mehr als drei Kammern durchströmen, die Kammern können über die Stegelementkanäle und/oder über Öffnungen in den Trennwänden miteinander verbunden sein.

[0029] Gemäss einem Ausführungsbeispiel gehören die Eintrittsöffnungen und die Austrittsöffnungen, welche sich in derselben Kammer befinden mindestens teilweise zu Stegelementen unterschiedlicher Stegelementscharen. Insbesondere verlaufen mindestens ein Teil der Stegelemente, die mit Stegelementkanälen versehen sind und in die Kammer führen nicht parallel zueinander. Insbesondere verlaufen mindestens ein Teil der Stegelemente, die mit Stegelementkanälen versehen sind und aus der Kammer führen nicht parallel zueinander.

[0030] Ein Verfahren zur Temperierung eines Fluids, fließfähigen Mediums oder Fluidgemischs umfasst das Temperieren des Fluids mittels eines Wärmetauschers, wobei der Wärmetauscher ein Mantelelement und ein Einsatzelement umfasst, wobei das Fluid in einem von einem Mantelelement umschlossenen Fluidkanal strömt. Das Einsatzelement ist im Fluidkanal angeordnet, wobei das Einsatzelement eine Mehrzahl von Stegelementen enthält, die mit dem Mantelelement an unterschiedlichen Stellen verbunden sind. Die Stegelemente sind in zumin-

dest zwei Stegelementscharen angeordnet, wobei die Stegelemente jeder Stegelementschare zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind. Die Winkel, welchen die Stegelemente verschiedener Stegelementscharen mit der Längsachse des Wärmetauschers einschliessen, unterscheiden sich zumindest teilweise. Zumindest ein Teil der Stegelemente enthält Stegelementkanäle, die mit dem Mantelelement in fluidleitender Verbindung stehen, sodass im Betriebszustand ein Wärmeträgerfluid, welches dem Mantelelement zugeführt wird, die Stegelemente durchströmen kann. Das Mantelelement umfasst eine Mehrzahl von Kammern für ein Wärmeträgerfluid, wobei zumindest eine der Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und/oder Austrittsöffnungen für das Wärmeträgerfluid aufweist.

[0031] Insbesondere können die Eintrittsöffnungen und/oder Austrittsöffnungen unterschiedlicher Kammern über Stegelemente miteinander verbunden sein, die durch den Fluidkanal verlaufen, sodass ein Wärmeübergang zwischen dem Wärmeträgerfluid und dem Fluid über die Innenwand des Mantelelements und die Stegelemente erfolgen kann.

[0032] Gemäss verschiedener Varianten des Verfahrens durchströmt das Wärmeträgerfluid die Kammern und/oder die Stegelementkanäle in Strömungsrichtung des Fluids und/oder entgegen der Strömungsrichtung des Fluids und/oder quer zur Strömungsrichtung des Fluids.

[0033] Gemäss einer Verfahrensvariante strömt das Wärmeträgerfluid von einer Austrittsöffnung einer der Kammern zu einer Eintrittsöffnung in eine andere Kammer durch einen Stegelementkanal, welcher in einem Stegelement angeordnet ist, welches im Fluidkanal angeordnet ist. Insbesondere kann zumindest eine der Eintrittsöffnungen und eine der Austrittsöffnungen einer Kammer derart angeordnet sein, dass das Wärmeträgerfluid in der Kammer in einer Querrichtung zur Hauptströmungsrichtung des Fluids strömt, wobei die Hauptströmungsrichtung des Fluids der Längsachse des Wärmetauschers entspricht.

[0034] Gemäss einer Verfahrensvariante kann das Wärmeträgerfluid in der Kammer im Wesentlichen entlang der Verbindungsgerade zwischen den Mittelpunkten der in die Kammer führenden Eintrittsöffnungen und der aus der Kammer führenden Austrittsöffnungen strömen, wobei die Verbindungsgerade in einem Winkel zur Mittenachse des Stegelementkanals angeordnet ist, wobei der Winkel im Bereich von 30 Grad bis einschließlich 160 Grad liegt.

[0035] Insbesondere kann das Wärmeträgerfluid in den Stegelementkanälen in Fließrichtung oder entgegen der Fließrichtung des Fluids strömen.

[0036] Die Erfindung betrifft somit einen kostengünstig herstellbaren Wärmetauscher, der auch als statischer Mischer eingesetzt werden kann oder einen statischen Mischer, der gleichzeitig auch als Wärmetauscher ausgebildet sein kann oder die Funktion eines Wärmetauschers einschliessen kann. Der Wärmetauscher eignet

sich insbesondere zum Kühlen oder Wärmen fliessfähigen Medien, beispielsweise von Fluiden, wobei die Fluide beispielsweise viskose oder hochviskose Fluide, insbesondere Polymere umfassen können. Wenn eine derartige Vorrichtung zur Verarbeitung von hochviskosen Fluiden, beispielsweise Polymerschmelzen eingesetzt wird, müssen die dort eingesetzten statischen Mischer typischerweise Nenndrücke von 50 bis zu 400 bar und Temperaturen von 50 bis zu 300 Grad Celsius standhalten.

[0037] Wärmetauscher werden in vielen Bereichen der verarbeitenden Industrie eingesetzt. Gemäss einem Ausführungsbeispiel kann ein fliessfähiges Medium über zumindest ein ortsfestes Einsatzelement bewegt werden. Das Einsatzelement enthält üblicherweise Einbauelemente, welche eine Umlenkung des Fluidstroms respektive des fliessfähigen Mediums bewirken, der durch den Innenraum des Einsatzelements geführt wird, der von einem Einsatzmantelelement begrenzt wird. Die Einbauelemente werden von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Das Einsatzelement wird vom fliessfähigen Medium durch Erzeugen eines Druckgradienten durchströmt. Der Druckgradient kann beispielsweise durch den Einsatz von Pumpen erzeugt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0038] Nachfolgend wird der erfindungsgemäße Wärmetauscher anhand einiger Ausführungsbeispiele dargestellt.

Es zeigen

[0039]

Fig. 1a eine Ansicht eines Wärmetauschers nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 1b eine Ansicht des Wärmetauschers gemäss Fig. 1 nach dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 1c einen Schnitt durch einen Wärmetauscher gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b,

Fig. 1d einen Schnitt durch einen Wärmetauscher gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b gemäss einer ersten Variante,

Fig. 1e einen Schnitt durch einen Wärmetauscher gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b gemäss einer zweiten Variante,

Fig. 1f einen Schnitt durch einen Wärmetauscher gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b gemäss einer dritten Variante,

Fig. 2a eine Ansicht eines Wärmetauschers nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2b eine Ansicht eines Mantelelements eines Wärmetauschers nach dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3a eine Ansicht eines Wärmetauskers nach einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3b eine Ansicht eines Mantelelements eines Wärmetauskers nach dem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4a eine Ansicht eines Wärmetauskers nach einem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4b eine Ansicht eines Mantelelements eines Wärmetauskers nach dem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 5a eine Ansicht eines Wärmetauskers nach einem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 5b eine Ansicht eines Mantelelements eines Wärmetauskers nach dem fünften Ausführungsbeispiel,

Fig. 6a eine Ansicht eines Wärmetauskers nach einem sechsten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6b eine Ansicht eines Mantelelements eines Wärmetauskers nach dem sechsten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7a einen Schnitt durch einen Wärmetauscher nach einer ersten Variante des zweiten Ausführungsbeispiels,

Fig. 7b einen Schnitt durch einen Wärmetauscher nach einer zweiten Variante des zweiten Ausführungsbeispiels,

Fig. 8a eine Ansicht eines Wärmetauskers nach einem siebenten Ausführungsbeispiel,

Fig. 8b einen Längsschnitt des Wärmetauschers gemäss Fig. 8a,

Fig. 8c einen Längsschnitt einer Variante des Wärmetauschers gemäss Fig. 8a.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

[0040] Fig. 1a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 1 nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher gemäss Fig. 1a umfasst ein Mantelelement 2 und ein Einsatzelement 3. In dieser Darstellung ist das Mantelelement 2 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 2 befindliche Einsatzelement 3 sichtbar

ist. Der Wärmetauscher 1 zum statischen Mischen und Wärmeaustausch gemäss Fig. 1a enthält somit ein Mantelelement 2 und ein Einsatzelement 3, wobei das Einsatzelement 3 im Einbauzustand im Inneren des Mantellements 2 angeordnet ist. Das Mantelelement 2 ist als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 3 ist im Hohlkörper aufgenommen. Das Mantelelement 2 hat eine Längsachse 4, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des flüssigen Mediums erstreckt, welches das Mantelelement 2 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 4 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantellements. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 2 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 4 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0041] Das Einsatzelement 3 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 9, 10. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 9 und die Stegelemente 10 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 4 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezeichnungen 9, 10 nur je eines der Stegelemente der Stegelementsschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 9 gehörigen Stegelementsscharen 41, 42, 43 sind vorzugsweise im Wesentlichen parallel zum Stegelement 9 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 10 gehörigen Stegelementsscharen 51, 52, 53 sind vorzugsweise im Wesentlichen parallel zum Stegelement 10 angeordnet.

[0042] Jedes der Stegelemente 9 weist ein erstes Ende 13 und ein zweites Ende 14 auf, wobei das erste Ende 13 und das zweite Ende 14 des Stegelements 9 mit dem Mantelelement 2 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 9 enthält einen Stegelementkanal 11. Der Stegelementkanal 11 ist in der vorliegenden Darstellung nur durch eine Linie dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stege sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemäss Mantelelement kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen. Der Stegelementkanal 11 erstreckt sich vom ersten Ende 13 des Stegelements 9 zum zweiten Ende 14 des Stegelements 9.

[0043] Jedes der Stegelemente 10 weist ein erstes Ende 15 und ein zweites Ende 16 auf, wobei das erste Ende 15 und das zweite Ende 16 des Stegelements 10 mit dem Mantelelement 2 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 10 enthält einen Stegelementkanal 12. Der Stegelementkanal 12 ist in der vorliegenden Darstellung nur durch eine Linie dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stege sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 12 erstreckt sich vom

ersten Ende 15 des Stegelements 10 zum zweiten Ende 16 des Stegelements 10.

[0044] Gemäss dem in Fig. 1a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementsschar 41, 42, 43 dargestellt, die aus Stegelementen 9 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementsschar 51, 52, 53 dargestellt, die aus Stegelementen 10 bestehen. Jede der Stegelementsscharen besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementsscharen kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementsscharen kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementsscharen kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 1a unterscheiden.

[0045] Die Stegelemente 9 können kreuzweise zu den Stegelementen 10 angeordnet sein. Die Stegelemente 9 einer der ersten zweiten oder dritten Stegelementsscharen 41, 42, 43, die einen ersten Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 4 aufweisen, können kreuzweise zu den Stegelementen 10 einer der ersten zweiten oder dritten Stegelementsscharen 51, 52, 53, die einen zweiten Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 4 aufweisen, angeordnet sein.

[0046] Fig. 1b zeigt das Mantelelement 2 mit dem eingebauten Einsatzelement 3. Das Mantelelement 2 weist eine Eintrittsöffnung 5 und eine Austrittsöffnung 8 für ein Fluid oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Das Mantelelement 2 ist als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heißt im Inneren des Mantellements 2 befinden sich eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in der vorliegenden Darstellung durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. Der Doppelmantel wird durch eine äußere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äußere Hülle ist in Fig. 1b transparent dargestellt, um den Blick auf die Kammern des Mantellements 2 zu ermöglichen.

[0047] Das Mantelelement 2 enthält mindestens einen Zulauf 20 sowie einen Ablauf 30. Das Mantelelement 2 gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b besteht aus vier Kammern. Die erste Kammer 21 enthält den Zulauf 20, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die dritte Kammer 23 enthält den Ablauf 30, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Zwischen der ersten und dritten Kammer 21, 23 liegen eine zweite und eine vierte Kammer 22, 24.

[0048] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der ersten und dritten Kammern 21, 23 größer als die zweite und vierte Kammer 22, 24. Insbesondere kann jede der ersten oder dritten Kammern 21, 23 mehr als je 10%, insbesondere mehr als je 25 % des Umfangs des Mantellements 2 umfassen.

[0049] Gemäss Fig. 1a erstreckt sich die erste Kammer 21 von der Eintrittsöffnung 5 bis zur Austrittsöffnung 8 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 2 durchströmt. Die erste Kammer 21 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 2. Die erste Kammer 21 bildet gemäss der in Fig. 1b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 2 sowie die an diese Deckfläche angrenzende Seitenfläche aus. Die zweite Kammer 22 umfasst den Teil der Deckfläche des Mantelelements 2, welche nicht von der ersten Kammer 21 eingenommen wird. Zwischen der ersten Kammer 21 und der zweiten Kammer 22 befindet sich eine erste Trennwand 31. Die zweite Kammer 22 erstreckt sich von der Eintrittsöffnung 5 bis zur Austrittsöffnung 8 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 2 durchströmt.

[0050] Die dritte Kammer 23 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 2. Mit anderen Worten erstreckt sich die dritte Kammer 23 von der Eintrittsöffnung 5 bis zur Austrittsöffnung 8 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 2 durchströmt. Die dritte Kammer 23 grenzt an die zweite Kammer 22 an. Gemäss der in Fig. 1b dargestellten Position erstreckt sich die dritte Kammer über die an die Deckfläche angrenzende Seitenfläche, welche der Seitenfläche, die von der ersten Kammer 21 ausgebildet ist, gegenüberliegt. Zudem bildet die dritte Kammer 23 einen Teil der Grundfläche des Mantelelements 2 aus. Zwischen der zweiten Kammer 22 und der dritten Kammer 23 befindet sich eine zweite Trennwand 32. Durch die zweite Trennwand 32 wird verhindert, dass Wärmeträgerfluid von der zweiten Kammer 22 direkt in die dritte Kammer 23 gelangen kann. Direkt bedeutet hierbei im Inneren des durch das Mantelelement 2 aufgespannten Hohlkörpers.

[0051] An die dritte Kammer 23 grenzt eine vierte Kammer 24 an, die sich über einen Teil der Grundfläche des Mantelelements 2 erstreckt. Die vierte Kammer 24 grenzt auch an die erste Kammer 21 an. Zwischen der dritten Kammer 23 und der vierten Kammer 24 befindet sich eine dritte Trennwand 33. Zwischen der vierten Kammer 24 und der ersten Kammer 21 befindet sich eine vierte Trennwand 34. Die vierte Kammer 24 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 2. Mit anderen Worten erstreckt sich die vierte Kammer 24 von der Eintrittsöffnung 5 bis zur Austrittsöffnung 8 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 2 durchströmt.

[0052] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die erste Kammer 21 drei Eintrittsöffnungen 40 auf, die mit Kanälen in fluidleitender Verbindung stehen, die innerhalb der Stegelemente 9 verlaufen, die an die erste Kammer 21 angrenzen. Durch diese Eintrittsöffnungen 40 kann im Betriebszustand Wärmeträgerfluid in die Stegelemente 9 einströmen, die sich in der vorliegenden Darstellung unterhalb der ersten Kammer 21 an diese anschliessen und bis zur vierten Kammer 24 er-

strecken. In der vierten Kammer befinden sich in dieser Fig. 1b nicht sichtbare Austrittsöffnungen, durch welche das Wärmeträgerfluid aus den Stegelementkanälen austreten kann und in die vierte Kammer 24 gelangen kann.

5 Das Wärmeträgerfluid strömt durch die vierte Kammer 24 bis zu den Eintrittsöffnungen, die in die Kanäle der parallelen Stegelemente 9 sowie in die Kanäle der kreuzweise zu den Stegelementen 9 angeordneten Stegelementen 10 münden, die sich von der vierten Kammer 24 10 bis zur zweiten Kammer 22 erstrecken. Das Wärmeträgerfluid tritt durch sechs Austrittsöffnungen 50 aus den Kanälen der Stegelemente 9, 10 aus und in die zweite Kammer 22 ein. Die Austrittsöffnungen 50 sind in Fig. 1a und Fig. 1b zur Unterscheidung von den Eintrittsöffnungen schwarz ausgemalt. Das Wärmeträgerfluid strömt 15 durch die zweite Kammer 22 bis zu den Eintrittsöffnungen, die in die Kanäle der Stegelemente 10 münden, die sich von der zweiten Kammer 22 bis zur dritten Kammer 23 erstrecken. Die Kanäle eines Teils der Stegelemente 20 10, im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich um drei Stegelemente 10, münden somit in Austrittsöffnungen, die in die dritte Kammer 23 münden. Das Wärmeträgerfluid gelangt über diese Austrittsöffnungen, die in der vorliegenden Darstellung nicht sichtbar sind, in die 25 dritte Kammer 23 und kann das Mantelelement 2 über den Ablauf 30 verlassen. Ein Teil des Wärmeträgerfluids durchströmt auch den an die rechtsseitige Seitenfläche angrenzenden Kammerteil der dritten Kammer 23. Ein Wärmeaustausch zwischen dem Wärmeträgerfluid und dem Fluid kann somit sowohl über die Wände der Stegelemente als auch über Kammerwände der ersten bis 30 vierten Kammern 21, 22, 23, 24 erfolgen.

[0053] Fig. 1c zeigt einen Schnitt durch einen Wärmetauscher 1 gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b. Die Schnittebene ist normal zur Strömungsrichtung des Fluids ausgerichtet und liegt zwischen der Eintrittsöffnung 5 und dem Zulauf 20. Das Mantelelement 2 umfasst vier Kammern 21, 22, 23, 24. Die Kammern werden von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie 35 den Trennwänden 31, 32, 33, 34 begrenzt, die sich zwischen der inneren Mantelelementwand und der äusseren Mantelelementwand erstrecken. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird die erste Kammer 21 von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie den ersten Trennwänden 31 und den vierten Trennwänden 34 und zwei nicht dargestellten Seitenwänden begrenzt, die im Bereich der Eintrittsöffnung 5 (siehe Fig. 1a oder Fig. 1b) bzw. der Austrittsöffnung 8 liegen können. Die erste Kammer 21 steht mit 40 dem Zulauf 20 sowie über die Stegelementkanäle 11 (von denen in dieser Darstellung nur ein einziger gezeigt ist) mit der vierten Kammer 24 in fluidleitender Verbindung, sodass im Betriebszustand das Wärmeträgerfluid vom Zulauf 20 in die erste Kammer 21 fliessen kann und 45 über die Stegelementkanäle 11 in die vierte Kammer 24 gelangen kann. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40,

durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 50 an der inneren Mantelelementwand in die vierte Kammer 24 eintreten kann. Die Stegelemente 9 bilden an deren ersten Ende 13 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Die Stegelemente 9 bilden an deren zweiten Ende 14 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der vierten Kammer 24 ausbildet. Das Wärmeträgerfluid kann somit nicht in Kontakt mit dem zwischen den Stegelementen 9, 10 fliessenden Fluid treten. Der Wärmeaustausch zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid erfolgt somit über die inneren Mantelelementwände des Mantelelements 2 und über die Stegelementwände der Stegelemente 9, 10 des Einsatzelements 3.

[0054] Gemäss einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel könnte die vierte Trennwand 34 weggelassen werden. Gemäss diesem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel kann das Wärmeträgerfluid sowohl durch die Stegelementkanäle 11 als auch durch die im Mantel element ausgebildete Kammer fliessen. Anstelle der ersten und vierten Kammer wäre gemäss diesen Ausführungsbeispiel nur eine einzige Kammer vorhanden.

[0055] Gemäss einem weiteren nicht dargestellten Ausführungsbeispiel könnte die vierte Trennwand 34 als Zwischenwand ausgebildet sein, die Ausnehmungen oder Öffnungen für das Wärmeträgerfluid enthält, das gemäss diesem Ausführungsbeispiel von der ersten Kammer 21 in die vierte Kammer 24 fliessen kann.

[0056] Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, die in Verbindung mit der ersten Kammer 21 stehen. Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der vierten Kammer 24 und der zweiten Kammer 22 ausbilden. Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, welche die Verbindung zwischen der vierten Kammer 24 und der zweiten Kammer 22 ausbilden. Die vierte Kammer 24 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0057] Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, die in Verbindung mit der vierten Kammer 24 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9 sowie die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der vierten Kammer 24 und der zweiten Kammer 22 ausbilden. Die innere Mantelelement-

wand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der zweiten Kammer 22 und der dritten Kammer 23 ausbilden. Die zweite Kammer 22 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0058] Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, die in Verbindung mit der zweiten Kammer 22 stehen. Die äussere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 50 für den Ablaufkanal des Ablaufs 30. Die dritte Kammer 23 enthält somit eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 und mindestens eine Eintrittsöffnung 40.

[0059] Fig. 1d zeigt eine Variante eines Wärmetauschers 1 gemäss dem in Fig. 1a bis 1c dargestellten Ausführungsbeispiel. Für die Beschreibung dieses Wärmetauschers wird daher auf die Beschreibung zu den Fig. 1a bis 1c verwiesen, soweit sie auf diese Variante anwendbar ist.

[0060] Das Mantelelement 2 umfasst vier Kammern 21, 22, 23, 24. Die Kammern werden von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie den Trennwänden 31, 32, 33, 34 begrenzt, die sich zwischen der inneren Mantelelementwand und der äusseren Mantelelementwand erstrecken. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird die erste Kammer 21 von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie der ersten Trennwand 31 und der zweiten Trennwand 32 und zwei nicht dargestellten Seitenwänden begrenzt, die im Bereich der Eintrittsöffnung 5 (siehe Fig. 1a oder Fig. 1b) bzw. der Austrittsöffnung 8 liegen können. Die erste Kammer 21 steht mit dem Zulauf 20 sowie über die Stegelementkanäle 11 (von denen in dieser Darstellung nur ein einziger gezeigt ist) und die Stegelementkanäle 12 mit der zweiten Kammer 22 in fluideitender Verbindung, sodass im Betriebszustand das Wärmeträgerfluid vom Zulauf 20 in die erste Kammer 21 fliessen kann und über die Stegelementkanäle 12 in die zweite Kammer 22 gelangen kann. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40, durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 50 an der inneren Mantelelementwand in die Eintrittsöffnungen 40 der Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10 fliesst und über Austrittsöffnungen in die zweite Kammer 22 eintreten kann. Die Stegelemente 9 bilden an deren ersten Ende 13 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Die Stegelemente 9 bilden an deren zweiten Ende 14 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Das Wärmeträgerfluid kann

somit nicht in Kontakt mit dem zwischen den Stegelementen 9, 10 fliessenden Fluid treten. Der Wärmeaustausch zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid erfolgt somit über die inneren Mantelelementwände des Mantelelements 2 und über die Stegelementwände der Stegelemente 9, 10 des Einsatzelements 3.

[0061] Gemäss dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist in der ersten Kammer 21 eine Zwischenwand zwischen den Stegelementen 9, deren Mittenachsen eine gemeinsame Ebene aufspannen und den Stegelementen 10, deren Mittenachsen eine gemeinsame Ebene aufspannen, angeordnet. Die Zwischenwand kann vom Wärmeträgerfluid umströmt werden oder durchströmt werden, wenn sie Ausnehmungen oder Öffnungen enthält.

[0062] Das Wärmeträgerfluid kann sowohl durch die Stegelementkanäle 11, 12, als auch durch die im Mantelelement ausgebildete erste Kammer 21 fliessen.

[0063] Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, die in Verbindung mit der ersten Kammer 21 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, welche die Verbindung zwischen der zweiten Kammer 22 und der dritten Kammer 23 ausbilden. Die zweite Kammer 22 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0064] Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, die in Verbindung mit der vierten Kammer 24 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, welche die Verbindung zwischen der zweiten Kammer 22 und der dritten Kammer 23 ausbilden. Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der dritten Kammer 23 und der vierten Kammer 24 ausbilden. Die dritte Kammer 23 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50. Die dritte Kammer 23 enthält gemäss diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls eine Zwischenwand 39, die vom Wärmeträgerfluid umströmt werden kann oder auch durchströmt werden kann, wenn sie Öffnungen oder Ausnehmungen aufweist.

[0065] Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, die in Verbindung mit der dritten Kammer 23 stehen. Die äussere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 50 für den Ablauftunnel des Ablaufs 30. Die vierte Kammer 24 enthält somit eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 und mindestens eine Eintrittsöffnung 40.

[0066] Gemäss der in Fig. 1d dargestellten Variante enthalten die erste Kammer 21, die zweite Kammer 22, sowie die dritte Kammer 23 Zwischenwände 39. Im Unterschied zu den Trennwänden 31, 32, 33, 34 erstrecken sich die Zwischenwände 39 nicht über die Gesamthöhe der Kammer und/oder nicht über die Gesamtlänge der Kammer. Die Verwendung der Zwischenwände 39 ermöglicht eine Umlenkung der Strömung des Wärmeträgerfluids innerhalb der Kammern, gemäss dem vorliegenden Beispiel innerhalb der ersten, zweiten und dritten Kammer. Die dargestellten Zwischenwände 39 stellen selbstverständlich nur eine von mehreren möglichen Anordnungen von Zwischenwänden 39 dar, die Zwischenwände 39 können somit in Länge, Höhe, Lage, sowie in

5 deren Anzahl von der in Fig. 1d gewählten Darstellung abweichen.

[0067] Fig. 1e zeigt eine Variante eines Wärmetauschers 1 gemäss dem in Fig. 1a bis 1d dargestellten Ausführungsbeispiel. Für die Beschreibung dieses Wärmetauschers werden daher dieselben Bezeichnungen wie

für die Beschreibung zu den Fig. 1a bis 1c verwendet, soweit sich die Bezeichnungen auf gleiche oder gleichwirkende Elemente des Wärmetauschers beziehen. Die Anzahl der im Fluidkanal befindlichen Stegelemente 9, 10 ist im Vergleich zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen grösser. Die Anzahl der Stegelemente 9, 10 kann sich somit von der in Fig. 1a bis Fig. 1c dargestellten Anzahl unterscheiden. Des Weiteren kann sich auch die Anzahl der Kammern des Mantelelements 2 von der in den Fig. 1a bis 1c dargestellten Anzahl unterscheiden. Sowohl die Anzahl der Stegelemente 9, 10 als auch die Anzahl der Kammern des Mantelelements 2 ist als exemplarisches Ausführungsbeispiel anzusehen. Ein Wärmetauscher 1 mit einer Anzahl von Stegelementen 9, 10 und/oder einer Anzahl von Kammern, die sich von der dargestellten Anzahl unterscheidet, ist daher ausdrücklich vom Schutzzumfang der Ansprüche umfasst.

[0068] Die Schnittebene gemäss Fig. 1e ist normal zur Strömungsrichtung des Fluids ausgerichtet und liegt zwischen der Eintrittsöffnung 5 und dem Zulauf 20. Das Mantelelement 2 umfasst gemäss diesem Ausführungsbeispiel fünf Kammern 21, 22, 23, 24, 25. Die Kammern werden von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie den Trennwänden 31,

32, 33, 34, 35 begrenzt, die sich zwischen der inneren Mantelelementwand und der äusseren Mantelelementwand erstrecken. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird die erste Kammer 21 von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie der ersten Trennwand 31 und der fünften Trennwand 35 und zwei nicht dargestellten Seitenwänden begrenzt, die im Bereich der Eintrittsöffnung 5 (siehe Fig. 1a oder Fig. 1b) bzw. der Austrittsöffnung 8 liegen. Die erste Kammer 21 steht mit dem Zulauf 20 sowie über die Stegelementkanäle 11, 12 (von denen in dieser Darstellung nur je ein einziger gezeigt ist) mit der zweiten Kammer 22 in fluidleitender Verbindung, sodass im Betriebszustand das Wärmeträgerfluid vom Zulauf 20 in die erste Kammer 21

fliessen kann und über die Stegelementkanäle 11, 12 in die zweite Kammer 22 gelangen kann. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40, durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 50 an der inneren Mantelelementwand in die zweite Kammer 22 eintreten kann. Die Stegelemente 9 bilden an deren ersten Ende 13 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Die Stegelemente 9 bilden an deren zweiten Ende 14 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der zweiten Kammer 22 ausbildet. Die Stegelemente 10 bilden an deren ersten Ende 15 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Die Stegelemente 10 bilden an deren zweiten Ende 16 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der zweiten Kammer 22 ausbildet. Das Wärmeträgerfluid kann somit nicht in Kontakt mit dem zwischen den Stegelementen 9, 10 fliessenden Fluid treten. Der Wärmeaustausch zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid erfolgt somit über die inneren Mantelelementwände des Mantelelements 2 und über die Stegelementwände der Stegelemente 9, 10 des Einsatzelements 3.

[0069] Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 10, 11 der Stegelemente 9, 10 die in Verbindung mit der ersten Kammer 21 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10, welche die Verbindung zwischen der zweiten Kammer 22 und der vierten Kammer 24 ausbilden. Die zweite Kammer 22 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0070] Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 10, 11 der Stegelemente 9, 10, die in Verbindung mit der zweiten Kammer 22 stehen. Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10 welche die Verbindung zwischen der vierten Kammer 24 und der dritten Kammer 23 ausbilden. Die vierte Kammer 24 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0071] Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10 die in Verbindung mit der vierten Kammer 24 stehen. Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10, wel-

che die Verbindung zwischen der dritten Kammer 23 und der fünften Kammer 25 ausbilden. Die dritte Kammer 23 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

5 [0072] Die innere Mantelelementwand der fünften Kammer 25 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11, 12 der Stegelemente 9, 10, die in Verbindung mit der dritten Kammer 23 stehen. Die äussere Mantelelementwand der fünften Kammer 25 enthält mindestens eine Eintrittsöffnung 40 für den Ablaufkanal des Ablaufs 30. Die fünfte Kammer 25 enthält somit eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 und mindestens eine Eintrittsöffnung 40.

[0073] Fig. 1f zeigt eine Variante eines Wärmetauschers 1 gemäss dem in Fig. 1a bis 1e dargestellten Ausführungsbeispiel. Für die Beschreibung dieses Wärmetauschers werden daher dieselben Bezugszeichen wie für die Beschreibung zu den Fig. 1a bis 1c verwendet, soweit sich die Bezugszeichen auf gleiche oder gleichwirkende Elemente des Wärmetauschers beziehen. Fig. 1f zeigt somit einen Schnitt durch eine Variante des Wärmetauschers 1 gemäss Fig. 1a oder Fig. 1b. Die Schnittebene ist normal zur Strömungsrichtung des Fluids ausgerichtet und liegt zwischen der Eintrittsöffnung 5 und dem Zulauf 20. Das Mantelelement 2 umfasst sechs Kammern 21, 22, 23, 24, 25, 26. Die Kammern werden von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie den Trennwänden 31, 32, 33, 34, 35, 36 begrenzt, die sich zwischen der inneren Mantelelementwand und der äusseren Mantelelementwand erstrecken. Gemäss diesem Ausführungsbeispiel wird die erste Kammer 21 von der inneren Mantelelementwand, der äusseren Mantelelementwand sowie der ersten Trennwand 31 und der zweiten Trennwand 32 und zwei nicht dargestellten Seitenwänden begrenzt, die im Bereich der Eintrittsöffnung 5 bzw. der Austrittsöffnung 8 liegen (siehe Fig. 1a oder Fig. 1b). Die erste Kammer 21 steht mit dem Zulauf 20 sowie über die Stegelementkanäle 11 (von denen in dieser Darstellung nur ein einziger gezeigt ist) mit der zweiten Kammer 22 in fluidleitender Verbindung, sodass im Betriebszustand das Wärmeträgerfluid vom Zulauf 20 in die erste Kammer 21 fliessen kann und über die Stegelementkanäle 11 in die zweite Kammer 22 gelangen kann. Gemäss dem vorliegenden

Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40, durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 50 an der inneren Mantelelementwand in die zweite Kammer 22 eintreten kann. Die Stegelemente 9 bilden an deren ersten Ende 13 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 21 ausbildet. Die Stegelemente 9 bilden an deren zweiten Ende 14 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der zweiten Kammer 22 ausbildet. Das Wärmeträgerfluid kann somit nicht in Kon-

55

takt mit dem zwischen den Stegelementen 9, 10 fliessenden Fluid treten. Der Wärmeaustausch zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid erfolgt somit über die inneren Mantelelementwände des Mantelelements 2 und über die Stegelementwände der Stegelemente 9, 10 des Einsatzelements 3.

[0074] Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, die in Verbindung mit der ersten Kammer 21 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten Kammer 22 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der zweiten Kammer 22 und der dritten Kammer 23 ausbilden. Die zweite Kammer 22 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0075] Die innere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, welche die Verbindung zwischen der dritten Kammer 23 und der zweiten Kammer 22 ausbilden. Die äussere Mantelelementwand der dritten Kammer 23 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 50 für den Ablaufkanal des Ablaufs 30. Die dritte Kammer 23 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und mindestens eine Austrittsöffnung 50.

[0076] Die vierte Kammer 24 steht mit einem weiteren Zulauf 20 sowie über die Stegelementkanäle 11 (von denen in dieser Darstellung nur ein einziger gezeigt ist) mit der fünften Kammer 25 in fluidleitender Verbindung, so dass im Betriebszustand das Wärmeträgerfluid vom Zulauf 20 in die vierte Kammer 24 fliessen kann und über die Stegelementkanäle 11 in die fünfte Kammer 25 gelangen kann. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40, durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 50 an der inneren Mantelelementwand in die zweite Kammer 22 eintreten kann. Die Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen sind in Fig. 1f nicht bezeichnet, da sie den früher beschriebenen Eintrittsöffnungen bzw. Austrittsöffnungen für die erste bzw. zweite Kammer 21, 22 entsprechen. Die innere Mantelelementwand der vierten Kammer 24 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, die in Verbindung mit der fünften Kammer 25 stehen. Die vierte Kammer 24 enthält somit mindestens eine Eintrittsöffnung 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0077] Die innere Mantelelementwand der fünften Kammer 25 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 11 der Stegelemente 9, welche die Verbindung zwischen der fünften Kammer 25 und der vierten Kammer 24 ausbilden. Die innere Mantelelementwand der fünften Kammer 25 enthält eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 für die Stegelement-

kanäle 12 der Stegelemente 10, die in Verbindung mit der sechsten Kammer 26 stehen. Die fünfte Kammer 25 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50.

[0078] Die innere Mantelelementwand der sechsten Kammer 26 enthält eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 50 für die Stegelementkanäle 12 der Stegelemente 10, die in Verbindung mit der fünften Kammer 25 stehen. Die äussere Mantelelementwand der sechsten Kammer 26 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 50 für einen weiteren Ablaufkanal des Ablaufs 30. Die sechste Kammer 26 enthält somit eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 40 und mindestens eine Austrittsöffnung 50. Diese Variante eignet sich insbesondere dann, wenn die über das Wärmeträgerfluid dem Fluid zuzuführende Wärme oder die Wärme, die dem Fluid mittels des Wärmeträgerfluids entzogen werden soll, höher ist als in den Varianten gemäss einer der Fig. 1a bis 1e.

[0079] Fig. 2a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 100 nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher 100 gemäss Fig. 2a umfasst ein Mantelelement 102 und ein Einsatzelement 103. In Fig. 2a ist das Mantelelement nicht vollständig dargestellt, es werden nur die Kammern des Mantelelements 102 gezeigt, das gesamte Mantelelement 102 ist aus Fig. 2b ersichtlich. In der Darstellung gemäss Fig. 2a ist das Mantelelement 102 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 102 befindliche Einsatzelement 103 sichtbar ist. Der Wärmetauscher 100 zum statischen Mischen und Wärmeaustausch gemäss Fig. 2a enthält somit ein Mantelelement 102 und ein Einsatzelement 103, wobei das Einsatzelement 103 im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 102 angeordnet ist. Das Mantelelement 102 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 103 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 102 hat eine Längsachse 104, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 102 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 104 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 102 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 104 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks analog der in Fig. 2b dargestellten Anordnung.

[0080] Das Einsatzelement 103 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 109, 110. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 109 und die Stegelemente 110 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 104 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 109, 110 nur je eines der Stegelemente der Stegelementsschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 109 gehörigen Stegelementsscharen sind parallel zum Stegelement 109 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 110 gehörigen Ste-

gelementschar sind parallel zum Stegelement 110 angeordnet.

[0081] Jedes der Stegelemente 109 weist ein erstes Ende 113 und ein zweites Ende 114 auf, wobei das erste Ende 113 und das zweite Ende 114 des Stegelements 109 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 109 enthält einen Stegelementkanal 111. Vom Stegelementkanal 111 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfundungsähnliche Mantelelement 102 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0082] Der Stegelementkanal 111 erstreckt sich vom ersten Ende 113 des Stegelements 109 zum zweiten Ende 114 des Stegelements 109.

[0083] Jedes der Stegelemente 110 weist ein erstes Ende 115 und ein zweites Ende 116 auf, wobei das erste Ende 115 und das zweite Ende 116 des Stegelements 110 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 110 enthält einen Stegelementkanal 112. Vom Stegelementkanal 112 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 112 erstreckt sich vom ersten Ende 115 des Stegelements 110 zum zweiten Ende 116 des Stegelements 110.

[0084] Das Mantelelement 102 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 103 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 102 hat eine Längsachse 104, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 102 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 104 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements und ist in Fig. 2b besser sichtbar. Gemäß der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 102 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 104 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0085] Gemäß dem in Fig. 2a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 109 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 110 bestehen. Jede der Stegelementscharren besteht gemäß diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementscharren kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelement-

scharren kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementscharren kann sich von der Darstellung gemäß Fig. 2a unterscheiden.

[0086] Fig. 2b zeigt das Mantelelement 102 ohne das darin befindliche Einsatzelement 103. Das Mantelelement 102 weist eine Eintrittsöffnung 105 und eine Austrittsöffnung 108 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Das Mantelelement 102 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heißt, das Mantelelement 102 enthält eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 2a durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt oder als strichlierte Linien dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äußere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äußere und innere Hülle ist in Fig. 2a nur für die Kammern transparent dargestellt, um die Position der Kammern des Mantelelements 102 im Einbauzustand darzustellen.

[0087] Das Mantelelement 102 gemäß Fig. 2b enthält mindestens zwei Zuläufe 120 sowie zwei Abläufe 130. Das Mantelelement 102 gemäß Fig. 2a oder Fig. 2b umfasst acht Kammern. Die erste Kammer 121 enthält den Zulauf 120, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die zweite Kammer 122 enthält den weiteren Zulauf 120, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen weiteren Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid. Jede der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammer 123, 124, 125, 126 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 109, 110. Die siebente Kammer 127 enthält den Ablauf 130, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Die achte Kammer 128 enthält einen weiteren Ablauf 130, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst.

[0088] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 123, 124, 125, 126 grösser als die ersten, zweiten, siebenten und acht Kammern 121, 122, 127, 128. Insbesondere kann die Breite jeder der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 123, 124, 125, 126 10 % bis einschliesslich 25 % des Umfangs des Mantelelements 102 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 104 angeordnet ist.

[0089] Gemäß Fig. 2b erstreckt sich die erste Kammer 121 nicht von der Eintrittsöffnung 105 bis zur Austrittsöffnung 108 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 102 durchströmt. Die erste Kammer 121 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementschar 151 gehörenden Stegelemente 110 und dem Zulauf 120 in fluidleitender Verbindung. Die erste

Kammer 121 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 102. Die erste Kammer 121 bildet gemäss der in Fig. 2b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 102 aus.

[0090] Die zweite Kammer 122 umfasst den Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102. Die zweite Kammer 122 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementschar 141 gehörenden Stegelemente 109 und dem Zulauf 120 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 122 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 102. Die zweite Kammer 122 bildet gemäss der in Fig. 2b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102 aus.

[0091] Die dritte Kammer 123 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die dritte Kammer 123 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 141 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 152 angehören.

[0092] Sämtliche Eintrittsöffnungen 140 sind in Fig. 2a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 140 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich. Sämtliche Austrittsöffnungen 150 sind in Fig. 2a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Um die Austrittsöffnungen 150 einfach von den Eintrittsöffnungen 140 unterscheiden zu können wurden die Öffnungsquerschnitte geschwärzt. Diese Darstellung der Austrittsöffnungen 150 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnungen 150 kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

[0093] Die vierte Kammer 124 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die vierte Kammer 124 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 142 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 151 angehören.

[0094] Die fünfte Kammer 125 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die fünfte Kammer 125 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 142 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 153 angehören.

[0095] Die sechste Kammer 126 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des

Mantelelements 102 angeordnet. Die sechste Kammer 126 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 143 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 152 angehören.

[0096] Die siebente Kammer 127 steht nur mit den Austrittsöffnungen 150 der zur Stegelementschar 143 gehörenden Stegelemente 109 und dem Ablauf 130 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 127 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 102. Die siebente Kammer 127 bildet gemäss der in Fig. 2b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 102 aus.

[0097] Die achte Kammer 128 steht nur mit den Austrittsöffnungen 150 der zur Stegelementschar 153 gehörenden Stegelemente 110 und dem Ablauf 130 in fluidleitender Verbindung. Die achte Kammer 128 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 102. Die achte Kammer 128 bildet gemäss der in Fig. 2b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102 aus.

[0098] Gemäss dem in Fig. 2a und Fig. 2b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 120 durch die erste Kammer 121 den Stegelementen 110 der Stegelementschar 151 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid wird auch über einen Zulauf 120 durch die zweite Kammer 122 den Stegelementen 109 der Stegelementschar 141 zugeführt. Die erste Kammer 121 und die zweite Kammer 122 haben daher die Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 140 der entsprechenden Stegelementkanäle 111, 112 der Stegelemente 109, 110 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 111, 112, die innerhalb der Stegelemente 109, 110 verlaufen, sind nicht gezeigt, deren Verlauf ist aus dem Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ersichtlich, der durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen oder strichlierte Linien dargestellt ist.

[0099] Das Wärmeträgerfluid, welches von der ersten Kammer 121 in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 151 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 150 in die vierte Kammer 124 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelementschar 142.

[0100] In der vierten Kammer 124 befinden sich die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 151 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 142. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 142.

[0101] In der fünften Kammer 125 befinden sich die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 142 sowie die

Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153.

[0102] Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153 befinden sich in der achten Kammer 128. Die achte Kammer 128 enthält eine Austrittsöffnung 150 für einen Ablauf 130.

[0103] Gemäss dem in Fig. 2a und Fig. 2b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid auch über einen Zulauf 120 durch die zweite Kammer 122 den Stegelementen 109 der Stegelementschar 141 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid, welches von der zweiten Kammer 122 in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 141 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 150 in die dritte Kammer 123 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelementschar 152.

[0104] In der dritten Kammer 123 befinden sich die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 141 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 152. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 152.

[0105] In der sechsten Kammer 126 befinden sich die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 152 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143.

[0106] Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143 befinden sich in der siebenten Kammer 127. Die siebente Kammer 127 enthält eine Austrittsöffnung 150 für einen Ablauf 130.

[0107] Das Wärmeträgerfluid strömt somit kreuzweise in der Gegenrichtung zum Fluid, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 104 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0108] Fig. 3a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 200 nach einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher 200 gemäss Fig. 3a umfasst ein Mantelelement 202 und ein Einsatzelement 203. In Fig. 3a ist das Mantelelement nicht vollständig dargestellt, es werden nur die Kammern des Mantelelements 202 gezeigt, das gesamte Mantelelement 202 ist aus Fig. 3b ersichtlich. In der Darstellung gemäss Fig. 3a ist das Mantelelement 202 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 202

befindliche Einsatzelement 203 sichtbar ist. Der Wärmetauscher 200 zum statischen Mischen und Wärmeaustausch gemäss Fig. 3a enthält somit ein Mantelelement 202 und ein Einsatzelement 203, wobei das Einsatzelement 203 im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 202 angeordnet ist. Das Mantelelement 202 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 203 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 202 hat eine Längsachse 204, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 202 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 204 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements und ist in Fig. 3b besser sichtbar. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 202 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 204 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0109] Das Einsatzelement 203 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 209, 210. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 209 und die Stegelemente 210 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 204 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 209, 210 nur je eines der Stegelemente der Stegelementschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 209 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 209 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 210 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 210 angeordnet.

[0110] Jedes der Stegelemente 209 weist ein erstes Ende 213 und ein zweites Ende 214 auf, wobei das erste Ende 213 und das zweite Ende 214 des Stegelements 209 mit dem Mantelelement 202 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 209 enthält einen Stegelementkanal 211. Vom Stegelementkanal 211 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemässse Mantelelement 202 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0111] Der Stegelementkanal 211 erstreckt sich vom ersten Ende 213 des Stegelements 209 zum zweiten Ende 214 des Stegelements 209.

[0112] Jedes der Stegelemente 210 weist ein erstes Ende 215 und ein zweites Ende 216 auf, wobei das erste Ende 215 und das zweite Ende 216 des Stegelements 210 mit dem Mantelelement 202 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 210 enthält einen Stegelementkanal 212. Vom Stegelementkanal 212 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Austrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind

bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 212 erstreckt sich vom ersten Ende 215 des Stegelements 210 zum zweiten Ende 216 des Stegelements 210.

[0113] Gemäss dem in Fig. 3a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 209 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 210 bestehen. Jede der Stegelementscharn besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementscharn kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementscharn kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementscharn kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 3a unterscheiden.

[0114] Fig. 3b zeigt das Mantelelement 202 ohne das darin befindliche Einsatzelement 203. Das Mantelelement 202 weist eine Eintrittsöffnung 205 und eine Austrittsöffnung 208 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Die Fliessrichtung des Fluids ist durch zwei Pfeile angedeutet, die mit Doppellinien dargestellt sind. Das Mantelelement 202 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heisst, das Mantelelement 202 enthält eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 3a durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äussere und innere Hülle ist in Fig. 3a nur für die Kammern transparent dargestellt, um die Position der Kammern des Mantelelements 202 im Einbauzustand darzustellen.

[0115] Das Mantelelement 202 gemäss Fig. 3b enthält mindestens zwei Zuläufe 220 sowie zwei Abläufe 230. Das Mantelelement 202 gemäss Fig. 3a oder Fig. 3b umfasst sieben Kammern. Die erste Kammer 221 enthält einen Ablauf 230, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die zweite Kammer 222 enthält einen Zulauf 220, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen weiteren Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid. Jede der dritten, vierten, fünften Kammern 223, 224, 225 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 209, 210. Die sechste Kammer 226 enthält einen weiteren Zulauf 220, der ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Die siebente Kammer 227 enthält einen weiteren Ablauf 230, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträ-

gerfluid, umfasst.

[0116] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der dritten, vierten, fünften Kammern 223, 224, 225 grösser als die ersten, zweiten, sechsten und siebenten Kammern 221, 222, 226, 227. Insbesondere kann die Breite jeder der dritten, vierten, fünften Kammern 223, 224, 225 10 % bis einschliesslich 25 % des Umfangs des Mantelelements 202 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 204 angeordnet ist.

[0117] Gemäss Fig. 3b erstreckt sich die erste Kammer 221 nicht von der Eintrittsöffnung 205 bis zur Austrittsöffnung 208 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 202 durchströmt. Die erste Kammer 221 steht nur mit den Austrittsöffnungen 250 der zur Stegelementschar 251 gehörenden Stegelemente 210 und dem Ablauf 230 in fluidleitender Verbindung. Die erste Kammer 221 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 202. Die erste Kammer 221 bildet gemäss der in Fig. 3b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 202 aus.

[0118] Die zweite Kammer 222 umfasst den Teil der Bodenfläche des Mantelelements 202. Die zweite Kammer 222 steht mit den Eintrittsöffnungen 240 der zur Stegelementschar 241 gehörenden Stegelemente 209 und dem Zulauf 220 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 222 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 202. Die zweite Kammer 222 bildet gemäss der in Fig. 3b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 202 aus.

[0119] Die dritte Kammer 223 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 202 angeordnet. Die dritte Kammer 223 enthält die Austrittsöffnungen 250 der Stegelemente 209, die der Stegelementschar 241 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelemente 209, die der Stegelementschar 242 angehören. Die dritte Kammer 223 enthält die Austrittsöffnungen 250 der Stegelemente 210, die der Stegelementschar 252 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelemente 210, die der Stegelementschar 253 angehören.

[0120] Sämtliche Eintrittsöffnungen 240 sind in Fig. 3a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 240 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich. Sämtliche Austrittsöffnungen 250 sind in Fig. 3a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Um die Austrittsöffnungen 250 einfach von den Eintrittsöffnungen 240 unterscheiden zu können wurden deren Öffnungsquerschnitte geschwärzt. Diese Darstellung der Austrittsöffnungen 250 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschrän-

kend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnungen 250 kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

[0121] Die vierte Kammer 224 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 202 angeordnet. Die vierte Kammer 224 enthält die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210, die der Stegelementschar 251 angehören sowie die Austrittsöffnungen 250 der Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209, die der Stegelementschar 242 angehören.

[0122] Die fünfte Kammer 225 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 202 angeordnet. Die fünfte Kammer 225 enthält die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210, die der Stegelementschar 252 angehören sowie die Austrittsöffnungen 250 der Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209, die der Stegelementschar 243 angehören.

[0123] Die sechste Kammer 226 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 240 der zur Stegelementschar 243 gehörenden Stegelemente 209 und dem Zulauf 220 in fluidleitender Verbindung. Die sechste Kammer 226 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 202. Die sechste Kammer 226 bildet gemäss der in Fig. 3b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 202 aus.

[0124] Die siebente Kammer 227 steht nur mit den Austrittsöffnungen 250 der zur Stegelementschar 253 gehörenden Stegelemente 210 und dem Ablauf 230 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 227 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 202. Die siebente Kammer 227 bildet gemäss der in Fig. 3b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 202 aus.

[0125] Gemäss dem in Fig. 3a und Fig. 3b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 220 durch die sechste Kammer 226 den Stegelementen 209 der Stegelementschar 243 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid wird auch über einen Zulauf 220 durch die zweite Kammer 222 den Stegelementen 209 der Stegelementschar 241 zugeführt. Die sechste Kammer 226 und die zweite Kammer 222 haben daher die Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 240 der entsprechenden Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 211, 212, die innerhalb der Stegelemente 209, 210 verlaufen, sind nicht gezeigt, deren Verlauf ist aus dem Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ersichtlich, der durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt ist.

[0126] Das Wärmeträgerfluid, welches von der zweiten Kammer 222 in die Stegelementkanäle 211 der Ste-

gelemente 209 der Stegelementschar 241 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 250 in die dritte Kammer 223 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 211 der Stegelementschar 242. Das

5 Wärmeträgerfluid, welches von der fünften Kammer 225 in die Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 252 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 250 in die dritte Kammer 223 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelementschar 252. Von der dritten Kammer 223 strömt das Wärmeträgerfluid durch die entsprechenden Eintrittsöffnungen 240 entweder in die Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209 der Stegelementschar 242 zu der vierten Kammer 224 oder in die Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 253 zu der siebenten Kammer 227. In der siebenten Kammer 227 wird das von den Stegelementkanälen der Stegelemente 210 der Stegelementschar 253 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 230 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0127] In der vierten Kammer 224 befinden sich die Austrittsöffnungen 250 der Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209 der Stegelementschar 242 sowie die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 251. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 250 in die Eintrittsöffnungen 240 fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 251 zu der ersten Kammer 221. In der ersten Kammer 221 wird das von den Stegelementkanälen 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 251 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 230 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0128] In der fünften Kammer 225 befinden sich die Austrittsöffnungen 250 der Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209 der Stegelementschar 243 sowie die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 252. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 250 in die Eintrittsöffnungen 240 fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 252 und gelangt in die dritte Kammer 223. Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 252 befinden sich in der dritten Kammer 223.

[0129] Das Wärmeträgerfluid, welches von der sechsten Kammer 226 in die Stegelementkanäle 211 der Stegelemente 209 der Stegelementschar 243 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 250 in die fünfte Kammer 225 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 212 der Stegelementschar 252. Das Wärmeträgerfluid, welches von der fünften Kammer 225 in die Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 252 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 250 in die dritte Kammer 223 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 211 der Stegelementschar 242, von dort in die vierte Kammer 224 und danach in die erste Kammer 221.

[0130] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden somit zwei unterschiedliche Ströme von Wärmeträgerfluid im Gegenstrom zueinander geführt. In der dritten Kammer 223 werden die beiden ansonst getrennte Fliesswege aufweisenden Wärmeträgerfluidströme zusammengeführt. In der dritten Kammer 223 kann ein Temperaturausgleich stattfinden, sollten sich die Temperaturen der beiden unterschiedlichen Ströme voneinander unterscheiden.

[0131] Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 212 der Stegelemente 210 der Stegelementschar 253 befinden sich in der siebenten Kammer 227. Die siebente Kammer 227 enthält eine Austrittsöffnung 250 für einen Ablauf 230.

[0132] Das Wärmeträgerfluid strömt somit teilweise in der Gegenrichtung zum Fluid, teilweise in Richtung des Fluids, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 204 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0133] Fig. 4a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 300 nach einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher 300 gemäss Fig. 4a umfasste ein Mantelelement 302 und ein Einsatzelement 303. In Fig. 4a ist das Mantelelement nicht vollständig dargestellt, es werden nur die Kammern des Mantelelements 302 gezeigt, das gesamte Mantelelement 302 ist aus Fig. 4b ersichtlich. In der Darstellung gemäss Fig. 3a ist das Mantelelement 302 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 302 befindliche Einsatzelement 303 sichtbar ist. Der Wärmetauscher 300 zum statischen Mischen und Wärmeaus tausch gemäss Fig. 4a enthält somit ein Mantelelement 302 und ein Einsatzelement 303, wobei das Einsatzelement 303 im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 302 angeordnet ist. Das Mantelelement 302 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 303 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 302 hat eine Längsachse 304, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids erstreckt, welches das Mantelelement 302 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 304 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements und ist in Fig. 4b besser sichtbar. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 302 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 304 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0134] Das Einsatzelement 303 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 309, 310. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 309 und die Stegelemente 310 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 304 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 309, 310 nur je eines der Stegelemente der Stegelementschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 309 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 309 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 310 gehörigen Ste-

gelementschar sind parallel zum Stegelement 310 angeordnet.

[0135] Jedes der Stegelemente 309 weist ein erstes Ende 313 und ein zweites Ende 314 auf, wobei das erste Ende 313 und das zweite Ende 314 des Stegelements 309 mit dem Mantelelement 302 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 309 enthält einen Stegelementkanal 311. Vom Stegelementkanal 311 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemäße Mantelelement 302 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0136] Der Stegelementkanal 311 erstreckt sich vom ersten Ende 313 des Stegelements 309 zum zweiten Ende 314 des Stegelements 309.

[0137] Jedes der Stegelemente 310 weist ein erstes Ende 315 und ein zweites Ende 316 auf, wobei das erste Ende 315 und das zweite Ende 316 des Stegelements 310 mit dem Mantelelement 302 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 310 enthält einen Stegelementkanal 312. Vom Stegelementkanal 312 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Austrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 312 erstreckt sich vom ersten Ende 315 des Stegelements 310 zum zweiten Ende 316 des Stegelements 310.

[0138] Gemäss dem in Fig. 4a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 309 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 310 bestehen. Jede der Stegelementschar besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementschar kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementschar kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementschar kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 4a unterscheiden.

[0139] Fig. 4b zeigt das Mantelelement 302 ohne das darin befindliche Einsatzelement 303. Das Mantelelement 302 weist eine Eintrittsöffnung 305 und eine Austrittsöffnung 308 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Die Fliessrichtung des Fluids ist durch zwei Pfeile angedeutet, die mit Doppellinien dargestellt sind. Das Mantelelement 302 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel,

ausgebildet, das heisst, das Mantelelement 302 enthält eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 4a durch strichpunktuierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äussere und innere Hülle ist in Fig. 4a nur für die Kammern transparent dargestellt, um die Position der Kammern des Mantelelements 302 im Einbauzustand darzustellen.

[0140] Das Mantelelement 302 gemäss Fig. 4b enthält einen Zulauf 320 sowie einen Ablauf 330. Das Mantelelement 302 gemäss Fig. 4a oder Fig. 4b umfasst sieben Kammern. Die erste Kammer 321 enthält einen Ablauf 330, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die zweite Kammer 322 enthält eine Eintrittsöffnung 340 und eine Austrittsöffnung 350 für das Wärmeträgerfluid, das von einem der Stegelementkanäle 311 eines der Stegelemente 309 in einen anderen Stegelementkanal 311 eines anderen Stegelements 309 der Stegelementsschar 341 fliesst.

[0141] Jede der dritten, vierten, fünften Kammern 323, 324, 325 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 309, 310. Die sechste Kammer 326 enthält einen Zulauf 320, der ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Die siebente Kammer 227 enthält eine Eintrittsöffnung 340 und eine Austrittsöffnung 350 für das Wärmeträgerfluid, das von einem der Stegelementkanäle 312 eines der Stegelemente 310 in einen anderen Stegelementkanal 312 eines anderen Stegelements 310 der Stegelementsschar 353 fließt.

[0142] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der dritten, vierten, fünften Kammern 323, 324, 325 grösser als die ersten, zweiten, sechsten und siebenten Kammern 321, 322, 326, 327. Insbesondere kann die Breite jeder der dritten, vierten, fünften Kammern 323, 324, 325 10 % bis einschliesslich 25 % des Umfangs des Mantelelements 302 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 304 angeordnet ist.

[0143] Gemäss Fig. 4b erstreckt sich die erste Kammer 321 nicht von der Eintrittsöffnung 305 bis zur Austrittsöffnung 308 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 302 durchströmt. Die erste Kammer 321 steht nur mit den Austrittsöffnungen 350 der zur Stegelementschar 351 gehörenden Stegelemente 310 und dem Ablauf 330 in fluidleitender Verbindung. Die erste Kammer 221 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 302. Die erste Kammer 321 bildet gemäss der in Fig. 4b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 302 aus.

[0144] Die zweite Kammer 322 umfasst den Teil der Bodenfläche des Mantelelements 202. Die zweite Kammer 322 steht mit einer Eintrittsöffnung 340 eines zur

Stegelementschar 341 gehörenden Stegelements 309 und mit einer Austrittsöffnung 350 eines zur Stegelementschar 341 gehörenden Stegelements 309 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 322 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 302. Die zweite Kammer 322 bildet gemäss der in Fig. 4b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 302 aus.

- 5 sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 302. Die zweite Kammer 322 bildet gemäss der in Fig. 4b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 302 aus.

10 [0145] Die dritte Kammer 323 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 302 angeordnet. Die dritte Kammer 323 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 350 eines Stegelements 309, das der Stegelementschar 341 angehört.

15 Die dritte Kammer 323 enthält mindestens eine Austrittsöffnung 350 der Stegelemente 310, die der Stegelementschar 352 angehören sowie eine Austrittsöffnung 350 eines Stegelements 310, das der Stegelementschar 353 angehört. Die dritte Kammer 323 enthält mindestens eine Eintrittsöffnung 340 zu einem Stegelementkanal 311 der Stegelemente 309, die der Stegelementschar 342 angehören. Die dritte Kammer 323 enthält mindestens eine Eintrittsöffnung 340 zu einem Stegelementkanal 311 der Stegelemente 309, die der Stegelementschar 341 angehören. Die dritte Kammer 323 enthält mindestens eine Eintrittsöffnung 340 zu einem Stegelementkanal 312 der Stegelemente 310, die der Stegelementschar 353 angehören.

20 [0146] Sämtliche Eintrittsöffnungen 340 sind in Fig. 4a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 340 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen kann von

25 der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich. Sämtliche Austrittsöffnungen 350 sind in Fig. 4a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Um die Austrittsöffnungen 350 einfach von den Eintrittsöffnungen 340 unterscheiden zu können wurden deren Öffnungsquerschnitte geschwärzt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 340 oder der Austrittsöffnungen 350 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen 340 und/oder der Austrittsöffnungen 350 kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

30 [0147] Die vierte Kammer 324 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 302 angeordnet. Die vierte Kammer 324 enthält die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310, die der Stegelementschar 351 angehören sowie die Austrittsöffnungen 350 der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309, die der Stegelementschar 342 angehören.

35 [0148] Die fünfte Kammer 325 ist gemäss dem vorlie-

genden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 302 angeordnet. Die fünfte Kammer 325 enthält die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310, die der Stegelementschar 352 angehören sowie die Austrittsöffnungen 350 der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309, die der Stegelementschar 343 angehören.

[0149] Die sechste Kammer 326 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 340 der zur Stegelementschar 343 gehörenden Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 und dem Zulauf 320 in fluidleitender Verbindung. Die sechste Kammer 326 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 302. Die sechste Kammer 326 bildet gemäss der in Fig. 4b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 302 aus.

[0150] Die siebente Kammer 327 steht nur mit der Austrittsöffnung 350 eines der zur Stegelementschar 353 gehörenden Stegelementkanals 312 der Stegelemente 210 und der Eintrittsöffnung 340 eines der zur Stegelementschar 353 gehörenden Stegelementkanals 312 der Stegelemente 210 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 327 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 302. Die siebente Kammer 327 bildet gemäss der in Fig. 4b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 302 aus.

[0151] Gemäss dem in Fig. 4a und Fig. 4b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 320 durch die sechste Kammer 326 den Stegelementkanälen 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 343 zugeführt. Die sechste Kammer 326 hat daher die Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 340 der entsprechenden Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 311, 312, die innerhalb der Stegelemente 309, 310 verlaufen, sind nicht dargestellt, deren Verlauf ist aus dem Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ersichtlich, der durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt ist.

[0152] Das Wärmeträgerfluid, welches von der sechsten Kammer 326 in die Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 343 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 350 in die fünfte Kammer 325 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352. Das Wärmeträgerfluid gelangt durch Austrittsöffnungen 350 in die dritte Kammer 323 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 342 oder die Eintrittsöffnung 340 des Stegelementkanals 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 353. Das Wärmeträgerfluid fliest in den Stegelementkanälen 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 342 zu der vierten Kammer 324. Von der vierten Kammer 324 fliest das Wärmeträgerfluid in die Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Ste-

gelementschar 351 und tritt über entsprechende Austrittsöffnungen 350 in die erste Kammer 312 ein, von welcher eine Eintrittsöffnung in den Ablauf 330 führt, durch welchen das Wärmeträgerfluid den Wärmetauscher verlässt.

[0153] Das Wärmeträgerfluid, welches von der dritten Kammer 323 durch die Eintrittsöffnung 340 in den Stegelementkanal 312 eines der Stegelemente 310 der Stegelementschar 353 fliest, gelangt zu einer Austrittsöffnung 350, die in die siebente Kammer 327 mündet. Die siebente Kammer enthält eine Eintrittsöffnung 340 in den weiteren Stegelementkanal 312 des anderen Stegelemente 310 der Stegelementschar 353, durch welche das Wärmeträgerfluid wiederum in die dritte Kammer 323 fliesten kann. Das Wärmeträgerfluid kann auf einem der im vorherigen Absatz beschriebenen Wege zum Ablauf 330 fliesten.

[0154] Das Wärmeträgerfluid kann auch von der dritten Kammer 323 in eine Eintrittsöffnung 340 eintreten, die mit einem der Stegelementkanäle 311 eines der Stegelemente 309 der Stegelementschar 341 verbunden ist. Dieses Wärmeträgerfluid kann in die zweite Kammer 322 fliesten, dort über eine Austrittsöffnung 350 in die zweite Kammer 322 eintreten und in diese zweite Kammer 322 über eine Eintrittsöffnung 340 in den anderen der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 341 eintreten und von dort zurück in die dritte Kammer 323 fliesten.

[0155] In der vierten Kammer 324 befinden sich die Austrittsöffnungen 350 der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 342 sowie die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 351. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 250 in die Eintrittsöffnungen 240 fliesten und gelangt in die Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 351 zu der ersten Kammer 321. In der ersten Kammer 321 wird das von den Stegelementkanälen 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 351 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 330 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0156] In der fünften Kammer 325 befinden sich die Austrittsöffnungen 350 der Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 343 sowie die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 350 in die Eintrittsöffnungen 340 fliesten und gelangt in die Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352 und gelangt in die dritte Kammer 323. Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352 befinden sich in der dritten Kammer 323.

[0157] Das Wärmeträgerfluid, welches von der sechsten Kammer 326 in die Stegelementkanäle 311 der Stegelemente 309 der Stegelementschar 343 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 350 in die fünfte Kammer 325 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 340 der

Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352. Das Wärmeträgerfluid, welches von der fünften Kammer 325 in die Stegelementkanäle 312 der Stegelemente 310 der Stegelementschar 352 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 350 in die dritte Kammer 323 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 340 der Stegelementkanäle 311 der Stegelementschar 342, von dort in die vierte Kammer 324 und danach in die erste Kammer 321.

[0158] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Wärmeträgerfluidstrom in der dritten Kammer 323 aufgeteilt und kann über die zweite Kammer 322 oder die siebente Kammer 327 wieder in die dritte Kammer 323 zurückgeführt werden und von der dritten Kammer 323 über die vierte Kammer 324 zur ersten Kammer 321 geführt werden, welche den Ablauf 330 enthält. Wenn die Wärmeaustauschfläche verringert werden soll, kann in der dritten Kammer 323 die entsprechende Eintrittsöffnung 340 und Austrittsöffnung 350 zu den zweiten Kammern 322 und/oder siebenten Kammern 327 verschlossen werden, sodass nicht alle Stegelementkanäle 311, 312 durchströmt werden. Gemäss dieser Variante kann somit die zur Verfügung stehende Wärmeaustauschfläche verändert werden, indem nur in einer einzigen Kammer, nämlich der dritten Kammer 323 entsprechende Absperreinrichtungen vorgesehen werden.

[0159] Das Wärmeträgerfluid strömt gemäss diesem Ausführungsbeispiel kreuzweise im Gleichstrom in Bezug auf das Fluid, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 304 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0160] Fig. 5a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 400 nach einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher 400 gemäss Fig. 5a umfasste ein Mantelelement 402 und ein Einsatzelement 403. In Fig. 5a ist das Mantelelement nicht vollständig dargestellt, es werden nur die Kammern des Mantelelements 402 gezeigt, das gesamte Mantelelement 402 ist aus Fig. 5b ersichtlich. In der Darstellung gemäss Fig. 5a ist das Mantelelement 402 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 402 befindliche Einsatzelement 403 sichtbar ist. Der Wärmetauscher 400 zum statischen Mischen und Wärmeaustausch gemäss Fig. 5a enthält somit ein Mantelelement 402 und ein Einsatzelement 403, wobei das Einsatzelement 403 im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 402 angeordnet ist. Das Mantelelement 402 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 403 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 402 hat eine Längsachse 404, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 402 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 404 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements und ist in Fig. 5b besser sichtbar. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 402 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse

404 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0161] Das Einsatzelement 403 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 409, 410. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 409 und die Stegelemente 410 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 404 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 409, 410 nur je eines der Stegelemente der Stegelementschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 409 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 409 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 410 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 410 angeordnet.

[0162] Jedes der Stegelemente 409 weist ein erstes Ende 413 und ein zweites Ende 414 auf, wobei das erste Ende 413 und das zweite Ende 414 des Stegelements 409 mit dem Mantelelement 402 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 409 enthält einen Stegelementkanal 411. Vom Stegelementkanal 411 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemäss Mantelelement 202 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0163] Der Stegelementkanal 411 erstreckt sich vom ersten Ende 413 des Stegelements 409 zum zweiten Ende 414 des Stegelements 409.

[0164] Jedes der Stegelemente 410 weist ein erstes Ende 415 und ein zweites Ende 416 auf, wobei das erste Ende 415 und das zweite Ende 416 des Stegelements 410 mit dem Mantelelement 402 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 410 enthält einen Stegelementkanal 412. Vom Stegelementkanal 412 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Austrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 412 erstreckt sich vom ersten Ende 415 des Stegelements 410 zum zweiten Ende 416 des Stegelements 410.

[0165] Gemäss dem in Fig. 5a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 409 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 410 bestehen. Jede der Stegelementscharren besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementscharren kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelement-

scharren kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementscharren kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 5a unterscheiden.

[0166] Fig. 5b zeigt das Mantelelement 402 ohne das darin befindliche Einsatzelement 403. Das Mantelelement 402 weist eine Eintrittsöffnung 405 und eine Austrittsöffnung 408 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidegemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Die Fliessrichtung des Fluids ist durch zwei Pfeile angedeutet, die mit Doppellinien dargestellt sind. Das Mantelelement 402 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heisst, das Mantelelement 402 enthält eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 5a durch strichpunktiierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äussere und innere Hülle ist in Fig. 5a nur für die Kammern transparent dargestellt, um die Position der Kammern des Mantelelements 402 im Einbauzustand darzustellen.

[0167] Das Mantelelement 402 gemäss Fig. 5b enthält mindestens zwei Zulaufe 420 sowie zwei Abläufe 430. Das Mantelelement 402 gemäss Fig. 5a oder Fig. 5b umfasst sieben Kammern. Die erste Kammer 421 enthält einen Zulauf 420, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die zweite Kammer 422 enthält einen Zulauf 420, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen weiteren Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid. Jede der dritten, vierten, fünften Kammern 423, 424, 425 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 409, 410. Die sechste Kammer 426 enthält einen Ablauf 430, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Die siebente Kammer 427 enthält einen weiteren Ablauf 430, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst.

[0168] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der dritten, vierten, fünften Kammern 423, 424, 425 grösser als die ersten, zweiten, sechsten und siebenten Kammern 421, 422, 426, 427. Insbesondere kann die Breite jeder der dritten, vierten, fünften Kammern 423, 424, 425 10 % bis einschliesslich 25 % des Umfangs des Mantelelements 402 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 404 angeordnet ist.

[0169] Gemäss Fig. 5b erstreckt sich die erste Kammer 421 nicht von der Eintrittsöffnung 405 bis zur Austrittsöffnung 408 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 402 durchströmt. Die erste Kammer 421 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 440 der zur Stegelementschar 451 gehörenden Stegelemente 410 und dem Zulauf 420 in fluidleitender Verbindung. Die erste

Kammer 421 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 402. Die erste Kammer 421 bildet gemäss der in Fig. 5b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 402 aus.

[0170] Die zweite Kammer 422 umfasst den Teil der Bodenfläche des Mantelelements 402. Die zweite Kammer 422 steht mit den Eintrittsöffnungen 440 der zur Stegelementschar 441 gehörenden Stegelemente 409 und dem Zulauf 420 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 422 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 402. Die zweite Kammer 422 bildet gemäss der in Fig. 5b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 402 aus.

[0171] Die dritte Kammer 423 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 402 angeordnet. Die dritte Kammer 423 enthält die Austrittsöffnungen 450 der Stegelemente 409, die der Stegelementschar 441 angehören sowie die Austrittsöffnungen 450 der Stegelemente 409, die der Stegelementschar 442 angehören. Die dritte Kammer 423 enthält die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelemente 410, die der Stegelementschar 452 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelemente 410, die der Stegelementschar 453 angehören.

[0172] Sämtliche Eintrittsöffnungen 440 sind in Fig. 5a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 440 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich. Sämtliche Austrittsöffnungen 450 sind in Fig. 5a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Um die Austrittsöffnungen 450 einfach von den Eintrittsöffnungen 440 unterscheiden zu können, wurden deren Öffnungsquerschnitte geschwärzt. Diese Darstellung der Austrittsöffnungen 450 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnungen 450 kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

[0173] Die vierte Kammer 424 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 402 angeordnet. Die vierte Kammer 424 enthält die Austrittsöffnungen 450 der Stegelementkanäle 412 der Stegelemente 410, die der Stegelementschar 451 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409, die der Stegelementschar 442 angehören.

[0174] Die fünfte Kammer 425 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 402 angeordnet. Die fünfte Kammer 425 enthält die Austrittsöffnungen 450 der Stegelementka-

näle 412 der Stegelemente 410, die der Stegelementschar 452 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409, die der Stegelementschar 443 angehören.

[0175] Die sechste Kammer 426 steht nur mit den Austrittsöffnungen 450 der zur Stegelementschar 443 gehörenden Stegelemente 409 und dem Ablauf 430 in fluidleitender Verbindung. Die sechste Kammer 426 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 402. Die sechste Kammer 426 bildet gemäss der in Fig. 5b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 402 aus.

[0176] Die siebente Kammer 427 steht nur mit den Austrittsöffnungen 450 der zur Stegelementschar 453 gehörenden Stegelemente 410 und dem Ablauf 430 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 427 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 402. Die siebente Kammer 427 bildet gemäss der in Fig. 5b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 402 aus.

[0177] Gemäss dem in Fig. 5a und Fig. 5b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 420 durch die erste Kammer 421 den Stegelementen 410 der Stegelementschar 451 zugeführt und über einen Zulauf 420 durch die zweite Kammer 422 den Stegelementen 409 der Stegelementschar 441 zugeführt. Die erste Kammer 421 und die zweite Kammer 422 haben daher die Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 440 der entsprechenden Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 411, 412, die innerhalb der Stegelemente 409, 410 verlaufen, sind nicht gezeigt, deren Verlauf ist aus dem Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ersichtlich, der durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt ist.

[0178] Das Wärmeträgerfluid, welches von der zweiten Kammer 422 in die Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409 der Stegelementschar 441 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 450 in die dritte Kammer 423 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelementkanäle 412 der Stegelementschar 452. Das Wärmeträgerfluid, welches von der ersten Kammer 421 in die Stegelementkanäle 412 der Stegelemente 410 der Stegelementschar 451 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 450 in die vierte Kammer 424 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 440 der Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409 der Stegelementschar 442 und gelangt über Austrittsöffnungen 450 in die dritte Kammer 423. Von der dritten Kammer 423 strömt das Wärmeträgerfluid durch die entsprechenden Eintrittsöffnungen 440 entweder in die Stegelementkanäle 412 der Stegelemente 410 der Stegelementschar 452 zu der fünften Kammer 425 oder in die Stegelementkanäle 412 der Stegelemente 410 der Stegelementschar 453 zu der siebenten Kammer 427. In der siebenten Kammer 427 wird das von den

Stegelementkanälen der Stegelemente 410 der Stegelementschar 453 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 430 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0179] In der fünften Kammer 425 befinden sich die Austrittsöffnungen 450 der Stegelementkanäle 412 der Stegelemente 410 der Stegelementschar 452 sowie die Eintrittsöffnungen 240 der Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409 der Stegelementschar 443. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 250 in die Eintrittsöffnungen 240 fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 411 der Stegelemente 409 der Stegelementschar 443 zu der sechsten Kammer 426. In der sechsten Kammer 426 wird das von den Stegelementkanälen 411 der Stegelemente 409 der Stegelementschar 443 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 430 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0180] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden somit zwei Teilströme des Wärmeträgerfluids parallel zueinander geführt. In der dritten Kammer 423 befindet sich eine Trennwand 431, sodass das Wärmeträgerfluid der beiden Teilströme nicht zusammengeführt werden kann. In der dritten Kammer 423 kann allenfalls ein Temperaturausgleich über die Trennwand 431 stattfinden, sollten sich die Temperaturen der beiden unterschiedlichen Ströme wesentlich voneinander unterscheiden, was nur bei unterschiedlichen Abmessungen der Stegelementkanäle zumindest einer der Stegelementschar zu erwarten wäre. In der Regel werden aber die Stegelementkanäle jeder Stegelementschar im Wesentlichen den gleichen Öffnungsquerschnitt aufweisen, sodass die Strömungsgeschwindigkeit des Wärmeträgerfluids in jedem der Stegelementkanäle einer jeden Stegelementschar gleich ist. Daher ist ein Wärmetauscher gemäss dem in Fig. 5a oder Fig. 5b dargestellten Ausführungsbeispiel besonders vorteilhaft, um sicherzustellen, dass in jeder Querschnittsfläche, die vom Fluid durchströmt wird, eine im Wesentlichen homogene Temperaturverteilung vorliegt.

[0181] Das Wärmeträgerfluid strömt somit in der Gegenrichtung zum Fluid, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 404 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0182] Fig. 6a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 500 nach einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Wärmetauscher 500 gemäss Fig. 6a umfasst ein Mantelelement 502 und ein Einsatzelement 503. In Fig. 6a ist das Mantelelement 502 nicht vollständig dargestellt, es werden nur die Kammern des Mantelelements 502 gezeigt, das gesamte Mantelelement 502 ist aus Fig. 6b ersichtlich. In der Darstellung gemäss Fig. 6a ist das Mantelelement 502 als transparentes Bauteil dargestellt, sodass das sich im Innenraum des Mantelelements 502 befindliche Einsatzelement 503 sichtbar ist. Der Wärmetauscher 500 zum statischen Mischen und Wärmeaustausch gemäss Fig. 6a enthält somit ein Mantelelement 502 und ein Einsatzelement 503, wobei das

Einsatzelement 503 im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 502 angeordnet ist. Das Mantelelement 502 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 503 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 502 hat eine Längsachse 504, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 502 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 504 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements und ist in Fig. 6b besser sichtbar. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 502 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 504 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0183] Das Einsatzelement 503 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 509, 510. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 509 und die Stegelemente 510 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 504 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 509, 510 nur je eines der Stegelemente der Stegelementsschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 509 gehörigen Stegelementsscharen sind parallel zum Stegelement 509 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 510 gehörigen Stegelementsscharen sind parallel zum Stegelement 510 angeordnet.

[0184] Jedes der Stegelemente 509 weist ein erstes Ende 513 und ein zweites Ende 514 auf, wobei das erste Ende 513 und das zweite Ende 514 des Stegelementes 509 mit dem Mantelelement 502 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 509 enthält einen Stegelementkanal 511. Vom Stegelementkanal 511 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Eintrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemässse Mantelelement 502 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0185] Der Stegelementkanal 511 erstreckt sich vom ersten Ende 513 des Stegelements 509 zum zweiten Ende 514 des Stegelements 509.

[0186] Jedes der Stegelemente 510 weist ein erstes Ende 515 und ein zweites Ende 516 auf, wobei das erste Ende 515 und das zweite Ende 516 des Stegelements 510 mit dem Mantelelement 502 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 510 enthält einen Stegelementkanal 512. Vom Stegelementkanal 512 ist in der vorliegenden Darstellung nur dessen Austrittsöffnung dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementka-

nal 512 erstreckt sich vom ersten Ende 515 des Stegelements 510 zum zweiten Ende 516 des Stegelements 510.

[0187] Gemäss dem in Fig. 6a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementsschar dargestellt, die aus Stegelementen 509 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementsschar dargestellt, die aus Stegelementen 510 bestehen. Jede der Stegelementsscharen besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je zwei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementsscharen kann mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementsscharen kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementsscharen kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 6a unterscheiden.

[0188] Fig. 6b zeigt das Mantelelement 502 ohne das darin befindliche Einsatzelement 503. Das Mantelelement 502 weist eine Eintrittsöffnung 505 und eine Austrittsöffnung 508 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Die Fliessrichtung des Fluids ist durch zwei Pfeile angedeutet, die mit Doppellinien dargestellt sind. Das Mantelelement 502 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heisst, das Mantelelement 502 enthält eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 6a durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äussere und innere Hülle ist in Fig. 6a nur für die Kammern transparent dargestellt, um die Position der Kammern des Mantelelements 502 im Einbauzustand darzustellen.

[0189] Das Mantelelement 502 gemäss Fig. 6b enthält mindestens einen Zulauf 520 sowie einen Ablauf 530. Das Mantelelement 502 gemäss Fig. 6a oder Fig. 6b umfasst sieben Kammern. Die erste Kammer 521 enthält einen Zulauf 520, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Jede der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 523, 524, 526 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 509, 510. Die siebente Kammer 527 enthält einen Ablauf 530, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst.

[0190] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der ersten, dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 521, 523, 524, 525, 526 grösser als die zweiten und siebenten Kammern 522, 227. Insbesondere kann die Breite jeder der ersten, dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 521, 523, 524, 525, 526 10 % bis einschliesslich 25 % des Umfangs des Mantelelements 502 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse

504 angeordnet ist.

[0191] Gemäss Fig. 6b erstreckt sich die erste Kammer 521 nicht von der Eintrittsöffnung 505 bis zur Austrittsöffnung 508 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 502 durchströmt. Die erste Kammer 521 steht mit den Eintrittsöffnungen 540 von zur Stegelementschar 551 gehörenden Stegelementen 510, den Eintrittsöffnungen 540 von zur Stegelementschar 552 gehörenden Stegelementen 510, den Eintrittsöffnungen 540 von zur Stegelementschar 541 gehörenden Stegelementen 509 und dem Zulauf 520 in fluidleitender Verbindung. Die erste Kammer 521 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 502. Die erste Kammer 521 bildet gemäss der in Fig. 6b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 502 aus.

[0192] Die zweite Kammer 522 umfasst den Teil der Bodenfläche des Mantelelements 502. Die zweite Kammer 522 steht mit einer Eintrittsöffnung 540 und einer Austrittsöffnung 550 der zur Stegelementschar 541 gehörenden Stegelemente 509 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 522 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 502. Die zweite Kammer 522 bildet gemäss der in Fig. 6b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 502 aus.

[0193] Die dritte Kammer 523 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 502 angeordnet. Die dritte Kammer 523 enthält eine Austrittsöffnung 550 der Stegelemente 509, die der Stegelementschar 541 angehören sowie eine Austrittsöffnung 550 der Stegelemente 509, die der Stegelementschar 542 angehören. Die dritte Kammer 523 enthält eine Austrittsöffnung 550 der Stegelemente 510, die der Stegelementschar 551 angehören sowie Eintrittsöffnungen 540 der Stegelemente 510, die den Stegelementscharren 552 oder 553 angehören. Die dritte Kammer 523 enthält eine Eintrittsöffnung 540 der Stegelemente 509, die der Stegelementschar 543 angehört. Die dritte Kammer 523 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge, aber nicht die gesamte Breite des Mantelelements 502. Die dritte Kammer 523 bildet gemäss der in Fig. 6b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 502 aus.

[0194] Sämtliche Eintrittsöffnungen 540 sind in Fig. 6a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Diese Darstellung der Eintrittsöffnungen 540 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Eintrittsöffnungen kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich. Sämtliche Austrittsöffnungen 550 sind in Fig. 6a als kreisförmige Öffnungen dargestellt. Um die Austrittsöffnungen 550 einfach von den Eintrittsöffnungen 540 unterscheiden zu können wurden deren Öff-

nungsquerschnitte geschwärzt. Diese Darstellung der Austrittsöffnungen 550 als kreisförmige Öffnungen ist nur als exemplarisch anzusehen und nicht als einschränkend auf die Form des Öffnungsquerschnitts. Der Öffnungsquerschnitt der Austrittsöffnungen 550 kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

[0195] Die vierte Kammer 524 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 502 angeordnet. Die vierte Kammer 524 enthält Eintrittsöffnungen 540 und Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510, die der Stegelementschar 551 angehören sowie Eintrittsöffnungen 540 und Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509, die der Stegelementschar 542 angehören.

[0196] Die fünfte Kammer 525 steht mit einer Eintrittsöffnung 540 der zur Stegelementschar 542 gehörenden Stegelemente 509 und mit einer Eintrittsöffnung 540 der zur Stegelementschar 553 gehörenden Stegelemente 510 in fluidleitender Verbindung. Die fünfte Kammer 525 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 502. Die fünfte Kammer 525 bildet gemäss der in Fig. 6b dargestellten Position einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 502 aus.

[0197] Die sechste Kammer 526 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 502 angeordnet. Die sechste Kammer 526 enthält Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510, die der Stegelementschar 552 angehören sowie Eintrittsöffnungen 540 und/oder Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509, die der Stegelementschar 543 angehören.

[0198] Die siebente Kammer 527 steht nur mit den Austrittsöffnungen 550 der zur Stegelementschar 553 gehörenden Stegelemente 510 und dem Ablauf 530 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 527 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 502. Die siebente Kammer 527 bildet gemäss der in Fig. 6b dargestellten Position einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 502 aus.

[0199] Gemäss dem in Fig. 6a und Fig. 6b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 520 durch die erste Kammer 521 mindestens einem der Stegelemente 509 der Stegelementschar 541 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid wird auch über diesen Zulauf 520 durch die erste Kammer 521 den Stegelementen 510 der Stegelementscharren 551, 552 zugeführt. Die erste Kammer 521 hat daher die Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 540 der entsprechenden Stegelementkanäle 511, 512 der Stegelemente 509, 510 der Stegelementscharren 541, 551, 552 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 511, 512, die innerhalb der Stegelemente 509, 510

verlaufen, sind nicht gezeigt, deren Verlauf ist aus dem Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ersichtlich, der durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt ist, wobei in Fig. 6a nur ein einziger von einer Vielzahl möglicher Strömungswege für das Wärmeträgerfluid dargestellt ist. Auf die Darstellung sämtlicher Strömungswege des Wärmeträgerfluids wurde aus Gründen der Übersicht verzichtet.

[0200] Das Wärmeträgerfluid, welches von der ersten Kammer 521 in die Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 541 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 550 in die dritte Kammer 523 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 540 der Stegelementkanäle 511 der Stegelementschar 543, in die Eintrittsöffnungen 540 der Stegelementkanäle 512 der Stegelementschar 553 und der Stegelementschar 552. Das Wärmeträgerfluid, welches von der dritten Kammer 523 in die Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 550 in die siebente Kammer 527 und von dort in den Ablauf 530, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0201] Von der dritten Kammer 523 kann das Wärmeträgerfluid auch in die Eintrittsöffnungen 540 der Stegelementkanäle 511 der Stegelementschar 543 fliest. Von der dritten Kammer 523 strömt das Wärmeträgerfluid somit durch die entsprechenden Eintrittsöffnungen 540 entweder in die Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 543 zu der sechsten Kammer 526 oder in die Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553 zu der siebten Kammer 527 oder in die Stegelementkanäle der Stegelementschar 552 zu der fünften Kammer 525, wobei insbesondere auch das Wärmeträgerfluid von den Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 511 der Stegelementschar 541 und der Stegelementkanäle 512 der Stegelementschar 551 in die fünfte Kammer 525 strömen können.

[0202] Von der vierten Kammer 524 fliest das von der ersten Kammer 521 oder der fünften Kammer 525 kommende Wärmeträgerfluid in die dritte Kammer 523. Das Wärmeträgerfluid wird der vierten Kammer 524 von der ersten Kammer 521 über einen Stegelementkanal 512 eines der Stegelemente 510 der Stegelementschar 551 zugeführt. Wärmeträgerfluid gelangt auch von der fünften Kammer 525 über einen Stegelementkanal 511 eines der Stegelemente 509 der Stegelementschar 542 in die vierte Kammer 524. Wärmeträgerfluid wird über einen anderen Stegelementkanal 511 eines der Stegelemente 509 der Stegelementschar 542 in die dritte Kammer 523 geleitet. Wärmeträgerfluid gelangt auch über einen Stegelementkanal 512 eines Stegelements 510 der Stegelementschar 551 in die dritte Kammer 523.

[0203] In der fünften Kammer 525 befindet sich mindestens eine Austrittsöffnung 550 der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 543 sowie eine Austrittsöffnung 550 der Stegelementkanäle

512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553.

Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnung 550 im Innenraum der fünften Kammer 525 in die Eintrittsöffnungen 540 fliesten und gelangt in zumindest einen der Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553 zu der siebenten Kammer 527. In der siebenten Kammer 527 wird das von den Stegelementkanälen 512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 530 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen. Das Wärmeträgerfluid kann in der fünften Kammer 525 auch in die Eintrittsöffnung 540 der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 542 in die vierte Kammer 524 fliesten.

[0204] In der sechsten Kammer 526 befinden sich die Austrittsöffnungen 550 eines der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 543 sowie die Austrittsöffnungen 550 der Stegelementkanäle 512 der Stegelemente 510 der Stegelementschar 552.

[0205] Das Wärmeträgerfluid kann durch die Eintrittsöffnung 540 in einen der Stegelementkanäle 511 der Stegelemente 509 der Stegelementschar 543 eintreten und gelangt durch diesen Stegelementkanal 511 in die fünfte Kammer 525.

[0206] In der siebenten Kammer 527 wird das von den Stegelementkanälen der Stegelemente 510 der Stegelementschar 553 herkommende Wärmeträgerfluid gesammelt und dem Ablauf 530 zugeführt, um den Wärmetauscher zu verlassen.

[0207] Fig. 7a zeigt einen Schnitt durch eine erste Variante eines Wärmetauschers 100 nach dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäss Fig. 2a oder Fig. 2b. Der Wärmetauscher 100 gemäss Fig. 7a umfasst ein Mantelelement 102 und ein Einsatzelement 103.

[0208] Das Einsatzelement 103 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 109, 110. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 109 und die Stegelemente 110 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 104 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 109, 110 nur je eines der Stegelemente der Stegelementschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 109 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 109 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 110 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 110 angeordnet.

[0209] Jedes der Stegelemente 109 weist ein erstes Ende 113 und ein zweites Ende 114 auf, wobei das erste

Ende 113 und das zweite Ende 114 des Stegelements 109 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 109 enthält einen Stegelementkanal 111, der in Fig. 7a geschnitten dargestellt ist. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfundungsgemäße Mantelelement 102 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen.

[0210] Der Stegelementkanal 111 erstreckt sich vom ersten Ende 113 des Stegelements 109 zum zweiten Ende 114 des Stegelements 109.

[0211] Jedes der Stegelemente 110 weist ein erstes Ende 115 und ein zweites Ende 116 auf, wobei das erste Ende 115 und das zweite Ende 116 des Stegelements 110 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 110 enthält einen Stegelementkanal 112, der in der vorliegenden Darstellung nicht sichtbar ist und daher nur durch eine strichlierte Linie in einem der Stegelemente 110 dargestellt ist. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 112 erstreckt sich vom ersten Ende 115 des Stegelements 110 zum zweiten Ende 116 des Stegelements 110.

[0212] Das Mantelelement 102 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 103 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 102 hat eine Längsachse 104, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 102 im Betriebszustand durchströmt. Die Längsachse 104 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements. Gemäß der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 102 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 104 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks.

[0213] In Fig. 7a ist die Schnittebene derart gelegt, dass sie die Stegelemente 109 der Stegelementscharren 141, 142, 143 schneidet.

[0214] Gemäß dem in Fig. 7a dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar 141, 142, 143 dargestellt, die aus Stegelementen 109 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementschar 151, 152, 153 dargestellt, die aus Stegelementen 110 bestehen. Jede der Stegelementscharren besteht gemäß diesem Ausführungsbeispiel aus mindestens zwei Stegelementen.

[0215] Das Mantelelement 102 weist eine Eintrittsöffnung 105 und eine Austrittsöffnung 108 für ein Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt.

Das Mantelelement 102 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heißtt, das Mantelelement 102 enthält Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömungsrichtung und der Strömungsverlauf des Wärmeträgerfluids sind in Fig. 7a durch strichpunktiierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen sowie entsprechenden Pfeilen dargestellt. An den

Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet. Die äussere und innere Hülle bildet einen Aussenmantel und einen Innenmantel aus.

[0216] Das Mantelelement 102 gemäß Fig. 7a enthält mindestens einen Zulauf 120 sowie einen Ablauf 130. Das Mantelelement 102 umfasst acht Kammern. Die zweite Kammer 122 enthält einen Ablauf 130, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das

Wärmeträgerfluid. Die ersten und zweiten Kammern 121, 122 sind gemäß Fig. 7a miteinander verbunden, weil das Wärmeträgerfluid von der ersten Kammer 121 in die zweite Kammer 122 gelangen muss, um den Wärmetauscher 100 durch den Ablauf 130 verlassen zu können.

Die Kammern können, wie in Fig. 1a oder Fig. 1b in Längsrichtung verlaufende Trennwände aufweisen, so dass sich die Kammern 123, 124, 125, 126 nur auf der Grundfläche bzw. der Deckfläche des Mantelelements 102 erstrecken. Diese Trennwände sind gemäß diesem

Ausführungsbeispiel optional, auch die nicht dargestellten Seitenflächen des Mantelelements 102 können als Hohlkörper ausgebildet sein, wie in Fig. 1a-1f dargestellt.

[0217] Jede der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 123, 124, 125, 126 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 109, 110. Die siebente Kammer 127 enthält einen Zulauf 120, der ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Die achte Kammer 128 ist mit der siebenten Kammer über eine Kammer, die im Mantelelement verläuft, verbunden.

[0218] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 123, 124, 125, 126 länger als die ersten, zweiten, siebenten und acht Kammern 121, 122, 127, 128. Ins-

besondere kann die Breite jeder der dritten, vierten, fünften, sechsten Kammern 123, 124, 125, 126 10 % bis einschliesslich 100 % des Umfangs des Mantelelements 102 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 104 angeordnet ist, das heißtt im rechten Winkel zur Längsachse 104 angeordnet ist.

[0219] Gemäß Fig. 7a erstreckt sich die erste Kammer 121 nicht von der Eintrittsöffnung 105 bis zur Austrittsöffnung 108 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 102 durchströmt. Die erste Kammer 121 steht nur mit den Austrittsöffnungen 150 der zur Stegelementschar 151 gehörenden Stegelemente 110 und dem Ablauf 130 über die zweite Kammer 122 in fluidlei-

tender Verbindung.

[0220] Die zweite Kammer 122 umfasst zumindest einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102. Die zweite Kammer 122 steht nur mit den Austrittsöffnungen 150 der zur Stegelementsschar 141 gehörenden Stegelemente 109, der ersten Kammer 121 und dem Ablauf 130 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 122 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge des Mantelelements 102.

[0221] Die dritte Kammer 123 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die dritte Kammer 123 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementsschar 152 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109, die der Stegelementsschar 141 angehören.

[0222] Die vierte Kammer 124 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest auf der Bodenfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die vierte Kammer 124 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementsschar 151 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementsschar 142 angehören.

[0223] Die fünfte Kammer 125 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die fünfte Kammer 125 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementsschar 153 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109, die der Stegelementsschar 142 angehören.

[0224] Die sechste Kammer 126 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zumindest auf der Bodenfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die sechste Kammer 126 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementsschar 152 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementsschar 143 angehören.

[0225] Die siebente Kammer 127 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementsschar 143 gehörenden Stegelemente 109 und dem Zulauf 120 in fluidleitender Verbindung. Die siebente Kammer 127 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge des Mantelelements 102. Die siebente Kammer 127 bildet zumindest einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 102 aus.

[0226] Die achte Kammer 128 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementsschar 153 gehörenden Stegelemente 110 und der siebenten Kammer 127 in fluidleitender Verbindung. Die achte Kammer 128 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge des Mantelelements 102. Die achte Kammer 128 bildet zumindest einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102 aus.

[0227] Gemäss dem in Fig. 7a dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 120 durch die siebente Kammer 127 den Stegelementen 109 der Stegelementsschar 143 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid kann auch über einen Zulauf in die ach-

te Kammer 128 und zu den Stegelementen 110 der Stegelementsschar 153 zugeführt werden, wobei dieser Zulauf zeichnerisch nicht dargestellt ist. Die siebente Kammer 127 und die achte Kammer 128 haben daher die

5 Funktion, das Wärmeträgerfluid auf die entsprechenden Eintrittsöffnungen 140 der entsprechenden Stegelementkanäle 111, 112 der Stegelemente 109, 110 zu verteilen. Die Stegelementkanäle 111, die innerhalb der Stegelemente 109 verlaufen, sind geschnitten dargestellt, die dahinter liegenden Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 sind mit strichlierten Linien angedeutet. Der Strömungsverlauf des Wärmeträgermediums ist durch strichpunktierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. Die siebente und achte Kammer 127, 128 kann als eine gemeinsame Kammer ausgebildet sein.

[0228] Das Wärmeträgerfluid, welches von der siebenten Kammer 127 in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 143 fliesst, gelangt durch Austrittsöffnungen 150 in die sechste Kammer 126 und fliesst von dort in die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelementsschar 152.

[0229] Das Wärmeträgerfluid, welches von der achten Kammer 128 in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 153 fliesst, gelangt durch Austrittsöffnungen 150 in die fünfte Kammer 125 und fliesst von dort in die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelementsschar 142.

[0230] In der fünften Kammer 125 befinden sich die 30 Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 153 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 142. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in 35 die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 142 und in die vierte Kammer 124.

[0231] In der vierten Kammer 124 befinden sich die 40 Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 142 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 151. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in 45 die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 151 und in die erste Kammer 121.

[0232] In der dritten Kammer 123 befinden sich die 50 Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 152 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 141. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in 55 die Eintrittsöffnungen fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementsschar 141 und in die zweite Kammer 122.

[0233] Die Austrittsöffnungen der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 110 der Stegelementsschar 141 befinden sich in der zweiten Kammer 122. Die zweite

Kammer 122 enthält eine Austrittsöffnung 150 für einen Ablauf 130.

[0234] Das Wärmeträgerfluid strömt somit kreuzweise in der Richtung des Fluids, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 104 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0235] Fig. 7b zeigt eine zweite Variante eines Wärmetauscher 100 gemäss dem zweiten Ausführungsbeispiel im Längsschnitt. Der Wärmetauscher 100 umfasst ein Mantelelement 102 und ein Einsatzelement 103. Das Mantelelement 102 hat eine Längsachse 104, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des flüssigen Mediums oder Fluids oder Fluidgemischs erstreckt, welches das Mantelelement 102 im Betriebszustand durchströmt. Das Mantelelement 102 umfasst mehrere Kammern 121, 122, 123, 124, 125. Das Einsatzelement 103 umfasst eine Mehrzahl von Stegelementscharen 141, 142, 143, 151, 152, 153, die derart angeordnet sind, dass sie zumindest teilweise unterschiedliche Neigungswinkel zur Längsachse 104 einschliessen. Das Einsatzelement 103 ist im Einbauzustand im Inneren des Mantelelements 102 angeordnet, oder mit anderen Worten, Einsatzelement 103 ist im Mantelelement aufgenommen. Das Mantelelement 102 ist teilweise als Hohlkörper ausgestaltet. Die Längsachse 104 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantelelements 102. Gemäss der vorliegenden Darstellung weist das Mantelelement 102 einen rechteckigen Öffnungsquerschnitt auf. Die Längsachse 104 verläuft somit durch den Schnittpunkt der Diagonalen des Rechtecks analog der in Fig. 2b dargestellten Anordnung.

[0236] Das Einsatzelement 103 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 109, 110. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 109 und die Stegelemente 110 zumindest teilweise einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 104 auf. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 109, 110 nur je eines der Stegelemente der Stegelementscharen. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 109 gehörigen Stegelementscharen sind zumindest teilweise parallel zum Stegelement 109 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 110 gehörigen Stegelementscharen sind zumindest teilweise parallel zum Stegelement 110 angeordnet.

[0237] Jedes der Stegelemente 109 weist ein erstes Ende 113 und ein zweites Ende 114 auf, wobei das erste Ende 113 und das zweite Ende 114 des Stegelements 109 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 109 enthält einen Stegelementkanal 111. Die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der in der Schnittebene liegenden Stegelementscharen 141, 142, 143 sind in der vorliegenden Darstellung im Schnitt dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das

erfindungsgemäss Mantelelement 102 kann für eine beliebige Anzahl, Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen. Der Stegelementkanal 111 erstreckt sich vom ersten Ende 113 des Stegelements 109 zum zweiten Ende 114 des Stegelements 109.

[0238] Jedes der Stegelemente 110 weist ein erstes Ende 115 und ein zweites Ende 116 auf, wobei das erste Ende 115 und das zweite Ende 116 des Stegelements 110 mit dem Mantelelement 102 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 110 enthält einen Stegelementkanal 112. Der Stegelementkanal 112 ist in der vorliegenden Darstellung nicht sichtbar, daher nur mit strichlierten Linien dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 112 erstreckt sich vom ersten Ende 115 des Stegelements 110 zum zweiten Ende 116 des Stegelements 110.

[0239] Gemäss dem in Fig. 7b dargestellten Ausführungsbeispiel sind eine erste, zweite und dritte Stegelementscharen 141, 142, 143 dargestellt, die aus Stegelementen 109 bestehen. Des Weiteren sind eine erste, zweite und dritte Stegelementscharen 151, 152, 153 dargestellt, die aus Stegelementen 110 bestehen. Jede der Stegelementscharen kann eine beliebige Anzahl Stegelemente enthalten, meistens jedoch 2 bis 12 Stegelemente, insbesondere 2 bis 8 Stegelemente. Jede der Stegelementscharen kann somit mehr als zwei Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementscharen kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementscharen kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 7b unterscheiden.

[0240] Das Mantelelement 102 weist eine Eintrittsöffnung 105 und eine Austrittsöffnung 108 für ein Fluid, flüssiges Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher im Betriebszustand durchströmt. Das Mantelelement 102 ist zumindest teilweise als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heißt, das Mantelelement 102 enthält Mehrzahl von Kammern 121, 122, 123, 124, 125. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in Fig. 7b durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. An den Stellen, an welchen das Mantelelement als Doppelmantel ausgebildet ist, wird das Mantelelement durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet.

[0241] Das Mantelelement 102 gemäss Fig. 7b enthält mindestens einen Zulauf 120 sowie mindestens einen Ablauf 130. Das Mantelelement 102 enthält fünf Kammern. Die erste Kammer 121 enthält den Zulauf 120, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Jede der zweiten, dritten, vierten Kammern 122, 123, 124 enthält Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen der Stegelemente 109, 110. Die fünfte Kammer 125 enthält den Ablauf 130, der ein

Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst.

[0242] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jede der zweiten, dritten, vierten Kammern 122, 123, 124 grösser als die ersten und fünften Kammern 121, 125. Insbesondere kann die Breite jeder zweiten, dritten, vierten Kammern 122, 123, 124 10 % bis einschliesslich 100 % des Umfangs des Mantelelements 102 umfassen. Die Breite dieser Kammern wird hierbei in einer Ebene gemessen, welche normal zur Längsachse 104 angeordnet ist.

[0243] Gemäss Fig. 7b erstreckt sich die erste Kammer 121 nicht von der Eintrittsöffnung 105 bis zur Austrittsöffnung 108 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 102 durchströmt. Die erste Kammer 121 steht nur mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementschar 141 gehörenden Stegelemente 109 und dem Zulauf 120 in fluidleitender Verbindung. Die erste Kammer 121 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge des Mantelelements 102. Die erste Kammer 121 bildet gemäss Fig. 7b zumindest einen Teil der Deckfläche des Mantelelements 102 aus.

[0244] Die zweite Kammer 122 umfasst zumindest einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102. Die zweite Kammer 122 steht mit den Eintrittsöffnungen 140 der zur Stegelementschar 141 gehörenden Stegelemente 109 und dem Zulauf 120 in fluidleitender Verbindung. Die zweite Kammer 122 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge und/oder Breite des Mantelelements 102. Die zweite Kammer 122 bildet gemäss der in Fig. 7b dargestellten Position zumindest einen Teil der Bodenfläche des Mantelelements 102 aus. Die zweite Kammer 122 enthält somit die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 141 angehören. Die zweite Kammer 122 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 151 sowie zur Stegelementschar 152 angehören. Die zweite Kammer 122 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 153 angehören.

[0245] Die dritte Kammer 123 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die dritte Kammer 123 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 151 angehören sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 142 angehören. Sämtliche Stegelementkanäle können kreisförmige Öffnungsquerschnitte aufweisen. Der Öffnungsquerschnitt der Stegelementkanäle gemäss jedem der Ausführungsbeispiele kann von der Kreisform abweichen, insbesondere sind rechteckige, polygonale, elliptische oder andere Öffnungsquerschnitte möglich.

[0246] Die vierte Kammer 124 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Deckfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die vierte Kammer 124 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 109,

die der Stegelementschar 143 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 152 angehören. Die vierte Kammer 124 enthält die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelemente 110, die der Stegelementschar 153 angehören.

[0247] Die fünfte Kammer 125 ist gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf der Bodenfläche des Mantelelements 102 angeordnet. Die fünfte Kammer 125 enthält die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 142 angehören sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelemente 109, die der Stegelementschar 143 angehören. Die fünfte Kammer 125 steht mit dem Ablauf 130 in fluidleitender Verbindung. Die fünfte Kammer 125 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel nicht über die gesamte Länge oder Breite des Mantelelements 102.

[0248] Gemäss dem in Fig. 7b dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Wärmeträgerfluid über einen Zulauf 120 durch die erste Kammer 121 den Stegelementen 109 der Stegelementschar 141 zugeführt. Das Wärmeträgerfluid, welches von der ersten Kammer 121 in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 141 fliest, gelangt durch Austrittsöffnungen 150 in die zweite Kammer 122 und fliest von dort in die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelementschar 152 und der Stegelementschar 151. Die zweite Kammer enthält weitere Austrittsöffnungen 150 für die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153, durch welche ein Rückfluss des Wärmeträgerfluids von der vierten Kammer 124 in die zweite Kammer 122 erfolgen kann.

[0249] In der dritten Kammer 123 befinden sich die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 142 sowie die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 151. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die dritte Kammer 123 eintreten und von der dritten Kammer 123 in die Eintrittsöffnungen 140 fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 151, die in die fünfte Kammer 125 führen.

[0250] In der vierten Kammer 124 befinden sich die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 152 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143 sowie die Eintrittsöffnungen 140 der Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153. Das Wärmeträgerfluid kann durch die Austrittsöffnungen 150 in die vierte Kammer 124 einfliessen und innerhalb der vierten Kammer 124 in die Eintrittsöffnungen 140 fliessen und gelangt in die Stegelementkanäle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143, die zur fünften Kammer 125 führen, sowie in die Stegelementkanäle 112 der Stegelemente 110 der Stegelementschar 153, die in die zweite Kammer 122 führen.

[0251] Die Austrittsöffnungen 150 der Stegelementka-

näle 111 der Stegelemente 109 der Stegelementschar 143 befinden sich in der fünften Kammer 125. Die fünfte Kammer 125 enthält eine Austrittsöffnung 150 für einen Ablauf 130.

[0252] Das Wärmeträgerfluid strömt somit kreuzweise in Strömungsrichtung des Fluids, dessen Hauptströmungsrichtung in Richtung der Längsachse 104 verläuft und durch einen Pfeil mit Doppellinie angedeutet ist.

[0253] Die Stegelemente 110 sind kreuzweise zu den Stegelementen 109 angeordnet. Gemäss Fig. 7b weisen die sich kreuzenden Stegelemente jeweils mehrere Kreuzungsstellen auf. Zudem sind die der Eintrittsöffnung 105 des Wärmetauschers 100 benachbarten Stegelemente 109, 110 über eine Umlenkung miteinander verbunden. Auch die der Austrittsöffnung 108 des Wärmetauschers 100 benachbarten Stegelemente 109, 110 sind über eine Umlenkung miteinander verbunden. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass der für das Einsatzelement 103 benötigte Bauraum bei gleicher Mischwirkung kleiner ist, da die Gesamtlänge des Wärmetauschers mit Stegelementen versehen ist.

[0254] Fig. 8a zeigt eine Ansicht eines Wärmetauschers 600 gemäss eines siebenten Ausführungsbeispiels. Der Wärmetauscher umfasst ein zylinderförmiges Mantelelement 602 und ein Einsatzelement 603. Das Einsatzelement 603 ist im Einbauzustand im Inneren des Mantellelements 602 angeordnet. Das Einsatzelement 603 wird im Betriebszustand von einem fliessfähigen Medium, einem Fluid oder Fluidgemisch, umströmt.

[0255] Das Mantelelement 602 ist als Hohlkörper ausgestaltet. Das Einsatzelement 603 ist im Hohlkörper aufgenommen. Das Mantelelement 602 hat eine Längsachse 604, die sich im Wesentlichen in Hauptströmungsrichtung des fliessfähigen Mediums erstreckt, welches das Mantelelement 602 im Betriebszustand durchströmt, das heisst, gemäss dieser Darstellung normal zur Zeichnungsebene, d.h. aus der Zeichnungsebene heraus. Die Längsachse 604 ist in der Fig. 8b sichtbar. Die Längsachse 604 verläuft durch den Mittelpunkt des Öffnungsquerschnitts des Mantellelements 602.

[0256] Das Einsatzelement 603 enthält eine Mehrzahl von Stegelementen 609, 610. Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Stegelemente 609 und die Stegelemente 610 einen unterschiedlichen Neigungswinkel in Bezug auf die Längsachse 604 auf, was aus Fig. 8b ersichtlich ist. Der Einfachheit halber bezeichnen die Bezugszeichen 609, 610 nur je eines der Stegelemente der Stegelementschar. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 609 gehörigen Stegelementschar sind im Wesentlichen parallel zum Stegelement 609 angeordnet. Sämtliche anderen Stegelemente der zum Stegelement 610 gehörigen Stegelementschar sind parallel zum Stegelement 610 angeordnet.

[0257] Jedes der Stegelemente 609 weist ein erstes Ende 613 und ein zweites Ende 614 auf, wobei das erste Ende 613 und das zweite Ende 614 des Stegelements 609 mit dem Mantelelement 602 an unterschiedlichen

Orten verbunden sind. Das Stegelement 609 enthält einen Stegelementkanal 611. Der Stegelementkanal 611 ist in der vorliegenden Darstellung nur durch eine Linie dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stegelemente sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Das erfindungsgemäss Mantelelement kann für eine beliebige Anzahl,

5 Anordnung oder Form der Stegelemente zum Einsatz kommen. Der Stegelementkanal 611 erstreckt sich vom ersten Ende 613 des Stegelements 609 zum zweiten Ende 614 des Stegelements 609.

[0258] Jedes der Stegelemente 610 weist ein erstes Ende 615 und ein zweites Ende 616 auf, wobei das erste Ende 615 und das zweite Ende 616 des Stegelements 610 mit dem Mantelelement 602 an unterschiedlichen Orten verbunden sind. Das Stegelement 610 enthält einen Stegelementkanal 612. Der Stegelementkanal 612

10 ist in der vorliegenden Darstellung nur durch eine Linie dargestellt. Derartige Stegelementkanäle sind bereits aus der EP 2851118 A1 sowie der EP 3489603 A1 bekannt. Die in diesen Dokumenten offenbarten Stege sind als beispielhaft für eine Vielzahl weiterer möglicher Stegformen anzusehen. Der Stegelementkanal 612 erstreckt sich vom ersten Ende 615 des Stegelements 610 zum zweiten Ende 616 des Stegelements 610.

[0259] Fig. 8b ist ein Schnitt durch den in Fig. 8a dargestellten Wärmetauscher 600 entlang der mit A-A bezeichneten Schnittlinie. Eine Mehrzahl der Wärmetauscher 600 gemäss Fig. 8b kann in Strömungsrichtung des Fluids hintereinander angeordnet sein, das heisst vor oder nach dem in Fig. 8b dargestellten Wärmetauscher können einer oder mehrere weitere Wärmetauscher 600 anschliessen. Benachbarte Wärmetauscher 600 können um die Längsachse gedreht werden, das heisst, die in Fig. 8b vertikal dargestellten Stegelemente

15 können beispielsweise horizontal verlaufen, wenn der Drehwinkel 90 Grad beträgt, was zeichnerisch nicht dargestellt ist. Eine versetzte Anordnung einer Mehrzahl von Wärmetauschen kann nicht nur den Wärmeaustausch verbessern und eine homogenere Temperaturverteilung im Fluid zur Folge haben, sondern auch die Mischwirkung im Fluid verbessern. Das Fluid kann wie in den vergangenen Ausführungsbeispielen ein Reinstoff oder ein Gemisch verschiedener Komponenten sein.

[0260] Gemäss dem in Fig. 8b dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine erste Stegelementschar 641 dargestellt, die aus Stegelementen 609 besteht. Des Weiteren ist eine erste Stegelementschar dargestellt, die aus Stegelementen 610 besteht. Wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen können stromabwärts dieser beiden Stegelementschar 641, 651 weitere Stegelementschar anschliessen, das heisst jedes der vorhergehenden Ausführungsbeispiele ist mit dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kombinierbar. Jede der Stegelementschar besteht gemäss diesem Ausführungsbeispiel aus je drei Stegelementen. Diese Anordnung ist nur

als beispielhaft anzusehen. Jede der Stegelementschen kann zwei oder mehr Stegelemente enthalten. Jede der Stegelementschen kann eine unterschiedliche Anzahl an Stegelementen aufweisen. Die Anzahl der Stegelementschen kann sich von der Darstellung gemäss Fig. 8b unterscheiden.

[0261] Fig. 8a und Fig. 8b zeigen das Mantelelement 602 mit dem eingebauten Einsatzelement 603. Das Mantelelement 602 weist eine Eintrittsöffnung 605 und eine Austrittsöffnung 608 für das Fluid, fliessfähige Medium oder Fluidgemisch auf, welches den Wärmetauscher 600 im Betriebszustand durchströmt. Das Mantelelement 602 ist als Hohlkörper, beispielsweise als Doppelmantel, ausgebildet, das heisst im Inneren des Mantelelements 602 befinden sich eine Mehrzahl von Kammern. Diese Kammern werden im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt. Die Strömung des Wärmeträgerfluids ist in der vorliegenden Darstellung durch strichpunktisierte Linien mit je zwei Punkten zwischen zwei benachbarten Strichen dargestellt. Der Doppelmantel wird durch eine äussere Hülle und eine innere Hülle gebildet.

[0262] Jede der Kammern weist je zwei gekrümmte Seitenwände auf, die Segmente eines Zylinders ausbilden, der durch die äussere Hülle oder die innere Hülle des Mantelelements ausgebildet wird. Die gekrümmten Seitenwände werden durch je zwei radial verlaufende Seitenwände begrenzt, sodass die beiden gekrümmten Seitenwände sowie die beiden radial verlaufenden Seitenwände eine Kammer ausbilden. Die Kammer ist zur Aufnahme des Wärmeträgerfluids bestimmt.

[0263] Das Mantelelement 602 enthält mindestens einen Zulauf 620 sowie einen Ablauf 630. Das Mantelelement 602 gemäss Fig. 8a oder Fig. 8b besteht aus sieben Kammern. Die erste Kammer 621 enthält den Zulauf 620, umfassend ein Rohrelement, enthaltend einen Eintrittskanal für ein Wärmeträgerfluid. Die siebente Kammer 627 enthält den Ablauf 630, der ein Rohrelement, enthaltend einen Austrittskanal für das Wärmeträgerfluid, umfasst. Zwischen der ersten und siebenten Kammer 621, 627 liegen eine zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Kammer 622, 623, 624, 625, 626.

[0264] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die erste und siebente Kammer 621, 627 grösser als die zweite dritte, vierte, fünfte und sechste Kammer 622, 623, 624, 625, 626. Insbesondere kann jede der ersten oder siebenten Kammern 621, 627 mehr als je 10%, insbesondere mehr als je 25 % des Umfangs des Mantelelements 602 umfassen.

[0265] Gemäss Fig. 8b erstreckt sich die erste Kammer 621 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt. Die erste Kammer 621 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Die erste Kammer 621 bildet gemäss der in Fig. 8b dargestellten Position ein Segment des Mantelelements 602 aus. Die zweite Kammer 622 umfasst ein weiteres Segment des Mantelelements 602, welches durch eine erste Trennwand

631 von der ersten Kammer 621 getrennt ist. Die zweite Kammer 622 erstreckt sich von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt.

[0266] Die dritte Kammer 623 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Mit anderen Worten erstreckt sich die dritte Kammer 623 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt. Die dritte Kammer 623 grenzt an die erste Kammer 621 an. Gemäss der in Fig. 8a dargestellten Position erstreckt sich die dritte Kammer 623 über ein an das Segment der ersten Kammer 621 anschliessendes Segment des Mantelelements 602. Zwischen der ersten Kammer 621 und der dritten Kammer 623 befindet sich eine zweite Trennwand 632. Durch die zweite Trennwand 632 wird verhindert, dass Wärmeträgerfluid von der ersten Kammer 621 direkt in die dritte Kammer 623 gelangen kann. Direkt bedeutet hierbei im Inneren des durch das Mantelelement 602 aufgespannten Hohlkörpers.

[0267] An die zweite Kammer 622 grenzt eine vierte Kammer 624 an, die sich über ein weiteres Segment des Mantelelements 602 erstreckt. Die vierte Kammer 624 grenzt auch an die sechste Kammer 626 an. Zwischen der zweiten Kammer 622 und der vierten Kammer 624 befindet sich eine dritte Trennwand 633. Zwischen der vierten Kammer 624 und der sechsten Kammer 626 befindet sich eine fünfte Trennwand 635. Die vierte Kammer 624 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Mit anderen Worten erstreckt sich die vierte Kammer 624 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt.

[0268] An die dritte Kammer 623 grenzt eine fünfte Kammer 625 an, die sich über ein weiteres Segment des Mantelelements 602 erstreckt. Die fünfte Kammer 625 grenzt auch an die siebente Kammer 627 an. Zwischen der dritten Kammer 623 und der fünften Kammer 625 befindet sich eine vierte Trennwand 634. Zwischen der fünften Kammer 625 und der siebenten Kammer 627 befindet sich eine sechste Trennwand 636. Die fünfte Kammer 625 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Mit anderen Worten erstreckt sich die fünfte Kammer 625 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt.

[0269] An die vierte Kammer 624 grenzt eine sechste Kammer 626 an, die sich über ein weiteres Segment des Mantelelements 602 erstreckt. Die sechste Kammer 626 grenzt auch an die siebente Kammer 627 an. Zwischen der vierten Kammer 624 und der sechsten Kammer 626 befindet sich eine fünfte Trennwand 635. Zwischen der sechsten Kammer 626 und der siebenten Kammer 627 befindet sich eine siebente Trennwand 637. Die

sechste Kammer 626 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Mit anderen Worten erstreckt sich die sechste Kammer 626 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt.

[0270] An die sechste Kammer 626 grenzt eine siebente Kammer 627 an, die sich über ein weiteres Segment des Mantelelements 602 erstreckt. Die siebente Kammer 627 grenzt auch an die fünfte Kammer 625 an. Zwischen der sechsten Kammer 626 und der siebenten Kammer 627 befindet sich die siebente Trennwand 637. Zwischen der fünften Kammer 625 und der siebenten Kammer 627 und befindet sich die sechste Trennwand 636. Die siebente Kammer 627 erstreckt sich gemäss diesem Ausführungsbeispiel über die gesamte Länge des Mantelelements 602. Mit anderen Worten erstreckt sich die siebente Kammer 627 von der Eintrittsöffnung 605 bis zur Austrittsöffnung 608 für das Fluid, welches im Betriebszustand das Mantelelement 602 durchströmt.

[0271] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die erste Kammer 621 mindestens eine Eintrittsöffnung 640 auf, die mindestens einem Stegelementkanal 611 in fluidleitender Verbindung steht, der innerhalb des oder der Stegelemente 609 verläuft, wobei der oder die Kanäle an die erste Kammer 621 angrenzen. Durch diese Eintrittsöffnung 640 kann im Betriebszustand Wärmeträgerfluid in das oder die Stegelemente 609 einströmen, die sich in der vorliegenden Darstellung an der Innenwand der Kammer 621 an diese anschliessen und bis zur zweiten Kammer 622 erstrecken.

[0272] In Fig. 8b ist nur jeweils eine einzige Stegelementschar 641 gezeigt, die in einem ersten Winkel zur Längsachse 604 angeordnet ist sowie eine einzige Stegelementschar 651 gezeigt, die in einem zweiten Winkel zur Längsachse 604 angeordnet ist, wobei sich der erste Winkel vom zweiten Winkel unterscheidet. An jede der Stegelementschar 641 und 651 können weitere Stegelementschar anschliessen, was der Fig. 8c gezeigt ist. In Fig. 8c ist eine zweite, dritte und vierte Stegelementschar 642, 643, 644 gezeigt, die jeweils parallel zur ersten Stegelementschar 641 angeordnet ist. In der Fig. 8c ist auch eine zweite, dritte und vierte Stegelementschar 652, 653, 654 gezeigt, die jeweils parallel zur ersten Stegelementschar 651 angeordnet ist.

[0273] Daher kann das Wärmeträgerfluid gemäss Fig. 8b in einen einzigen Stegelementkanal 611 der Stegelementschar 641 fliessen oder in mehrere in Strömungsrichtung des Fluids hintereinander liegende Stegelementkanäle 611 der Stegelementschar 641, 642, 643, 644 wie in Fig. 8c gezeigt ist. In der Folge werden die Varianten gemäss Fig. 8b und Fig. 8c gemeinsam beschrieben, sodass von der nachfolgenden Beschreibung immer eine Variante mit einem einzigen Stegelementkanal oder auch mehreren Stegelementkanälen verschiedener Stegelementschar umfasst sein soll.

[0274] Gemäss Fig. 8a tritt das Wärmeträgerfluid von der ersten Kammer 621 in die Eintrittsöffnung oder Ein-

trittsöffnungen 640 des oder der Stegelementkanäle 611 der Stegelementschar 641 oder der Stegelementschar 642, 643, 644 ein und tritt durch die Austrittsöffnung oder Austrittsöffnungen 650 aus dem oder den Stegelementkanälen 611 aus und gelangt in die zweite Kammer 622. Das Wärmeträgerfluid strömt durch die zweite Kammer 622 bis zu der oder den Eintrittsöffnungen 640, die in den oder die Stegelementkanäle 612 der Stegelemente 610 der Stegelementschar 651 und/oder der Stegelementschar 652, 653, 654 münden, die sich von der zweiten Kammer 622 bis zur dritten Kammer 623 erstrecken.

[0275] Von der dritten Kammer 623 tritt das Wärmeträgerfluid in die Eintrittsöffnung oder Eintrittsöffnungen 640 des oder der Stegelementkanäle 611 der Stegelementschar 641 oder der Stegelementschar 642, 643, 644 ein und tritt durch die Austrittsöffnung oder Austrittsöffnungen 650 aus dem oder den Stegelementkanälen 611 aus und gelangt in die vierte Kammer 624. Das Wärmeträgerfluid strömt durch die vierte Kammer 624 bis zu der oder den Eintrittsöffnungen 640, die in den oder die Stegelementkanäle 612 der Stegelemente 610 der Stegelementschar 651 und/oder der Stegelementschar 652, 653, 654 münden, die sich von der vierten Kammer 624 bis zur fünften Kammer 625 erstrecken.

[0276] Von der fünften Kammer 625 tritt das Wärmeträgerfluid in die Eintrittsöffnung oder Eintrittsöffnungen 640 des oder der Stegelementkanäle 611 der Stegelementschar 641 oder der Stegelementschar 642, 643, 644 ein und tritt durch die Austrittsöffnung oder Austrittsöffnungen 650 aus dem oder den Stegelementkanälen 611 aus und gelangt in die sechste Kammer 626. Das Wärmeträgerfluid strömt durch die sechste Kammer 626 bis zu der oder den Eintrittsöffnungen 640, die in den oder die Stegelementkanäle 612 der Stegelemente 610 der Stegelementschar 651 und/oder der Stegelementschar 652, 653, 654 münden, die sich von der sechsten Kammer 626 bis zur siebenten Kammer 627 erstrecken.

[0277] In der siebenten Kammer 627 befindet sich eine in Fig. 8b strichiert dargestellte Austrittsöffnung 630, die in Fig. 8b unsichtbar ist, durch welche das Wärmeträgerfluid aus der siebenten Kammer 627 austreten kann und den Wärmetauscher verlassen kann.

[0278] Gemäss dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befinden sich an der inneren Mantelelementwand eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 640, durch welche das Wärmeträgerfluid in die entsprechenden Stegelementkanäle 611 der Stegelemente 609 gelangen kann und von dort über Austrittsöffnungen 650 an der inneren Mantelelementwand in die Kammern 622, 623, 624, 625, 626 eintreten kann. Die Stegelemente 609 bilden an deren ersten Ende 613 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der zweiten Kammer 622, der vierten Kammer 624 oder der sechsten Kammer 626 bildet. Die Stegelemente 609 bilden an deren zweiten Ende 614 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ers-

ten Kammer 621, der dritten Kammer 623 oder der fünften Kammer 625 ausbildet.

[0279] Die Stegelemente 610 bilden an deren ersten Ende 615 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der zweiten Kammer 622, der vierten Kammer 624 oder der sechsten Kammer 626 ausbildet. Die Stegelemente 610 bilden an deren zweiten Ende 616 eine fluiddichte Verbindung mit der inneren Mantelelementwand aus, welche eine der Begrenzungen der ersten Kammer 621, der dritten Kammer 623 oder der fünften Kammer 625 ausbildet.

[0280] Das Wärmeträgerfluid kann somit nicht in Kontakt mit dem zwischen den Stegelementen 609, 610 fließenden Fluid treten. Der Wärmetaustausch zwischen dem Fluid und dem Wärmeträgerfluid erfolgt somit über die inneren Mantelelementwände des Mantelelements 602 und über die Stegelementwände der Stegelemente 609, 610 des Einsatzelements 603.

[0281] Die innere Mantelelementwand der zweiten, vierten oder sechsten Kammer 622, 624, 626 enthält eine oder eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 650 für die Stegelementkanäle 611 der Stegelemente 609, die in Verbindung mit der ersten Kammer 621, der dritten Kammer 623 oder der fünften Kammer 635 stehen. Die innere Mantelelementwand der zweiten, vierten oder sechsten Kammer 622, 624, 626 enthält eine oder eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 640 für die Stegelementkanäle 612 der Stegelemente 610, welche die Verbindung mit der dritten Kammer 623 oder der fünften Kammer 635 oder der siebten Kammer 627 ausbilden. Die zweite, dritte, vierte, fünfte, sechste Kammer 622, 623, 624, 625, 626 enthält somit mindestens je eine Eintrittsöffnung 640 und je eine Austrittsöffnung 650 oder eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen 640 und eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen 650.

[0282] Die Pfeile mit den strichpunktuierten Linien geben die Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids im Betriebszustand des Wärmetauschers an. Das Fluid durchströmt das Mantelelement 602 gemäß Fig. 8a in Zeichnungsrichtung, das Wärmeträgerfluid kann quer zum Fluid strömen, in den Kammern auch in oder gegen die Strömungsrichtung des Fluids strömen. Die Strömung des Wärmeträgerfluids in Zeichnungsrichtung, d.h. in oder entgegen der Fließrichtung des Fluids kann dieser schematischen Darstellung nicht entnommen werden.

[0283] Wie auch in Fig. 1d können in jedem der Ausführungsbeispiele Zwischenwände in den Kammern vorgesehen werden, durch welche das Wärmeträgerfluid innerhalb der Kammern zumindest teilweise umgelenkt werden kann.

[0284] Wie in Fig. 7b gezeigt, können sich für jedes der dargestellten Ausführungsbeispiele mehr als zwei Stegelementscharen kreuzen und auch über gemeinsame Verbindungselemente untereinander verbunden sein. Die Verbindungselemente können beispielsweise Querstege umfassen. Ein Stegelement kann auch aus

einer Mehrzahl von Stegelementabschnitten bestehen. Beispielsweise können benachbarte Stegelementabschnitte einen Winkel zueinander einschliessen. Es wäre auch möglich, dass der erste Stegelementabschnitt und der zweite Stegelementabschnitt über einen gekrümmten Abschnitt miteinander verbunden sind, wobei diese Variante zeichnerisch nicht dargestellt ist.

[0285] Nach jedem der vorhergehenden Ausführungsbeispiele können die Stegelemente mit dem Mantelelement durch Kleben, Löten, Giessen, ein additives Herstellungsverfahren, Schweißen, Klemmen, Einschrumpfen oder Kombinationen davon verbunden sein. Das Kleben, Löten oder Schweißen kann von innen und/oder von aussen erfolgen. Insbesondere können das Mantelelement und die Stegelemente einteilig ausgebildet sein.

[0286] Nach einem Ausführungsbeispiel kann der Stegelementkanal knickfrei verlaufen. Nach einem Ausführungsbeispiel kann der Stegelementkanal knickfrei in die Kammer übergehen.

[0287] Die Stegelementkanäle in den Stegelementen erstrecken sich vom ersten Ende zum zweiten Ende des Stegelements, welches unmittelbar an die Innenwand des Mantelelements anschliesst. Im Mantelelement befindet sich gemäß einem Ausführungsbeispiel eine Öffnung, die als Eintrittsöffnung oder Austrittsöffnung ausgebildet sein kann. Die Öffnung weist mindestens dieselbe Querschnittsfläche auf wie die Querschnittsfläche des Stegelementkanals, der an die Öffnung anschliesst.

[0288] Zumindest ein Teil der Stegelemente erstreckt sich somit über die gesamte Breitenabmessung oder den oder dem mittleren Durchmesser des Mantelelements. Der mittlere Durchmesser entspricht dem Innendurchmesser des Mantelelements, wenn das Mantelelement als ein Kreisrohr ausgeführt ist. Der mittlere Durchmesser für ein eckiges Mantelelement wird als dessen Umfang / n (π) definiert, es handelt sich somit um einen äquivalenten Durchmesser. Die Länge des Stegelementkanals kann insbesondere mindestens 10% über dem mittleren Durchmesser liegen, wenn der Stegelementkanal die Mittenachse kreuzt. Die Länge dieses Stegelementkanals kann insbesondere mindestens 20% über dem mittleren Durchmesser, besonders bevorzugt mindestens 30% über dem mittleren Durchmesser liegen.

[0289] Ein Stegelement ist in seinen Abmessungen durch seine Länge, seine Breite und seine Dicke bestimmt. Die Länge des Stegelements wird vom ersten Ende des Stegelements zum zweiten Ende des Stegelements gemessen. Die Länge des Stegelementkanals entspricht im Wesentlichen der Länge des Stegelements.

[0290] Die Breite des Stegelements wird im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung gemessen. Das heißt, die Breite erstreckt sich im Wesentlichen in einer Ebene, die normal zur Länge des Stegelements verläuft und den Querschnitt des Stegelements zeigt. Der Querschnitt des Stegelements wird durch dessen Breite und dessen Dicke charakterisiert. Die Länge zumindest des längsten

Stegelements ist mindestens 5-mal so gross wie dessen Breite.

[0291] Die Breite des Stegelements ist 0.5 bis 5-mal so gross wie dessen Dicke, vorteilhafterweise 0.75 bis 3-mal so gross wie dessen Dicke. Wenn die Breite des Stegelements 1- bis 2-mal so gross wie dessen Dicke ist, ergibt sich ein besonders bevorzugter Bereich, für welchen eine besonders gute Quervermischung erzielbar ist. Die Breite des Stegelements wird als Normalabstand definiert, welcher sich von der ersten Kante und der zweiten Kante des Stegelements auf der Anströmseite erstreckt. Die Breite des Stegelements auf der Anströmseite kann sich von der Breite gemessen auf der Abströmseite des Stegelements unterscheiden.

[0292] Unter Kante wird die vom Fluid angeströmte und umströmte Kante des Stegelements verstanden, welche sich im Wesentlichen parallel zur Länge des Stegelements erstreckt. Die Dicke des Stegelements kann variabel sein. Dabei liegt die minimale Dicke, um weniger als 75% und vorteilhafterweise um weniger als 50% unter der maximalen Dicke. Die Variationen können beispielsweise durch Rippen, durch Einbuchtungen, durch Noppen, durch keilförmige Stege oder einer anderen Unebenheit bedingt sein.

[0293] Das Stegelement kann dadurch charakterisiert sein, dass in der Strömungsrichtung ebene Flächen, konvexe oder konkave Flächen vorliegen, die eine Angriffsfläche für das strömende Fluid bieten. Diese in Strömungsrichtung ausgerichteten Flächen bewirken einen erhöhten Abströmwiderstand, insbesondere im Vergleich mit einem Rohrelement, was einen verbesserten Wärmeübergang bewirken kann.

[0294] Der Stegelementkanal, der im Inneren des Stegelements verläuft, hat vorzugsweise einen Innendurchmesser, der maximal 75% der Dicke des Stegelements entspricht. Grundsätzlich können auch mehrere im Wesentlichen parallel verlaufende Stegelementkanäle in einem Stegelement enthalten sein.

[0295] Der Übergang von zumindest einem der ersten und zweiten Enden des Stegelements zum Mantelelement erfolgt vorteilhafterweise spaltfrei. Die Stegelemente sowie das Mantelelement bestehen demnach gemäß einem Ausführungsbeispiel aus einem einzigen Bauteil, welches vorzugsweise durch ein Gussverfahren hergestellt ist. Charakteristisch für die Eigenschaft, dass der Übergang spaltfrei ist, ist ein fliessender Übergang vom Stegelement zum Mantelelement. Insbesondere können im Übergangsbereich vom Stegelement zum Mantelelement an den Kanten Rundungen vorgesehen sein, sodass der Fluss des giessfähigen Materials während des Herstellungsverfahrens nicht beeinträchtigt wird.

[0296] Die Stegelementkanäle verlaufen im Inneren der Stegelemente, sodass keine Verbindung zwischen den Kanälen im Inneren der Stegelemente und dem Raum, welcher die Stegelemente umgibt, besteht.

[0297] In einem Gussverfahren wird mindestens segmentweise eine monolithische Struktur bestehend aus gegenüber der Hauptströmungsrichtung in einem Winkel

ungleich null angeordneten Stegelementscharen und einem fest mit zumindest einem Teil der Stegelemente verbundenen Mantelelement, welches als Ummantelungsrohr ausgebildet sein kann, hergestellt. Anstelle eines Gussverfahrens kann auch ein additives Herstellungsverfahren zum Einsatz kommen.

[0298] Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass die Öffnungen des Mantelelements mit der Aussenkontur des Stegelements übereinstimmen. Das Stegelement kann gemäß diesem Ausführungsbeispiel durch die Öffnung des Mantelelements hindurchgeschoben werden und derart im Innenraum des Mantelelements positioniert werden. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann das Stegelement mit dem Mantelelement durch Kleben, Löten, Schweißen, Klemmen, Einpressen, oder Einschrumpfen verbunden werden.

[0299] Die Stegelementkanäle für das Wärmeträgerfluid in den Stegelementen können durch den früher beschriebenen Gussprozess oder ein additives Herstellungsverfahren hergestellt werden, aber auch durch nachträgliches Bearbeiten wie Erodieren oder Bohren erfolgen.

[0300] Ein Wärmeträgerfluid kann eine beliebige Flüssigkeit, wie zum Beispiel Wasser oder Öle aber auch ein Gas, wie Luft, umfassen.

[0301] Die Stegelemente können in einem Winkel von ungefähr 25 bis 75 Grad, insbesondere in einem Winkel von ungefähr 30 bis 60 Grad zur Hauptströmungsrichtung angeordnet sein. Die Stegelemente können Stegelementscharen ausbilden, wobei die Stegelemente jeder Stegelementsschar zueinander parallel angeordnet sein können. Die Stegelemente einer Stegelementsschar können sich in einer gemeinsamen Gruppenebene befinden. Nach einem Ausführungsbeispiel kreuzen sich die ersten und zweiten Gruppenebenen. Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel schliesst sich ein Stegelement der ersten Stegelementsschar an ein Stegelement der zweiten Stegelementsschar an. Benachbarte Stegelemente haben demzufolge gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine unterschiedliche Ausrichtung, da sie zu verschiedenen Stegelementscharen gehören.

[0302] Nach einem Ausführungsbeispiel kreuzen sich benachbarte Stegelemente, da derart ein verbesserter Wärmeaustausch erzielbar ist. Der Winkel zwischen zwei sich kreuzenden Stegelementen beträgt vorteilhafterweise 25 bis 75 Grad. In Stegelementsschar können beliebig viele Stegelemente nebeneinander angeordnet werden. Die Stegelementsschar ist dadurch gekennzeichnet, dass die Mittenachsen sämtlicher Stegelemente dieselbe oder im Wesentlichen dieselbe Gruppenebene aufspannen. Insbesondere werden 2 bis 20 Stegelemente besonders bevorzugt 4 bis 12 Stegelemente parallel in einer Stegelementsschar angeordnet.

[0303] Es können beliebig viele Stegelementscharen in Hauptströmungsrichtung gesehen hintereinander angeordnet werden. Die hintereinander angeordneten Stegelementscharen werden vorteilhafterweise derart angeordnet, dass sie überlappen, um so viel aktive Wär-

meaustauschfläche in einem kleinen Apparatevolumen unterzubringen wie möglich. Als Überlappen wird verstanden, dass mindestens ein Teil der Stegelemente einer ersten Stegelementschar und ein Teil der Stegelemente einer nachfolgenden Stegelementschar und/oder einer vorhergehenden Stegelementschar im gleichen Rohrabschnitt angeordnet sind, in Hauptströmungsrichtung gesehen. Die Projektion der Länge des Stegelements auf die Längsachse ergibt eine Länge L1 und die Projektion des überlappenden Teils der Stegelemente der benachbarten Stegelementschar auf die Längsachse ergibt eine Länge L2, wobei L2 kleiner als L1 ist und L2 grösser 0 ist. Der betrachtete Rohrabschnitt wird dabei so definiert, dass er die Länge L1 aufweist, das heisst sich von einem zentral angeordneten Stegelement von dessen ersten Ende zu dessen zweiten Ende in der Projektion auf die Längsachse erstreckt.

[0304] Da die Mischwirkung in gleich ausgerichteten hintereinander angeordneten Stegelementscharen nur in einer Ebene stattfindet, kann nach einer gewissen Anzahl von Stegelementscharen die Ausrichtung derart geändert werden, dass die Stegelementscharen vorteilhafterweise zueinander versetzt angeordnet sind. Insbesondere werden zwei bis einschliesslich 20 Stegelementscharen vorgesehen, besonders bevorzugt 4 bis einschliesslich 8 Stegelementscharen. Die Versetzung zwischen den gleich ausgerichteten Stegelementscharen erfolgt vorteilhafterweise um einen Winkel von 80 bis 100 Grad. Das heisst, dass die zweite Stegelementschar um die Längsachse um einen Winkel von 80 bis 100 Grad bezogen auf die erste Stegelementschar ausgerichtet ist.

[0305] Zusätzlich zu den vorgehend beschriebenen Stegelementscharen von sich kreuzenden Stegelementen können speziell im Abschlussbereich von gleich ausgerichteten parallelen Stegelementscharen auch Stegelementscharen angeordnet sein, die Stegelemente enthalten, die sich nur von der Innenwand des Mantelelements bis zur Kreuzungslinie mit der jeweils anderen Stegelementschar erstrecken. Nachfolgend werden diese Stegelementscharen als halbe sich kreuzende Stegelementscharen bezeichnet. Diese Stegelementscharen führen zu einer zusätzlichen Steigerung der Mischleistung. Durch die bessere Mischwirkung und die zusätzlichen Wärmeleitungseffekte des Stegelementmaterials wird auch der Wärmeaustausch zusätzlich erhöht.

[0306] Nach einem Ausführungsbeispiel können die Stegelemente eine erste und eine zweite Stegelementschar ausbilden. Jede der ersten und zweiten Stegelementscharen kann eine erste bzw. zweite Gruppenebene aufspannen. Insbesondere kann sich die erste Gruppenebene der ersten Stegelementschar mit der zweiten Gruppenebene der zweiten Stegelementschar derart kreuzen, dass eine gemeinsame Kreuzungslinie ausgebildet wird, welche einen Schnittpunkt mit der Längsachse hat oder im Wesentlichen quer zur Längsachse verläuft und/oder in einer Normalebene zur Kreuzungslinie, welche die Längsachse enthält, einen minimalen Abstand zur Längsachse aufweist. Nach einem Ausfüh-

rungsbeispiel kann mindestens eine Stegelementschar vorgesehen sein, die sich im Wesentlichen bis zur Kreuzungslinie erstreckt.

[0307] Die Stegelemente in einer ersten und zweiten Stegelementschar können sich gegenseitig berühren oder Zwischenräume aufweisen. Auch eine Verbindung der Zwischenräume mit quer zur Fluidströmungsrichtung angeordneten Verbindungsstegen ist möglich.

[0308] Es können auch verschiedene Abschnitte oder Segmente des Wärmetauschers durch getrennte Mantelkanäle mit Wärmeträgerfluid durchströmt werden, sodass der Wärmetauscher unterschiedliche Abschnitte oder Segmente enthält, die von unterschiedlich temperierten Wärmeträgerfluid durchströmt werden können.

[0309] Dies erlaubt eine unterschiedliche Temperaturführung in den einzelnen Segmenten. Es hat sich gezeigt, dass für eine hohe Wärmeübertragung in einem kleinen Apparatevolumen bei Mantelelementdurchmessern von 60 mm und mehr mindestens die Hälfte aller Stegelemente mit dem Wärmeträgerfluid durchströmt werden sollten.

[0310] Es hat sich gezeigt, dass sowohl ein Gussverfahren, ein additives Herstellungsverfahren, ein Lötverfahren, ein Klebeverfahren, ein Einschrumpfverfahren, ein Klemmverfahren als auch ein Schweißverfahren

kostengünstige Herstellungsverfahren für Stegelemente und einem spaltfrei monolithisch mit den Stegelementen verbundenen Mantelelement sein können. Das Einsatzelement, umfassend die Stegelementscharen mit den entsprechenden Stegelementen, kann in einem Stück hergestellt werden. Alternativ kann das Einsatzelement aus einzelnen Segmenten bestehen, die nachträglich zum Beispiel durch Schweißen oder geschraubte Flanschverbindungen oder durch Verspannen verbunden werden. Des Weiteren lassen sich sowohl für ein

Schweißverfahren als auch für ein Gussverfahren die Aussengeometrie der Stegelemente und die Stegelementgeometrie sowie die Geometrie der Stegelementkanäle für das Wärmeträgerfluid leicht entkoppeln. So können für die Aussengeometrie der Stegelemente vorteilhafterweise rechteckige Profile verwendet werden und die Stegelementkanalgeometrie kann vorteilhafterweise als ein runder Querschnitt, das heisst insbesondere ein kreisförmiger oder ovaler Querschnitt gewählt werden. Daher können Stegelemente mit idealem Profil

für die Quervermischung und/oder hoher Eigenfestigkeit für grosse maximale Fluiddrücke hergestellt werden. Es hat sich gezeigt, dass die Stegelementkanäle für das Wärmeträgerfluid in den Stegelementen vorteilhaft nach dem Giessprozess durch Erodieren und noch vorteilhafter durch Bohren hergestellt werden, sodass auch Stegelementkanäle mit kleinen Durchmessern hergestellt werden können.

[0310] Es hat sich des Weiteren gezeigt, dass mit den erfundungsgemässen Stegelementscharen und speziell mit Stegelementscharen, in denen sich benachbarte Stegelemente kreuzen, und/oder speziell mit überlappenden Gruppen von Stegelementen eine sehr gute Wärmeübertragung und/oder Mischleistung erzeugt werden

kann. Insbesondere kann die Anordnung einer zweiten Stegelementschar, die um 80 bis 100 Grad zur ersten Stegelementschar versetzt ist, für einen guten Wärmeübergang förderlich sein. Überraschenderweise hat sich auch gezeigt, dass speziell das Anbringen von zusätzlichen Kammern und speziell bei viskosen Fluiden eine weitere Verbesserung des Wärmeübergangs und/oder der Mischleistung erzielbar ist.

[0311] Auch der Wärmeübergang und/oder die Mischleistung in der Nähe der Innenwand des Mantelelementes ist durch den direkten Übergang der Stegelemente in das Mantelelement wesentlich verbessert, da auch an der Innenwand befindliche Grenzschichten des fliessfähigen Mediums an der Erzielung eines optimalen Wärmeübergangs oder einer homogenen Mischung beteiligt sind. Insbesondere kann nicht nur eine optimale Erneuerung der Grenzschichten zwischen dem Fluid und Mantelelement, sondern auch zwischen Fluid und Stegelementoberfläche erzeugt werden. Eine optimale Grenzschichterneuerung führt daher zu einer optimalen Nutzung der Wärmeaustauschfläche. Die optimale Nutzung der Wärmeaustauschfläche führt auch dazu, dass der Wärmetauscher für eine gegebene Kühl- oder Heizaufgabe mit noch kleinerem Apparatevolumen und mit geringerem Druckverlust gebaut werden kann.

[0312] Dank des optimierten Wärmeübergangs zeigt der Wärmetauscher gemäss der Erfindung ein sehr enges Verweilzeitspektrum des zu heizenden oder kühlen fliessfähigen Mediums. Dadurch können Ablagerungen oder Zersetzung von Fluid bestmöglich verhindert werden. Bei Kühlauflagen, welche die Kühlung eines viskosen Fluids betreffen, wie zum Beispiel eines Polymers, kann dank der optimalen Erneuerung der Grenzschichten eine sehr niedrige Schmelzettemperatur nahe am Einfrierpunkt erreicht werden. Hierdurch wird insbesondere vermieden, dass sich verfestigtes Polymer an den Wärmeaustauschflächen ablagert. Der direkte Übergang der einzelnen Stegelemente in das Mantelelement und der möglichst flächendeckende Verwendung der Kammern für das Wärmeträgerfluid führt auch zu einer stabilen Konstruktion, die sich auch für die Betriebsweise mit hohen Fluidbetriebsdrücken eignet. Dadurch kann der erfindungsgemäss Wärmetauscher speziell zum Betrieb mit viskosen Fluiden sehr kompakt gebaut werden. Der Wärmetauscher eignet sich grundsätzlich zum Mischen und Kühlen respektive Heizen von beliebigen fliessfähigen Medien wie Flüssigkeiten und Gasen, speziell aber für viskose und sehr viskose Fluide wie beispielsweise Polymere.

[0313] Das Mantelelement sowie das Einsatzelement können giessfähige oder schweißbare Materialien enthalten, beispielsweise können Metalle, Keramik, Kunststoffe oder Kombinationen dieser Materialien zum Einsatz kommen.

[0314] Ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers, welcher einen Einsatzelement und ein Mantelelement enthält, wobei das Einsatzelement zumindest ein gegenüber der Hauptströmungsrichtung in einem Winkel

ungleich null angeordnetes Stegelement und ein fest mit dem Stegelement verbundenes Mantelelement aufweist, umfasst die nachfolgenden Verfahrensschritte. Das Stegelement und das Einsatzmantelelement werden durch

5 ein Klebeverfahren, Lötverfahren, Gussverfahren, additives Herstellungsverfahren, ein Schweißverfahren, Klemmverfahren oder ein Einschrumpfverfahren oder Kombinationen davon hergestellt. Das Stegelement enthält einen Stegelementkanal, der durch das Gussverfahren oder einem additiven Herstellungsverfahren gemeinsam mit dem Einsatzmantelelement hergestellt wird oder in einem weiteren Arbeitsschritt mittels eines Bohrverfahrens oder eines Erosionsverfahrens hergestellt wird.

[0315] Zwischen dem Einsatzelement und dem Mantelelement kann auch, wie in EP3489603 A1 beschrieben, Zwischenmantelelement angeordnet werden, welches einen ersten Zwischenmantelelementkanal und einen zweiten Zwischenmantelelementkanal enthält, wobei das Zwischenmantelelement derart im Mantelelement positioniert wird und der Einsatzelement derart im Zwischenmantelelement positioniert wird, dass das Wärmeträgerfluid vom Mantelkanal durch den ersten Zwischenmantelelementkanal in den Stegelementkanal strömen kann, den Stegelementkanal durchströmen und vom Stegelementkanal durch den zweiten Zwischenmantelelementkanal in den Mantelkanal strömen kann.

[0316] Die Verwendung eines Zwischenmantelelements hat verschiedene Vorteile. So kann das Einsatzelement wesentlich dünner und leichter hergestellt werden. Daher kann für das Einsatzelement ein anderer Werkstoff, zum Beispiel ein höherwertiger Werkstoff, verwendet werden als für das Zwischenmantelelement. Insbesondere kann das Einsatzelement einen Werkstoff enthalten, der eine hohe Wärmeleitfähigkeit oder eine hohe Beständigkeit gegen Chemikalien, beispielsweise Korrosionsbeständigkeit, aufweist. Das Einsatzelement kann einteilig zusammen mit den Stegelementen durch ein additives Herstellungsverfahren oder Gussverfahren hergestellt werden. Da die Herstellung des Einsatzelements sehr aufwendig ist, kann es als Halbfabrikat an Lager gelegt werden und das Zwischenmantelelement kann je nach Anwendungsfall und Nominaldruck auf die erforderliche Wandstärke angepasst werden. Das Mantelelement, welches das Zwischenmantelelement umgibt, kann als ein weiterer Doppelmantel ausgebildet sein, durch den das Wärmeträgerfluid im Betriebszustand strömt. Das Wärmeträgerfluid gelangt durch die Öffnungen im Mantelelement und im Zwischenmantelelement sowie im Einsatzmantelelement zu mindestens einem der Stegelemente, sodass es das oder die Stegelemente durchströmen kann.

[0317] Die Erfindung ist nicht auf die vorliegenden Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Stegelemente können sich in ihrer Anzahl und in ihren Abmessungen unterscheiden. Des Weiteren kann sich die Anzahl der Stegelementkanäle in den Stegelementen je nach dem geforderten Wärmebedarf für die Wärmeübertragung unterscheiden. Auch können die Neigungswinkel, den die

Gruppen oder Stegelementscharen zur Längsachse einschliessen, je nach Anwendung variieren. Es können auch mehr als zwei Einsatzelemente hintereinander angeordnet werden.

[0318] Für den Fachmann ist offensichtlich, dass viele weitere Modifikationen zusätzlich zu den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich sind, ohne vom erfinderschen Konzept abzuweichen. Der Gegenstand der Erfindung wird somit durch die vorangehende Beschreibung nicht eingeschränkt und ist durch den Schutzbereich bestimmt, der durch die Ansprüche festgelegt ist. Für die Interpretation der Ansprüche oder der Beschreibung ist die breitest mögliche Lesart der Ansprüche massgeblich. Insbesondere sollen die Begriffe "enthalten" oder "beinhalten" derart interpretiert werden, dass sie sich auf Elemente, Komponenten oder Schritte in einer nicht-ausschliesslichen Bedeutung beziehen, wodurch angedeutet werden soll, dass die Elemente, Komponenten oder Schritte vorhanden sein können oder genutzt werden können, dass sie mit anderen Elementen, Komponenten oder Schritten kombiniert werden können, die nicht explizit erwähnt sind. Wenn die Ansprüche sich auf ein Element oder eine Komponente aus einer Gruppe beziehen, die aus A, B, C... N Elementen oder Komponenten bestehen kann, soll diese Formulierung derart interpretiert werden, dass nur ein einziges Element dieser Gruppe erforderlich ist, und nicht eine Kombination von A und N, B und N oder irgendeiner anderen Kombination von zwei oder mehr Elementen oder Komponenten dieser Gruppe.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1, 100, 200, 300, 400, 500, 600) umfassend ein Mantelelement (2, 102, 202, 302, 402, 502, 602) und ein Einsatzelement (3, 103, 203, 303, 403, 503, 603), wobei das Mantelelement einen Fluidkanal für ein zu temperierendes Fluid, fliessfähiges Medium oder Fluidgemisch ausbildet, wobei das Einsatzelement im Fluidkanal angeordnet ist, wobei das Einsatzelement eine Mehrzahl von Stegelementen (9, 10, 109, 110, 209, 210, 309, 310, 409, 410, 509, 510, 609, 610) enthält, die mit dem Mantelelement an unterschiedlichen Stellen verbunden sind, wobei die Stegelemente in zumindest zwei Stegelementscharen (41, 42, 43, 51, 52, 53, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 241, 242, 243, 251, 252, 253, 341, 342, 343, 351, 352, 353, 441, 442, 443, 451, 452, 453, 541, 542, 543, 551, 552, 553, 641, 642, 643, 651, 652, 653) angeordnet sind, wobei die Stegelemente jeder Stegelementsschar zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind, wobei sich die Winkel, welchen die Stegelemente verschiedener Stegelementscharen mit der Längsachse (4, 104, 204, 304, 404, 504, 604) des Wärmetauschers einschliessen, zumindest teilweise unterscheiden, wobei zumindest ein Teil der Stegelemente Stege-

lementkanäle (11, 12, 111, 112, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) enthält, die mit dem Mantelelement in fluidleitender Verbindung stehen, sodass im Betriebszustand ein Wärmeträgerfluid, welches dem Mantelelement zugeführt wird, die Stegelemente durchströmen kann, wobei das Mantelelement eine Mehrzahl von Kammern (21, 22, 23, 24, 25, 26, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627) für ein Wärmeträgerfluid enthält, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen (5, 40, 105, 140, 205, 240, 305, 340, 405, 440, 505, 540, 605, 640) und mindestens zwei Austrittsöffnungen (8, 50, 108, 150, 208, 250, 308, 350, 408, 450, 508, 550, 608, 650) oder eine Mehrzahl von Austrittsöffnungen und mindestens zwei Eintrittsöffnungen für das Wärmeträgerfluid aufweist, wobei die Eintrittsöffnungen sowie die Austrittsöffnungen zumindest einer der Kammern derart angeordnet sind, dass sie vom Wärmeträgerfluid quer zur Strömungsrichtung des Fluids durchströmbar ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, wobei zumindest ein Teil der Kammern zumindest teilweise voneinander durch Trennwände (31, 32, 33, 34, 35, 36, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 431, 531, 631) getrennt sind.
3. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei zumindest eine der Kammern eine Zwischenwand (39, 139) enthält.
4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Kammern über die Stegelementkanäle mit einer weiteren Kammer verbunden ist.
5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, wobei die Eintrittsöffnungen und/oder Austrittsöffnungen unterschiedlicher Kammern zumindest teilweise über Stegelemente miteinander verbunden sind, die durch den Fluidkanal verlaufen.
6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich jede der Kammern über einen Teil des Umfangs des Mantelelements erstreckt.
7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Breite der Kammer, welche die Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und die mindestens zwei Austrittsöffnungen oder die Mehrzahl von Austrittsöffnungen und die mindestens zwei Eintrittsöffnungen enthält, maximal gleich gross ist wie deren Länge.

8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Kammern mindestens zwei Eintrittsöffnungen und mindestens zwei Austrittsöffnungen aufweist und/oder wobei zumindest eine der Kammern mindestens vier Eintrittsöffnungen und/oder mindestens zwei Austrittsöffnungen und/oder wobei zumindest eine der Kammern mindestens zwei Eintrittsöffnungen und/oder mindestens vier Austrittsöffnungen aufweist.
9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Kammern mindestens 10 bis einschliesslich 80% der Oberfläche des Mantelelements aufspannt.
10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Kammern eine Breite aufweist, die 10% bis einschliesslich 100% des Umfangs des Mantelelements beträgt.
11. Verfahren zur Temperierung eines Fluids, fliessfähigen Mediums oder Fluidgemischs, wobei das Fluid durch einen Wärmetauscher (1, 100, 200, 300, 400, 500, 600) temperiert wird, wobei der Wärmetauscher ein Mantelelement (2, 102, 202, 302, 402, 502, 602) und ein Einsatzelement (3, 103, 203, 303, 403, 503, 603) umfasst, wobei das Fluid in einem von einem Mantelelement umschlossenen Fluidkanal strömt, wobei das Einsatzelement im Fluidkanal angeordnet ist, wobei das Einsatzelement eine Mehrzahl von Stegelementen (9, 10, 109, 110, 209, 210, 309, 310, 409, 410, 509, 510, 609, 610) enthält, die mit dem Mantelelement an unterschiedlichen Stellen verbunden sind, wobei die Stegelemente in zumindest zwei Stegelementsscharen (41, 42, 43, 51, 52, 53, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 241, 242, 243, 251, 252, 253, 341, 342, 343, 351, 352, 353, 441, 442, 443, 451, 452, 453, 541, 542, 543, 551, 552, 553, 641, 642, 643, 651, 652, 653) angeordnet sind, wobei die Stegelemente jeder Stegelementsschar zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind, wobei sich die Winkel, welchen die Stegelemente verschiedener Stegelementsscharen mit der Längsachse des Wärmetauschers einschliessen, sich zumindest teilweise unterscheiden, wobei zumindest ein Teil der Stegelemente Stegelementkanäle (11, 12, 111, 112, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) enthält, die mit dem Mantelelement in fluidleitender Verbindung stehen, sodass im Betriebszustand ein Wärmeträgerfluid, welches dem Mantelelement zugeführt wird, die Stegelemente durchströmen kann, wobei das Mantelelement eine Mehrzahl von Kammern für ein Wärmeträgerfluid umfasst, wobei zumindest eine der Kammern eine Mehrzahl von Eintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen für das Wärmeträgerfluid aufweist, wobei das Wärmeträgerfluid zumindest eine der Kammern quer zur Strömungsrichtung des Fluids durchströmt.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Eintrittsöffnungen und/oder Austrittsöffnungen unterschiedlicher Kammern über Stegelemente miteinander verbunden sind, die durch den Fluidkanal verlaufen, sodass ein Wärmeübergang zwischen dem Wärmeträgerfluid und dem Fluid über die Innenwand des Mantelelements und die Stegelemente erfolgt, wenn das Wärmeträgerfluid durch die Kammern und Stegelemente strömt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei das Wärmeträgerfluid die Kammern und/oder die Stegelementkanäle in Strömungsrichtung des Fluids und/oder entgegen der Strömungsrichtung des Fluids und/oder quer zur Strömungsrichtung des Fluids durchströmt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei das Wärmeträgerfluid von einer Austrittsöffnung einer der Kammern zu einer Eintrittsöffnung in eine der anderen Kammern durch einen der Stegelementkanäle strömt, welcher in einem der Stegelemente angeordnet ist, welches im Fluidkanal angeordnet ist, sodass das Wärmeträgerfluid mehrere der Kammern sequenziell durchströmen kann.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei zumindest eine der Eintrittsöffnungen und eine der Austrittsöffnungen in zumindest einer der Kammern derart angeordnet ist, dass das Wärmeträgerfluid in der Kammer in einer Querrichtung zur Hauptströmungsrichtung des Fluids strömt, wobei die Hauptströmungsrichtung des Fluids der Längsachse des Wärmetauschers entspricht.

Claims

- Heat exchanger (1, 100, 200, 300, 400, 500, 600) comprising a jacket element (2, 102, 202, 302, 402, 502, 602) and an insert element (3, 103, 203, 303, 403, 503, 603), the jacket element forming a fluid channel for a fluid, flowable medium or fluid mixture to be tempered, wherein the insert element is arranged in the fluid channel, wherein the insert element contains a plurality of web elements (9, 10, 109, 110, 209, 210, 309, 310, 409, 410, 509, 510, 609, 610) that are connected to the jacket element at different locations, wherein the web elements are arranged in at least two web element sets (41, 42, 43, 51, 52, 53, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 241, 242, 243, 251, 252, 253, 341, 342, 343, 351, 352, 353, 441, 442, 443, 451, 452, 453, 541, 542, 543, 551, 552, 553, 641, 642, 643, 651, 652, 653), the web elements of each web element set being arranged essentially parallel to one another, wherein the angles which the web elements of different web element sets enclose with the longitudinal axis (4,

- 104, 204, 304, 404, 504, 604) of the heat exchanger differ at least partially, wherein at least a portion of the web elements contains web element passages (11, 12, 111, 112, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) which are in fluid-conducting connection with the jacket element, so that in the operating state a heat transfer fluid, which is fed to the jacket element, can flow through the web elements, wherein the jacket element contains a plurality of chambers (21, 22, 23, 24, 25, 26, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627) for a heat transfer fluid, **characterized in that** at least one of the chambers is disposed with a plurality of inlet openings (5, 40, 105, 140, 205, 240, 305, 340, 405, 440, 505, 540, 605, 640) and at least two outlet openings (8, 50, 108, 150, 208, 250, 308, 350, 408, 450, 508, 550, 608, 650) or a plurality of outlet openings and at least two inlet openings for the heat transfer fluid, wherein the inlet openings and the outlet openings of at least one of the chambers are arranged such that the heat transfer fluid can flow therethrough transversely with respect to the direction of flow of the fluid.
2. The heat exchanger of claim 1, wherein at least some of the chambers are at least partially separated from one another by partitions (31, 32, 33, 34, 35, 36, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 431, 531, 631).
3. The heat exchanger of one of claims 1 or 2, wherein at least one of the chambers contains a partition (39, 139).
4. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein at least one of the chambers is connected to a further chamber via the web element passages.
5. The heat exchanger of claim 4, wherein the inlet openings and / or outlet openings of different chambers are at least partially connected to one another via web elements that run through the fluid channel.
6. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein each of the chambers extends over part of the circumference of the jacket element.
7. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein the width of the chamber which contains the plurality of inlet openings and the at least two outlet openings or the plurality of outlet openings and the at least two inlet openings is at most equal to their length.
8. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein at least one of the chambers has at least two inlet openings and at least two outlet openings
- 5 and / or wherein at least one of the chambers has at least four inlet openings and / or at least two outlet openings and / or wherein at least one of the chambers has at least two inlet openings and / or has at least four outlet openings.
9. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein at least one of the chambers spans at least 10 up to and including 80% of the surface of the jacket element.
10. The heat exchanger of one of the preceding claims, wherein at least one of the chambers has a width which is 10% up to and including 100% of the circumference of the jacket element.
11. A method for tempering a fluid, flowable medium or fluid mixture, wherein the fluid is tempered by a heat exchanger (1, 100, 200, 300, 400, 500, 600), wherein the heat exchanger comprises a jacket element (2, 102, 202, 302, 402, 502, 602) and an insert element (3, 103, 203, 303, 403, 503, 603), the fluid flowing in a fluid channel enclosed by a jacket element, wherein the insert element is arranged in the fluid channel, wherein the insert element contains a plurality of web elements (9, 10, 109, 110, 209, 210, 309, 310, 409, 410, 509, 510, 609, 610), which are connected to the jacket element at different locations, wherein the web elements are arranged in at least two web element sets (41, 42, 43, 51, 52, 53, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 241, 242, 243, 251, 252, 253, 341, 342, 343, 351, 352, 353, 441, 442, 443, 451, 452, 453, 541, 542, 543, 551, 552, 553, 641, 642, 643, 651, 652, 653), the web elements of each web element set being arranged essentially parallel to one another, wherein the angles which the web elements of different web element sets enclose with the longitudinal axis of the heat exchanger differ at least partially, wherein at least some of the web elements contain web element passages (11, 12, 111, 112, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) which are in fluid-conducting connection with the jacket element, so that in the operating state a heat transfer fluid which is supplied to the jacket element can flow through the web elements, wherein the jacket element comprises a plurality of chambers for a heat transfer fluid, wherein at least one of the chambers has a plurality of inlet openings and outlet openings for the heat transfer fluid, wherein the heat transfer fluid flows through at least one of the chambers transversely with respect to the direction of flow of the fluid.
12. The method of claim 11, wherein the inlet openings and / or outlet openings of different chambers are connected to one another via web elements that run through the fluid channel, so that a heat transfer between the heat transfer fluid and the fluid takes place

- via the inner wall of the jacket element and the web elements when the heat transfer fluid flows through the chambers and web elements.
13. The method of one of claims 11 or 12, wherein the heat transfer fluid flows through the chambers and / or the web element passages in the direction of flow of the fluid and / or against the direction of flow of the fluid and / or transversely to the direction of flow of the fluid. 5
14. The method of one of claims 11 to 13, wherein the heat transfer fluid flows from an outlet opening of one of the chambers to an inlet opening in one of the other chambers through one of the web element passages which is arranged in one of the web elements which is arranged in the fluid channel, so that the heat transfer fluid can flow through a plurality of the chambers sequentially. 10
15. The method of claim 14, wherein at least one of the inlet openings and one of the outlet openings in at least one of the chambers is arranged such that the heat transfer fluid flows in the chamber in a direction transverse to the main direction of flow of the fluid, wherein the main direction of flow of the fluid corresponds to the longitudinal axis of the heat exchanger. 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- qui sont en liaison fluidique avec l'élément de chemise, de sorte qu'en état de fonctionnement un fluide caloporteur, qui est amené à l'élément de chemise, peut s'écouler à travers les éléments de bande, l'élément de chemise contenant plusieurs chambres (21, 22, 23, 24, 25, 26, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627) d'un fluide caloporteur, **caractérisé en ce qu'**au moins une des chambres est agencée avec une pluralité d'orifices d'entrée (5, 40, 105, 140, 205, 240, 305, 340, 405, 440, 505, 540, 605, 640) et au moins deux orifices de sortie (8, 50, 108, 150, 208, 250, 308, 350, 408, 450, 508, 550, 608, 650) ou une pluralité d'orifices de sortie et au moins deux orifices d'entrée pour le fluide caloporteur, les orifices d'entrée et les orifices de sortie d'au moins une des chambres étant agencés de sorte que le fluide caloporteur peut s'y écouter transversalement par rapport au sens d'écoulement du fluide.
2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel au moins certaines des chambres sont au moins partiellement séparées les unes des autres par des cloisons (31, 32, 33, 34, 35, 36, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 431, 531, 631). 25
3. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel au moins une des chambres contient une cloison (39, 139). 30
4. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une des chambres est reliée à une autre chambre via les passages d'élément de bande. 35
5. Echangeur de chaleur selon la revendication 4, dans lequel les orifices d'entrée et/ou les orifices de sortie des différentes chambres sont au moins partiellement reliés les uns aux autres par l'intermédiaire d'éléments de bande qui traversent le canal de fluide. 40
6. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacune des chambres s'étend sur une partie de la circonférence de l'élément de chemise. 45
7. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la largeur de la chambre qui contient la pluralité d'orifices d'entrée et les au moins deux orifices de sortie ou la pluralité d'orifices de sortie et les au moins deux orifices d'entrée est au plus égale à leur longueur. 50
8. Echangeur de chaleur selon l'une des revendica-

- tions précédentes, dans lequel au moins une des chambres présente au moins deux orifices d'entrée et au moins deux orifices de sortie et/ou dans lequel au moins une des chambres présente au moins quatre orifices d'entrée et/ou au moins deux orifices de sortie et/ou dans lequel au moins une des chambres présente au moins deux orifices d'entrée et/ou présente au moins quatre orifices de sortie.
9. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins l'une des chambres s'étend sur au moins 10 jusqu'à et y compris 80 % de la surface de l'élément de chemise.
10. Echangeur de chaleur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une des chambres a une largeur qui est de 10 % jusqu'à et y compris 100 % de la circonférence de l'élément de chemise.
11. Procédé pour tempérer un fluide, un milieu fluide ou un mélange de fluides, dans lequel le fluide est tempéré par un échangeur de chaleur (1, 100, 200, 300, 400, 500, 600), dans lequel l'échangeur de chaleur comprend un élément de chemise (2, 102, 202, 302, 402, 502, 602) et un élément d'insert (3, 103, 203, 303, 403, 503, 603), le fluide s'écoulant dans un canal de fluide enfermé par un élément de chemise, dans lequel l'élément d'insert est agencé dans le canal de fluide, l'élément d'insert contenant plusieurs éléments de bande (9, 10, 109, 110, 209, 210, 309, 310, 409, 410, 509, 510, 609, 610), qui sont reliés à l'élément de chemise à différents endroits, les éléments de bande étant disposés en au moins deux ensembles d'éléments de bande (41, 42, 43, 51, 52, 53, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 241, 242, 243, 251, 252, 253, 341, 342, 343, 351, 352, 353, 441, 442, 443, 451, 452, 453, 541, 542, 543, 551, 552, 553, 641, 642, 643, 651, 652, 653), les éléments de bande de chaque ensemble d'éléments de bande étant disposés essentiellement parallèlement les uns aux autres, les angles que les éléments de bande de différents ensembles d'éléments de bande forment avec l'axe longitudinal de l'échangeur de chaleur différent au moins partiellement, au moins certains des éléments de bande contenant des passages d'éléments de bande (11, 12, 111, 112, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512, 611, 612) qui sont en liaison fluidique avec l'élément de chemise, de sorte qu'en état de fonctionnement, un fluide caloporteur qui alimente l'élément de chemise peut s'écouler à travers les éléments de bande, dans lequel l'élément de chemise comprend une pluralité de chambres pour un fluide caloporteur, dans lequel au moins une des chambres a une pluralité d'orifices d'entrée et d'orifices de sortie pour le fluide caloporteur, dans lequel le fluide caloporteur s'écoule à travers au moins une des chambres transversalement par rapport au sens d'écoulement du fluide.
- 5 12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel les orifices d'entrée et/ou de sortie des différentes chambres sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'éléments de bande qui traversent le canal de fluide, de sorte qu'un transfert de chaleur entre le fluide caloporteur et le fluide a lieu via la paroi interne de l'élément de chemise et les éléments de bande lorsque le fluide caloporteur traverse les chambres et les éléments de bande.
- 10 13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, dans lequel le fluide caloporteur circule dans les chambres et/ou les passages de l'élément de bande dans le sens d'écoulement du fluide et/ou à contre-sens d'écoulement du fluide et/ou transversalement au sens d'écoulement du fluide.
- 15 20 14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel le fluide caloporteur s'écoule d'une orifice de sortie de l'une des chambres vers une orifice d'entrée dans l'une des autres chambres à travers l'un des passages d'élément de bande qui est agencé dans l'une des les éléments de bande qui sont agencés dans le canal de fluide, de sorte que le fluide caloporteur puisse s'écouler séquentiellement à travers une pluralité de chambres.
- 25 30 15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel au moins l'une des orifices d'entrée et l'une des orifices de sortie dans au moins l'une des chambres est agencée de sorte que le fluide caloporteur circule dans la chambre selon une direction transversale à la direction principale d'écoulement du fluide, dans lequel la direction principale d'écoulement du fluide correspond à l'axe longitudinal de l'échangeur de chaleur.
- 35 40 45 50 55

Fig. 1a

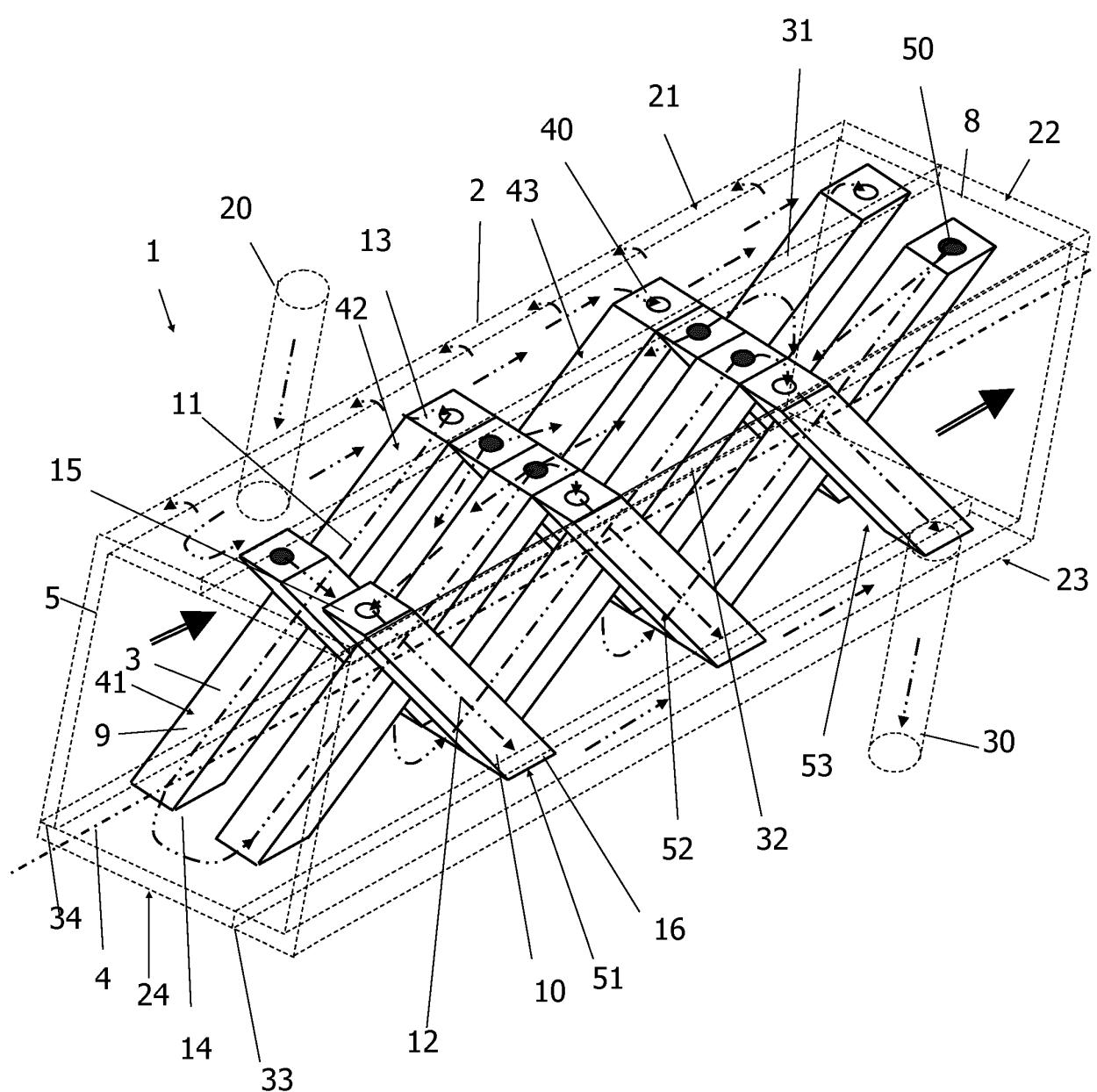


Fig. 1b

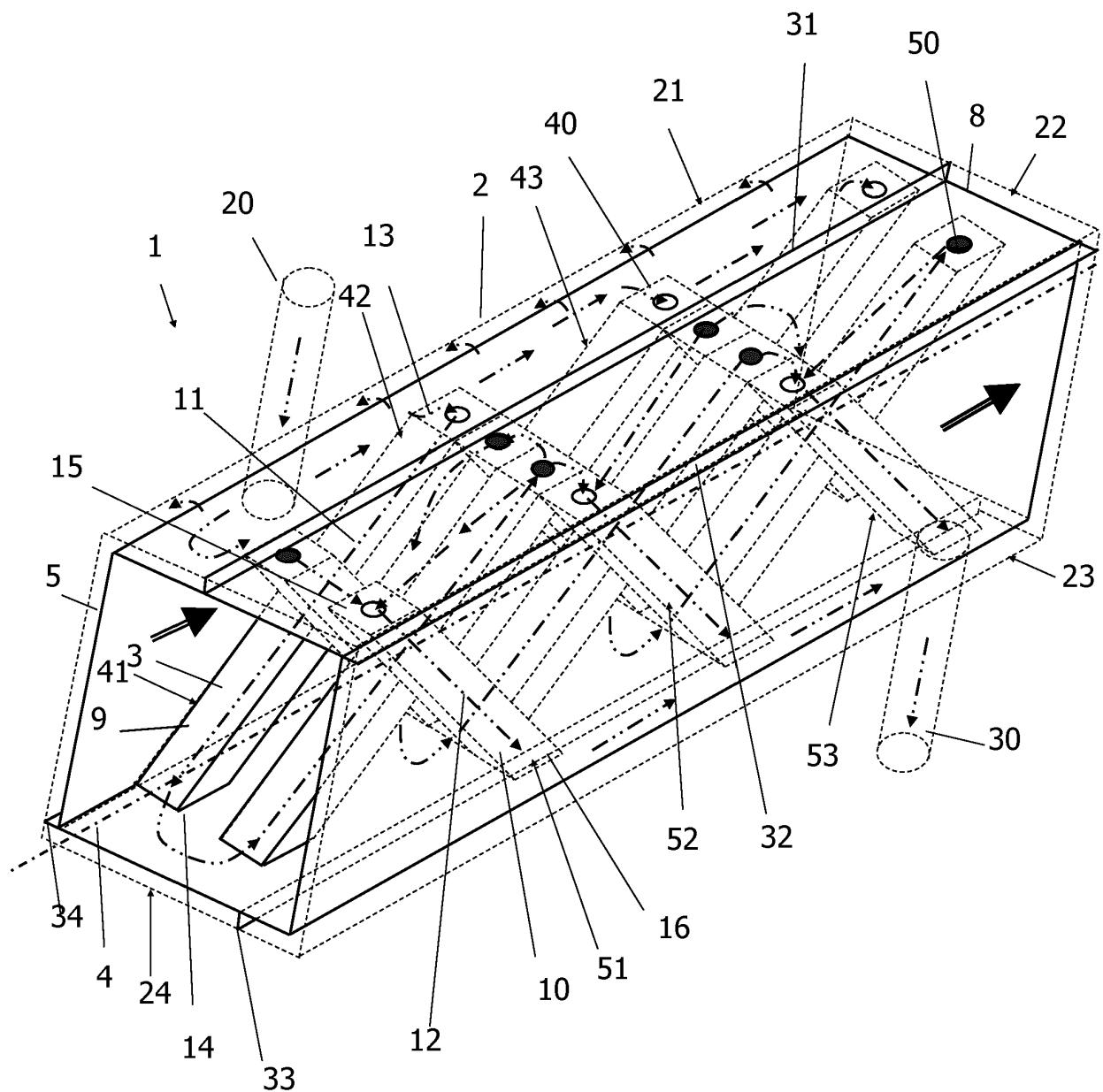


Fig. 1c

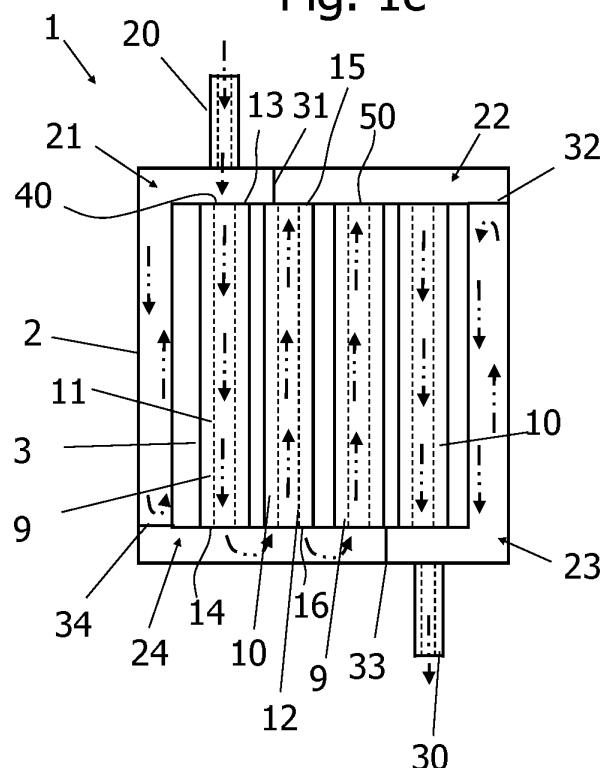


Fig. 1d

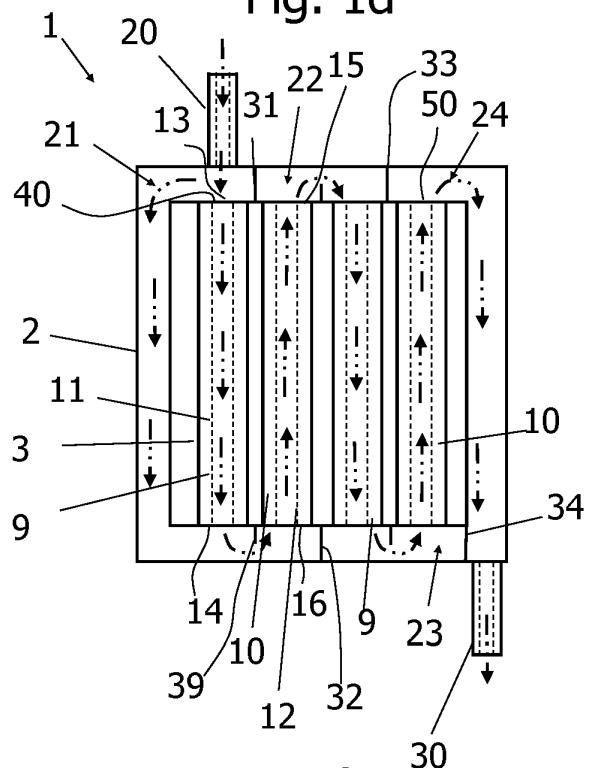


Fig. 1f

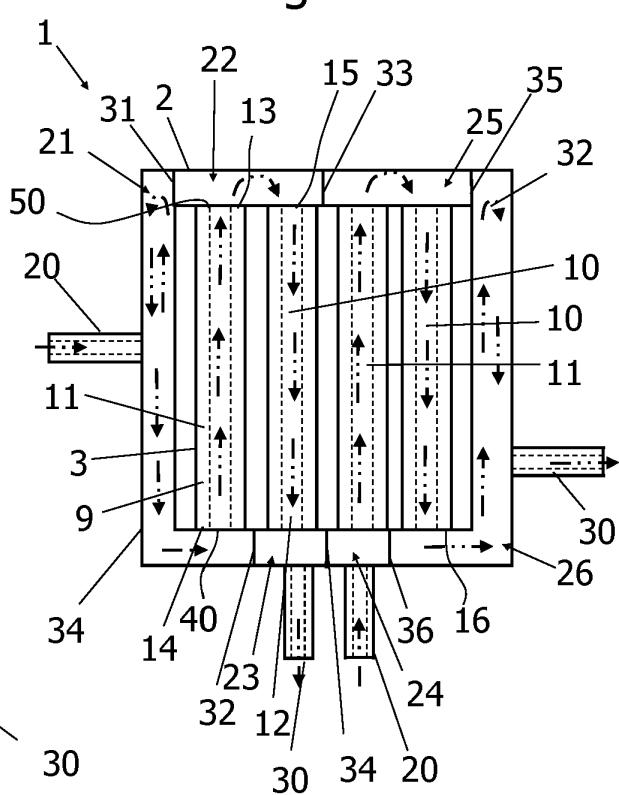
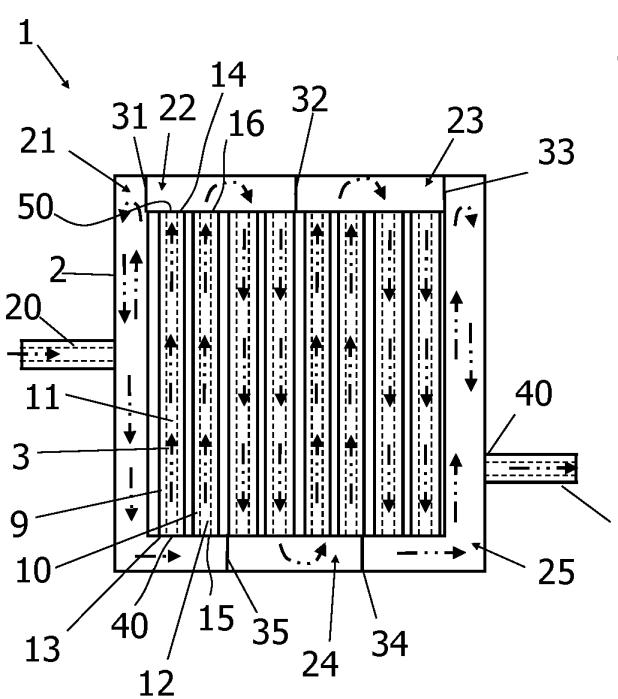


Fig. 1e



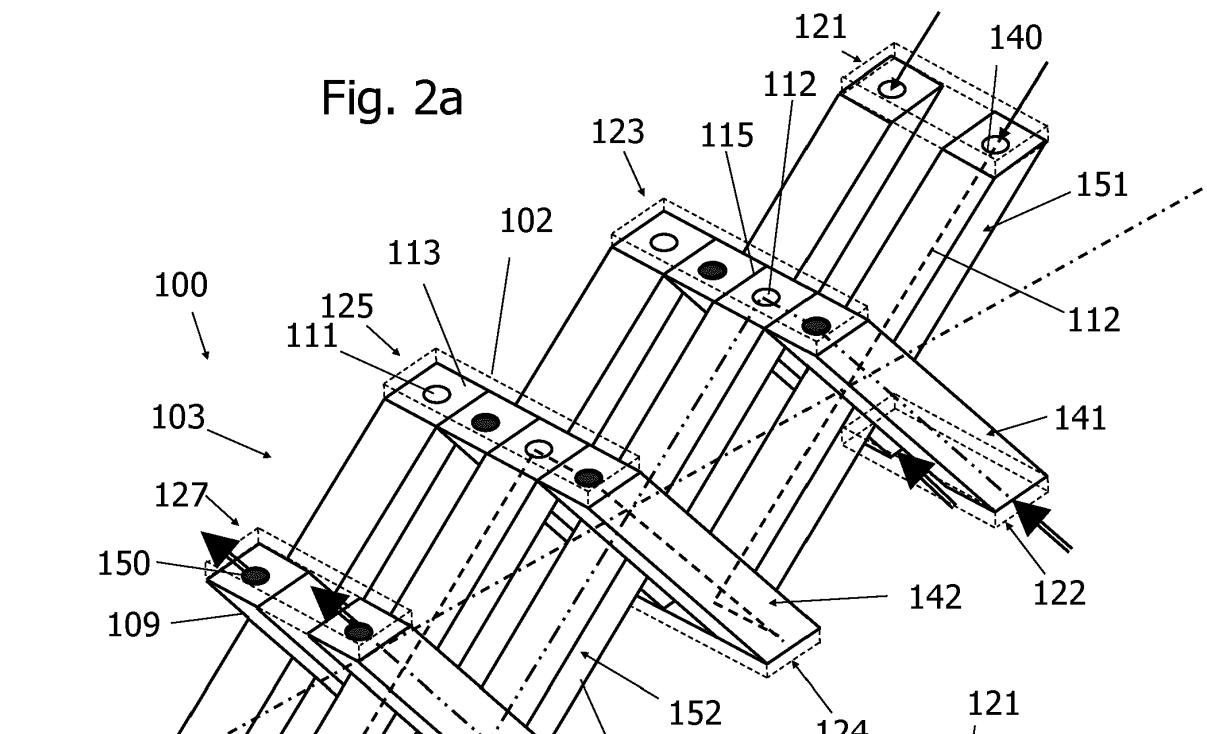


Fig. 2a

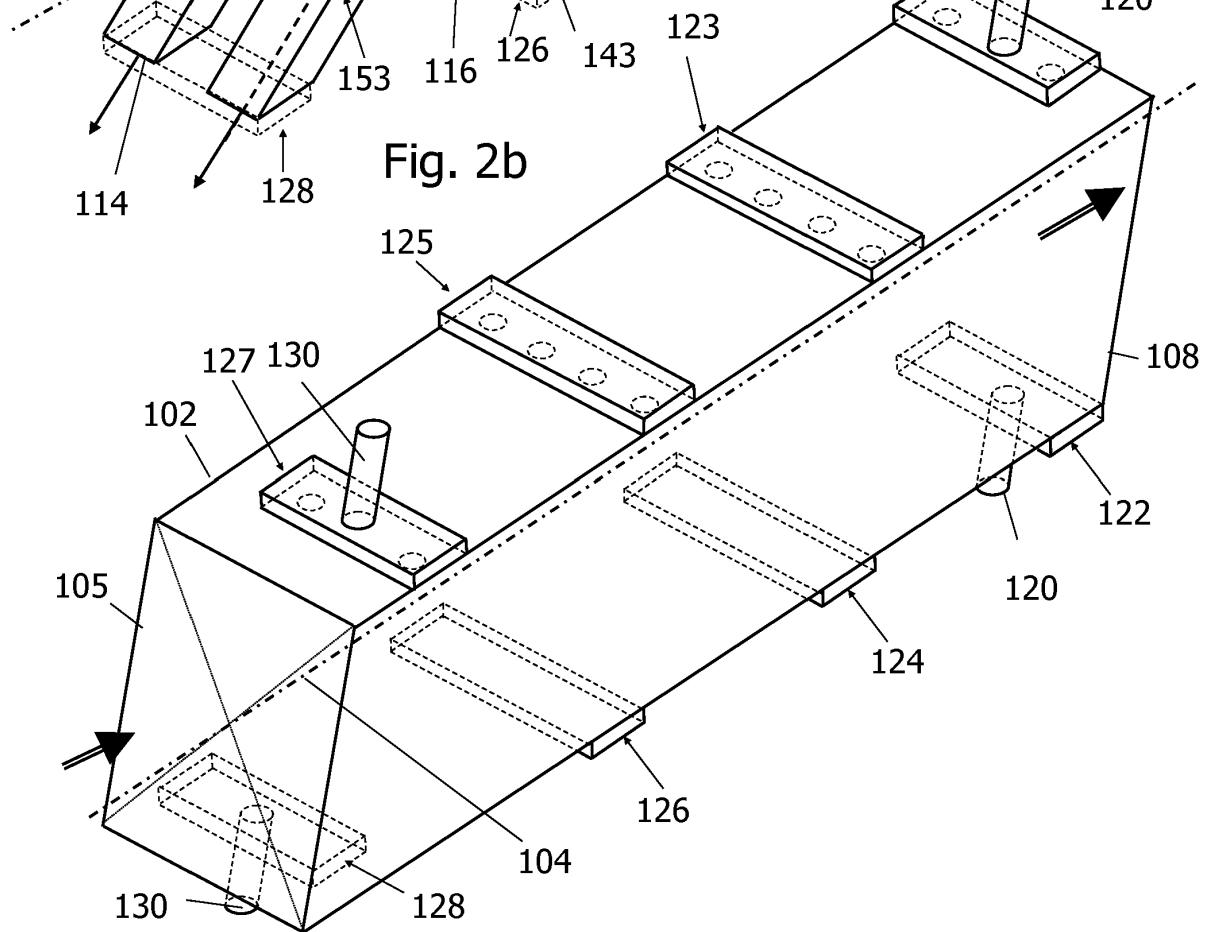


Fig. 2b

Fig. 3a

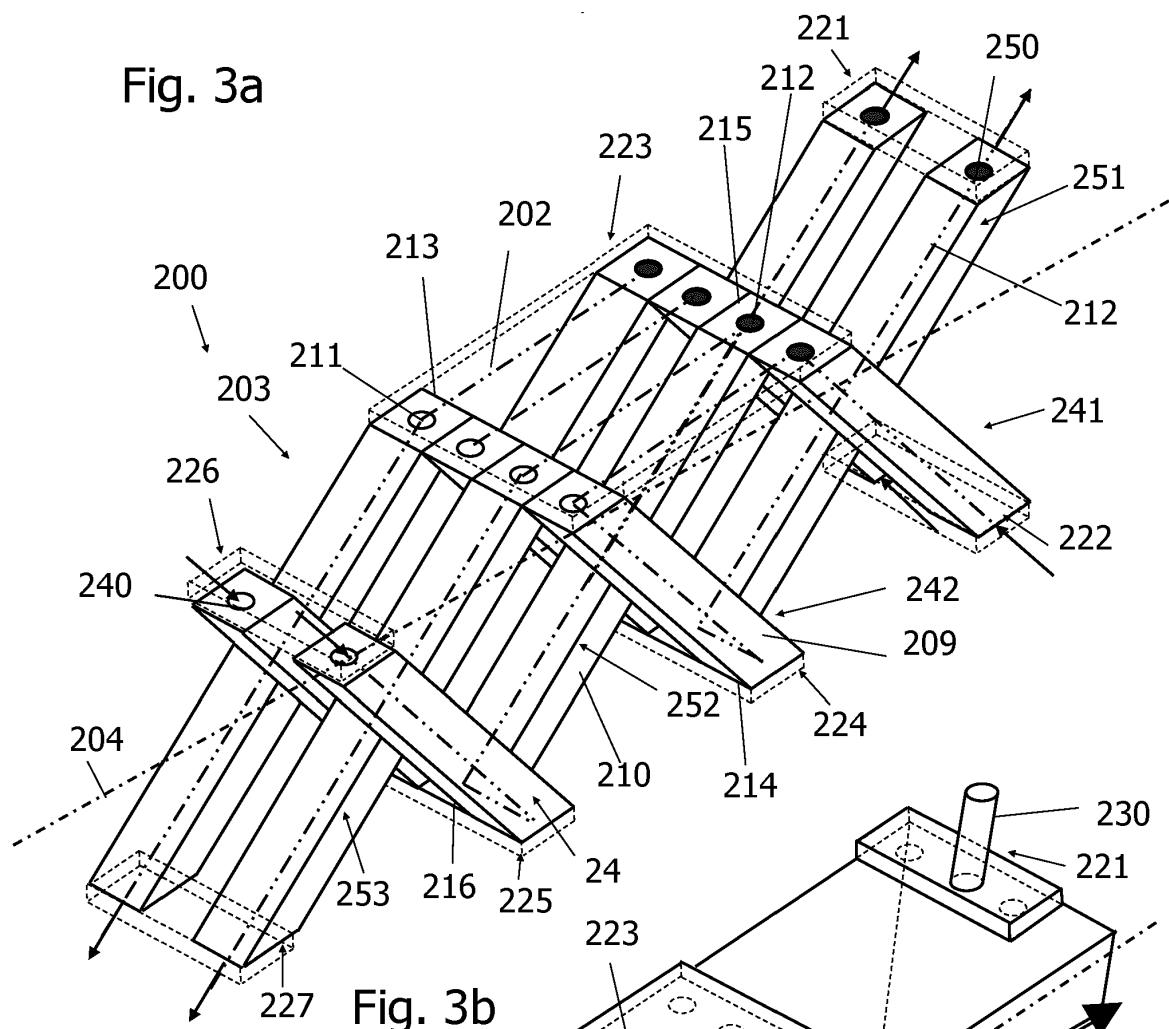


Fig. 4a

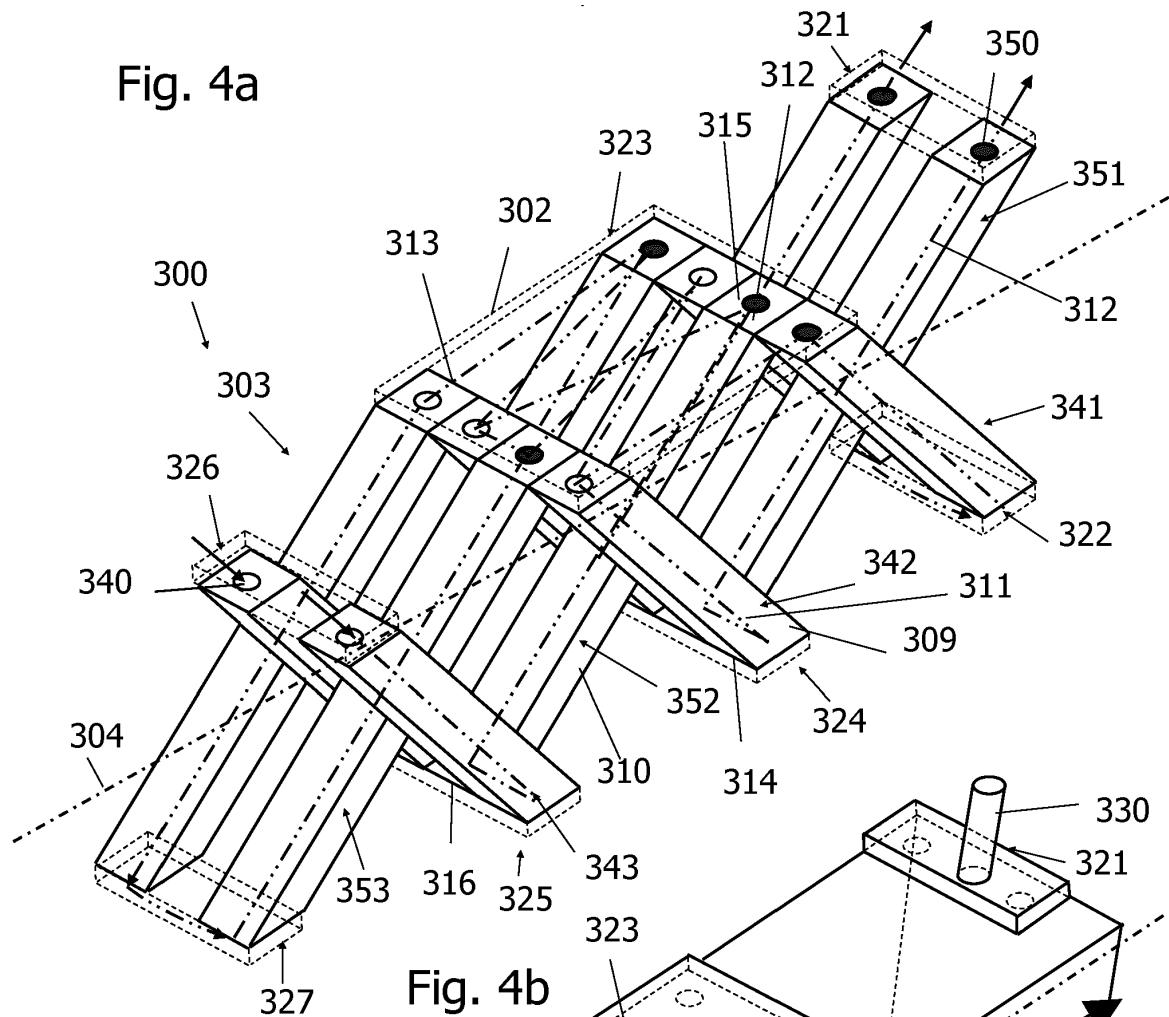


Fig. 4b

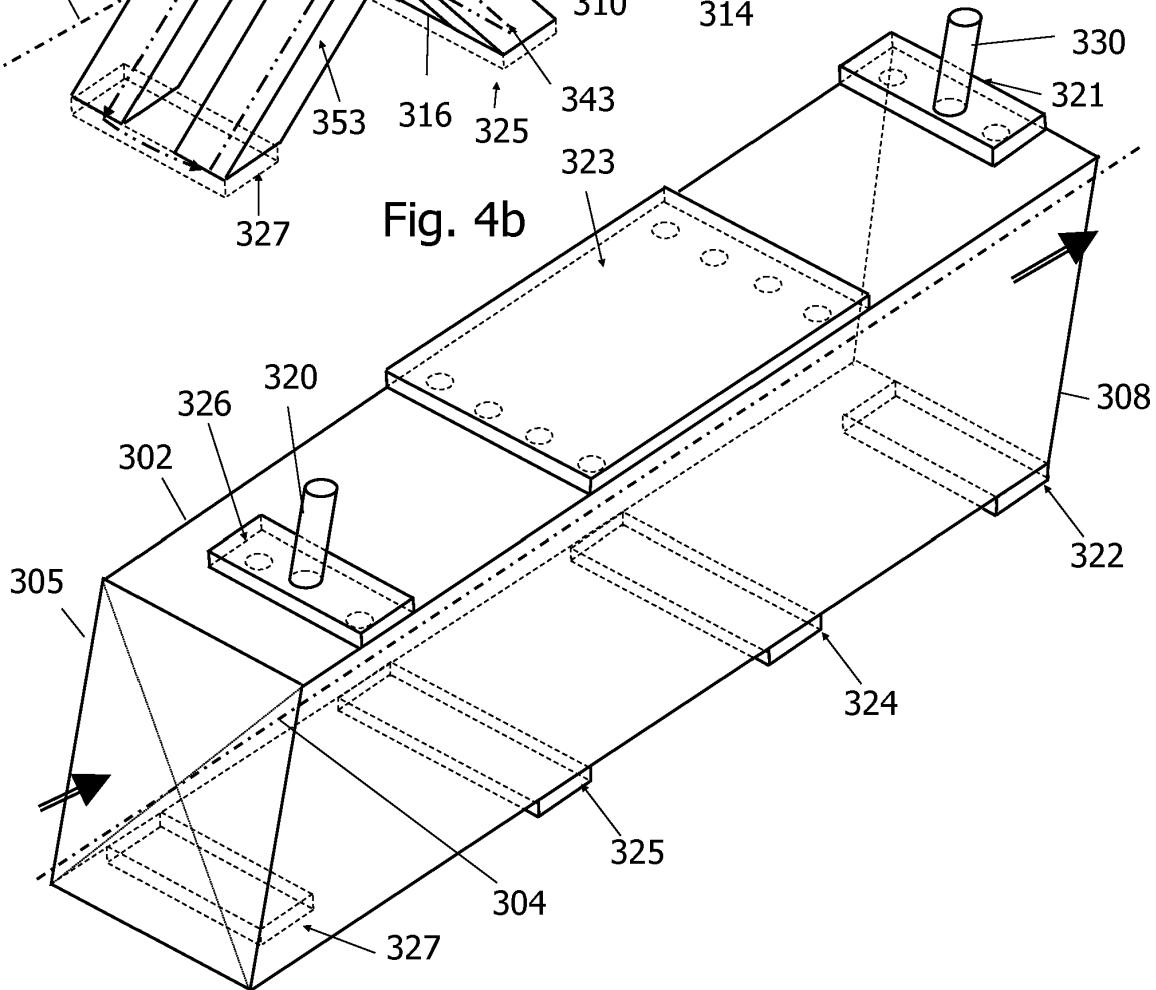


Fig. 5a

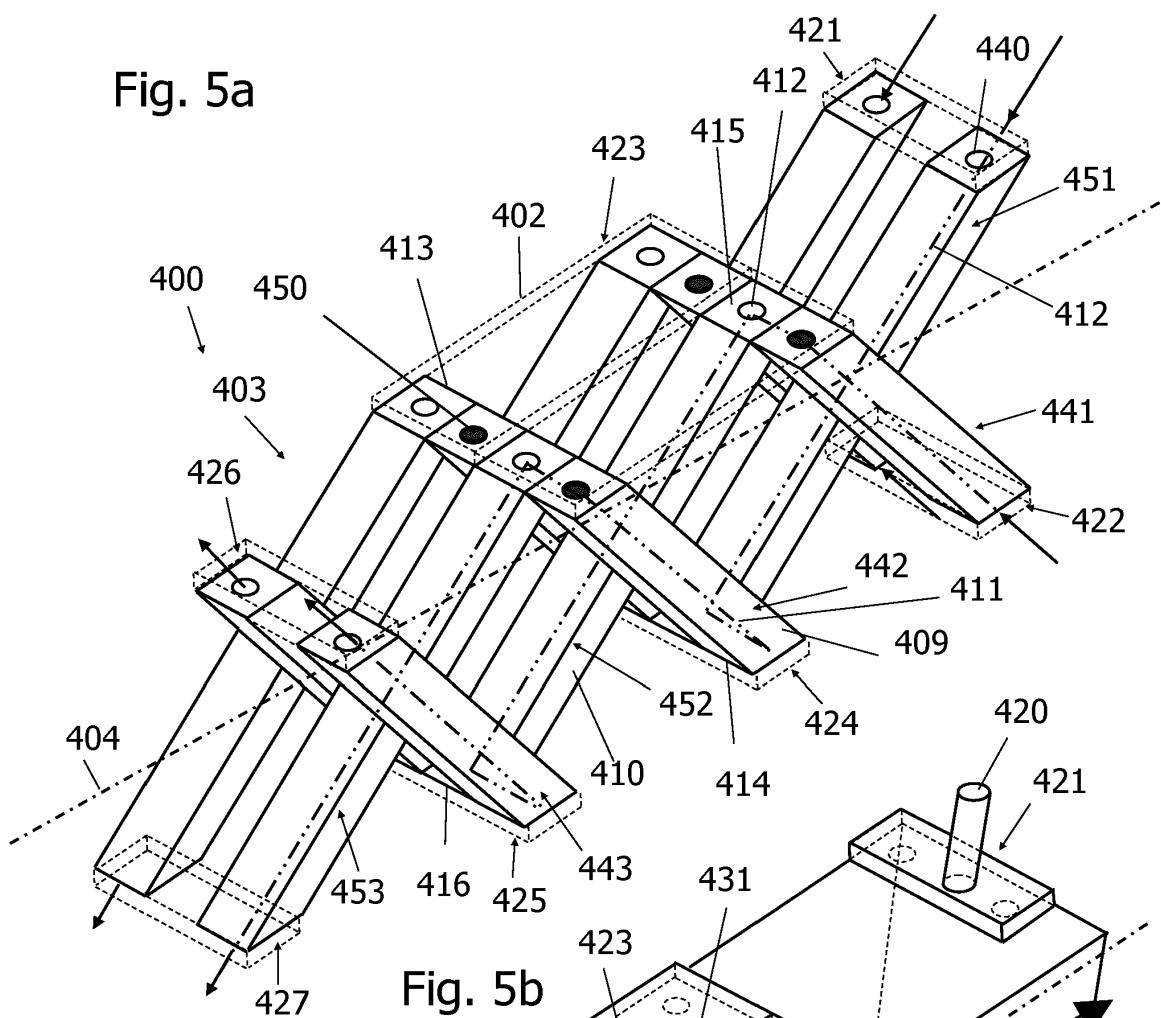


Fig. 5b

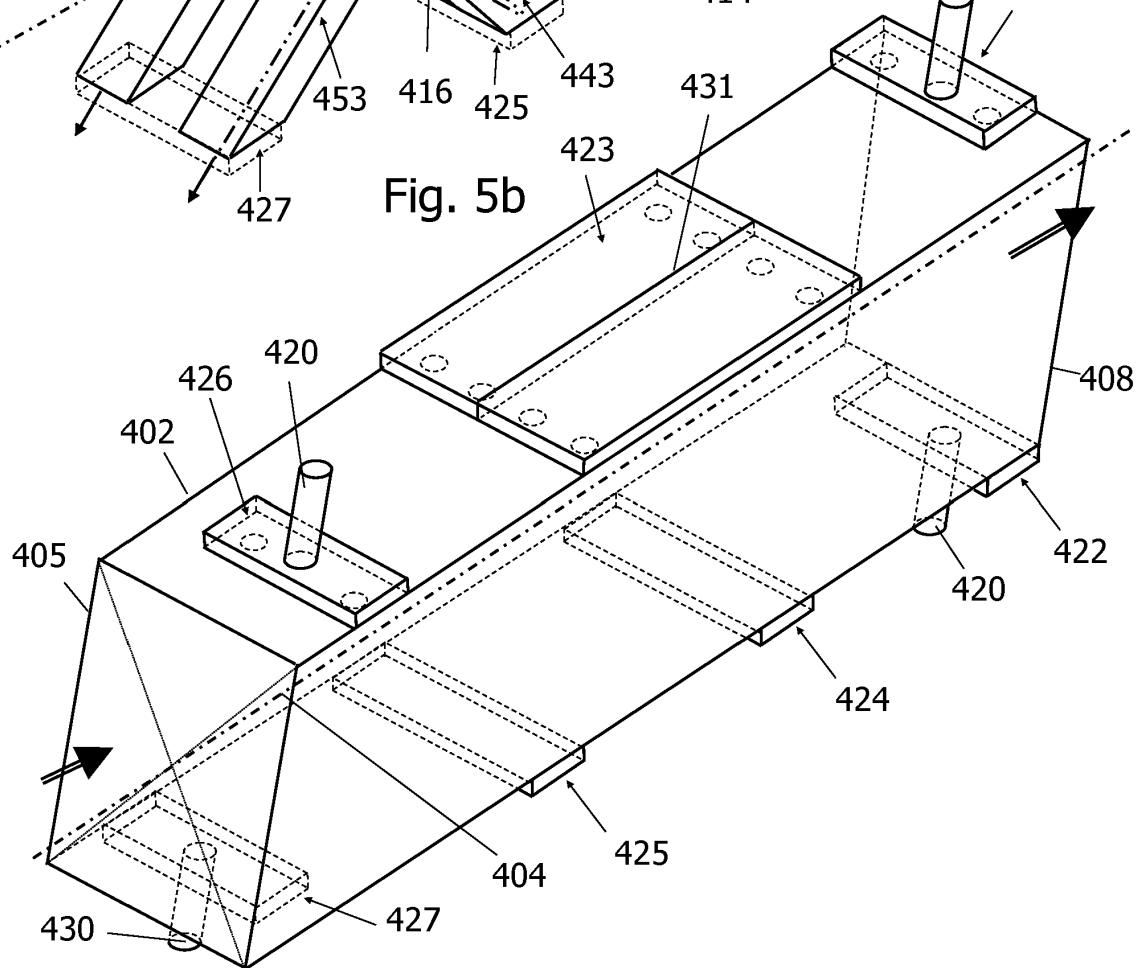


Fig. 6a

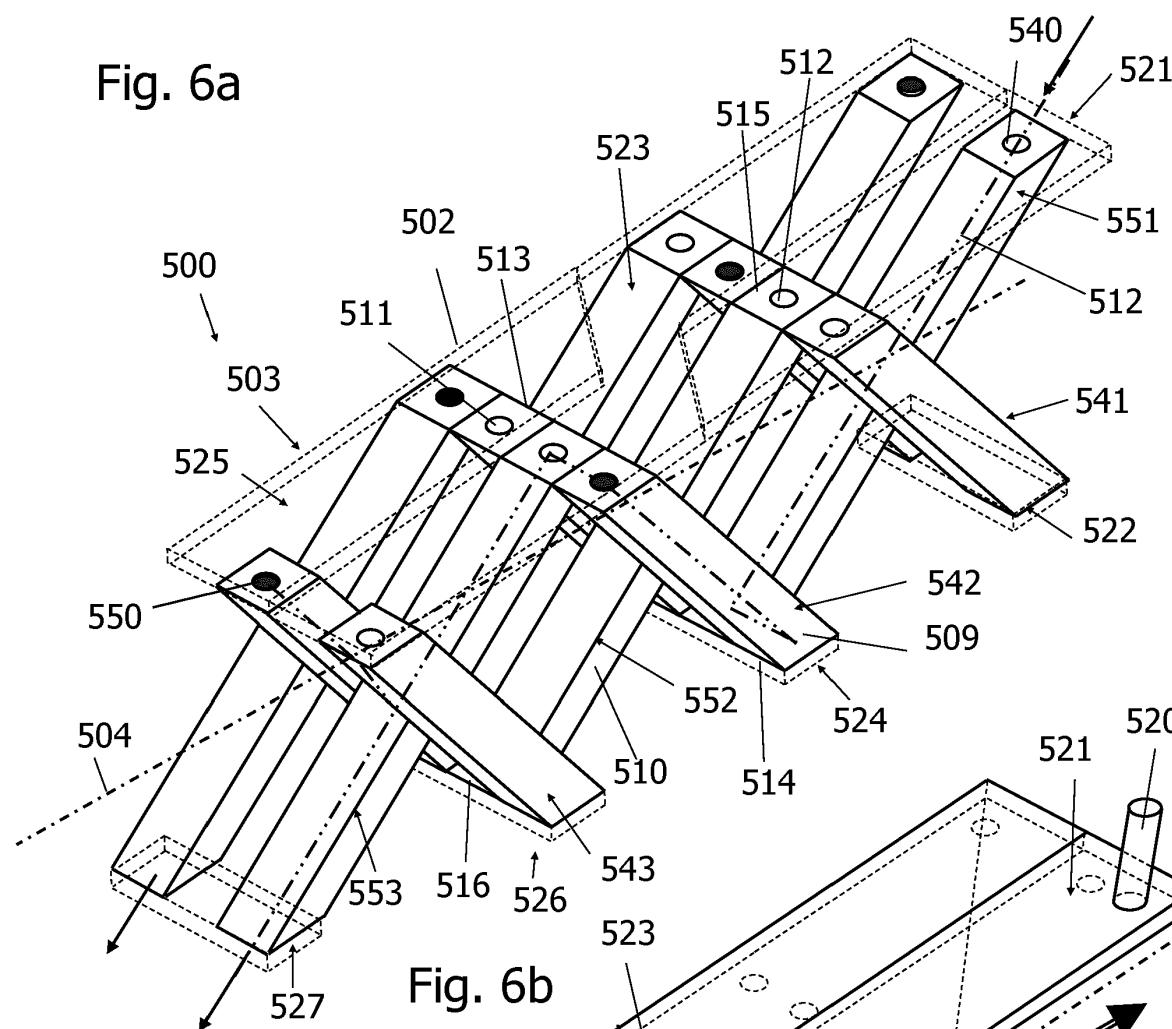


Fig. 6b

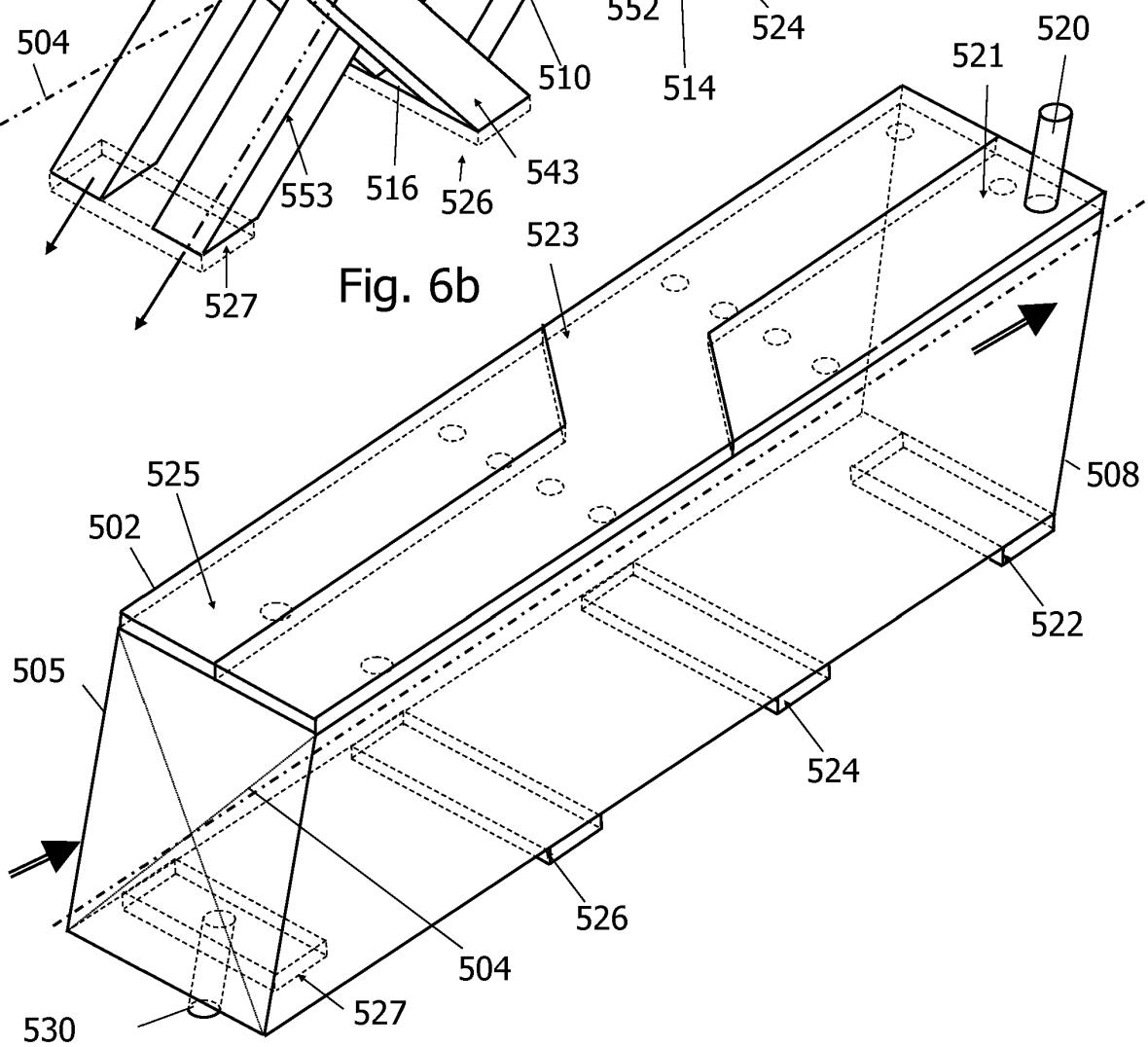


Fig. 7a

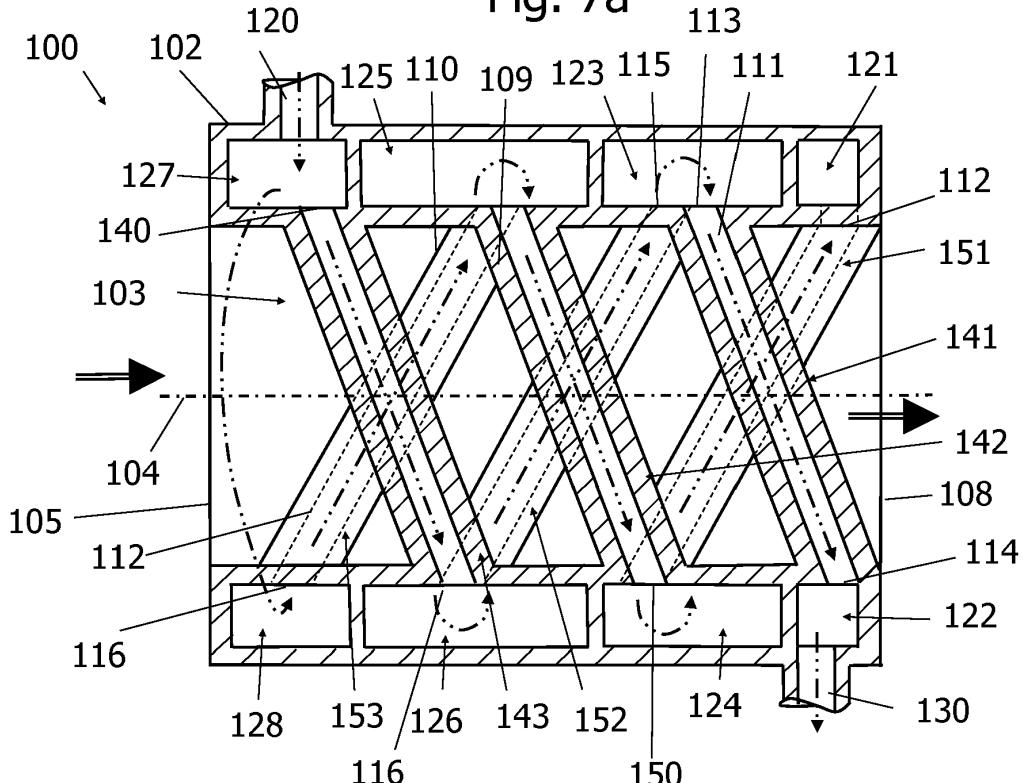


Fig. 7b

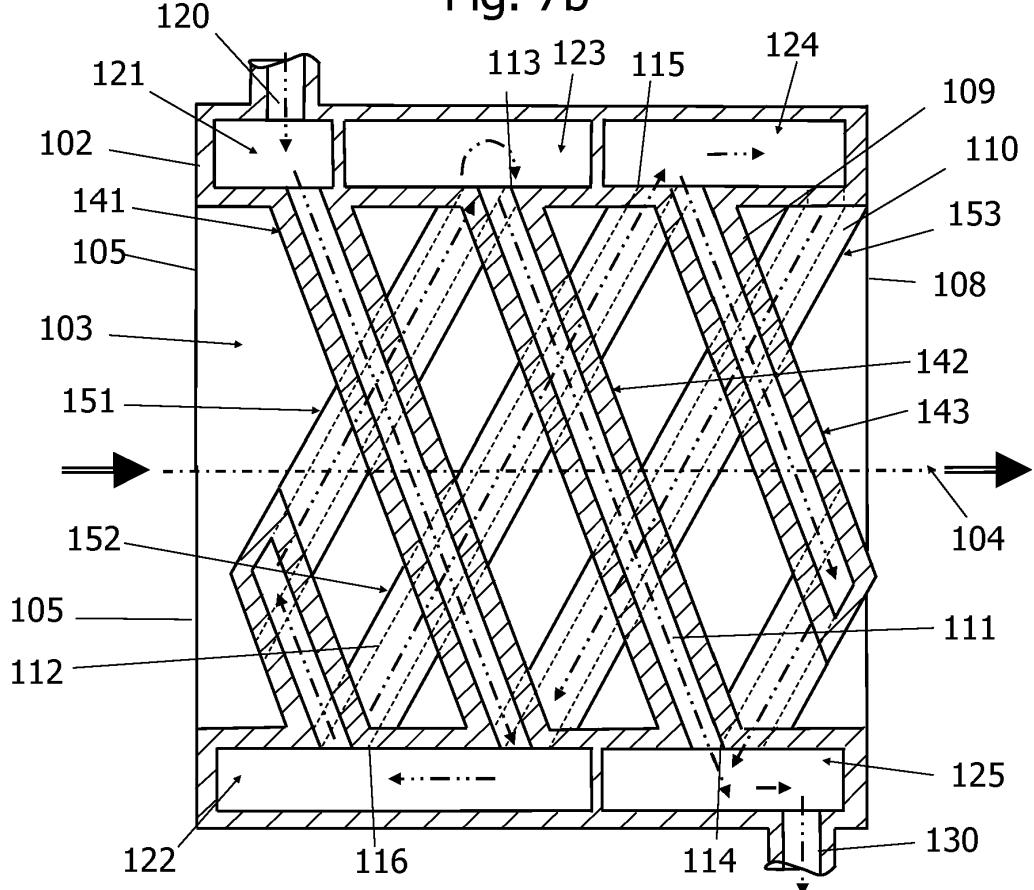


Fig. 8a

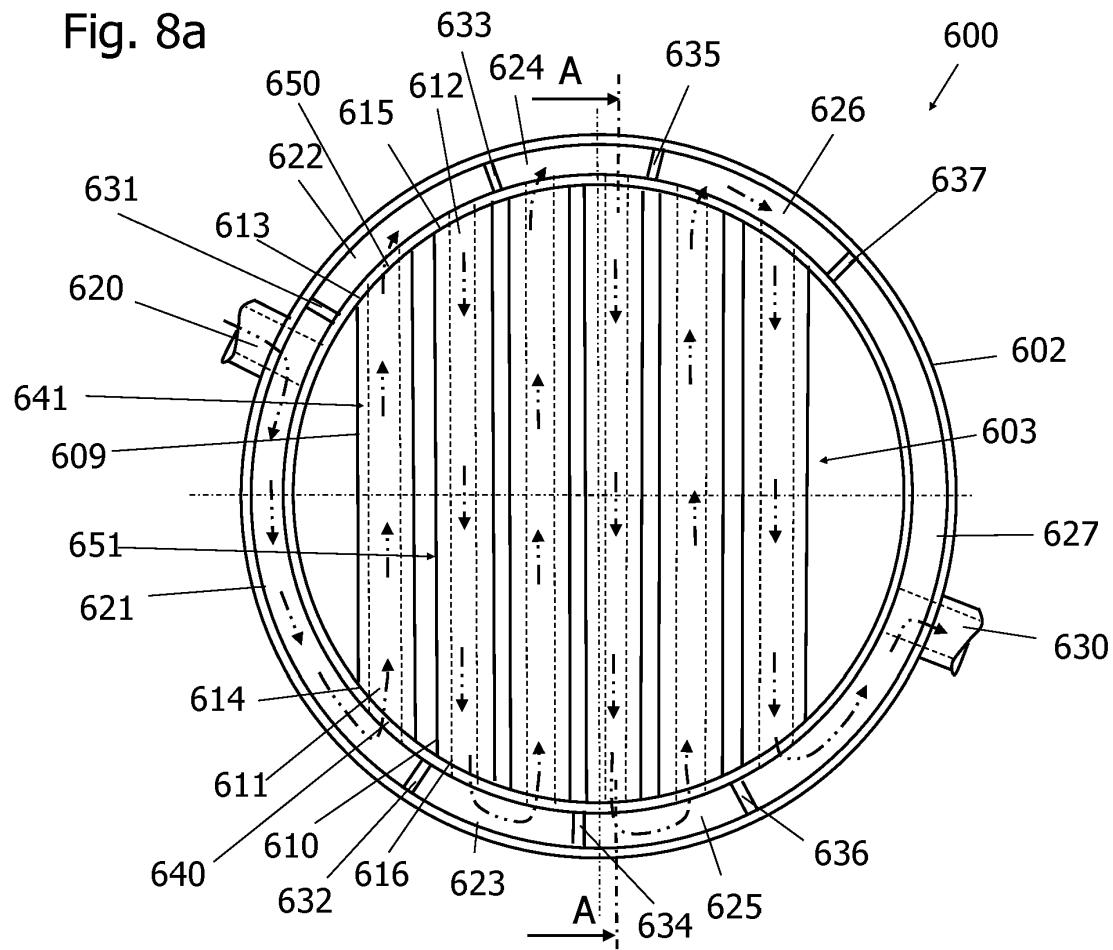


Fig. 8b

(Sect. A-A)

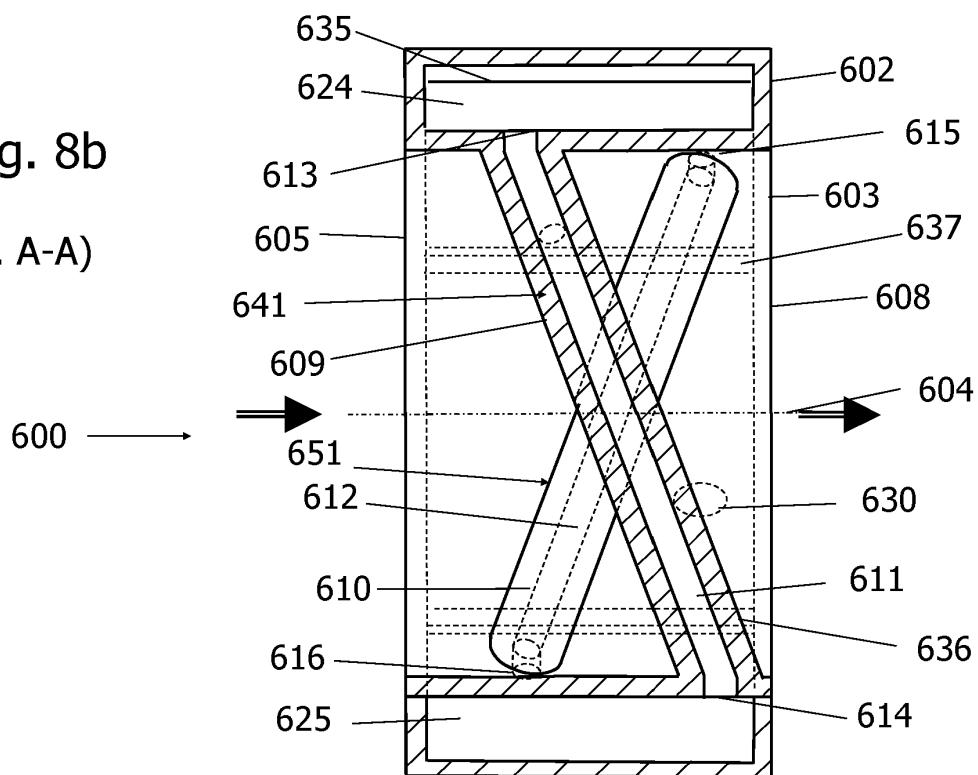
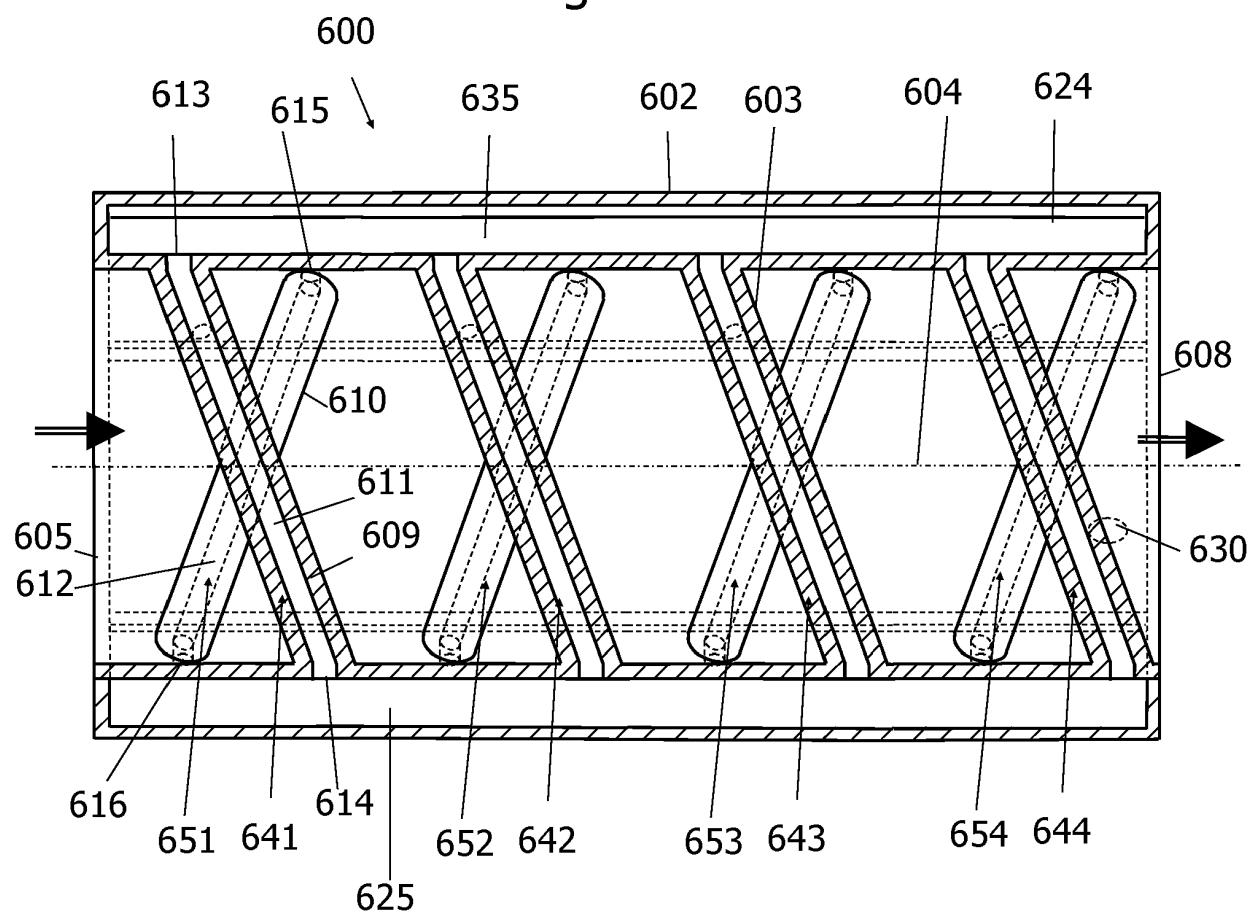


Fig. 8c



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

- EP 3444097 A2 [0003]
- EP 2851118 A1 [0004] [0042] [0043] [0081] [0083] [0110] [0112] [0135] [0137] [0162] [0164] [0184] [0186] [0209] [0211] [0237] [0238] [0257] [0258]
- DE 19953612 A1 [0004]
- EP 3489603 A1 [0004] [0042] [0043] [0081] [0083] [0110] [0112] [0135] [0137] [0162] [0164] [0184] [0186] [0209] [0211] [0237] [0238] [0257] [0258] [0315]
- WO 2018023101 A1 [0004]
- EP 1123730 A2 [0004] [0006] [0014]
- DE 29618460 U1 [0004]
- EP 0004081 A2 [0004] [0006]
- EP 3431911 A1 [0004]