



(11)

EP 1 588 114 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.08.2013 Patentblatt 2013/35

(51) Int Cl.:
F28D 9/00 (2006.01) F28F 1/32 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/014954

(21) Anmeldenummer: **03789429.2**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/068052 (12.08.2004 Gazette 2004/33)

(22) Anmeldetag: **30.12.2003**

(54) **Kreuz-Gegenstrom-Schicht-Wärmetauscher**

Cross-counterflow layered heat exchanger

Échangeur de chaleur à couches à contre-courant et courant croisé

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **31.01.2003 DE 10304077**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.2005 Patentblatt 2005/43

(73) Patentinhaber: **Heinz Schilling KG
47906 Kempen (DE)**

(72) Erfinder: **SCHILLING, Heinz
47906 Kempen (DE)**

(74) Vertreter: **Borkowski, Jens et al
Cohausz Hannig Borkowski Wißgott
Patentanwaltskanzlei GbR
Schumannstrasse 97-99
40237 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 201 665 EP-A- 0 838 649
WO-A-94/23257 US-A1- 2001 040 025**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 260
(M-180), 18. Dezember 1982 (1982-12-18) -& JP 57
155087 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 25.
September 1982 (1982-09-25)**

EP 1 588 114 B1

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Kreuz-Gegenstrom-Schicht-Wärmetauscher zum Wärmeaustausch zwischen gasförmigen und flüssigen Medien in Modulbauweise, sowie Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschers aus Wärmetauschermodulen, bei denen ein Modulbereich zwischen zwei Luftströmungsbereichen einen Wasserströmungsbereich mit Wasserströmungskanälen aufweist, die vom Lufteintritt bis zum Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind.

[0002] Kreuz-Gegenstrom-Schichtwärmetauscher, jedoch ohne Modulbauweise sind z.B. bekannt aus den Dokumenten EP-A- 1 273 858, JP 2002 206890 A, EP-A- 0 201 665, US 2002/0153129 A1, US-A- 5,174,373, DE-U-9400687, JP 09 138081 A und US-A-3,990,504.

[0003] Ein Wärmetauscher in Modulbauweise, jedoch mit Wasserströmungskanälen, die nicht innerhalb derselben Ebene liegen, ist aus EP-A-0 177 751 bekannt.

[0004] Ein Wärmetauscher in Modulbauweise, jedoch in reinem Kreuzstrom betrieben, und ein Betriebsverfahren gemäß vorgenannter Merkmale ist z.B. aus EP-A-0 132 237 bekannt.

[0005] Derartige Wärmetauscher werden eingesetzt, um Wärmemengen und deren Temperaturpotentiale von einem Wärmeträgermedium auf ein anderes Wärmeträgermedium zu überführen. Hierbei handelt es sich bei einem Medium vorzugsweise um ein Gas-, insbesondere um Luft und bei dem anderen Medium um ein flüssiges Fluid, bevorzugt Wasser oder auch Wasser-Frostschutzmischungen bzw. andere geeignete flüssige Fluide. Häufigen Einsatz findet ein typischer Luft / Wasser-Glykol-Wärmetauscher.

[0006] Die Konstruktion derartiger Wärmetauscher zum Wärmeaustausch zwischen einem gasförmigen und einem flüssigen Medium unterliegt konstruktiven Zwängen durch die sehr großen Volumenstromunterschiede auf der Gas- bzw. der Flüssigkeitsseite, die sich durch die stark unterschiedlichen Wärmekapazitäten der verschiedenen Medien und aus der Tatsache ergeben, dass für einen effektiven Wärmeaustausch, insbesondere für Rückgewinnungstechnik die Wärmekapazitätenströme beider verwendeter Medien gleich sein sollen.

[0007] Das Verhältnis der Wärmekapazitätenströme wird z.B. bei einem Luft/Wasser-Wärmetauscher durch das sogenannte Wasserwertverhältnis repräsentiert. Das Wasserwertverhältnis (ohne Kondensatausfall) $w = m_{\text{Luft}} \times C_{\text{Luft}} / m_{\text{Wasser}} \times C_{\text{Wasser}}$ soll idealerweise $w=1$ sein, um einen möglichst effektiven Wärme- und Temperaturpotentialaustausch zu ermöglichen. Hierbei bedeutet m die Masse und c die spezifische Wärmekapazität des entsprechenden Mediums. Bei Kondensatausfall ist statt c_{Luft} die Enthalpiedifferenz maßgebend.

[0008] Durch die sehr großen Unterschiede bei den jeweiligen Wärmekapazitäten ergibt sich z.B. für den speziellen Anwendungsfall eines Luft/Wasserwärmetauschers ein Volumenstromunterschied von etwa einem Volumenanteil Wasser pro Zeiteinheit zu ca. 3.400 Vo-

lumenanteilen Luft pro Zeiteinheit.

[0009] Häufig werden bei der kundenspezifischen Konstruktion von Wärmetauschern die Luftvolumenströme und äußeren Abmessungen eines Wärmetauschermoduls von Kundenseite vorgegeben, so dass der entsprechende Volumenstrom Wasser hierzu ermittelt und konstruktiv umgesetzt werden muss. Hierbei kann es insbesondere bei geringen Luftvolumenströmen und bei der Konstruktion eines Wärmetauschers mit üblichen Wasserrohrquerschnitten von z.B. 8 - 15 mm Innendurchmesser dazu kommen, dass bei dem nötigen Wasservolumenstrom die Strömungsgeschwindigkeit zu gering wird, so dass sich der Wärmeübergangswiderstand an den Rohrinneisen erhöht und damit die Wärmeübertragung sehr stark vermindert wird.

[0010] Die Verminderung der Wärmeübertragung bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten resultiert daraus, dass sich bei geringen Fließgeschwindigkeiten innerhalb der Wasserrohre eine laminare Strömung mit einem etwa parabolischen Strömungsgeschwindigkeitsprofil einstellt, bei dem die Fließgeschwindigkeit des Wassers an der Rohrinneisen am geringsten ist und sich dementsprechend ein isolierendes Polster bildet, welches einen weiteren effektiven Wärmeübertrag verhindert.

[0011] Aus diesem Grunde müssen bei einer kundenspezifischen Bestellung einer Wärmetauscheranordnung die Wärmetauscher konstruktiv an die Kundenvorgaben individuell angepasst werden, um das Wasserwertverhältnis auf den optimalen Wert einzustellen und eine ausreichend hohe Wasserströmungsgeschwindigkeit zu realisieren.

[0012] Im Stand der Technik ist es z.B. aus der DE 33 25 230 bekannt innerhalb der flüssigkeitsführenden Rohre eingelagerte Füllkörper vorzusehen, um künstlich den wirksamen Rohrquerschnitt zu verringern und hierdurch bei konstant bleibendem Volumenstrom die Strömungsgeschwindigkeit des fließenden Mediums zu erhöhen. Das Einbringen solcher Füllkörper in die Rohre eines Wärmetauschers ist jedoch konstruktiv sehr aufwendig und birgt weiterhin die Gefahr, dass sich an diesen Füllkörpern Verunreinigungen ablagern, die zu einer Verstopfung und letztendlich zu einem Versagen des Wärmetauschers führen.

[0013] Weiter ist es z.B. aus dem genannten Dokument bekannt das optimale Wasserwertverhältnis durch eine in der Höhe verspringende Verschaltung zu realisieren. Hierdurch ergibt sich in Luftströmungsrichtung wegen der quer hierzu verlaufenden Verrohrung jedoch ein höherer Luftströmungswiderstand.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es einen universellen Wärmetauscher in Modulbauweise und Betriebsverfahren bereitzustellen, bei denen auf konstruktiv einfache Weise ein notwendiges Verhältnis der Wärmekapazitätenströme, eine ausreichende Fließgeschwindigkeit des flüssigen Mediums innerhalb der medienführenden Rohre sowie eine hohe Effizienz und Reinigungsfreundlichkeit sichergestellt werden kann.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem solchen Wärmetauscher in Modulbauweise bzw. einem Betriebsverfahren jedes der Wärmetauschermodule wasserströmungsseitig und luftströmungsseitig baugleich aufgebaut ist und jedes der Wärmetauschermodule zwischen zwei Luftströmungsbereichen einen Wasserströmungsbereich mit parallelen Wasserströmungskanälen desselben Querschnitts aufweist, die vom Lufteintritt bis Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind und die Fließgeschwindigkeit einer Wassermenge pro Zeiteinheit, die zu einer vorgegebenen Luftanströmfläche aufgrund eines gewünschten oder geforderten Wasserwertverhältnisses benötigt ist, ausreichend hoch dadurch einstellbar / eingestellt ist bzw. eingestellt wird, dass der Wasserweg durch ein Modul am Anfang auf eine bestimmte Anzahl mehrerer paralleler in einer Ebene hintereinander liegender Teilwasserwege aufgeteilt ist/wird, wobei das Wasser in jedem Teilwasserweg durch einen Wasserströmungskanal in derselben Richtung strömt und den Luftstrom meanderförmig kreuzt und unter Erhaltung dieser Aufteilung am Ende wieder zu einem Wasserweg zusammengefasst ist.

[0016] Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschers aus Wärmetauschermodulen, bei denen ein Modulbereich zwischen zwei Luftströmungsbereichen einen Wasserströmungsbereich mit Wasserströmungskanälen aufweist, die vom Lufteintritt bis Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind, wobei der Wärmetauscher aus Standard-Wärmetauschermodulen mit konstanten Wärmetauscherhöhen bereitgestellt wird,

[0017] in denen die Wasserströmungskanäle, die alle denselben Querschnitt aufweisen, das Wasser auf der einen Ebene im Kreuz-Gegenstrom führen, zu einem vorgegebenem Luftvolumenstrom und äußeren Abmessungen eines Wärmetauschermoduls gemäß einem gewünschten oder geforderten Wasserwertverhältnis der benötigte Wasservolumenstrom ermittelt wird, wobei der ermittelte benötigte Wasservolumenstrom ohne Umkonstruktion mit einer ausreichend oder genügend hohen Wasserströmungsgeschwindigkeit dadurch eingestellt wird, dass wenigstens in einem Abschnitt / Bereich des Wärmetauschers wenigstens zwei parallele Wasserströmungskanäle zu wenigstens zwei parallelen Teilwasserwegen zusammengefasst werden, in denen das Wasser parallel nebeneinander in derselben Richtung strömt und den Luftstrom kreuzt, um den effektiv wirksamen Querschnitt im Wasserweg, der sich durch die Summe der Querschnitte der einzelnen Teilwasserwege ergibt, zu vergrößern und so die Strömungsgeschwindigkeit in unterschiedlichen Bereichen verschieden einzustellen.

[0018] Schon durch die Aufteilung in Luftströmungsbereiche und Wasserströmungsbereiche ergibt sich, dass innerhalb der Luftströmungsbereiche keine Verrohrung vorgesehen ist, so dass die Luft innerhalb dieser Bereiche ungestört durch den Wärmetauscher strömen kann. Durch die bevorzugte Anordnung innerhalb des

Wasserströmungsbereiches mit in einer Ebene liegenden Wasserströmungskanälen, die insbesondere in Luftströmungsrichtung alle parallel hintereinander, bevorzugt so dicht wie technisch möglich, angeordnet sind, verringert sich der Luftströmungswiderstand, da im wesentlichen nur der in Luftströmungsrichtung erste Wasserströmungskanal von der Luft angeströmt wird. Hierbei wird der Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Strömungskanälen bevorzugt kleiner sein als die halbe Breite bzw. der halbe Durchmesser eines Strömungskanals.

[0019] Bei dieser Konstruktion ist weiterhin der Wasserweg durch den Wärmetauscher wenigstens in einem Abschnitt / Bereich durch Zusammenschaltung mehrerer (wenigstens zwei) paralleler Wasserströmungskanäle auf mehrere parallele Teilwasserwege aufgeteilt.

[0020] Mit einem derart konstruierten Wärmetauscher besteht auf einfache Art die Möglichkeit ein gewünschtes oder gefordertes Wasserwertverhältnis bzw. allgemein Wärmekapazitätenstromverhältnis insbesondere unter Erreichung einer ausreichenden Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Wasserströmungskanäle einzustellen. Durch die Anordnung der Wasserströmungskanäle auf einer Ebene ergibt sich weiterhin die vorteilhafte Wirkung, dass der Wärmetauscher ohne weitere Vorrichtung sehr einfach zu entlüften und zu entleeren ist.

[0021] Durch diese Konstruktion der Wärmetauscher können Standardwärmetauschermodule bereitgestellt werden, die individuell je nach benötigter Luftanströmfläche bzw. des sich daraus ergebenden Luftvolumenstromes an einen benötigten Wasservolumenstrom mit ausreichend oder genügend hoher Fließgeschwindigkeit angepasst werden, ohne dass eine aufwendige Umkonstruktion oder Neukonstruktion eines derartigen Wärmetauschermoduls nötig wird.

[0022] Der erfindungsgemäße und wesentliche Gedanke bei dieser Konstruktion ergibt sich daraus, dass ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher mehrere, nebeneinander angeordnete, insbesondere parallele, Wasserströmungskanäle aufweist, die im Kreuz-Gegenstromprinzip das Wasser auf einer Ebene durch den Wärmetauscher führen. Der Wasserweg durch den Wärmetauscher führt entsprechend dem Gegenstromprinzip vom Luftaustritt eines Wärmetauschers bis zum Lufteintritt, wobei die Wasserströmungskanäle hierbei quer zur Luftströmung liegen und dementsprechend der Wasserweg bzw. das der Luft entgegenströmende Wasser gleichzeitig den Luftstrom mehrfach kreuzt, wodurch sich das genannte Kreuz-Gegenstromprinzip einstellt.

[0023] Werden nun mehrere, den Luftstrom kreuzende Wasserströmungskanäle zumindest in einem Abschnitt / Bereich des Wärmetauschers parallel zusammengefasst, so kann durch diese Zusammenfassung der Wasserweg auf mehrere parallele Teilwasserwege aufgeteilt werden, wobei jeder Teilwasserweg durch einen Wasserströmungskanal führt. Hierdurch kann effektiv der wirksame Querschnitt im Wasserweg innerhalb des Wärmetauschers vergrößert werden, da sich der wirksame

Querschnitt des Wasserweges durch die Summe der Querschnitte der einzelnen Teilwasserwege bzw. Wasserströmungskanäle ergibt.

[0024] Ist also beispielsweise jeder Wasserströmungskanal mit demselben Querschnitt ausgestattet (bei runden Rohren mit demselben Durchmesser), so kann beispielsweise bei paralleler Zusammenfassung von zwei Wasserströmungskanälen und somit einer Aufteilung des Wasserweges auf zwei parallele Teilwasserwege, die den Luftstrom kreuzen, der wirksame Querschnitt des Wasserweges gegenüber einem einzigen Wasserströmungskanal verdoppelt werden. Ebenso verhält es sich bei der Zusammenfassung von noch mehr Wasserströmungskanälen.

[0025] Die Zusammenfassung der Wasserströmungskanäle erfolgt dabei dergestalt, dass in wenigstens zwei zusammengefassten Wasserströmungskanälen, die parallel nebeneinander angeordnet sind, das Wasser in derselben Richtung strömt und den Luftstrom kreuzt.

[0026] Durch diese Konstruktion ergeben sich universell einsetzbare Wärmetauscher, da beispielsweise bei kleinen Wärmetauschermodulen mit einem geringen Luftvolumenstrom und daraus resultierendem geringen Wasservolumenstrom auf eine Zusammenfassung der Wasserströmungskanäle bzw. Aufteilung des Wasserweges auf mehrere Teilwasserwege verzichtet werden kann oder nur wenige Strömungskanäle zusammengefasst werden, um eine genügend hohe Strömungsgeschwindigkeit durch einen jeden Wasserströmungskanal zu gewährleisten.

[0027] Wird demgegenüber der Luftquerschnitt beispielsweise wesentlich vergrößert, welches auch eine Veränderung des Wasservolumenstromes nachzieht, um das Wasserwertverhältnis beizubehalten, so können mehrere Wasserströmungskanäle parallel zu einem Wasserweg schaltungstechnisch zusammengefasst werden bzw. der Wasserweg durch den Wärmetauscher zumindest in einem Abschnitt auf mehrere Teilwasserwege aufgeteilt werden, um ein größeres Wasservolumen pro Zeiteinheit nutzen zu können, ohne dass sich hierdurch die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers innerhalb der zusammengefassten Teilwasserwege vergrößert.

[0028] Mit einer solchen erfindungsgemäßen Ausbildung kann dementsprechend zu einer vorgegebenen Luftanströmfläche eines Wärmetauschers bzw. bei konstanten Wärmetauscherhöhen zu einer vorgegebenen Breite eines Wärmetauschers eine benötigte Durch den Wärmetauscher fließende Wassermenge pro Zeiteinheit durch Aufteilung des Wasserweges auf mehrere parallele, in einer Ebene hintereinanderliegende Teilwasserwege bzw. Strömungskanäle abgestimmt werden. Umgekehrt kann durch die Auswahl geringstmöglicher Teilwassermengen in einem Strömungskanal und eine evtl. Zusammenfassung der Strömungskanäle jede beliebige Luftmenge/Modul bzw. Modulbreite oder Modulfläche erreicht werden.

[0029] Aufgrund der Tatsache, dass bei einer Auftei-

lung des Wasserweges auf mehrere parallele Strömungskanäle die Querschnittsfläche eines jeden Wasserströmungskanales reduziert werden kann ergibt sich weiterhin in Luftströmungsrichtung eine geringere Anströmfläche der zur Luftströmungsrichtung querliegenden Wasserströmungskanäle, so dass durch diese Anordnung möglichst vieler hintereinanderliegender Wasserströmungskanäle ein geringerer Luftstromwiderstand des Wärmetauschers im Betrieb erreicht wird. Mit dieser Konstruktion können dementsprechend sehr effektive Wärmetauscher hergestellt werden.

[0030] In einer ersten Ausführungsform kann ein Wärmetauschermodul derart ausgebildet sein, dass die Luft- und Wasserströmungsbereiche jeweils aus getrenntem Luft- und Wasserströmungseinheiten als separate Fertigungseinheiten gebildet sind. Auf diese Weise kann ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher aufgebaut werden durch die Aneinanderfügung von zwei Luftströmungseinheiten mit einer dazwischen angeordneten Wasserströmungseinheit, wobei für einen ausreichenden Wärmeübertrag zu sorgen ist. Der benötigte Wärmeübertrag kann hierbei durch die verschiedensten wärmetechnisch geeigneten Verbindungsmaßnahmen erfolgen, beispielsweise durch Verschweißung, Verlötlung, Verklebung, Verpressung, Einschliff etc. der einzelnen Fertigungseinheiten untereinander.

[0031] Besonders bevorzugt ist es, den Wasserströmungsbereich in Form einer Wärmeleitplatte mit darin angeordneten Wasserströmungskanälen auszubilden. Je kleiner der Querschnitt der Wasserströmungskanäle in dieser Wärmeleitplatte gewählt wird, umso geringer kann die Dicke dieser Wärmeleitplatte ausfallen und umso geringer ist der Luftströmwiderstand dieser Wärmeleitplatte in Luftströmungsrichtung.

[0032] Hierbei kann die Ausbildung dieser Wärmeleitplatte auf verschiedene Arten erfolgen. Beispielsweise kann in einer ersten Alternative die Wärmeleitplatte aus einem Vollmaterial aufgebaut sein, welches mehrere, nebeneinander parallel angeordnete Wasserströmungskanäle aufweist, die z.B. durch Bohrungen oder anders geartete Kanäle innerhalb der Materialstärke des Vollmaterials realisiert sind.

[0033] In einer anderen zweiten alternativen bevorzugten Ausführung kann die Wärmeleitplatte z.B. aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Rechteckrohren ausgebildet sein, die untereinander verbunden sind. Hierbei können bevorzugt innerhalb der Rechteckrohre mehrere parallele Strömungskanäle ausgebildet sein, die zusammen einen Wasserweg bilden. Diese Rechteckrohre können z.B. durch Klebung, Verschweißung, Verlötlung, Nut/Feder etc. miteinander verbunden sein und so bei einer Nebeneinanderanordnung eine Wärmeleitplatte ausbilden, die eine Höhe aufweist, die der Höhe eines jeden einzelnen Rechteckrohres entspricht.

[0034] Hierbei weisen die einzelnen Rechteckrohre bevorzugt jeweils dieselbe Bauhöhe auf, um im Endeffekt eine Wärmeleitplatte mit zwei ebenen Oberflächen zu

bilden, an denen jeweils die Luftströmungseinheiten angeordnet werden können. Bevorzugt können die Rechteckrohre bei gleicher Bauhöhe unterschiedliche Breiten und damit Querschnitte aufweisen, wobei die Rohre weiterhin je nach Breite eine unterschiedliche Anzahl von darin befindlichen Strömungskanälen aufweisen können.

[0035] In einer weiteren dritten alternativen Ausführung kann es vorgesehen sein die Wärmeleitplatte aus zwei miteinander verbindbaren bzw. verbundenen Teilplatten auszubilden, die durch ihre Formgestaltung beim Zusammenfügen dazwischen angeordnete Wasserströmungskanäle bilden.

[0036] So kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die Teilplatten auf den jeweils einander zuweisenden Innenseiten kanalwandbildende Stege aufweisen, so dass sich beim Zusammenfügen der beiden Teilplatten die Wasserströmungskanäle bilden. Ebenso können die Teilplatten als Bleche ausgebildet sein, in die Vertiefungen eingestanz sind, welche wiederum beim Zusammenfügen der einzelnen Platten die Kanäle ausbilden. Hier sind beliebige verschiedene konstruktive Maßnahmen denkbar, um die Wärmeleitplatte konstruktiv auszubilden.

[0037] Die hier beschriebene Erfindung ist nicht auf die vorgenannten drei alternativen und bevorzugt eingesetzten Konstruktionsmöglichkeiten beschränkt. Es liegt im Belieben des Fachmannes, eine geeignete Wärmeleitplatte zu konstruieren, die mehrere parallel nebeneinander angeordnete Wasserströmungskanäle aufweist, die ihrerseits untereinander zusammenfassbar bzw. zusammengefasst sind um eine gewünschte Aufteilung des Wasserweges auf mehrere Teilwasserwege zu erhalten.

[0038] Durch die Ausbildung des Wasserströmungsbereiches in Form der zuvor beschriebenen Leitplatten ergibt sich beim Zusammenfügen der Luft- und Wasserströmungseinheiten automatisch eine Trennung zwischen den beiden Luftströmungseinheiten, so dass die in einer Luftströmungseinheit strömende Luft nicht in eine andere Luftströmungseinheit überströmen kann. Das Überströmen wird durch die konstruktiv in sich geschlossene Wärmeleitplatte verhindert, so dass sich effektiv in den Luftströmungseinheiten, die z.B. aus mehreren Lamellen ausgebildet sein können, in sich geschlossene Luftströmungskanäle ergeben.

[0039] Gegenüber üblichen Konstruktionen, bei denen lediglich aneinander gefügte Wärmetauscherlamellen von zur Luftströmungsrichtung quer verlaufenden Rohren durchsetzt sind, ergibt sich bei der hier vorgeschlagenen Konstruktion ein deutlich geringerer Druckverlust auf der Luftseite, da die Luft ungestört durch die sich ausbildenden Luftströmungskanäle strömen kann, ohne auf quer verlaufende Rohre zu stoßen. Durch diesen geringeren Druckverlust gegenüber herkömmlichen Wärmetauschern im Kreuzgegenstromprinzip ergibt sich eine deutlich wirtschaftlichere energiesparende Arbeitsweise solcher Wärmetauscher.

[0040] Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion ist es,

dass eventuelle Schmutzablagerungen innerhalb der Luftströmungseinheiten auf einfache Weise aus den einzelnen Luftströmungskanälen ausgetrieben werden kann, da ein zur Reinigung eingesetzter Luftstrom, z.B. durch ein Hochdruckgebläse oder auch ein reinigender Dampfstrahl, innerhalb des Luftströmungskanales kanalisiert bleibt und nicht in benachbarte Regionen ausweichen kann. Ein am Anfang eines Wärmetauschers eingeleiteter Luftstrom wird dementsprechend definitiv an dem korrespondierenden hinteren Ende des Wärmetauschers austreten, ohne seine Strömungsrichtung verändern zu können.

[0041] Durch die beschriebene Konstruktion ergibt sich dementsprechend gegenüber dem Stand der Technik eine besondere Reinigungsmöglichkeit und hervor gehobene Energieeffizienz.

[0042] Gegenüber der zuvor genannten ersten alternativen Ausführung mit separaten Fertigungseinheiten für die Luft- und Wasserströmungsbereiche kann es in einer zweiten alternativen Ausführung vorgesehen sein, dass die Luft- und Wasserströmungsbereiche durch das Zusammenfügen einzelner, insbesondere speziell geformter, Wärmeleitlamellen ausgebildet sind. Eine solche Wärmeleitlamelle weist dementsprechend verschiedene Abschnitte auf, wobei bevorzugt wenigstens zwei Abschnitte Teilbereiche eines Luftströmungsbereiches und wenigstens ein Abschnitt einen Teilbereich eines Wasserströmungsbereiches bildet. Durch das Zusammenfügen mehrerer, insbesondere identischer Wärmeleitlamellen ergeben sich dementsprechend die erfindungsgemäßen Wärmetauscher mit vollständig ausgebildeten Luft- und Wasserströmungsbereichen.

[0043] Hierzu können senkrecht zu einer Lamellenfläche innerhalb einer Lamelle mehrere Bohrungen vorgesehen sein, die beim Zusammenfügen mehrerer Lamellen miteinander jeweils fluchten und hierdurch die Wasserströmungskanäle ausbilden bzw. Ausnehmungen bilden, in die eine separate Verrohrung eingesetzt werden kann. Diese Rohre sind wärmeleitend mit den Lamellen z.B. durch Verpressen oder andere geeignete Maßnahmen verbunden.

[0044] So kann eine einzelne Lamelle beispielsweise eine Materialverdickung mit nebeneinander angeordneten Bohrungen aufweisen, wobei diese Materialverdickungen mehrerer Lamellen nach dem Zusammenfügen den Wasserströmungsbereich bilden und wobei insbesondere jede Materialverdickung eine Dicke aufweist, die einem gewünschten Lamellenabstand entspricht. Eine solche Lamelle kann z.B. hergestellt sein durch das Auswalzen eines Flachprofils zu den Enden hin, wobei im zentralen Bereich dieses Flachprofils die gewünschte Materialstärke stehen bleibt, in der die Bohrungen vorgesehen sind. Hierbei kann es vorgesehen sein, dass die Materialverdickungen beim Zusammenfügen einzelner Wärmeleitlamellen dicht aneinander liegen und so den Wasserströmungsbereich insbesondere durch die Bohrungen ausbilden.

[0045] In einer anderen Ausführung kann eine Lamelle

z.B. eine sickenförmige Ausbuchtung aufweisen, die sich über eine gesamte Lamellenlänge erstreckt und Ausnehmungen oder Bohrungen für die Aufnahme von senkrecht zu den Lamellen verlaufenden Rohre aufweist. Hierbei kann es bevorzugt vorgesehen sein, dass innerhalb einer solchen sickenförmigen Ausbuchtung ein Wärmeleitmaterial einsetzbar bzw. eingesetzt ist, um einen besseren Wärmekontakt zwischen den darin einzusetzenden Rohren und den Lamellen zu gewährleisten. Z.B. kann das Wärmeleitmaterial als Wärmeleitband ausgebildet sein, welches in die Ausbuchtung einpressbar bzw. eingepresst ist.

[0046] Ebenso wie bei der zuvor genannten ersten Alternative mit mehreren separaten Fertigungseinheiten ergibt sich auch bei der Konstruktion des Wärmetauschers durch Zusammenfügen mehrerer Lamellen insbesondere durch eine z.B. sickenförmige Ausbuchtung oder wenigstens eine Materialverdickung innerhalb einer jeden Lamelle wenigstens eine Trennfläche, die benachbarte Luftströmungsbereiche voneinander trennt.

[0047] Es wird dementsprechend hier ebenfalls erreicht, dass die in einem sich ausgebildeten Luftströmungskanal strömende Luft vom Anfang bis zum Ende des Wärmetauschers kanalisiert bleibt und nicht in andere Richtungen ausweichen kann. Hierdurch ergibt sich ein ungestörter Strömungsverlauf mit reduzierten Strömungswiderständen und der oben beschriebenen besonderen Reinigungsaktivität.

[0048] Mit beiden oben beschriebenen Alternativen, welche die Erfindung nicht beschränken, können die nebeneinander in einer Ebene angeordneten Wasserströmungskanäle parallel zusammengefasst oder nach einer derartigen Zusammenfassung auch wieder aufgeteilt werden.

[0049] Es ergibt sich so die Möglichkeit, dass der Wärmetauscher mehrere Abschnitte / Bereiche aufweist, in denen der Wasserweg durch Zusammenfassung einer unterschiedlichen Anzahl von parallelen Wasserströmungskanälen auf eine unterschiedliche Anzahl von Teilwasserwegen aufteilbar ist bzw. aufgeteilt ist. So kann z.B. in einem ersten Bereich des Wärmetauschers der Wasserweg durch Zusammenfassung von drei Wasserströmungskanälen auf drei Teilwasserwege aufgeteilt sein und in einem anderen z.B. danebenliegenden Bereich auf vier Teilwasserwege aufgeteilt sein. Es ergeben sich je nach Anforderung unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten der Zusammenfassung von Wasserströmungskanälen bzw. Aufteilung in Teilwasserwege.

[0050] Hierdurch kann es erreicht werden, dass in unterschiedlichen Bereichen eines derartigen Wärmetauschers bei konstant bleibendem Volumenstrom verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten realisierbar sind, da sich durch das Aufteilen bzw. Wiederausammenfassen des Wasserweges mit einer unterschiedlichen Anzahl von Wasserströmungskanälen auch unterschiedliche effektive Innenquerschnitte ergeben, durch die die Strömungsgeschwindigkeit im jeweiligen Bereich des Wärmetauschers zu beeinflussen ist.

[0051] Die Aufteilung des Wasserweges auf mehrere Teilwasserwege durch Zusammenfassung mehrerer Wasserströmungskanäle ist nicht auf bestimmte Bereiche des Wärmetauschers beschränkt. Es ist gemäß der erstgenannten Lösung der Aufgabe vorgesehen, dass der Wasserweg am Anfang eines Wärmetauschers auf eine bestimmte Anzahl von Teilwasserwegen bzw. Wasserströmungskanälen aufgeteilt wird und diese Aufteilung über den gesamten Wärmetauscher erhalten bleibt, bis dass die Teilwasserwege am Ende des Wärmetauschers wieder zu einem Wasserweg zusammengefasst werden. Dementsprechend durchziehen mehrere parallele Teilwasserwege, die durch die parallel zusammengeschalteten Wasserströmungskanäle realisiert sind, z.B. meanderförmig den Wärmetauscher vom Anfang bis zum Ende.

[0052] Die Zusammenfassung mehrerer Wasserströmungskanäle kann hier erfindungsgemäß durch verschiedene konstruktive Maßnahmen erreicht werden. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass die Wasserströmungskanäle durch außen am Wärmetauscher angeordnete Verteilerrohre realisiert ist. Hierfür können beispielsweise die Wasserströmungskanäle an den jeweiligen Stirnseiten des Wärmetauschers vorspringen und durch Rohrbögen bzw. quer liegende Strömungskanäle mit Anschlussstutzen verbunden werden.

[0053] Ebenso ist es in einer alternativen Ausführung möglich, dass die Wasserströmungskanäle innere Verbindungen aufweisen. Beispielsweise kann eine derartige Art der Verbindung gewählt sein, wenn die Wasserströmungskanäle und insbesondere eine Wärmeleitplatte durch nebeneinander angeordnete Rechteckrohre ausgebildet ist.

[0054] Allgemein kann es im Bereich der Stirnseiten eines Wärmetauschers vorgesehen sein, dass eine zwei nebeneinanderliegende Wasserströmungskanäle trennende Kanalwand entfernt ist bzw. entfernt wird, um einen Übertritt des strömenden Wassers von einer Anschlussstelle in zwei oder mehrere Wasserströmungskanäle gleichzeitig zu ermöglichen. In diesem Fall sind die Stirnseiten eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers ohne störende Verrohrung ausgebildet.

[0055] In einer bevorzugten Weiterbildung kann es vorgesehen sein, dass der Wasserweg einen im Wärmetauscher vorgesehenen Wasserströmungskanal überspringt, z.B. um in einem solchen freibleibenden Kanal eine Meßvorrichtung einzusetzen, beispielsweise eine Temperaturmessvorrichtung oder ähnliches. Beispiele der Wärmetauscher sind in den nachfolgenden Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

Figuren 1 und 2: einen Wärmetauscher mit Luftströmungseinheiten und einer dazwischen angeordneten Wasserströmungseinheit in Form einer Wärmeleitplatte mit quer zur Luftströmung angeordneten kanalbildenden Bohrungen;

- Figur 3: Möglichkeiten zur inneren und äußeren Verschaltung nebeneinander angeordneter Wasserströmungskanäle;
- Figuren 4 - 10: mehrere Möglichkeiten zur Ausbildung eines Wärmetauschers durch Zusammenfügen jeweils identischer, speziell geformter Wärmeleitlamellen;
- Figur 11: die Ausbildung einer Wärmeleitplatte zwischen Luftströmungseinheiten durch mehrere nebeneinander angeordnete Rechteckrohre;
- Figur 12: die Ausbildung einer Wärmeleitplatte durch zwei Teilplatten mit auf den einander zuweisenden Innenseiten angeordneten Stegen zur Ausbildung von Wasserströmungskanälen nach Zusammenfügen der Teilplatten;
- Figur 13: einen Wärmetauscher aus zusammengefügt Wärmeleitlamellen mit jeweils eingestanzten Bohrungen zur Aufnahme von Rohren;
- Figur 14: einen Wärmetauscher mit einem auf drei Teilwasserwege aufgeteilten Wasserweg.

[0056] Die Figuren 1 und 2 zeigen in mehreren verschiedenen Ansichten den Aufbau eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 aus entsprechenden Fertigungseinheiten, wobei jeweils in der Darstellung zwei Luftströmungsbereiche 2 durch einen Wasserströmungsbereich 3 in Form einer Wärmeleitplatte 3 voneinander getrennt sind. Die als Fertigungseinheiten 2 und 3 aufgebauten Luft und Wasserströmungsbereiche sind hierbei wärmeleitend untereinander verbunden, so dass ein effektiver Wärmeübertrag zwischen der Luft und dem flüssigen Medium möglich sind. Für die Art der Verbindung sieht der Fachmann eine geeignete Maßnahme vor, wie beispielsweise Einschliff, Verlöten, Verkleben, Verschweißen, Verpressen, den Einsatz einer Wärmeleitpaste oder anderer geeigneter Maßnahmen.

[0057] Jede Wärmeleitplatte 3 weist ihrerseits eine Vielzahl von quer zur Luftströmung L verlaufende Bohrungen 5 auf, die sich vollständig durch die als Vollmaterial in den Figuren 1 und 2 ausgebildete Wärmeleitplatte 3 hindurchziehen und somit jeweils einen Wasserströmungskanal ausbilden, um durch die parallele Hintereinanderanordnung mehrerer Wasserkanäle 5 einen Wärmetauscher im Kreuz-Gegenstromprinzip auszubilden.

[0058] Hierfür strömt mit Verweis auf die Figur 1 a und

Figur 2a Wasser z.B. quer und entgegen der Luftströmung L von dem Wasserströmungskanal 5a durch alle weiteren Wasserströmungskanäle 5 bis zum letzten Wasserströmungskanal 5m. Durch eine geeignete Verschaltung wird hierbei sicher gestellt, dass das in dem Wasserströmungskanal 5a z.B. rechtsseitig des Wärmetauschers 1 einströmende Wasser auf der nicht dargestellten Rückseite in den davor angeordneten Wasserströmungskanal 5b überströmen kann. Das Wasser kann somit mäandertförmig im Wärmetauscher strömen

[0059] Sowohl durch den Aufbau der Luftströmungseinheiten als auch durch die zwischen zwei Luftströmungseinheiten 2 angeordnete Wärmeleitplatte 3 ergibt sich eine vollständige Trennung der Luftströme in den beiden Luftströmungsbereichen 2 sowie auch eine Trennung der einzelnen Teilluftströme innerhalb der Luftströmungskanäle 2a, 2b etc. Hierdurch ergibt sich die bereits zuvor beschriebene besondere Reinigungsmöglichkeit eines derartigen Wärmetauschers und aufgrund der ungestörten Strömung der Luft ein besonders geringer Druckverlust, der sich energetisch günstig bemerkbar macht.

[0060] In der Figur 2 ist gegenüber der Figur 1 ergänzend dargestellt, dass mehrere der in der Figur 1 dargestellten Wärmetauschermodule, die jeweils aus zwei Luftströmungsbereichen und dazwischen angeordnetem Wasserströmungsbereich bestehen, zu einem Gesamtwärmetauscher zusammengesetzt sind. Hierbei kann es vorgesehen sein, dass zur Einhaltung des Wasserwertverhältnisses ein zwischen zwei Wasserströmungsbereichen bzw. Wärmeleitplatten 3 angeordneter Luftströmungsbereich die doppelte Bauhöhe aufweist wie ein Luftströmungsbereich 2, der lediglich einseitig an einen Wasserströmungsbereich bzw. eine Wärmeleitplatte 3 angrenzt.

[0061] Die Figur 3 zeigt verschiedene Möglichkeiten, nebeneinander angeordnete Wasserströmungskanäle, die in einer Wärmeleitplatte 3 ausgebildet sind, zusammenzufassen, d.h. den Wasserweg auf Teilwasserwege aufzuteilen, um eine Anpassung des Wasserwertverhältnisses bzw. einer gewünschten Strömungsgeschwindigkeit zu erreichen.

[0062] So sind mit Bezug auf die Figur 3b jeweils drei Wasserströmungskanäle 5a, b und c schaltungstechnisch parallel zu einem Wasserweg zusammengeführt, wozu der Wasserweg vom Verteilerrohr 6 im Abschnitt A1 auf die drei Teilwasserwege der Wasserströmungskanäle 5a, b, c aufgeteilt wird und nach Durchgang quer durch den Wärmetauscher wieder in dem gegenüberliegenden Sammelrohr 6a zusammengeführt wird, um sofort eine neue Aufteilung im Abschnitt A2 auf die drei daneben angeordneten Wasserströmungskanäle durchzuführen. In den Wasserströmungskanälen 5a, b und c fließt gemäß der Zusammenfassung das Wasser in derselben Richtung quer zur Luftströmungsrichtung.

[0063] Die Zusammenfassung bzw. Aufteilung des Wasserweges ist hier realisiert durch eine außen am Wärmetauscher vorgesehene Verschaltung in Form ei-

nes querliegenden Verteilerrohres 6/6a, welches Stutzen zum Eintritt des Wassers in die Wärmeleitplatte 3 bzw. zum Austritt aufweist.

[0064] Durch diese Zusammenfassung von z.B. jeweils drei Wasserströmungskanälen 5a, b und c kann bei gleichbleibendem Volumenstrom eine Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit um den Faktor 3 gegenüber einem einzelnen Wasserströmungskanal erreicht werden. So kann bei auch gleichbleibender Wasserströmungsgeschwindigkeit die Luftmenge um den Faktor 3 erhöht werden. Beliebige andere Faktoren sind entsprechend möglich.

[0065] Als weitere Alternative zeigt die Figur 3 a eine innenliegende Verschaltung der einzelnen Wasserströmungskanäle, wobei hier lediglich zwei Wasserströmungskanäle 5a und 5b schaltungstechnisch miteinander zu einem Wasserweg verbunden sind. Die Zusammenschaltung erfolgt hier dergestalt, dass das Material 7 zwischen zwei Wasserströmungskanälen 5a und b im Bereich der Stirnseite eines Wärmetauschers entfernt wird und die sich in der Wärmeleitplatte 3 ergebende Öffnung durch einen Stopfen 8 verschlossen wird. Hierdurch wird sicher gestellt, dass das einströmende Wasser gleichzeitig auf zwei Wasserströmungskanäle 5a und b verteilt wird, so dass diese beiden Wasserströmungskanäle einen Wasserweg durch den Wärmetauscher ausbilden.

[0066] Die Figur 4 zeigt in mehreren verschiedenen Ansichten, dass die Luft- und Wasserströmungsbereiche eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers durch das Zusammenfügen einzelner, insbesondere speziell geformter, Wärmeleitlamellen 10 ausgebildet sein kann. Hierbei ist jede Wärmeleitlamelle 10 oder zumindest eine Anzahl von Lamellen identisch ausgebildet und weist innerhalb ihrer Lamellenhöhe H eine Materialverdickung 11 auf, die sich über die gesamte Lamelle 10 erstreckt. Im vorliegenden Fall ist die Materialverdickung 11 etwa zentral in einer Lamelle 10 ausgebildet. Senkrecht zur Oberfläche einer Lamelle 10 sind mehrere, nebeneinander angeordnete Bohrungen 5 ausgebildet, die sich zentral durch die Materialverdickung 11 erstrecken und nach dem Zusammenfügen mehrerer Lamellen 10 den Wasserweg quer zur Luftströmung des Wärmetauschers ausbilden.

[0067] Bei dieser dargestellten Konstruktion weist eine Lamelle 10 jeweils Teilabschnitte der Luft- und Wasserströmungsbereiche auf, die sich nach dem Zusammenfügen mehrerer Lamellen ergeben. Hierbei bildet der Bereich um die Materialverdickung 11 den späteren Wasserströmungsbereich 3 und die mit Bezug auf die Figuren 4 oberhalb und unterhalb dargestellten Bereiche jeweils einen Teil eines Luftströmungsbereiches 2.

[0068] Nach dem Zusammenfügen einzelner Lamellen ergibt sich durch die fluchtende Anordnung der verschiedenen Bohrungen 5 ein Wasserströmungskanal, in den entweder noch ein ergänzendes Rohr R eingesetzt wird oder der durch das dichtende Aufeinanderliegen der Materialverdickungen 11 ausgebildet wird.

[0069] Auch bei dieser Konstruktion wird deutlich, dass der Luftströmungsbereich 2 von einem Wasserströmungsbereich W vollständig getrennt ist, so dass ein Überströmen von Luft aus einem Luftströmungsbereich in einen anderen vermieden wird. Auch innerhalb eines Luftströmungsbereiches 2 ergeben sich insbesondere durch die Materialverdickung 11 und durch eine obere Abkantung einer jeden Lamelle voneinander getrennte Luftströmungskanäle 2a, 2b etc., so dass die zuvor beschriebene Reinigungsaktivität und Druckverlustminimierung erreicht wird.

[0070] Gegenüber der Figur 4 zeigt die Figur 5 eine im wesentlichen identische Ausführung, wobei jedoch eine einzelne Lamelle eine wesentlich größere Höhe H aufweist und innerhalb der Lamellenhöhe mehrere Materialverdickungen vorgesehen sind, um neben mehreren Luftströmungsbereichen auch mehrere Wasserströmungsbereiche auszubilden, die jeweils bevorzugt in parallelen Ebenen angeordnet sind.

[0071] Hierbei kann es ergänzend vorgesehen sein, dass zwischen zwei Wasserströmungsbereichen 3 innerhalb eines Luftströmungsbereiches 2 eine jede Lamelle eine Ausbuchtung, einen Vorsprung, eine Sicke oder sonstige Konstruktion 12 aufweist, so dass sich beim Zusammenfügen mehrerer Lamellen 10 effektiv durch diese Konstruktionen 12, die jeweils aneinanderliegen, eine Trennfläche T ergibt, die die einzelnen Luftströmungskanäle 2a, 2b etc. eines Luftströmungsbereiches nochmals unterteilt.

[0072] Hierdurch kann die zuvor beschriebene reinigungsaktive Ausbildung eines Wärmetauschers auch bei größer ausgebildeten Bauhöhen der Luftströmungsbereiche aufrecht erhalten werden.

[0073] Auch die Figur 5 zeigt an den jeweils äußeren Enden einer jeden Lamelle 10 eine fakultative Abkantung 13, so dass sich durch eine derartige Abkantung auch ein zur Außenseite des Wärmetauschers geschlossener Luftströmungskanal 2a, 2b etc. ergibt.

[0074] Im vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Dicke einer Materialverdickung 11 innerhalb einer Lamelle 10 derart gewählt, dass sich durch das Zusammenfügen der einzelnen Lamellen 10 ein Abstand der Lamellen untereinander ergibt, der der Dicke der Materialverdickung 11 entspricht.

[0075] Durch die Konstruktion einer jeden Lamelle ist dementsprechend nach dem Zusammenfügen der periodische Aufbau eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers gegeben.

[0076] Die in den Figuren 4 und 5 dargestellte, jeweils nur auf der einen Seite einer Lamelle angeordneten Materialverdickung kann z.B. durch die Ausbildung einer Lamelle als Strangpressprofil oder auch als ausgewalztes, mit einer Ausbuchtung/Sicke bzw. einem Vorsprung versehenes Flachprofil hergestellt werden.

[0077] Die Figur 6 zeigt eine alternative Ausführung eines durch Zusammenfügung mehrerer identischer Lamellen hergestellten Wärmetauschers, bei dem die Lamelle 10 gegenüber der Figur 4 eine Materialverdickung

11 aufweist, die sich beidseitig der Oberfläche einer Lamelle 10 erstreckt. Wie auch in der Figur 4 weist jede innerhalb einer Lamelle und über deren Länge erstreckende Materialverdickung 11 mehrere, nebeneinander angeordnete Bohrungen auf, die nach fluchtender Aneinanderfügung und gegebenenfalls unter Einsatz eines darin verpressten Rohres R einen Teil des gesamten Wasserweges ausbilden.

[0078] Hier ist es dargestellt, dass ein Wärmetauschermodulblock nach außen hin geschlossene Luftströmungskanäle 2 dadurch aufweisen kann, dass an den jeweiligen Lamellen 10 die Oberseite als eine Abkantung 13 ausgebildet ist, die sich mit ihrem jeweiligen Ende auf die Oberfläche einer angrenzenden Lamelle 10 anlegt. Ebenso ist es möglich eine nicht abgekantete Lamelle 10 auf der Oberseite durch ein aufgelegtes Trennflächenblech 15 zu verschließen und so die verschiedenen einzelnen Luftströmungskanäle 2 auszubilden. Derartige Trennflächenbleche 15 können auch zwischen einzelnen aufeinander gestapelten Wärmetauschermodulen, wie sie in der Figur 6 dargestellt sind, eingelegt werden, um die Trennung der Luftströmungskanäle 2 zu bewirken.

[0079] Gegenüber der Konstruktion der Figuren 4 und 5 mit einer einseitig vorgesehenen Materialverdickung hat die gegenüber der Lamelle 10 zweiseitig ausgebildete Materialverdickung 11 der Figur 6 den Vorteil, dass die Wärmeleitung durch die Lamelle 10 in den Wasserströmungskanal 5 bzw. das darin eingesetzte Rohr R durch symmetrische Wärmeleitwege verbessert ist, so dass die Ausführung nach Figur 6 gegenüber der Ausführung nach Figur 5 als bevorzugt anzusehen ist.

[0080] Die Figur 7 zeigt eine weitere alternative Ausbildung eines aus mehreren identischen Lamellen zusammengefügtten Wärmetauschers, wobei eine Lamelle 10 eine z.B. sickenförmige Ausbuchtung 16 aufweist, die sich über die gesamte Länge einer Lamelle erstreckt und den späteren, nach dem Zusammenfügen entstehenden Wasserströmungsbereich bildet. In eine derartige Ausbuchtung 16 kann ein Wärmeleitmaterial z.B. ein Wärmeleitband 17 eingelegt werden, welches durch Verklebung, Verpressung oder ähnliche Maßnahmen wärmeleitend mit der Lamelle 10 verbunden ist und Bohrungen 5 aufweist, die den späteren Wasserweg quer zur Lamellenrichtung bilden.

[0081] Gegenüber der Figur 7a zeigt die Figur 7b eine sehr einfache Ausbildung identischer Lamellen 10, die in ihrer Oberfläche vollständig glatt ausgebildet sind und lediglich an den oberen und unteren Enden Abkantungen zum Verschließen der einzelnen Luftströmungskanäle 2 aufweist. Zwischen den einzelnen Lamellen 10 wird zur Ausbildung eines geschlossenen Wasserströmungsbereiches und zur Beabstandung der einzelnen Lamellen ein Flachprofil oder Wärmeleitband 17 aufgelegt, welches wiederum eine Vielzahl nebeneinander angeordnete Bohrungen aufweist, die mit korrespondierenden Bohrungen in einer jeden Lamelle 10 fluchten. Ebenfalls wird hier durch das Zusammenfügen einer Vielzahl identischer Wärmeleitlamellen und Wärmeleitbänder 17 ein

Luftströmungsbereich und Wasserströmungsbereich, wie in der Figur 4b beschrieben, ausgebildet.

[0082] Die Figuren 8a und 8b zeigen in einer näheren Darstellung eine Detailansicht einer einzelnen Lamelle 10 gemäß der Figur 7a, wo das in die sickenförmige Ausbuchtung 16 eingelegte Wärmeleitband 17, welches eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Bohrungen 5 aufweist, zu erkennen ist. Innerhalb der einzelnen Bohrungen 5 kann, wie links in der Figur 8a dargestellt, ein weiteres Rohr R eingesetzt und mit dem Wärmeleitband 17 wärmeleitend z.B. durch Verpressen verbunden werden. Oben und unten an der dargestellten Lamelle 10 sind die Abkantungen 13 dargestellt, wobei die Breite einer Abkantung 13 der Tiefe der Ausbuchtung 16 entspricht, so dass durch dieses Maß der Abstand der einzelnen Lamellen 10 untereinander gegeben ist.

[0083] Korrespondierend mit der Figur 5 zeigt die Figur 9 eine Wärmetauschermoduleinheit größerer Bauhöhe, bei der Wärmeleitlamellen gemäß den zuvor beschriebenen Figuren 7 und 8 eingesetzt werden. Auch hier ist es erkennbar, dass innerhalb einer Lamelle mehrere sickenförmige Ausbuchtungen 16 vorgesehen sind, in denen jeweils ein Wärmeleitband 17 eingelegt ist. Innerhalb eines Luftströmungsbereiches 2 weist hierbei eine jede Lamelle 10 die schon zuvor beschriebene Konstruktion 12 auf, um beim Zusammenfügen der einzelnen Lamellen 10 eine weitere Trennfläche T innerhalb eines Luftströmungsbereiches 2 auszubilden.

[0084] Die Figur 10 zeigt eine besondere Ausführung einzelner Lamellen 10, wobei über die gesamte Lamellenlänge etwa wie zuvor beschrieben in den Figuren 7, 8 und 9 eine Ausbuchtung 16 vorgesehen ist, wobei innerhalb dieser Ausbuchtung 16 kreisförmige Gegenausformungen 17 eingestanz sind, die einen kreisförmigen Innenquerschnitt aufweisen und zur Aufnahme eines Rohres R dienen.

[0085] Durch die Gegenausformung 17 wird eine federnde Elastizität bei der Verbindung des wasserführenden Rohres R mit der Lamelle 10 erreicht. Eine jede z.B. sickenförmige Ausbuchtung 16 innerhalb einer Lamelle hat, wie schon zuvor beschrieben, eine Tiefe, die dem gewünschten Abstand der einzelnen Lamellen 10 untereinander entspricht, so wie es auch bei der obigen und unteren Abkantung 13 einer jeden Lamelle der Fall ist.

[0086] Durch die sich über die gesamte Lamellenlänge erstreckende Ausbuchtung 16 ergibt sich wiederum eine effektiv wirkende Trennfläche zwischen den einzelnen Luftströmungsbereichen bzw. den einzelnen Luftströmungskanälen, so dass ein Überströmen von Luft aus einem in einen anderen Luftströmungsbereich ausgeschlossen und somit die zuvor beschriebene Reinigungsaktivität und der geringe Luftwiderstand erreicht werden.

[0087] Die Figur 10 zeigt eine zu den Figuren 1 und 2 alternative Ausführung, bei der die Luftströmungs- und Wasserströmungsbereiche wiederum als separate Fertigungseinheiten ausgebildet sind. Bei der Figur 11 ist die Wärmeleitplatte 3 durch eine Nebeneinanderanord-

nung mehrerer Rechteckrohre 5 ausgebildet, die jeweils dieselbe Bauhöhe aufweisen.

[0088] Hierbei kann es vorgesehen sein, dass mehrere Rechteckrohre 5 in Einheiten von mehreren, z.B. drei oder vier Rechteckrohren zusammengefasst sind, bzw. ein Rechteckrohr weitere innere Kanalwände zur Unterteilung aufweist.

[0089] Die einzelnen Rechteckrohre bzw. Rohreinheiten sind untereinander z.B. durch Verschweißung geeignet verbunden, wobei ein Zusammenfassen mehrerer Rechteckrohre 5 im vorliegenden Fall durch eine innere Verbindung der einzelnen Rohre gegeben ist. Hierfür können abschnittsweise im Bereich der Stirnfläche eines Wärmetauschers die trennenden Kanalwände zwischen benachbarten Rechteckrohren, wie an der Stelle 20 exemplarisch dargestellt, entfernt sein, so dass hier das Wasser z.B. von einem ersten aus vier Rechteckrohren 5 zusammengefassten Wasserweg I in einen zweiten Wasserweg II und sofort überströmt.

[0090] Bei dieser und allen anderen Konstruktionen kann es vorgesehen sein, dass die Anzahl der zusammengefassten Wasserströmungskanäle 5 innerhalb verschiedener Bereiche eines Wärmetauschers variiert, wie es hier z.B. bei den Wasserwegen IV und V dargestellt ist. Der Wasserweg IV ist aus insgesamt vier Rechteckrohren zusammengefasst, wohingegen der Wasserweg V lediglich aus drei Rechteckrohren zusammengefasst ist, so dass sich in diesen beiden Bereichen des Wärmetauschers unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten bei demselben Volumenstrom einstellen.

[0091] Es besteht somit die Möglichkeit die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb eines Wärmetauschers bereichsweise variabel zu gestalten, indem unterschiedliche Anzahlen von Wasserströmungskanälen, hier z.B. Rechteckrohren, zusammengefasst werden.

[0092] Der Wasseranschluss an den gesamten Wärmetauscherkreislauf kann hier durch ein Adapterstück 21 erreicht werden, welches den länglichen Rechteckquerschnitt in einen runden Querschnitt zur Verteilung an übliche Rohre wandelt.

[0093] Die Figur 12 zeigt eine weitere Ausbildung, bei der die Wärmeleitplatte 3 durch eine obere Teilplatte 3a und eine untere Teilplatte 3b zusammengefügt ist. Auf jeder dieser beiden Teilplatten ist auf der jeweils zueinander zugewandten Seite wenigstens ein Steg 22 vorgesehen, der einem entsprechenden korrespondierenden Steg auf der jeweils anderen Teilplatte gegenüberliegt, so dass beim Zusammenfügen der oberen und unteren Teilplatte sich Strömungskanäle innerhalb der Wärmeleitplatte 3 ergeben. Das Zusammenfügen der Platte kann durch übliche Maßnahmen wie Verlöten, Verschweißen, Verkleben, Verpressen etc. erfolgen.

[0094] Der weitere Aufbau ist im Wesentlichen wie bereits in der Figur 11 beschrieben.

[0095] Die Figur 13 zeigt eine nochmalige Alternative eines Wärmetauschers, der aus mehreren identischen Wärmeleitlamellen 10 zusammengefügt ist. Die hier dargestellten Wärmeleitlamellen 10 zeigen einen sehr ein-

fachen Aufbau mit lediglich kreisförmigen Ausformungen 23, die z.B. durch Stanzung hergestellt sein können. Diese Ausformungen 23 bilden einen von der Lamellenoberfläche wegweisenden, rohrförmigen Abschnitt, in den ein Rohr R wärmeleitend eingepresst werden kann. Hierdurch ergibt sich ein guter inniger Wärmeleitkontakt zwischen dem Rohr R und der Lamelle über die Ausformung 23.

[0096] Die Ausformung 23 ist in die ebene Fläche der Lamelle 10 eingebracht, so dass sich hier grundsätzlich die Möglichkeit ergibt, dass Luft zwischen zwei Rohren R von einem oberen Luftströmungskanal 2a in einen unteren Luftströmungskanal 2a' übertreten kann. Zwar stellt diese Ausführung eine Konstruktion mit einem höheren Druckverlust innerhalb der Luftströmungsbereiche dar, ist jedoch bei ihrer sehr einfachen Realisierung konform mit dem grundlegenden Prinzipien der Erfindung, durch das Zusammenfassen mehrerer auf einer Ebene nebeneinander angeordneter Rohre das Wasserwertverhältnis und die Strömungsgeschwindigkeit verändern zu können.

[0097] Die Figur 14 zeigt eine skizzierte Anordnung bei der der Wasserweg durch einen Wärmetauscher beim Wassereintritt WE auf drei Teilwasserwege aufgeteilt wird, die durch die Wasserströmungskanäle 5a, 5b und 5c verlaufen. Unter Beibehaltung dieser Aufteilung auf drei Teilwasserwege wird das Wasser mäanderförmig durch den gesamten Wärmetauscher geführt bis es am Ende beim Wasseraustritt WA wieder zu einem Wasserweg zusammengeführt wird. Hier erfolgt eine Aufteilung auf mehrere Wasserwege dementsprechend nicht nur in einem Bereich/Abschnitt des Wärmetauschers, sondern über den gesamten Wärmetauscher hinweg.

[0098] Aufgrund der Nebeneinanderanordnung der Strömungskanäle 5 innerhalb des Wärmetauschers auf einer Ebene besteht die Möglichkeit unter Beibehaltung einer einmal gewählten Aufteilung den konstanten Volumenstrom an Wasser auf mehrere Teilwasserwege aufzuteilen. Hier können ebenso je nach Bedarf andere Anzahlen von Teilwasserwege realisiert werden oder die Aufteilung bzw. Zusammenfassung bereichsweise geändert werden.

[0099] Das besondere erfindungswesentliche Prinzip der Möglichkeit einer Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit und des Wasserwertverhältnisses innerhalb des dargestellten erfindungsgemäßen Wärmetauschers gemäß sämtlicher Alternativen beruht in einer besonders bevorzugten Ausführung darauf, dass gegenüber herkömmlichen Wärmetauschern Wasserströmungskanäle mit deutlich verringerten Strömungsquerschnitten verwendet werden. So ist es im Stand der Technik üblich Verrohrungen mit Innendurchmessern von 8 - 15 mm für die Wasserwege einzusetzen.

[0100] In der beschriebenen Erfindung wird bevorzugt ein Querschnitt der Strömungskanäle eingesetzt, der 10 bis 50 % des Anschlußquerschnittes eines Wasserweges beträgt, wobei insbesondere der Abstand zwischen den Kanalinnenwänden eines Wasserströmungskana-

les zum nächsten bevorzugt kleiner gewählt ist als der innere Durchmesser eines Rohres bzw. die Breite eines Kanales. So wird der Anschlußquerschnitt eines Wasserweges auf viele, insbesondere so viele Strömungskanäle wie möglich mit geringerem Querschnitt aufgeteilt, wobei insbesondere die Summe dieser kleineren Querschnitte etwa dem Anschlußquerschnitt entspricht.

[0101] Hierbei kommt es zu einer sehr eng aneinander liegenden Anordnung einer Vielzahl von kleinen Strömungskanälen auf einer Ebene, so dass mit einem einzelnen Wasserströmungskanal mit einem derart verringerten Strömungsquerschnitt selbst bei geringen Volumenströmen eine ausreichende Strömungsgeschwindigkeit erreicht werden kann.

[0102] Durch eine Zusammenfassung mehrerer dieser nebeneinander angeordneten Wasserströmungskanäle kann bei einer Erhöhung des Gesamtvolumenstromes z.B. bei einer größeren Dimensionierung der gesamten Wärmetauscheranlage die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb der zusammengefassten Teilwasserwege reduziert werden und so immer auf ein Optimum durch eine mehr oder weniger große Anzahl zusammengesetzter Kanäle eingestellt werden.

[0103] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher hat daher den besonderen Vorteil, dass er in standardisierten Moduleinheiten lagermäßig verfügbar sein kann und die Anpassung an die gegebenen äußeren Bedingungen wie Luftstrom, Wasserstrom, Konstruktionsmaße das daraus resultierende Wasserwertverhältnis und die benötigten Strömungsgeschwindigkeiten auf einfache Art und Weise lediglich durch die mehr oder weniger starke Zusammenfassung der Wasserwege eingestellt werden kann.

[0104] Der erfindungsgemäße Wärmetauscher ist dementsprechend sehr wirtschaftlich, wartungsfreundlich und energiesparend durch die bei den oben beschriebenen Konstruktionen im Wesentlichen ungestörten Luftwege, die durch ihre Trennung voneinander die beschriebene Reinigungsmöglichkeit erreichen.

Patentansprüche

1. Kreuz-Gegenstrom-Schicht-Wärmetauscher zum Wärmeaustausch zwischen gasförmigen und flüssigen Medien in Modulbauweise, wobei

- i. jedes der Wärmetauschermodule wasserströmungsseitig und luftströmungsseitig baugleich aufgebaut ist und
- ii. jedes der Wärmetauschermodule zwischen zwei Luftströmungsbereichen (2) einen Wasserströmungsbereich (3) mit parallelen Wasserströmungskanälen (5a,b,c) desselben Querschnitts aufweist, die vom Lufteintritt bis Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind und
- iii. die Fließgeschwindigkeit einer Wassermenge pro Zeiteinheit, die zu einer vorgegebenen

Luftanströmfläche aufgrund eines gewünschten oder geforderten Wasserwertverhältnisses benötigt ist, ausreichend hoch dadurch einstellbar / eingestellt ist, dass

iv. der Wasserweg durch ein Modul am Anfang auf eine bestimmte Anzahl mehrerer paralleler in einer Ebene hintereinander liegender Teilwasserwege aufgeteilt ist, wobei das Wasser in jedem Teilwasserweg durch einen Wasserströmungskanal in derselben Richtung strömt und den Luftstrom meanderförmig kreuzt und unter Erhaltung dieser Aufteilung über den gesamten Wärmetauscher am Ende wieder zu einem Wasserweg zusammengefasst ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, wobei in einem Wärmetauschermodul die Luft- und Wasserströmungsbereiche (2,3) je aus getrennten Luft- und Wasserströmungseinheiten als Fertigungseinheiten gebildet sind.

3. Wärmetauscher nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Wasserströmungsbereich (3) in Form einer Wärmeleitplatte (3) mit darin angeordneten Wasserströmungskanälen (5) ausgebildet ist, die die Luftströmungsbereiche voneinander trennt, wobei eine Wärmeleitplatte (3)

i. aus einem Vollmaterial mit mehreren parallelen die Wasserströmungskanäle (5) bildenden Bohrungen / Kanäle ausgebildet ist, oder

ii. aus mehreren parallel nebeneinander angeordneten Rechteckrohren ausgebildet ist, oder

iii. aus zwei miteinander verbindbaren / verbundenen Teilplatten (3a,3b) ausgebildet ist, die durch ihre Formgestaltung beim Zusammenfügen dazwischen angeordnete Wasserströmungskanäle bilden.

4. Wärmetauscher nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Wasserströmungskanäle (5) einen Querschnitt aufweisen, der 10% bis 50% des Anschlußquerschnittes eines Wasserweges beträgt.

5. Wärmetauscher nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Abstand zwischen den Kanalinnenwänden eines Wasserströmungskanales (5) zum nächsten kleiner ist als der innere Durchmesser oder die Breite eines Wasserströmungskanales (5).

6. Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschers, wobei

i. der Wärmetauscher in Modulbauweise aus wasserströmungsseitig und luftströmungsseitig baugleichen Wärmetauschermodulen aufgebaut wird, dessen Module jeweils zwischen zwei Luftströmungsbereichen (2) einen Wasserströ-

mungsbereich (3) mit parallelen Wasserströmungskanälen (5a,b,c) desselben Querschnitts aufweisen, die vom Lufteintritt bis Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind und

ii. zu einer vorgegebenen Luftanströmfläche die dazu aufgrund eines gewünschten oder geforderten Wasserwertverhältnis benötigte Wassermenge pro Zeiteinheit auf eine ausreichend hohe Fließgeschwindigkeit dadurch eingestellt wird, dass

iii. der Wasserweg durch ein Modul am Anfang auf eine bestimmte Anzahl mehrerer paralleler in einer Ebene hintereinander liegender Teilwasserwege aufgeteilt wird, wobei das Wasser in jedem Teilwasserweg durch einen Wasserströmungskanal in derselben Richtung strömt und den Luftstrom meanderförmig kreuzt und unter Erhaltung dieser Aufteilung über den gesamten Wärmetauscher am Ende wieder zu einem Wasserweg zusammengefasst wird.

7. Verfahren zum Betrieb eines Wärmetauschers aus Wärmetauschermodulen, bei denen ein Modulbereich zwischen zwei Luftströmungsbereichen (2) einen Wasserströmungsbereich (3) mit Wasserströmungskanälen (5) aufweist, die vom Lufteintritt bis Luftaustritt in einer Ebene angeordnet sind, wobei

i. der Wärmetauscher aus Standard-Wärmetauschermodulen mit konstanten Wärmetauscherhöhen bereitgestellt wird, in denen die Wasserströmungskanäle, die alle denselben Querschnitt aufweisen, das Wasser auf der einen Ebene im Kreuz-Gegenstrom führen,

ii. zu einem vorgegebenem Luftvolumenstrom und äußeren Abmessungen eines Wärmetauschermoduls gemäß einem gewünschten oder geforderten Wasserwertverhältnis der benötigte Wasservolumenstrom ermittelt wird

iii. wobei der ermittelte benötigte Wasservolumenstrom ohne Umkonstruktion mit einer ausreichend oder genügend hohen Wasserströmungsgeschwindigkeit dadurch eingestellt wird,

iv. dass wenigstens in einem Abschnitt / Bereich des Wärmetauschers wenigstens zwei parallele Wasserströmungskanäle zu wenigstens zwei parallelen Teilwasserwegen zusammengefasst werden, in denen das Wasser parallel nebeneinander in derselben Richtung strömt und den Luftstrom kreuzt, um den effektiv wirksamen Querschnitt im Wasserweg, der sich durch die Summe der Querschnitte der einzelnen Teilwasserwege ergibt, zu vergrößern und so die Strömungsgeschwindigkeit in unterschiedlichen Bereichen verschieden einzustellen.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Zu-

sammenfassung mehrerer Wasserströmungskanäle (5) durch aussen am Wärmetauscher angeordnete Verteilerrohre (6,6a) oder durch innere Verbindung der Wasserströmungskanäle erfolgt.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 6 bis 8, wobei ein Wasserströmungsbereich als eine Nebeneinanderanordnung mehrerer Rechteckrohre ausgebildet ist und für eine innere Verbindung der einzelnen Rohre im Bereich der Stirnfläche die trennenden Kanalwände zwischen benachbarten Rechteckrohren entfernt werden.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche 6 bis 9, wobei Wasserströmungskanäle (5) gewählt werden, die einen Querschnitt aufweisen, der 10% bis 50% des Anschlußquerschnittes eines Wasserweges beträgt.

Claims

1. Cross-countercurrent layered heat exchanger for heat exchange between gaseous and liquid media of modular type of construction,

i. each of the heat exchanger modules being built up in a structurally identical way on the water-flow side and on the air-flow side, and

ii. each of the heat exchanger modules having between two air-flow regions (2) a water-flow region (3) with parallel water-flow ducts (5a, b, c) of the same cross section which are arranged in one plane from the air inlet to the air outlet, and

iii. the flow velocity of a water quantity per unit time, which is required for a stipulated air attack surface on account of a desired or requisite water equivalent ratio, being capable of being set/ being set sufficiently high in that

iv. the water path through a module is divided at the start into a specific number of a plurality of parallel water subpaths lying one behind the other in one plane, the water in each water subpath flowing through a water-flow duct in the same direction, crossing the airstream in a meanderlike manner and, with this division maintained over the entire heat exchanger, being combined again into one water path at the end.

2. Heat exchanger according to Claim 1, in a heat exchanger module the air-flow and water-flow regions (2, 3) being formed in each case as production units from separate air-flow and water-flow units.

3. Heat exchanger according to one of the preceding claims, the water-flow region (3) being designed in the form of a heat conduction plate (3) having water-flow ducts (5) arranged therein and separating the

air-flow regions from one another, a heat conduction plate (3)

- i. being formed from a solid material with a plurality of parallel bores/ducts forming the water-flow ducts (5), or
 - ii. being formed from a plurality of rectangular tubes arranged in parallel next to one another, or
 - iii. being formed from two part-plates (3a, 3b) which are connectable/connected to one another and which, by virtue of their shape, form, when joined together, water-flow ducts arranged between them.
4. Heat exchanger according to one of the preceding claims, the water-flow ducts (5) having a cross section which amounts to 10% to 50% of the connection cross section of a water path.
5. Heat exchanger according to one of the preceding claims, the spacing between the duct inner walls of one water-flow duct (5) and the next is smaller than the inside diameter or the width of a water-flow duct (5).
6. Method for operating a heat exchanger,
- i. the heat exchanger being built up in a modular type of construction from heat exchanger modules structurally identical on the water-flow side and on the air-flow side, the modules of which heat exchanger have in each case between two air-flow regions (2) a water-flow region (3) with parallel water-flow ducts (5a, b, c) of the same cross section the which are arranged in one plane from the air inlet to the air outlet, and
 - ii. for a stipulated air attack surface, the water quantity per unit time required for this on account of a desired or requisite water equivalent ratio being set at a sufficiently high flow velocity in that
 - iii. the water path through a module is divided at the start into a specific number of a plurality of parallel water subpaths lying one behind the other in one plane, the water in each water subpath flowing through a water-flow duct in the same direction, crossing the airstream in a meander-like manner and, with this division maintained over the entire heat exchanger, being combined again into one water path at the end.
7. Method for operating a heat exchanger made from heat exchanger modules, in which a module region between two air-flow regions (2) has a water-flow region (3) with water-flow ducts (5) which are arranged in one plane from the air inlet to the air outlet,
- i. the heat exchanger being provided from standard heat exchanger modules with constant heat

exchanger heights, in which the water-flow ducts, which all have the same cross section, guide the water in the one plane in cross-counter-current,

- ii. the required water volume flow being determined for a stipulated air volume flow and external dimensions of a heat exchanger module according to a desired or requisite water equivalent ratio,
- iii. the determined required water volume flow being set, without reconstruction work, at a sufficiently or adequately high water-flow velocity, in that
- iv. at least in one portion/region of the heat exchanger at least two parallel water-flow ducts are combined into at least two parallel water subpaths, in which the waters flow in parallel next to one another in the same direction and cross the airstream, in order to enlarge the effectively active cross section of the water path which is obtained from the sum of the cross sections of the individual water subpaths and thus to set the flow velocity differently in different regions.

8. Method according to Claim 6 or 7, the combination of a plurality of water-flow ducts (5) taking place by means of distributor tubes (6, 6a) arranged on the outside of the heat exchanger or by means of internal connection of the water-flow ducts.
9. Method according to one of the preceding Claims 6 to 8, a water-flow region being designed as a plurality of rectangular tubes arranged next to one another, and, for an internal connection of the individual tubes, the separating duct walls between adjacent rectangular tubes being removed in the region of the end face.
10. Method according to one of the preceding Claims 6 to 9, water-flow ducts (5) being selected which have a cross section which amounts to 10% to 50% of the connection cross section of a water path.

Revendications

1. Echangeur de chaleur à couches à contre-courant et courant croisé pour l'échange de chaleur entre des milieux gazeux et fluides de construction modulaire, dans lequel
- i. chacun des modules d'échangeur de chaleur est construit de manière identique du point de vue de l'écoulement d'eau et de l'écoulement d'air et
- ii. chacun des modules d'échangeur de chaleur présente, entre deux régions d'écoulement d'air (2), une région d'écoulement d'eau (3) avec des

- canaux d'écoulement d'eau parallèles (5a,b,c) de même section transversale, qui sont disposés dans un plan depuis l'entrée d'air jusqu'à la sortie d'air et
- iii. la vitesse d'écoulement d'une quantité d'eau par unité de temps, qui est nécessaire pour une surface d'afflux d'air prédéfinie sur la base d'un taux d'eau souhaité ou exigé, peut être ajustée ou est ajustée de manière à être suffisamment élevée pour que
- iv. la voie d'eau soit initialement divisée par un module en un nombre déterminé de plusieurs voies d'eau partielles parallèles disposées les unes derrière les autres dans un plan, l'eau dans chaque voie d'eau partielle s'écoulant dans la même direction à travers un canal d'écoulement d'eau et croisant le flux d'air en forme de méandres, et soit à nouveau recombinaison à l'extrémité en une seule voie d'eau après l'obtention de cette division sur tout l'échangeur de chaleur.
2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel, dans un module d'échangeur de chaleur, les régions d'écoulement d'air et d'eau (2, 3) sont formées à partir d'unités d'écoulement d'air et d'eau séparées respectives en tant qu'unités de fabrication.
3. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la région d'écoulement d'eau (3) est réalisée sous forme de plaque thermoconductrice (3) avec des canaux d'écoulement d'eau (5) disposés dans celle-ci, laquelle plaque thermoconductrice sépare les unes des autres les régions d'écoulement d'air, une plaque thermoconductrice (3) étant réalisée
- i. à partir d'un matériau massif avec plusieurs alésages/canaux parallèles formant les canaux d'écoulement d'eau (5), ou
- ii. à partir de plusieurs tubes rectangulaires disposés parallèlement les uns à côté des autres, ou
- iii. à partir de deux plaques partielles (3a, 3b) connectées/pouvant être connectées l'une à l'autre, qui forment par leur configuration lors de l'assemblage des canaux d'écoulement d'eau disposés entre elles.
4. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les canaux d'écoulement d'eau (5) présentent une section transversale qui représente 10 % à 50 % de la section transversale de raccordement d'une voie d'eau.
5. Échangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la distance entre les parois internes de canal d'un canal d'écoulement d'eau (5) est tout d'abord plus petite que le diamètre intérieur ou que la largeur d'un canal d'écoulement d'eau (5).
6. Procédé pour faire fonctionner un échangeur de chaleur, dans lequel
- i. l'échangeur de chaleur est construit sous forme modulaire à partir de modules d'échangeur de chaleur de construction identique du point de vue de l'écoulement d'eau et de l'écoulement d'air, dont les modules présentent à chaque fois entre deux régions d'écoulement d'air (2) une région d'écoulement d'eau (3) avec des canaux d'écoulement d'eau parallèles (5a,b,c) de même section transversale, qui sont disposés dans un plan depuis l'entrée d'air jusqu'à la sortie d'air et
- ii. par rapport à une surface d'afflux d'air prédéfinie, la quantité d'eau nécessaire pour celle-ci sur la base d'un taux d'eau souhaité ou exigé par unité de temps est ajustée à une vitesse d'écoulement suffisamment élevée par le fait que
- iii. la voie d'eau est initialement divisée par un module en un nombre déterminé de plusieurs voies d'eau partielles parallèles disposées les unes derrière les autres dans un plan, l'eau dans chaque voie d'eau partielle s'écoulant dans la même direction à travers un canal d'écoulement d'eau et croisant le flux d'air en forme de méandres, et est à nouveau recombinaison à l'extrémité en une seule voie d'eau après l'obtention de cette division sur tout l'échangeur de chaleur.
7. Procédé pour faire fonctionner un échangeur de chaleur constitué de modules d'échangeur de chaleur dans lesquels une région de module présente, entre deux régions d'écoulement d'air (2), une région d'écoulement d'eau (3) avec des canaux d'écoulement d'eau (5) qui sont disposés dans un plan depuis l'entrée d'air jusqu'à la sortie d'air,
- i. l'échangeur de chaleur étant constitué de modules d'échangeur de chaleur standard de hauteur d'échangeur de chaleur constante, dans lesquels les canaux d'écoulement d'eau, qui présentent tous la même section transversale, conduisent l'eau dans un même plan à contre-courant et courant croisé,
- ii. par rapport à un débit volumique d'air prédéfini et des dimensions extérieures d'un module d'échangeur de chaleur satisfaisant à un taux d'eau souhaité ou exigé, le débit volumique d'eau nécessaire étant déterminé,
- iii. le débit volumique d'eau nécessaire déterminé étant ajusté sans modification de la construction avec une vitesse d'écoulement d'eau suffisamment élevée, par le fait que

- iv. au moins dans une portion/région de l'échangeur de chaleur, au moins deux canaux d'écoulement d'eau parallèles sont réunis en au moins deux voies d'eaux partielles parallèles, dans lesquelles l'eau s'écoule parallèlement dans la même direction et croise le courant d'air, afin d'augmenter la section transversale effectivement active dans la voie d'eau, laquelle s'obtient par la somme des sections transversales des voies d'eaux partielles individuelles, et afin d'ajuster ainsi la vitesse d'écoulement de manière diverse dans différentes régions. 5 10
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel la réunion de plusieurs canaux d'écoulement d'eau (5) s'effectue par des tubes distributeurs (6, 6a) disposés à l'extérieur sur l'échangeur de chaleur ou par la connexion interne des canaux d'écoulement d'eau. 15 20
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel une région d'écoulement d'eau est réalisée sous forme d'agencement juxtaposé de plusieurs tubes rectangulaires, et pour une connexion interne des tubes individuels dans la région de la surface frontale, les parois de séparation des canaux entre les tubes rectangulaires adjacents sont enlevées. 25
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel on choisit des canaux d'écoulement d'eau (5) qui présentent une section transversale qui représente 10 % à 50 % de la section transversale de raccordement d'une voie d'eau. 30 35

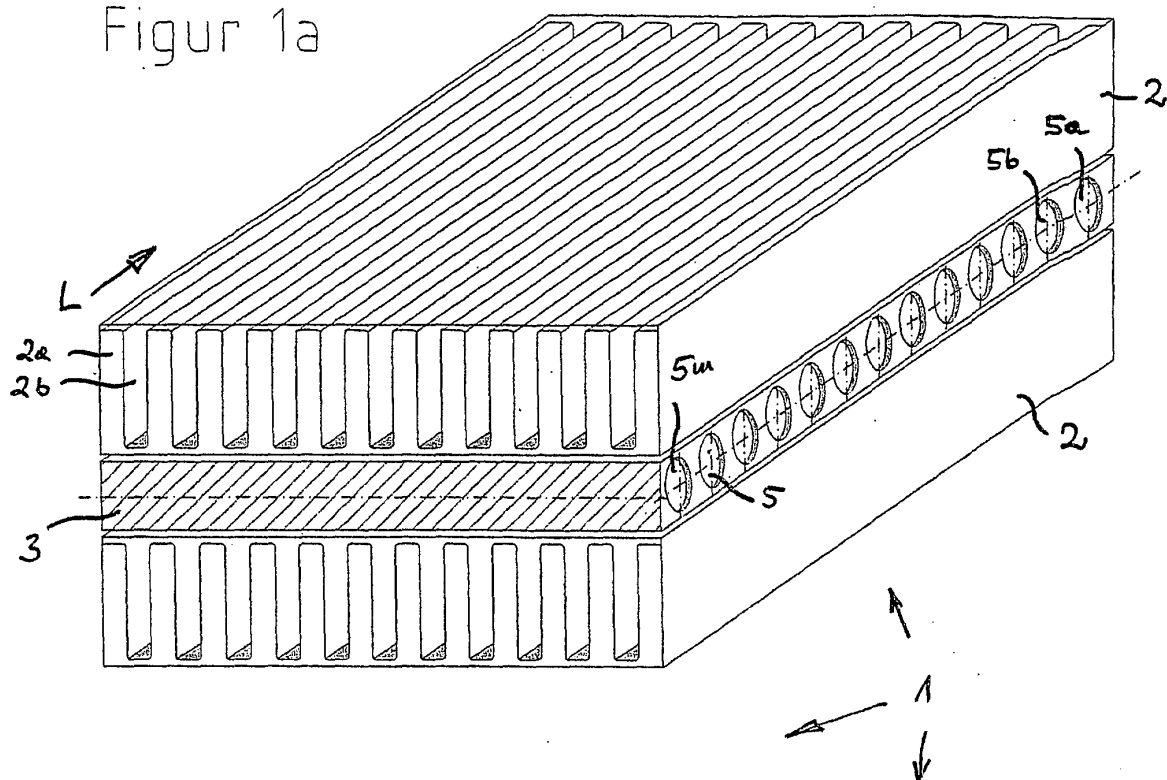
40

45

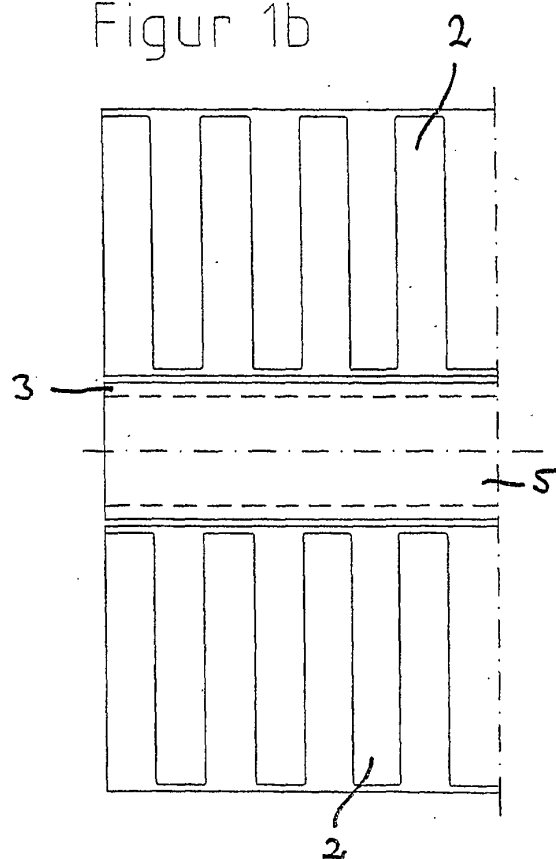
50

55

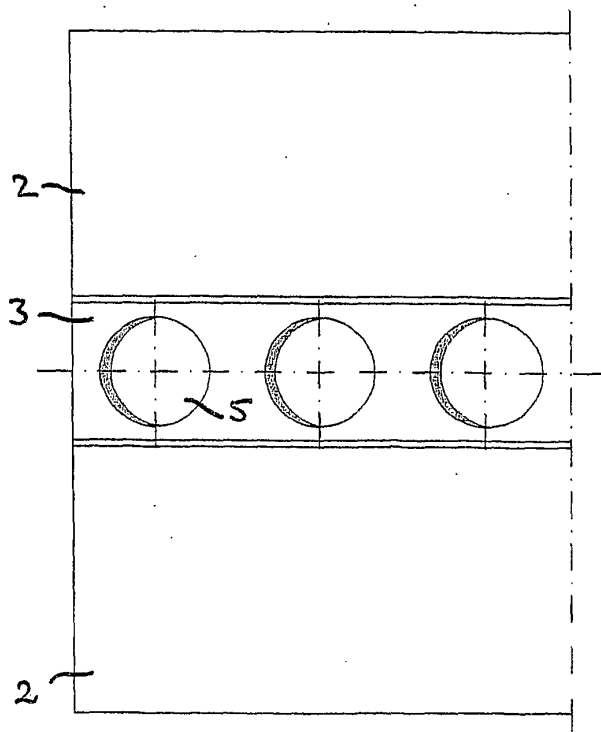
Figur 1a

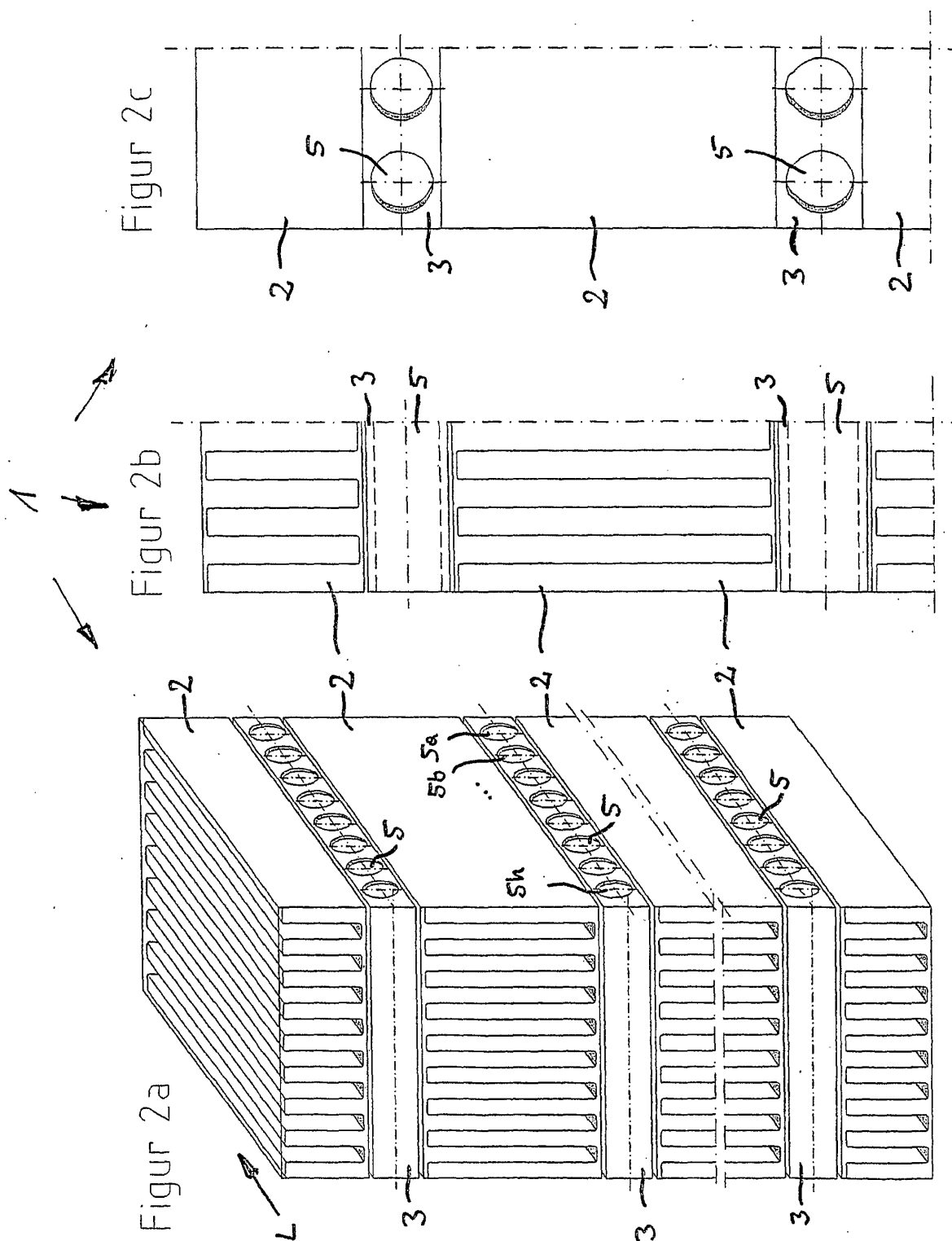


Figur 1b



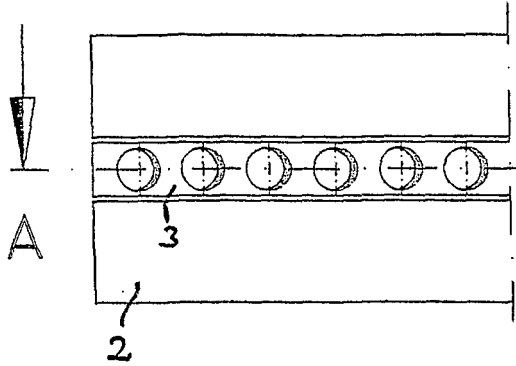
Figur 1c





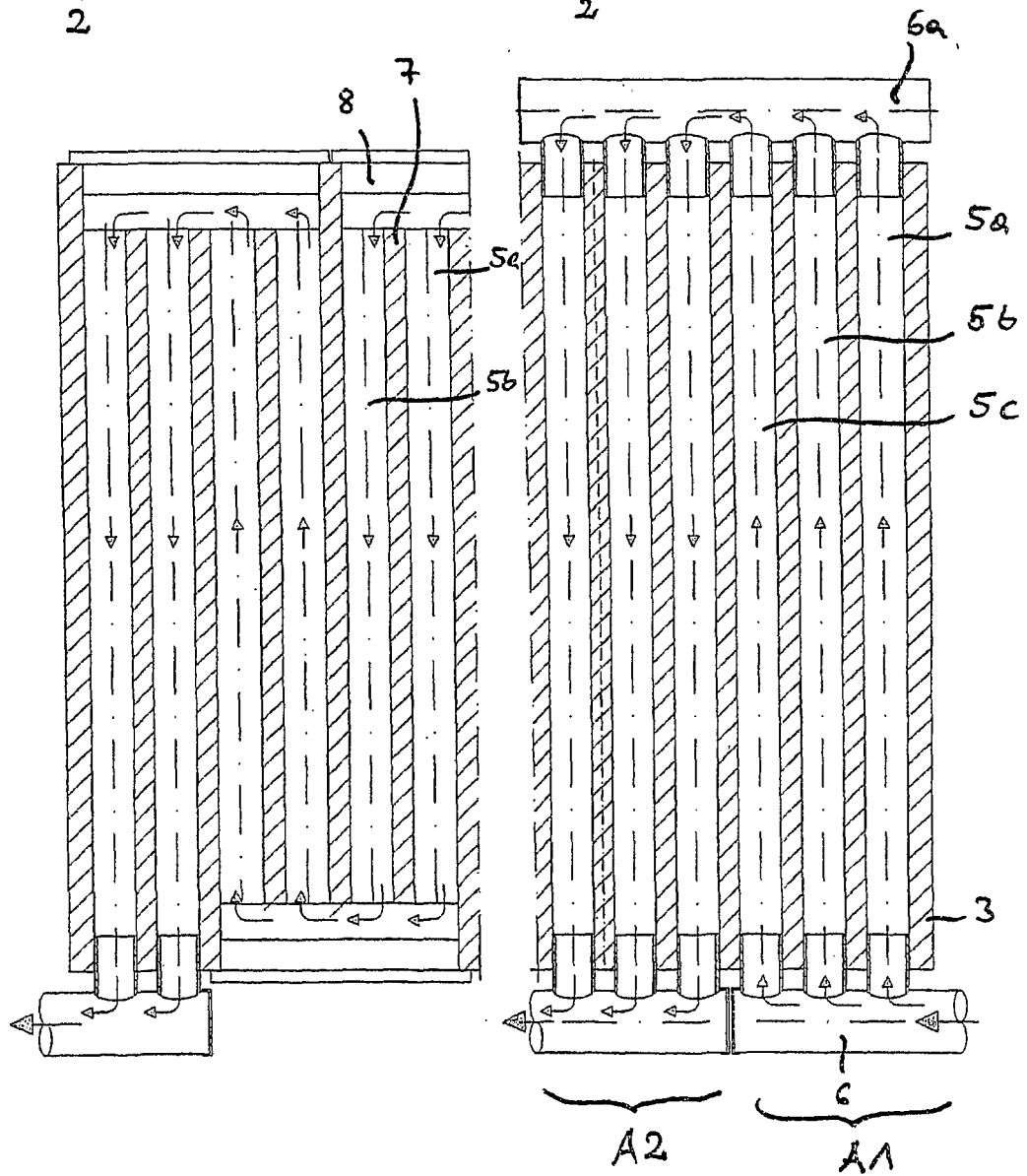
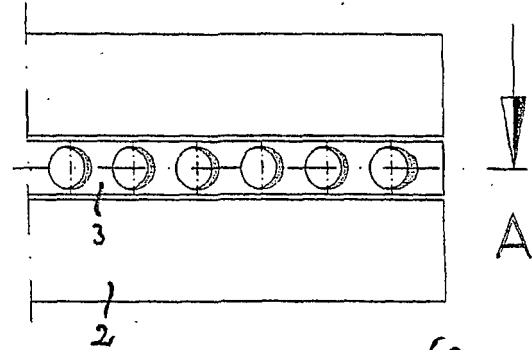
Figur 3a

innenliegende Verschaltung

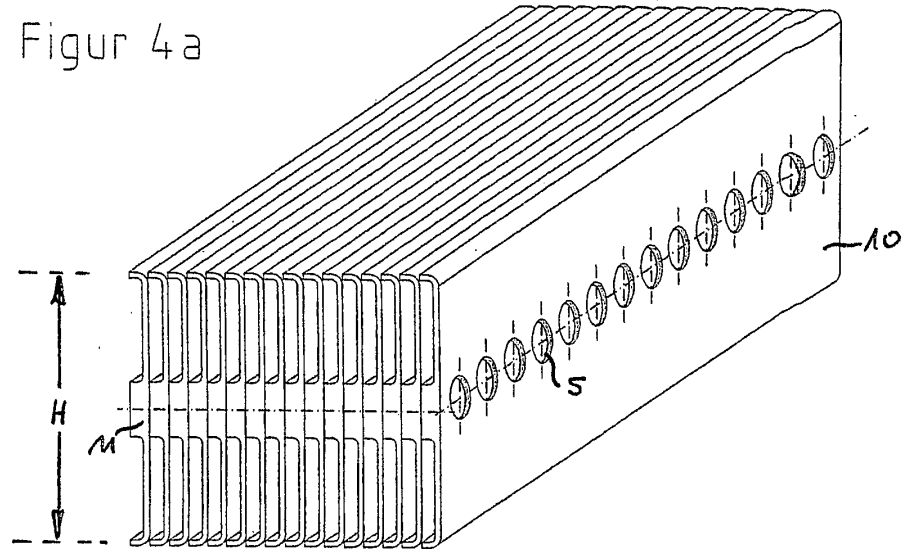


Figur 3b

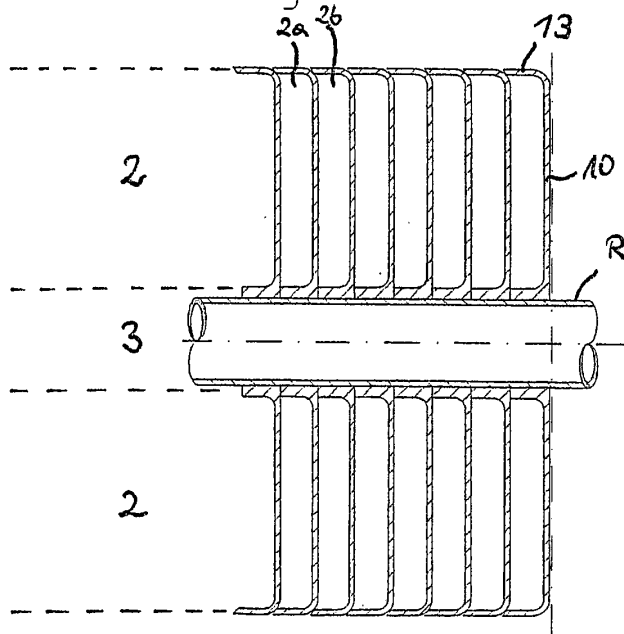
außenliegende Verschaltung



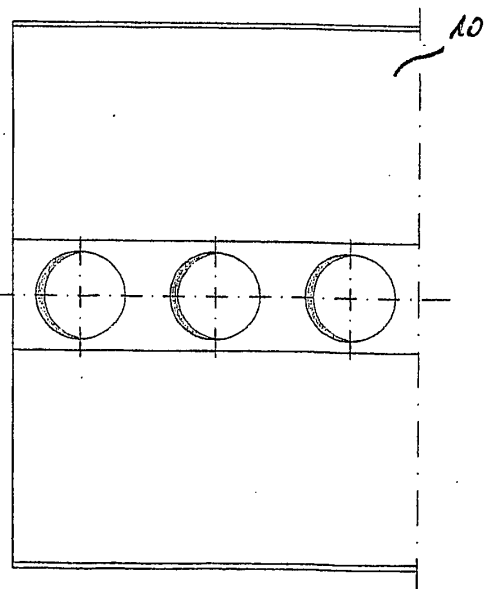
Figur 4a

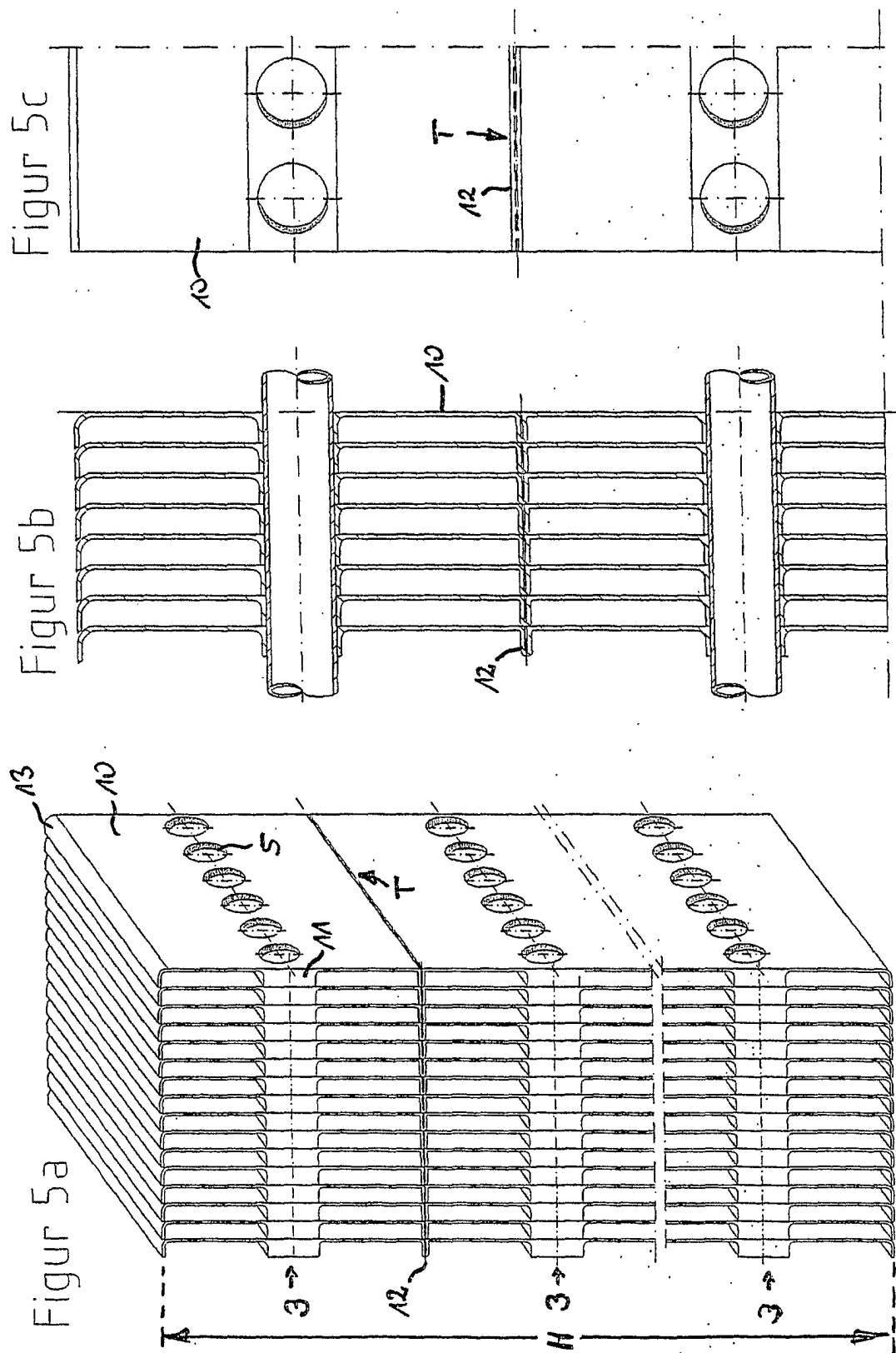


Figur 4b

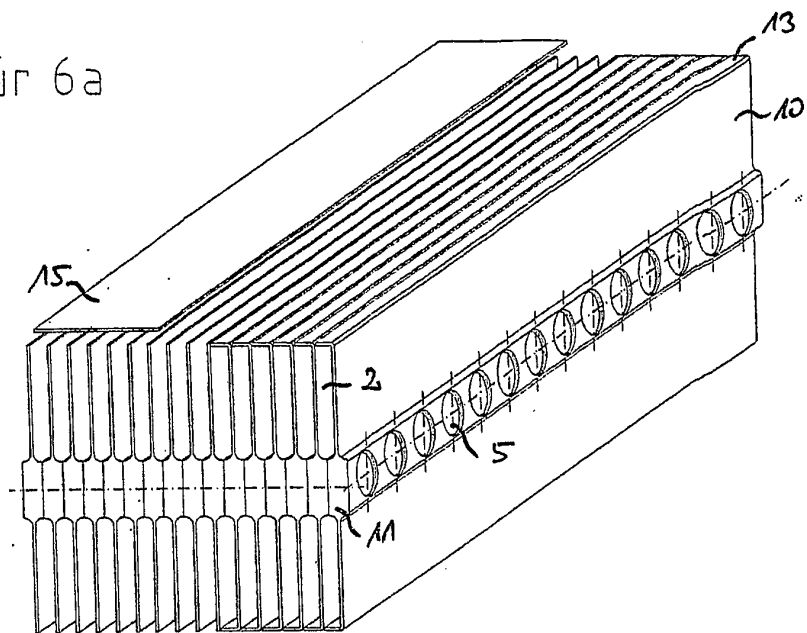


Figur 4c

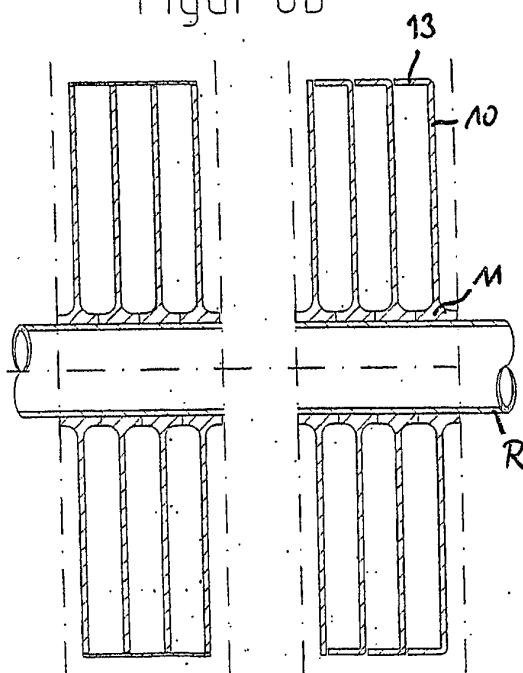




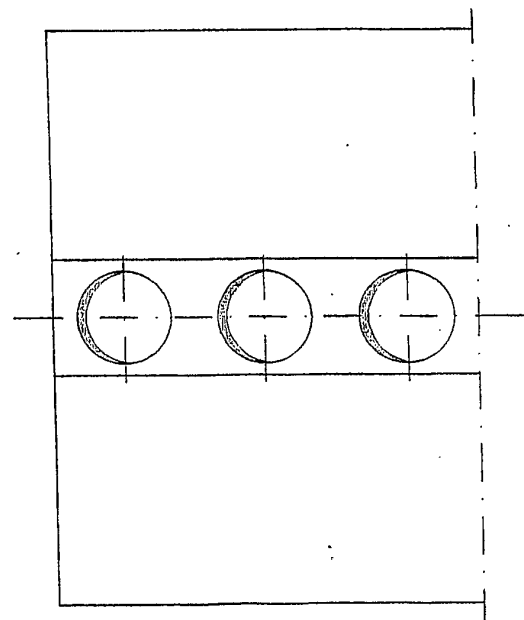
Figur 6a



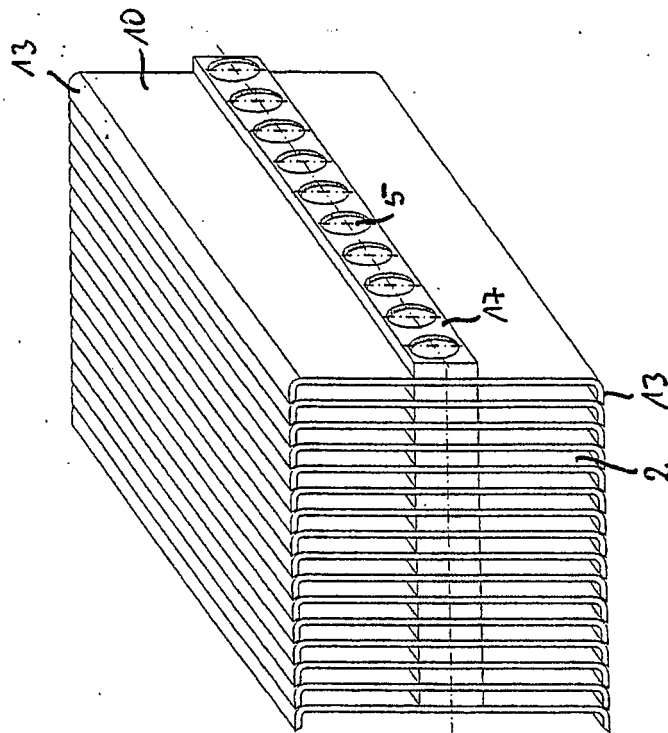
Figur 6b



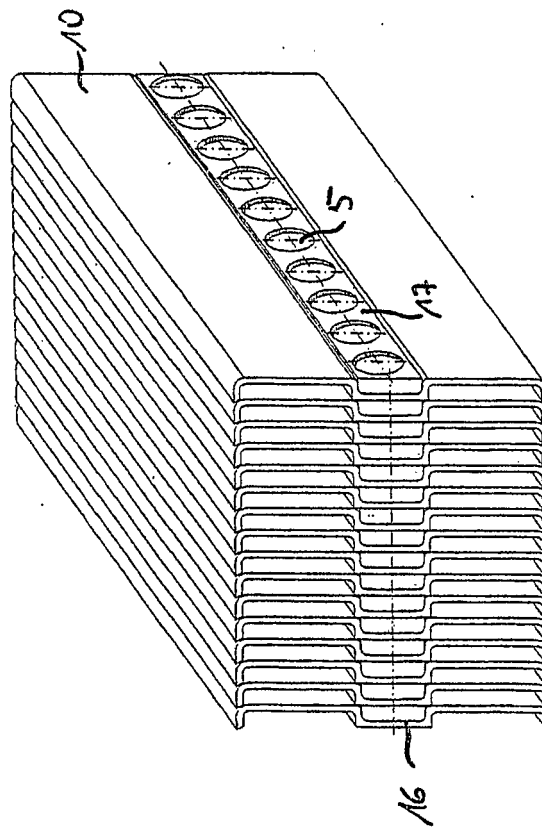
Figur 6c



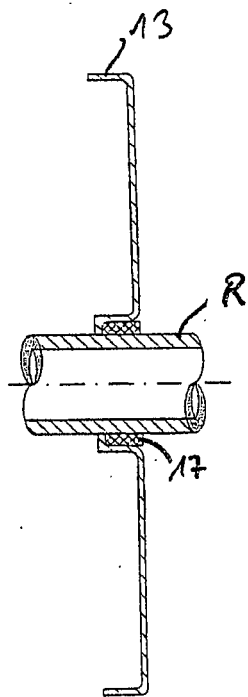
Figur 7b
Lamellen glatt



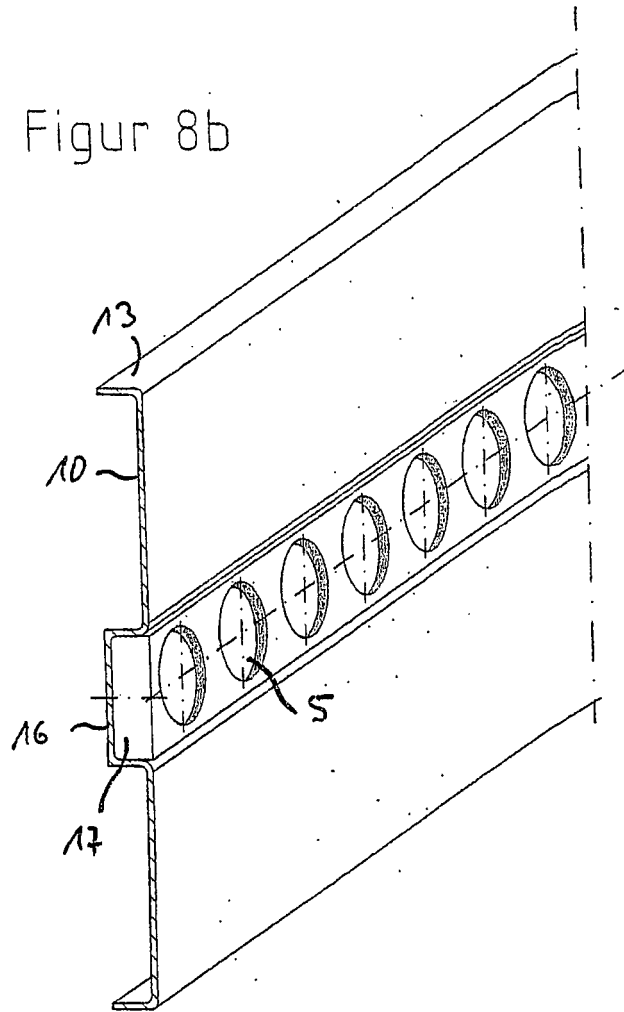
Figur 7a
Lamellen mit Ausbuchtung



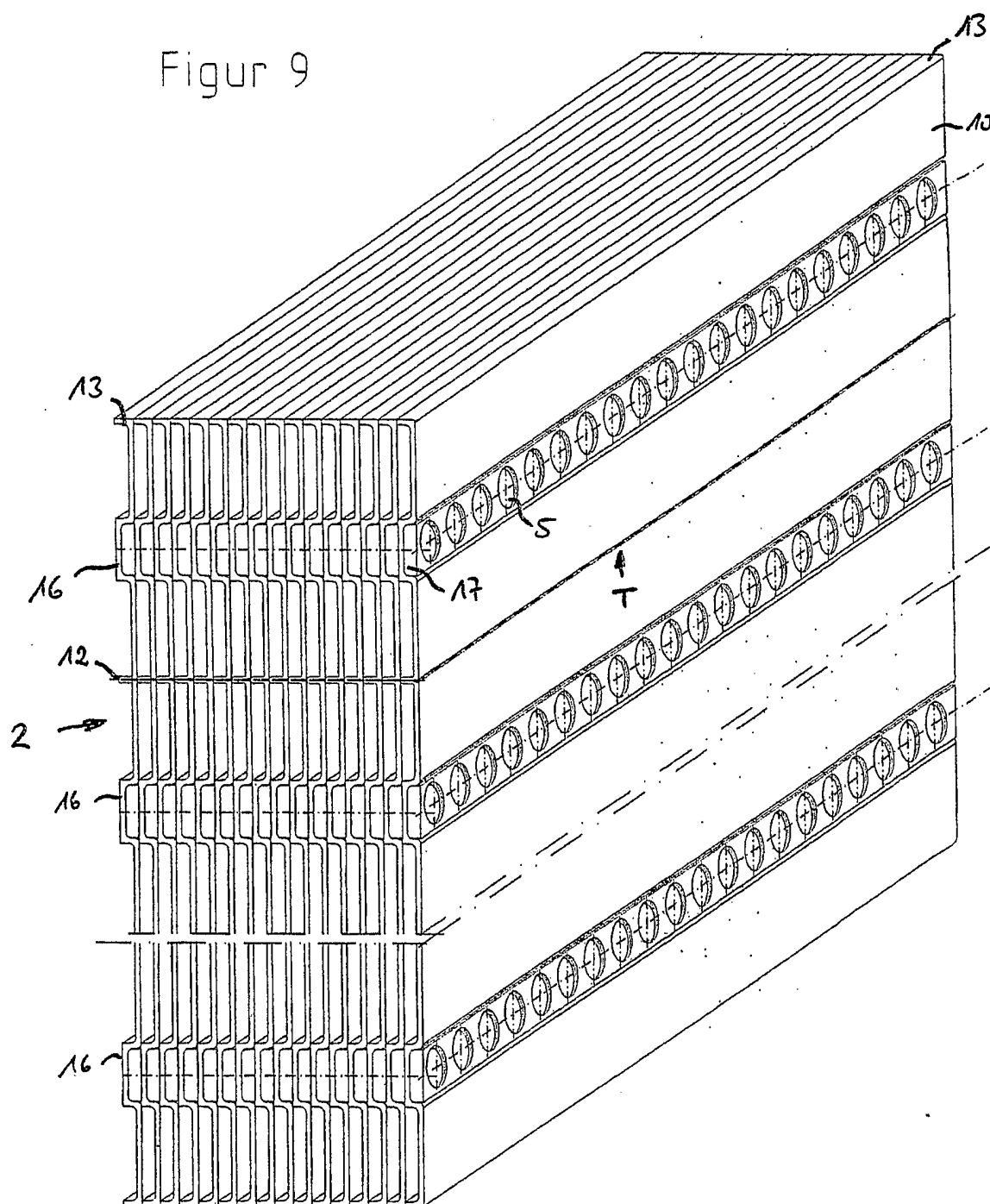
Figur 8a



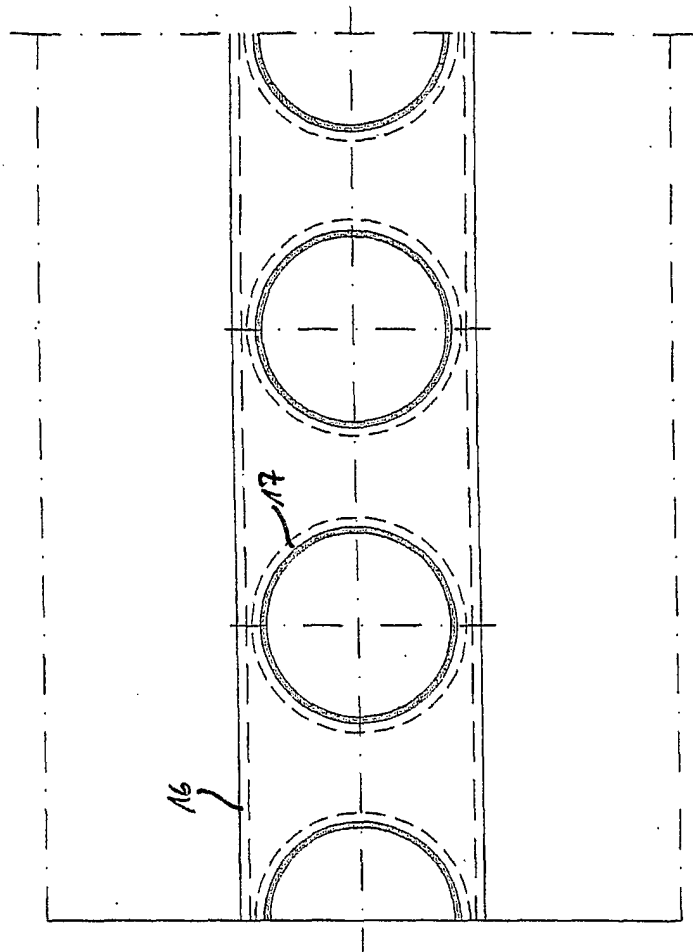
Figur 8b



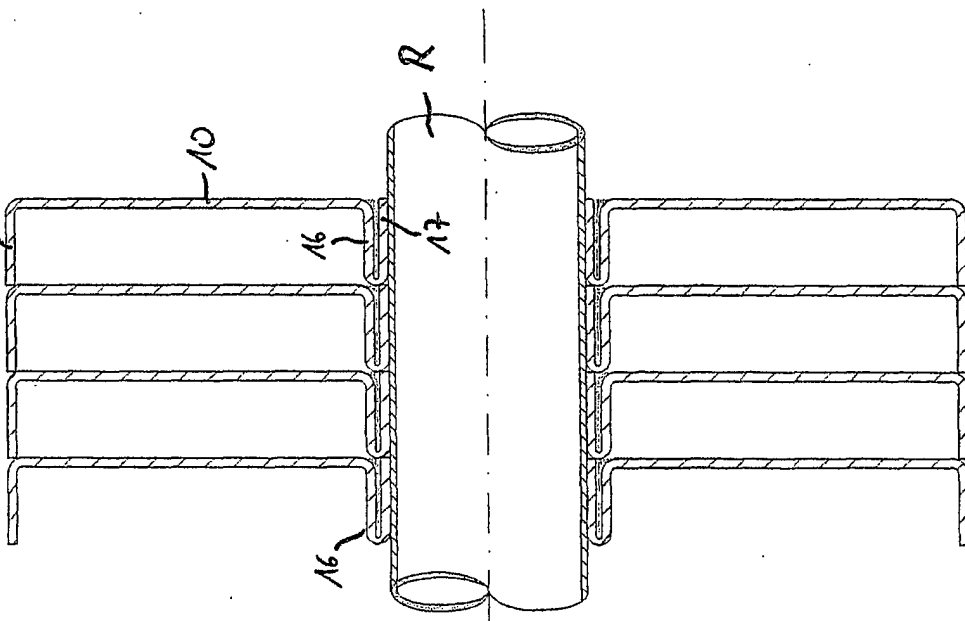
Figur 9



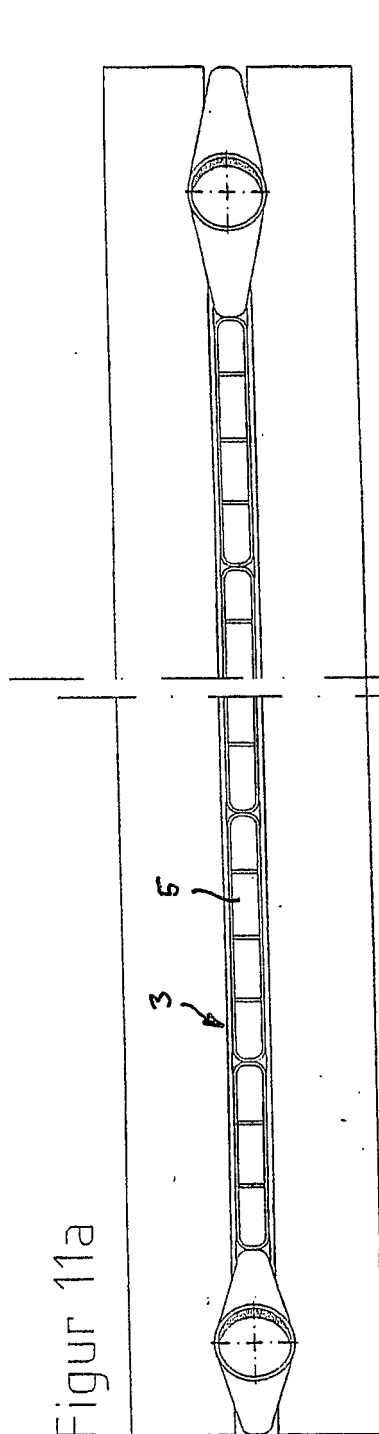
Figur 10b



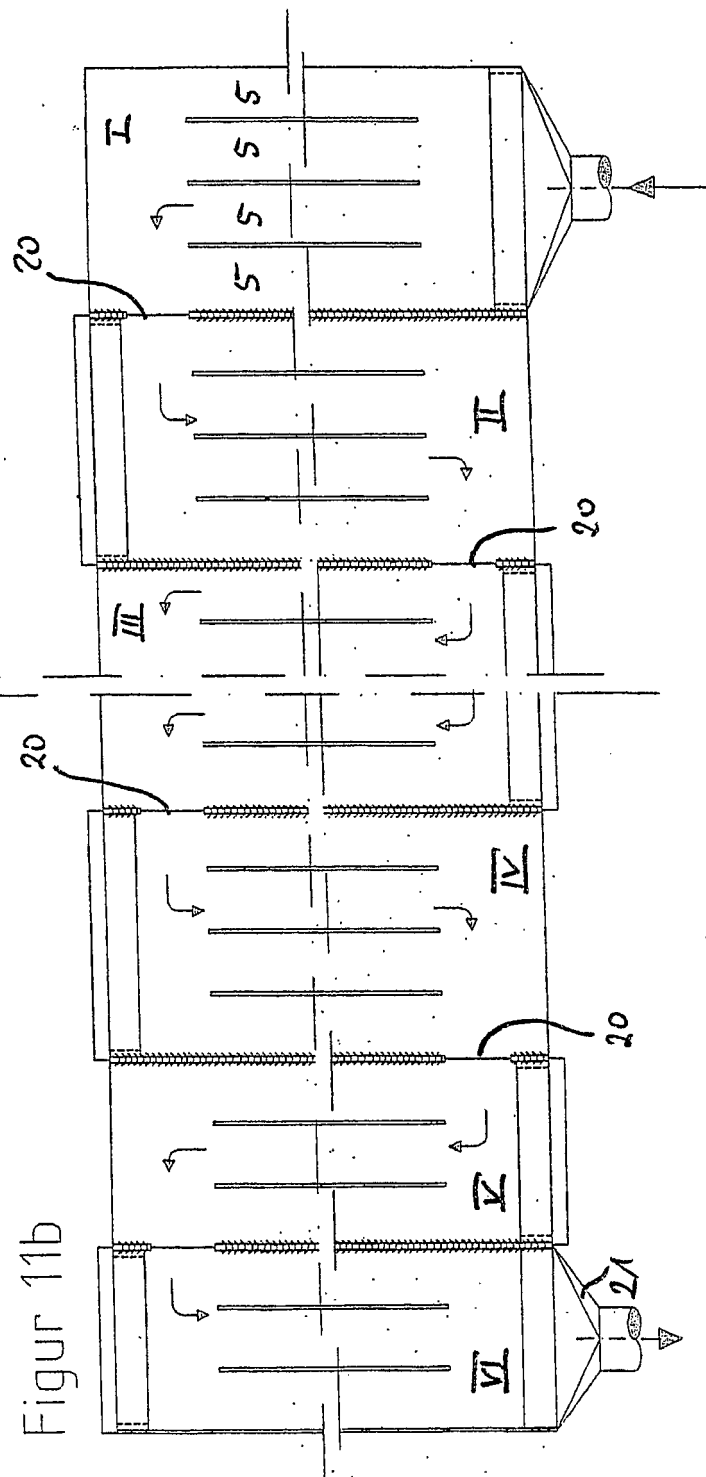
Figur 10a

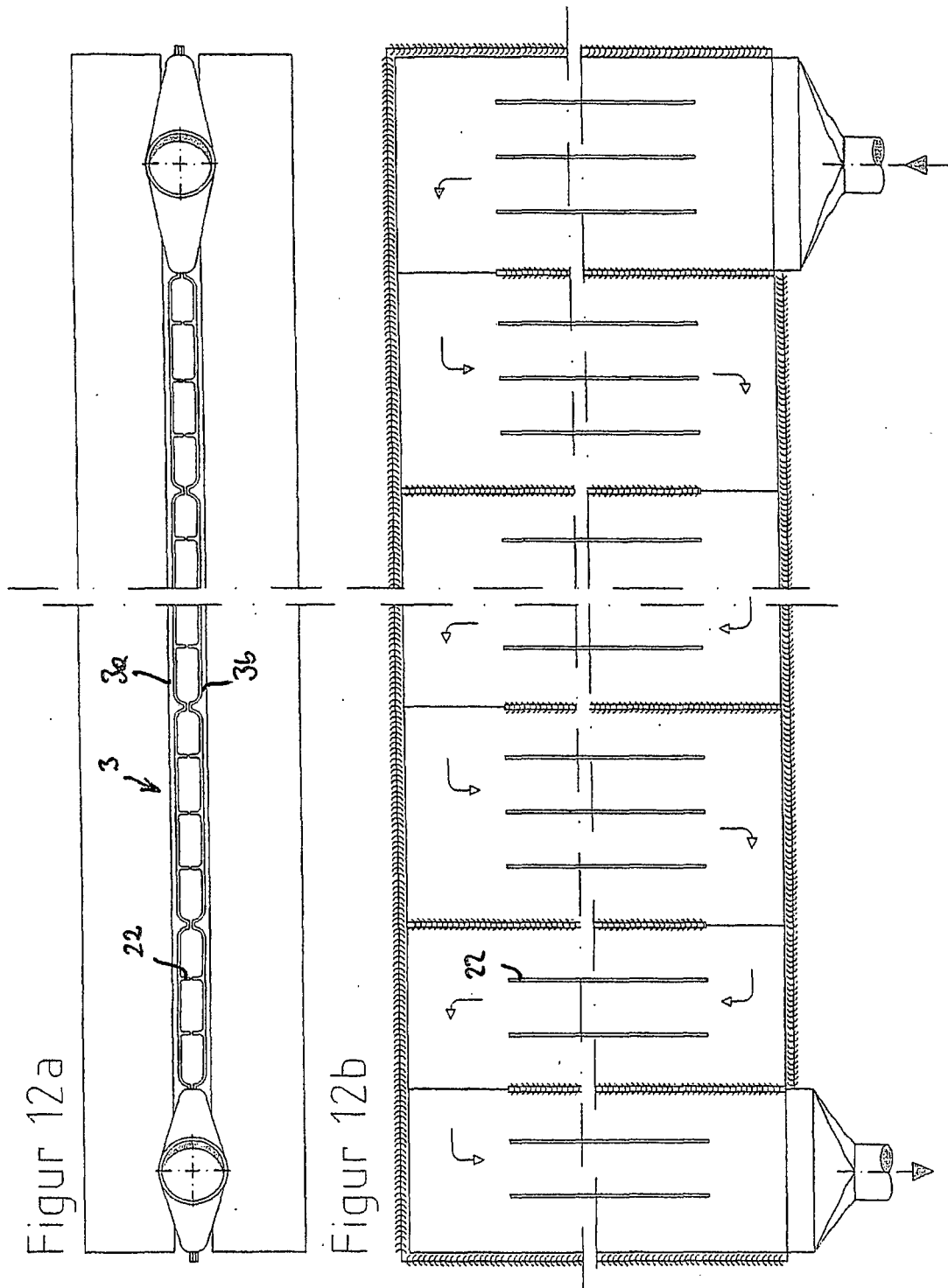


Figur 11a

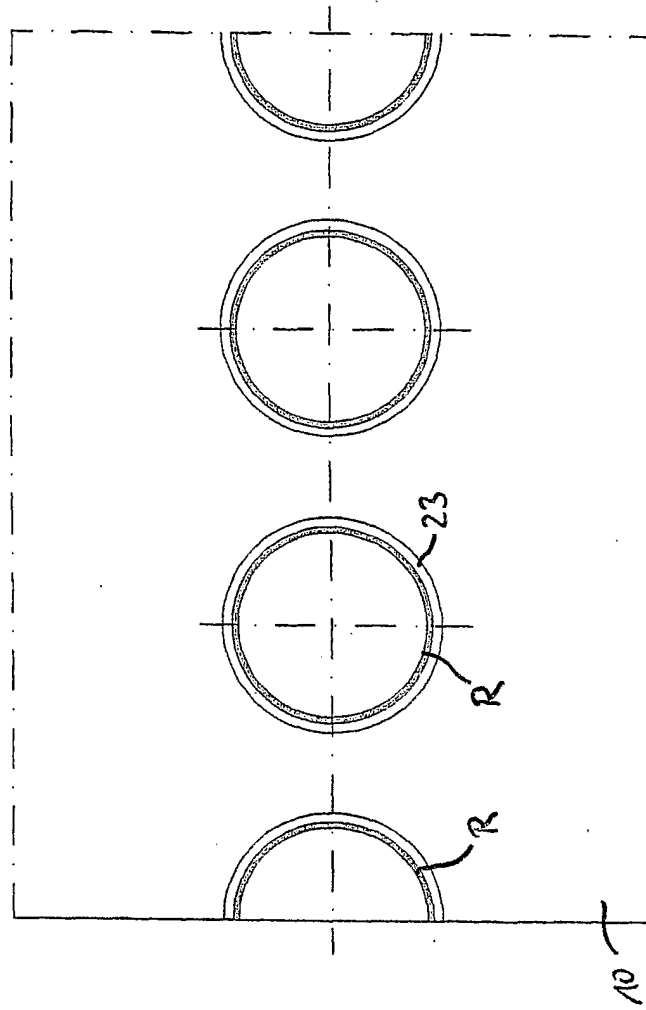


Figur 11b

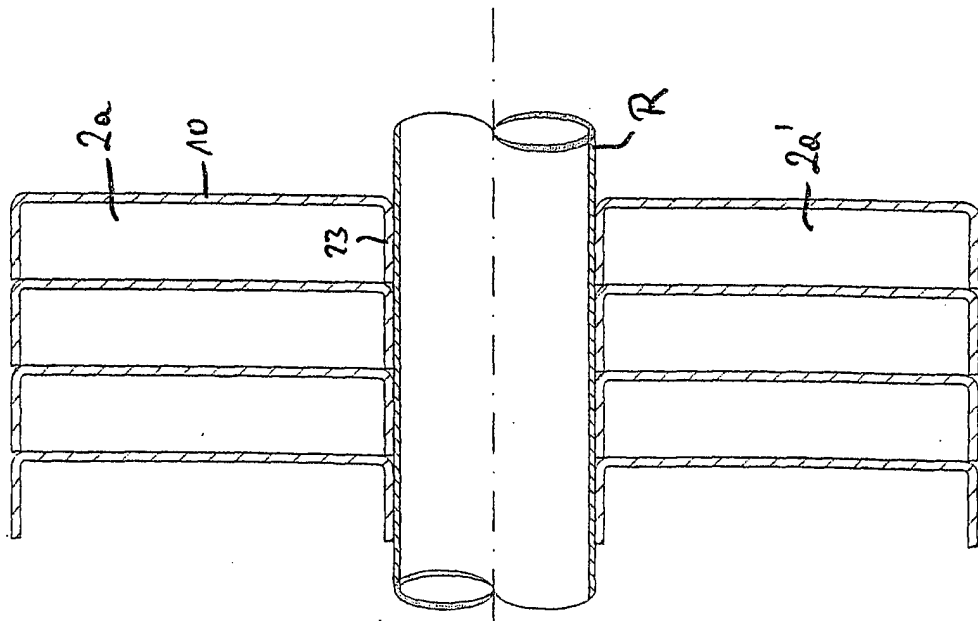




Figur 13b



Figur 13a



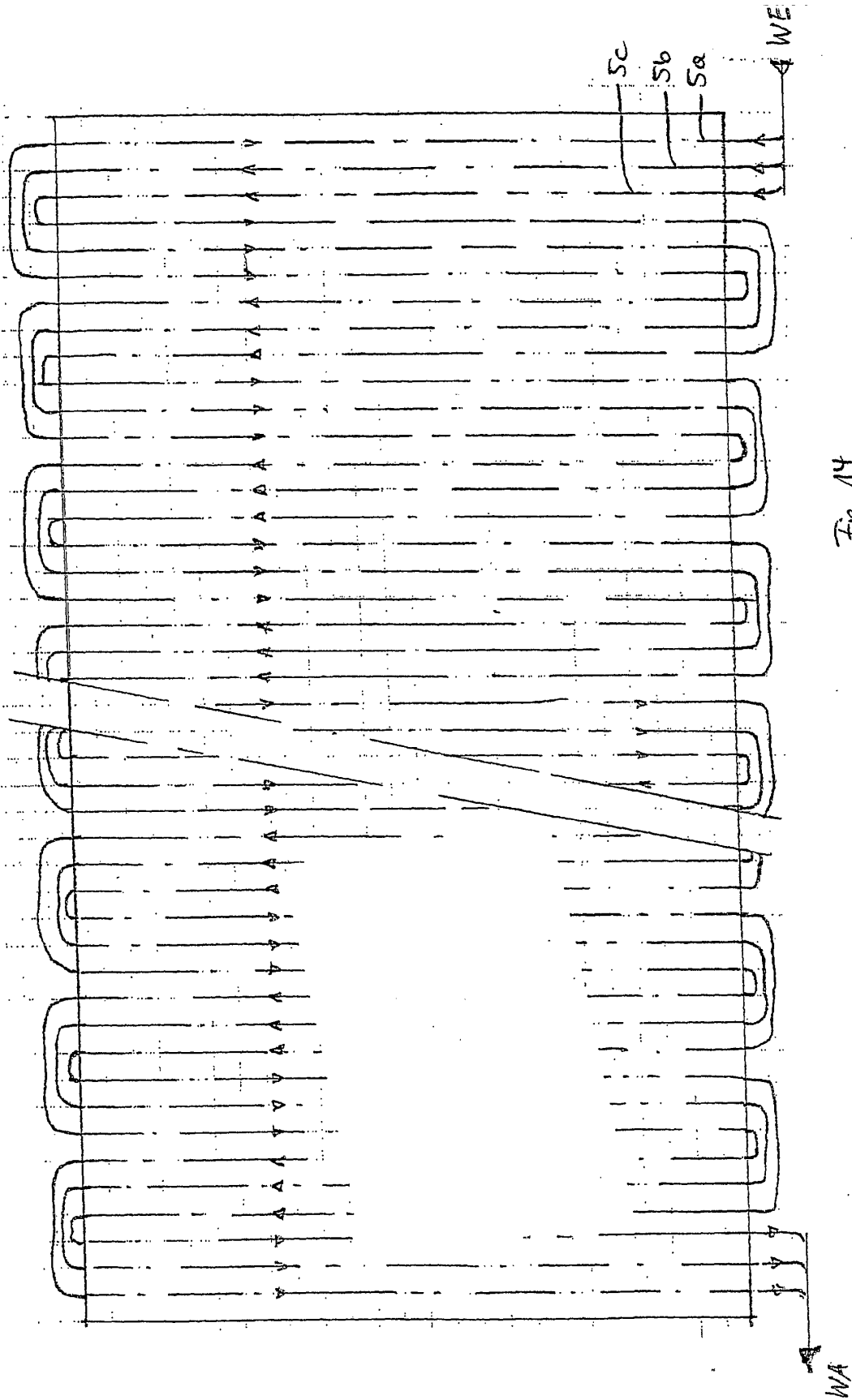


Fig. 14

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 1273858 A [0002]
- JP 2002206890 A [0002]
- EP 0201665 A [0002]
- US 20020153129 A1 [0002]
- US 5174373 A [0002]
- DE 9400687 U [0002]
- JP 9138081 A [0002]
- US 3990504 A [0002]
- EP 0177751 A [0003]
- EP 0132237 A [0004]
- DE 3325230 [0012]