

(19)



(11)

EP 2 531 777 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(51) Int Cl.:
F24F 3/14 ^(2006.01) **F24F 6/12** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10785346.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/007084

(22) Anmeldetag: **23.11.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/095188 (11.08.2011 Gazette 2011/32)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR KONDITIONIERUNG EINES LUFTSTROMS**

DEVICE AND METHOD FOR CONDITIONING AN AIR FLOW

DISPOSITIF ET PROCEDE DE CLIMATISATION D'UN COURANT D'AIR

(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

- **MÖRITZ, Martin**
14129 Berlin (DE)
- **PETERS, Hans**
10777 Berlin (DE)

(30) Priorität: **05.02.2010 DE 102010006889**

(74) Vertreter: **Lelgemann, Karl-Heinz**
Patentanwälte Spalthoff und Lelgemann
Huyssenallee 70/72
45128 Essen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(73) Patentinhaber: **Klingenburg GmbH**
45968 Gladbeck (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U1- 20 005 857 DE-U1-202007 013 484
JP-A- 7 301 442 US-A- 5 516 466
US-A1- 2001 045 674 US-A1- 2005 056 313
US-A1- 2009 179 337

(72) Erfinder:

- **KLINGENBURG, Hans**
45239 Essen (DE)
- **BRÄUTIGAM, Peter**
44805 Bochum (DE)

EP 2 531 777 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 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und auf einen Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 25.

[0002] Derartige Vorrichtungen zur Konditionierung eines Luftstroms sind beispielsweise in der EP 1 519 118 A1 und der EP 1 710 516 A1 beschrieben. Mittels der Befeuchtungseinrichtungen kann die Befeuchtung des Luftstroms sichergestellt werden, ohne dass in größerem Ausmaß Tropf- oder Kondenswasser anfällt.

[0003] Aus der US 5,516,466 A ist eine Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms bekannt, die bereits eine Befeuchtungseinrichtung mit Befeuchtungselementen in Form von Verteilungsrohren aufweist, wobei diese Verteilungsrohre im zu befeuchtenden Luftstrom angeordnet sind.

[0004] Die Beaufschlagung des zu befeuchtenden Luftstroms wird im Falle dieser bekannten Vorrichtung bewerkstelligt, in dem die vorstehend erwähnten Verteilungsrohre mit Dampf beaufschlagt werden. In den Verteilungsrohren sind Düsenöffnungen ausgebildet, die so orientiert sind, dass sie der Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms entgegengesetzt sind.

[0005] Stromauf der Verteilungsrohre - in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms gesehen - sind Strömungsablenkelemente vorgesehen, durch die die Luftströmung so gerichtet wird, dass der durch die Düsenöffnungen austretende Dampf von dem zu befeuchtenden Luftstrom bestmöglich aufgenommen werden kann. Die Strömungsablenkelemente führen dazu, dass die Luftströmung abgelenkt wird und so die Feuchtigkeit, die in Form des Dampfes in den Luftstrom eingeleitet wird, aufnehmen kann.

[0006] Aus der US 2009/179 337 A1 ist eine Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms bekannt, bei der die Feuchtigkeit in Form von Dampf mittels Befeuchtungsrohren in den Luftstrom eingeleitet wird. Diese Befeuchtungsrohre können bei einem Ausführungsbeispiel aus einem fluiddurchlässigen porösen Werkstoff ausgebildet sein.

[0007] Ausgehend von dem vorstehend geschilderten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die eingangs geschilderte gattungsgemäße Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms derart weiterzubilden, dass der Wirkungsgrad bei der Befeuchtung des Luftstroms erhöht ist und dass der Raumbedarf für die Ausgestaltung der Vorrichtung, insbesondere der Raumbedarf für die Befeuchtungseinrichtung derselben, erheblich reduziert werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 und des Verfahrensanspruchs 25 gelöst.

[0009] Erfindungsgemäß wird auf der gesamten Mantel- bzw. Außenfläche der Befeuchtungselemente sichergestellt, dass der Übergang der Feuchtigkeit in den zu befeuchtenden Luftstrom optimal und gleichmäßig stattfindet. Hierdurch wird zum einen erreicht, dass der Wirkungsgrad der Befeuchtungseinrichtung und damit der Wirkungsgrad der gesamten Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms erhöht ist; andererseits kann die Baugröße insbesondere der Befeuchtungseinrichtung bei gleicher Leistung erheblich reduziert werden. Hierdurch werden Möglichkeiten eröffnet, erfindungsgemäß ausgestaltete Vorrichtungen zur Konditionierung eines Luftstroms in vorhandene lufttechnische Anlagen nachträglich zu integrieren, ohne dass große bautechnische Anpassungen etc. erforderlich wären.

[0010] Die Durchlässigkeit für Wasser der Befeuchtungselemente ist durch die Beschichtung des Werkstoffs der Befeuchtungselemente einstellbar, wobei diese Beschichtung als selektiv durchlässige Membran ausgebildet ist. Diese Membran kann eine hohe Nassfestigkeit aufweisen. Mit einer derart ausgestalteten Beschichtung wird ein dauerhaft zuverlässiger Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung sichergestellt.

[0011] Die Befeuchtungselemente können vorteilhaft aus einem hydrophilen Werkstoff ausgebildet sein.

[0012] Wenn die Befeuchtungselemente der Befeuchtungseinrichtung quer zur Strömungsrichtung des in der Befeuchtungseinrichtung zu befeuchtenden Luftstroms angeordnet sind, kann von gleichmäßigen Verhältnissen bei der Übertragung thermischer Energie und/oder von Feuchtigkeit in den Fluidstrom ausgegangen werden.

[0013] Die Befeuchtungselemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms lassen sich vorteilhaft als Befeuchtungsrohre ausgestalten, wobei die Rohrwandungen aus dem fluiddurchlässigen porösen, vorzugsweise hydrophilen, Werkstoff ausgebildet sind und das druckbeaufschlagte Wasser durch den freien Rohrquerschnitt hindurch strömen und von dort in die Rohrwandung eintreten kann.

[0014] Der Querschnitt der Befeuchtungselemente bzw. der Rohrquerschnitt der Befeuchtungsrohre ist so gestaltet, dass die Befeuchtungselemente bzw. die Befeuchtungsrohre in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms einen möglichst geringen Strömungswiderstand aufweisen.

[0015] Der Querschnitt der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre kann tropfenförmig ausgestaltet sein, wobei die Tropfenspitze bzw. der Bereich der stärksten Krümmung des Tropfenquerschnitts in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms zeigt; alternativ ist es möglich, den Querschnitt der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre als Tragflächenquerschnitt zu gestalten; gemäß einer weiteren Alternative ist der Querschnitt der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre sowohl in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms als auch gegen die Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms spitz zulaufend ausgebildet; außerdem ist auch eine ovale Ausgestaltung des Querschnitts der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre möglich, wobei die

Längsachse des Ovals in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms angeordnet ist.

[0016] Sämtliche vorstehend explizit angegebenen Ausgestaltungen des Querschnitts bzw. des Rohrquerschnitts stellen sicher, dass die Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre möglichst gleichmäßig vom zu befeuchtenden Luftstrom kontaktiert werden, mit der Folge, dass ein gleichmäßiger Übergang des Wassers bzw. der Feuchtigkeit von den Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre in den zu befeuchtenden Luftstrom realisiert wird.

[0017] Wenn die dem zu befeuchtenden Luftstrom ausgesetzten Außenflächen der aus einem fluiddurchlässigen porösen Werkstoff bestehenden Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre eine räumliche, z.B. geriffelte, berippte und/oder raue, Struktur aufweisen, mittels der die dem zu befeuchtenden Luftstrom ausgesetzten Außenflächen vergrößert sind, wird der Wirkungsgrad, mit dem Wasser bzw. Feuchtigkeit von den Befeuchtungselementen bzw. den Befeuchtungsrohren in den zu befeuchtenden Luftstrom übergeht, weiter erhöht. Hierdurch kann die Leistung bei vorgegebener Baugröße erhöht werden; alternativ ist es möglich, bei gleicher Leistung die Baugröße der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms zu reduzieren.

[0018] Die porösen und fluiddurchlässigen, vorzugsweise hydrophilen Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre können vorteilhaft aus einem geeigneten keramischen Werkstoff, einem geeigneten gesinterten Metallwerkstoff oder einem geeigneten Kunststoff ausgebildet sein. Entscheidend für die Auswahl des Werkstoffs ist das Anforderungsprofil an die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre, welches durch die Art des Einsatzes der Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms vorgegeben wird.

[0019] Wenn die die selektiv durchlässige Membran ausbildende Beschichtung aus einem Polymerwerkstoff, z.B. einem geeigneten Nexar®-Polymer der Firma Kraton, ausgebildet ist, ist sie wegen der Eigenschaften derartiger Polymerwerkstoffe hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit für Wasser quasi beliebig einstellbar.

[0020] Bei diesen vorteilhaften Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre ausbildenden Werkstoffe letztlich nicht mehr entscheidend für die exakte Einstellung der Durchlässigkeit der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre für Wasser. Diese genaue Einstellung bzw. Feinjustierung für die Durchlässigkeit von Wasser wird mittels der Beschichtung aus dem Polymerwerkstoff erreicht, wobei dieser Polymerwerkstoff quasi beliebig in dieser Hinsicht einstellbar ist, so dass die gewünschten Durchtrittseigenschaften der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre jeweils exakt reproduzierbar und genau einstellbar sind. Der hierfür zu betreibende Aufwand ist bei dieser Ausführungsform der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre der erfindungsgemäßen Vorrichtung erheblich reduziert. Bei dieser Ausführungsform der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre bestehen diese dann aus einem Trägerkörper, der beispielsweise aus den bisher beschriebenen für Wasser durchlässigen, porösen Werkstoffen bestehen kann, sowie aus der vorstehend geschilderten Beschichtung aus dem Polymerwerkstoff. Der Trägerkörper ist so gestaltet, dass durch ihn hindurch das Wasser zu der Beschichtung vordringen kann, wobei jedoch aufgrund der in einfacher Weise einstellbaren Eigenschaften der Beschichtung der Durchtritt des Wassers an die Außenfläche der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre in der jeweils gewünschten Weise stattfinden kann. Wie bereits erwähnt, lassen sich diese Eigenschaften der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre durch die vorstehend geschilderte Beschichtung aus dem Polymerwerkstoff mit einem weitaus geringeren technisch-wirtschaftlichen Aufwand erreichen.

[0021] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms ist die Druckbeaufschlagung des an den Außenflächen der fluiddurchlässigen porösen Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre in den zu befeuchtenden Luftstrom übergehenden Wassers unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre und der Temperatur des zu befeuchtenden Luftstroms so einstellbar, dass das druckbeaufschlagte Wasser im Augenblick des Übergangs von den Außenflächen der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre in den zu befeuchtenden Luftstrom in seinen dampfförmigen Aggregatzustand übergeht. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass Tropf-, Riesel- oder Kondenswasser nicht auftritt, mit der Folge, dass aufwendige Maßnahmen zur Sammlung bzw. Rückführung derartigen Wassers entfallen können.

[0022] Bei bestimmten Anforderungsprofilen an die Befeuchtungseinrichtung der Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms ist es zweckmäßig, wenn durch die Befeuchtungselemente bzw. die Befeuchtungsrohre auch thermische Energie auf den Luftstrom übertragbar ist.

[0023] Zur Erhöhung der Steuerbarkeit und Regelbarkeit des Übergangs von Wasser in den zu befeuchtenden Luftstrom ist es vorteilhaft, wenn der Werkstoff der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre temperierbar ist. Dies kann beispielsweise mittels Heizdrähten oder vergleichbarer Bauteile geschehen.

[0024] Des Weiteren kann es zur weiteren Erhöhung des Wirkungsgrads des Übergangs von Wasser in den zu befeuchtenden Luftstrom zweckmäßig sein, eine Temperiereinrichtung vorzusehen, mittels der die Temperatur des in die Befeuchtungselemente bzw. die Befeuchtungsrohre eingeleiteten Wassers einstellbar ist. Durch die Temperierung des Wassers ist es des Weiteren möglich, thermische Energie aus dem Wasser durch bzw. über die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre in den Luftstrom zu übertragen, d.h., den Luftstrom zu kühlen oder zu erwärmen.

[0025] Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms ist ein Einstellmittel vorgesehen, mittels dem der Druck und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des in die

Befeuchtungselemente bzw. die Befeuchtungsrohre eingeleiteten Wassers einstellbar ist.

[0026] Wenn der Querschnitt der Befeuchtungsrohre in zwei Strömungskanäle zweigeteilt ist, die beiden Strömungskanäle an einem freien Ende des Befeuchtungsrohrs miteinander verbunden sind, und der eine Strömungskanal des Befeuchtungsrohrs an einem dem freien Ende entgegengesetzten proximalen Ende des Befeuchtungsrohrs an einen Verteiler der Befeuchtungseinrichtung und der andere Strömungskanal des Befeuchtungsrohrs am dem freien Ende entgegengesetzten proximalen Ende des Befeuchtungsrohrs an einen Sammler der Befeuchtungseinrichtung angeschlossen ist, ist es durch die Ausgestaltung des Befeuchtungsrohrs mit einem in zwei Strömungskanäle aufgeteilten Querschnitt möglich, dieses Befeuchtungsrohr mechanisch stabiler als im Stand der Technik zu gestalten.

[0027] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich, wenn eine Trennwand zwischen den beiden Strömungskanälen des Befeuchtungsrohrs aus demselben Werkstoff wie das übrige Befeuchtungsrohr ausgebildet ist.

[0028] Eine erhebliche Reduzierung des Strömungswiderstands der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf den an ihr vorbeiströmenden Fluidstrom ist erreichbar, wenn der Querschnitt der Befeuchtungsrohre die Form eines abgeflachten länglichen Ovals aufweist, wobei die Längsachse des Ovals in etwa parallel zur Strömungsrichtung des Fluidstroms angeordnet ist.

[0029] Der Strömungswiderstand der erfindungsgemäßen Vorrichtung lässt sich weiter reduzieren, wenn der Querschnitt des Befeuchtungsrohrs symmetrisch zur Querachse des Ovals ausgebildet ist.

[0030] Vorteilhaft kann die Querachse des länglichen Ovals in der Trennwand liegen, was für die mechanische Stabilität des Befeuchtungsrohrs förderlich ist.

[0031] Eine besonders kompakte und mechanisch stabile Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist erreichbar, wenn der Verteiler und der Sammler aneinander anliegend angeordnet sind und eine Zwischenwand zwischen Verteiler und Sammler mit den Trennwänden der Befeuchtungsrohre fluchtet. Hierbei kann der Übergang aus dem Verteiler in das jeweilige Befeuchtungsrohr sowie auch der Übergang bzw. Durchlass aus dem Befeuchtungsrohr in den Sammler jeweils an den Strömungsquerschnitt des betreffenden Strömungskanals des Befeuchtungsrohrs angepasst sein.

[0032] Eine an unterschiedlichste Anforderungsprofile mit einem geringen technisch-konstruktiven Aufwand anpassbare Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann erreicht werden, wenn die Befeuchtungsrohre jeweils aus zumindest einem Längenmodulteil mit der Trennwand zwischen den beiden Strömungskanälen und einem Deckelteil ausgebildet sind, wobei das Deckelteil trennwandfrei ausgebildet und am freien Ende des Befeuchtungsrohrs angeordnet ist. Da die Länge des Verteilers und des Sammlers quasi frei vorgebar ist und die Länge der Befeuchtungsrohre ebenfalls quasi beliebig wählbar ist, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung mit geringen Maßnahmen an den Strömungsquerschnitt des zu beaufschlagenden Fluidstroms angepasst werden.

[0033] Vorteilhaft sind die Befeuchtungsrohre am Verteiler und am Sammler arretier- und befestigbar.

[0034] Der Verteiler und der Sammler bestehen zweckmäßigerweise aus einem mikrobiell inerten Werkstoff, z.B. aus Aluminium, Edelstahl oder einem geeigneten Kunststoff.

[0035] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Konditionierung eines Luftstroms wird thermische Energie in den Luftstrom übertragen und der Luftstrom durch Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre befeuchtet, indem Wasser mit Druck beaufschlagt, druckbeaufschlagt in die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre eingeleitet und durch die aus einem fluiddurchlässigen porösen, vorzugsweise hydrophilen, Werkstoff ausgebildeten Befeuchtungselemente bzw. Rohrwandungen der Befeuchtungsrohre hindurch in den Luftstrom übertragen. Zur Erhöhung des Wirkungsgrads dieses Verfahrens wird das Wasser unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit bzw. der Porosität des Werkstoffs der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre und der Temperatur des zu befeuchtenden Luftstroms und ggf. weiterer Parameter so druckbeaufschlagt, dass es im Augenblick des Übergangs von den Außenflächen der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre in den zu befeuchtenden Luftstrom in seinen dampfförmigen Aggregatzustand übergeht.

[0036] Vorteilhaft können bei diesem Verfahren als weitere Parameter die Wassertemperatur und/oder die relative Luftfeuchtigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms und/oder die ggf. variierbare Werkstofftemperatur der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre berücksichtigt werden.

[0037] Der Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Konditionierung des Luftstroms kann erhöht werden, wenn der Werkstoff der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre temperiert und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des in die Befeuchtungselemente bzw. die Befeuchtungsrohre eingeleiteten Wassers eingestellt wird. Die entsprechende Temperierung bzw. Strömungsgeschwindigkeitseinstellung erfolgt selbstverständlich unter Berücksichtigung der auch bei der Druckbeaufschlagung des Wassers in Betracht zu ziehenden Parameter.

[0038] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

[0039] Es zeigen:

Figur 1	eine Prinzipdarstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms;
Figur 2 bis Figur 4	Ausführungsbeispiele für Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre einer Befeuchtungseinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms;
Figur 5 bis Figur 7	Ausführungsbeispiele für die Gestaltung der Außen- bzw. Mantelfläche der Befeuchtungselemente bzw. der Befeuchtungsrohre der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms;
Figur 8 bis Figur 10	eine Seitenansicht, eine Stirnansicht und eine Querschnittsdarstellung eines Längenmodulteils eines Befeuchtungsrohrs der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
Figur 11	eine Querschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform eines Längenmodulteils eines Befeuchtungsrohrs der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
Figur 12 bis Figur 14	eine Stirnansicht, eine Seitenansicht und eine Draufsicht auf einen Verteiler und einen Sammler der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und
Figur 15	eine Prinzipdarstellung eines an den Sammler und den Verteiler angeschlossenen Befeuchtungsrohrs der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0040] Eine in Figur 1 prinzipiell gezeigte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Konditionierung eines Luftstroms 2 ist in einem in Figur 1 lediglich angedeutetem Gehäuse 3 einer im übrigen nicht dargestellten lufttechnischen Anlage angeordnet. Zu der Vorrichtung 1 zur Konditionierung des Luftstroms 2 gehört eine Befeuchtungseinrichtung 5.

[0041] Die Befeuchtungseinrichtung 5 dient dazu, die Luftfeuchtigkeit des Luftstroms 2 zu erhöhen. Hierzu weist die Befeuchtungseinrichtung 5 bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsformen eine Vielzahl von Befeuchtungsrohren 6 auf, die sich quer zur Strömungsrichtung des die Befeuchtungseinrichtung 5 durchströmenden Luftstroms 2 erstrecken und in die druckbeaufschlagtes Wasser eingeleitet wird.

[0042] Die Wandungen der Befeuchtungsrohre 6 sind aus einem hydrophilen, fluiddurchlässigen und porösen Werkstoff ausgebildet. Das in die Befeuchtungsrohre 6 eingeleitete druckbeaufschlagte Wasser dringt in die Wandungen der Befeuchtungsrohre 6 ein und wird an den Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6 von dem die Befeuchtungseinrichtung 5 durchströmenden Luftstrom 2 aufgenommen.

[0043] Die Befeuchtungsrohre 6 der Befeuchtungseinrichtung 5 haben einen Rohrquerschnitt, mittels dem sichergestellt wird, dass die Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6, die dem zu befeuchtenden Luftstrom 2 ausgesetzt sind, vom zu befeuchtenden Luftstrom 2 über den gesamten Umfang der Befeuchtungsrohre 6 gleichmäßig kontaktiert werden.

[0044] Hierzu kann der Rohr- bzw. Strömungsquerschnitt der Befeuchtungsrohre, wie dies in den Figuren 2 bis 4 beispielhaft dargestellt ist, tropfenförmig, tragflächenförmig oder sowohl in als auch gegen die Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms 2 spitz zulaufend ausgebildet sein. In jedem Fall wird bei der Gestaltung des Rohrquerschnitts der Befeuchtungsrohre 6 berücksichtigt, dass die Befeuchtungsrohre 6 in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms 2 einen möglichst minimierten Strömungswiderstand aufweisen sollen.

[0045] Im Falle eines tropfenförmigen Querschnitts der Befeuchtungsrohre 6, wie dies in Figur 2 gezeigt ist, zeigt der Rohrquerschnitt mit dem Bereich seiner stärksten Krümmung bzw. mit der Tropfenspitze in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms 2. In entsprechender Weise sind auch mit Tragflächenquerschnitten ausgebildete Befeuchtungsrohre 6 orientiert, wie sich aus Figur 3 ergibt. Im Falle des in Figur 4 gezeigten Rohrquerschnitts der Befeuchtungsrohre 6 zeigen die beiden Spitzen in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms bzw. genau gegen die Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms 2.

[0046] Die Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6 können die in den Figuren 5, 6 und 7 gezeigten räumlichen Oberflächenstrukturen aufweisen, mittels denen die dem zu befeuchtenden Luftstrom 2 ausgesetzten Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6 vergrößert sind. Hierdurch kann bei vorgegebenem Raumangebot für die Befeuchtungseinrichtung 5 die Quantität des in den zu befeuchtenden Luftstrom 2 zu übertragenden Wassers erhöht werden.

[0047] Die in den Figuren 5 bis 7 beispielhaft dargestellten Oberflächenstrukturen stehen in keinerlei Zusammenhang mit der Porosität des die Wandungen der Befeuchtungsrohre 6 ausbildenden hydrophilen, porösen und fluiddurchlässigen Werkstoffs. Die sich aufgrund dieser Porosität ergebenden Unregelmäßigkeiten an den Außenflächen bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6 sind im Vergleich zu den in den Figuren 5 bis 7 beispielhaft dargestellten Strukturierungen

der Außen- bzw. Mantelflächen vernachlässigbar klein.

[0048] Als Werkstoff für die hydrophilen, fluiddurchlässigen und porösen Befeuchtungsrohre 6 kommt z.B. ein geeigneter keramischer Werkstoff, ein gesinterter Metallwerkstoff oder ein geeigneter Kunststoff in Frage.

[0049] Das in die Befeuchtungsrohre 6 der Befeuchtungseinrichtung eingeleitete Wasser, welches in den zu befeuchtenden Luftstrom 2 übergeleitet werden soll, wird, wie bereits erwähnt, unter Druckbeaufschlagung in die Befeuchtungsrohre 6 eingeleitet. Hierzu dient beispielsweise eine in den Figuren nicht gezeigte Pumpe. Diese Pumpe wird mittels einer Steuereinheit derart gesteuert bzw. geregelt, dass bei Berücksichtigung der Porosität des die Befeuchtungsrohre 6 ausbildenden Werkstoffs und bei Berücksichtigung der Temperatur des zu befeuchtenden Luftstroms 2 das druckbeaufschlagte Wasser im Augenblick des Übergangs von den Außen- bzw. Mantelflächen der Befeuchtungsrohre 6 in den zu befeuchtenden Luftstrom 2 in seinen dampfförmigen Aggregatzustand übergeht. Hierdurch wird zuverlässig verhindert, dass Tropfwasser, kondensiertes Wasser od.dgl. in der Befeuchtungseinrichtung 5 auftritt.

[0050] Zusätzlich können bei der Steuerung bzw. Regelung der Pumpe die Wassertemperatur, und/oder die relative Luftfeuchtigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms 2 und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms 2 und/oder die ggf. variierbare Werkstofftemperatur der Befeuchtungsrohre 6 berücksichtigt werden.

[0051] Die Porengröße des die Befeuchtungsrohre 6 ausbildenden Werkstoffs liegt vorzugsweise unterhalb von 20 μm , besonders vorteilhaft unterhalb von 10 μm .

[0052] Die Befeuchtungseinrichtung 5 kann so gestaltet sein, dass mittels ihr auch thermische Energie auf den zu befeuchtenden Luftstrom übertragen werden kann.

[0053] Der Werkstoff der Befeuchtungsrohre 6 kann temperierbar sein, wobei hierfür z.B. Heizdrähte eingesetzt werden können, die in exakt steuer- bzw. regelbarer Weise Wärmeenergie auf den Werkstoff der Befeuchtungsrohre übertragen können.

[0054] Des Weiteren kann die Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms eine Temperiereinrichtung aufweisen, mittels der die Temperatur des in die Befeuchtungsrohre 6 eingeleiteten Wassers je nach Anforderungsprofil beliebig eingestellt wird. Entsprechend kann ein Einstellmittel, beispielsweise in Form einer Pumpe, zur Vorrichtung zur Konditionierung des Luftstroms 2 gehören, mittels der der Druck und die Strömungsgeschwindigkeit des in die Befeuchtungsrohre eingeleiteten Wassers je nach Anforderungsprofil eingestellt wird bzw. werden.

[0055] Im Falle der anhand der Figuren 8 bis 15 gezeigten und im Folgenden ausführlich beschriebenen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 dient diese dazu, den Luft- bzw. Fluidstrom 2 mit Feuchte zu beaufschlagen.

[0056] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 grundsätzlich auch geeignet ist, den Fluidstrom mit thermischer Energie in Form von Wärme oder Kälte zu beaufschlagen. Darüber hinaus sind selbstverständlich Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 möglich, bei der der Fluidstrom sowohl mit thermischer Energie als auch mit Feuchte beaufschlagt werden kann.

[0057] Zu der Vorrichtung 1 zur Feuchtebeaufschlagung gehört eine Vielzahl von Längenmodulteil 7, die den wesentlichen Bestandteil eines Befeuchtungsrohrs 6, wie dies in Figur 15 gezeigt ist, bilden. Das Längenmodulteil 6 des Befeuchtungsrohrs 6, ist, wie sich aus einer Zusammenschau der Figuren 8 bis 10 ergibt, im Querschnitt länglich ovalförmig. Das Längenmodulteil 7 des Befeuchtungsrohrs 6 hat innerhalb seines Rohrquerschnitts, wie aus einer Zusammenschau der Figuren 8 und 10 hervorgeht, eine Trennwand 8, die, wie dies in Figur 10 gezeigt ist, in Längsrichtung des länglichen Ovalquerschnitts etwa mittig angeordnet ist. Durch die Trennwand 8 wird der Querschnitt des Befeuchtungsrohrs 6 in zwei Strömungskanäle 9, 10 aufgeteilt, die etwa denselben Strömungsquerschnitt aufweisen. Die länglich ovalförmige Querschnittsform des Befeuchtungsrohrs 6 bzw. des Längenmodulteils 7 desselben hat zur Folge, dass die Außenmantelfläche des Befeuchtungsrohrs 6 in hohem Grade gleichmäßig mit dem an der Vorrichtung 1 vorbeiströmenden Fluidstrom 2 in Kontakt gerät.

[0058] Dies wird noch durch die räumliche Strukturierung der Außenmantelfläche unterstützt, die am besten aus den Figuren 10 und 11, die eine weitere Ausführungsform des Längenmodulteils 7 zeigt, hervorgeht.

[0059] Das Befeuchtungsrohr 6 kann - je nach Anforderungsprofil - mehrere der in den Figuren 8 bis 10 und 11 gezeigten Längenmodulteil 7 aufweisen.

[0060] Die Befeuchtungsrohre 6 der Vorrichtung 1 können in beliebiger Weise in Bezug auf den Fluidstrom 2 orientiert sein, jedoch ist es häufig vorteilhaft, wenn diese Befeuchtungsrohre 6 mit ihrer Längsrichtung quer zum Fluidstrom 2 angeordnet sind.

[0061] Wie insbesondere aus Figur 15 hervorgeht, ist das in diesem Ausführungsbeispiel lediglich ein Längenmodulteil 7 aufweisende Befeuchtungsrohr 6 an seinem in Figur 15 oberen Ende mittels eines Deckelteils 11 geschlossen. Das Deckelteil 11 entspricht hinsichtlich seines Rohrquerschnitts demjenigen des Längenmodulteils 7, hat jedoch nicht die im Falle des Längenmodulteils 7 vorgesehene Trennwand 8, so dass ein Befeuchtungsmedium 12, das das Befeuchtungsrohr 6 durchströmt, am in Figur 15 oberen Ende des Befeuchtungsrohrs 6 aus dem in Figur 15 linken Strömungskanal 9 in den in Figur 15 rechten Strömungskanal 10 übertreten kann, der das Befeuchtungsmedium 12 zurück zum deckelteilfernen Ende des Befeuchtungsrohrs 6 führt, wie dies in Figur 15 durch den zweifach rechtwinklig abknickenden Pfeil bzw. die Strömung des Befeuchtungsmediums 12 gezeigt ist.

[0062] Die Wandung des Befeuchtungsrohrs 6 ist für das im Befeuchtungsrohr 6 befindliche Befeuchtungsmedium 12 durchlässig. Das Befeuchtungsmedium 12 tritt durch die Wandung des Befeuchtungsrohrs 6 hindurch und gerät an der Außenmantelfläche des Befeuchtungsrohrs 6 in Kontakt mit dem einem Fluidleiter durchströmenden Fluidstrom 2, durch den das Befeuchtungsmedium 12 aufgenommen wird.

[0063] Im Falle der in Figur 11 gezeigten symmetrischen Ausgestaltung des Querschnitts des Längenmodulteils 7 des Befeuchtungsrohrs 6 wird eine Gleichmäßigkeit des Übertritts des Befeuchtungsmediums 12 in den Fluidstrom 2 erreicht, die etwas höher ist als im Falle des in Figur 10 gezeigten, nicht exakt symmetrischen Querschnitts.

[0064] Die Querachse 19 des länglich ovalen, symmetrischen Querschnitts liegt bei der gezeigten Ausführungsform in der Trennwand 8.

[0065] Zur Zuführung des Befeuchtungsmediums 12 zu den Befeuchtungsrohren 6 der Vorrichtung 1 ist die Vorrichtung 1 mit einem Verteiler 14 und einem Sammler 15 ausgebildet, wie dies in den Figuren 12 bis 14 gezeigt ist. Der Verteiler 14 und der Sammler 15 liegen mit einander gegenüberliegenden Wandungen aneinander an, so dass zwischen dem Verteiler 14 und dem Sammler 15 eine Zwischenwand 16 gebildet ist. Aus der in Figur 14 gezeigten Draufsicht auf die Einheit aus dem Verteiler 14 und dem Sammler 15 geht hervor, dass das Befeuchtungsmedium 12, wie dies durch die nach oben gerichtete Pfeilspitze gezeigt ist, in den Verteiler 14 eintritt. Der Verteiler 14 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel mit gleich beabstandeten Durchlässen 17 versehen, durch die hindurch das Befeuchtungsmedium 12 aus dem Verteiler 14 in die Befeuchtungsrohre 6 eintreten kann. Im Falle der in Figur 14 gewählten Darstellung sind aus Einfachheitsgründen diese Durchlässe 17 kreisförmig dargestellt. Die Öffnung der Durchlässe 17 kann jedoch einen Querschnitt aufweisen, der an den Querschnitt der Strömungskanäle 9 der Befeuchtungsrohre 6 angepasst ist. Das Befeuchtungsmedium 12 gerät somit aus dem Verteiler 14 in die Strömungskanäle 9 der Befeuchtungsrohre 6, dann im Bereich der Deckelteile 11 der Befeuchtungsrohre 6 in die Strömungskanäle 10 der Befeuchtungsrohre 6 und dann aus den Strömungskanälen 10 der Befeuchtungsrohre 6 durch in Figur 14 gezeigte Durchlässe 18 in den Sammler 15, aus dem überschüssiges Befeuchtungsmedium 12, wie dies durch den nach unten gerichteten Pfeil gezeigt ist, austreten kann. Auch im Falle des Sammlers 15 sind in Figur 14 die Durchlässe 18 kreisförmig gezeichnet, können jedoch den Querschnitt der Strömungskanäle 10 der Befeuchtungsrohre 6 aufweisen.

[0066] Aus einer Zusammenschau der Figuren 14 und 15 geht hervor, dass die Trennwände 8 der Befeuchtungsrohre 6 mit der Zwischenwand 16 zwischen dem Verteiler 14 und dem Sammler 15 fluchten.

[0067] Die Vorrichtung 1 zur Befeuchtung des Fluidstroms 2 kann in beliebigen Abmessungen hergestellt werden, wobei die Abmessungen des Verteilers 14 und des Sammlers 15 quasi frei wählbar sind und die Anzahl sowie die jeweilige Länge der Befeuchtungsrohre 6 aufgrund der Möglichkeit, diese Befeuchtungsrohre 6 durch eine beliebige Anzahl von Längenmodulteilen 7 und einem Deckelteil 11 zu bilden, beliebig sind.

[0068] Die Trennwand 8 des Längenmodulteils 7 kann aus demselben Werkstoff hergestellt sein wie das übrige Längenmodulteil 7.

[0069] Die Außenmantelfläche des Befeuchtungsrohrs 6 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel räumlich strukturiert und mit Rippen bzw. Vorsprüngen versehen, wie dies aus den Figuren 10 und 11 hervorgeht.

[0070] Die Befeuchtungsrohre 6 sind mittels geeigneter Verbindungsmittel am Verteiler 14 und am Sammler 15 arretiert und befestigbar.

[0071] Der Verteiler 14 und der Sammler 15 der vorstehend geschilderten Vorrichtung 1 können aus einem mikrobiell inerten Werkstoff, z.B. aus Aluminium, Edelstahl oder einem entsprechend ausgebildeten Kunststoff, ausgestaltet sein.

[0072] Um die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit für Wasser genau herstellbar und exakt reproduzierbar auszuführen, ist es möglich, dass die Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre 6 einen Grund- bzw. Trägerkörper aufweisen, der aus einem der vorstehend bereits erwähnten Werkstoffe bestehen kann, die für Wasser durchlässig gestaltet, beispielsweise porös, sind. Die exakte Einstellung der Wasserdurchlässigkeit erfolgt jedoch nicht mittels der Werkstoffauswahl für den Grund- bzw. Trägerkörper, sondern mittels einer Beschichtung, die auf diesen Grund- bzw. Trägerkörper aufgebracht ist. Diese Beschichtung ist aus einem Polymerwerkstoff ausgebildet, der hinsichtlich seiner Durchlässigkeit für Wasser mit einem sehr geringen Aufwand quasi beliebig einstellbar ist. Bei diesem Polymerwerkstoff kann es sich z.B. um einen geeigneten Nexar®-Polymer der Firma Kraton handeln.

[0073] Ein derartiger Polymerwerkstoff kann als nicht poröse selektiv durchlässige Membran mit hoher Nassfestigkeit ausgebildet sein. Die diesen Polymerwerkstoff enthaltende Beschichtung steuert dann den Durchtritt des Wassers bzw. der Feuchte zur Außenfläche der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre 6.

[0074] Wie bereits erwähnt, ist der Grund- bzw. Trägerkörper der Befeuchtungselemente bzw. Befeuchtungsrohre 6 bei dieser Ausführungsform so gestaltet, dass durch ihn hindurch das Wasser zu der vorstehend geschilderten Beschichtung vordringen kann, wobei dann jedoch aufgrund der in einfacher Weise einstellbaren Eigenschaften dieser Beschichtung der Durchtritt des Wassers an die Außenfläche des Befeuchtungselements bzw. Befeuchtungsrohrs 6 in der gewünschten, fein justierbaren Weise stattfindet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2), mit einer Befeuchtungseinrichtung (5) mit Befeuchtungselementen (6), die in dem in der Befeuchtungseinrichtung (5) zu befeuchtenden Luftstrom (2) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befeuchtungselemente (6) der Befeuchtungseinrichtung (5) mit druckbeaufschlagtem Wasser beschickbar sind, dass die Befeuchtungselemente (6) aus einem fluiddurchlässigen porösen Werkstoff ausgebildet sind, dass die Befeuchtungselemente (6) in Bezug auf ihren Querschnitt so gestaltet sind, dass ihre dem zu befeuchtenden Luftstrom (2) ausgesetzte Mantel- bzw. Außenfläche über ihren gesamten Umfang vom zu befeuchtenden Luftstrom (2) gleichmäßig kontaktierbar ist, und dass die Durchlässigkeit für Wasser der Befeuchtungselemente (6) durch eine Beschichtung des Werkstoffs der Befeuchtungselemente (6) einstellbar ist, die als selektiv durchlässige Membran ausgebildet ist.
2. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 1, bei der die Befeuchtungselemente (6) aus einem hydrophilen Werkstoff ausgebildet sind.
3. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Befeuchtungselemente (6) der Befeuchtungseinrichtung (5) quer zu Strömungsrichtung des in der Befeuchtungseinrichtung (5) zu befeuchtenden Luftstroms (2) angeordnet sind.
4. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Befeuchtungselemente (6) als Befeuchtungsrohre (6) ausgebildet sind.
5. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms (2) einen möglichst geringen Strömungswiderstand aufweisen.
6. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der Querschnitt der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) tropfenförmig ist und mit der Tropfenspitze bzw. dem Bereich seiner stärksten Krümmung in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms (2) zeigt, etwa als Tragflächenquerschnitt gestaltet ist, sowohl in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms (2) als auch gegen die Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms (2) spitz zulaufend ausgebildet ist, oder oval und mit der Längsachse des Ovals in Strömungsrichtung des zu befeuchtenden Luftstroms (2) angeordnet ist.
7. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die dem zu befeuchtenden Luftstrom (2) ausgesetzten Außenflächen der Befeuchtungselemente (6) bzw. Befeuchtungsrohre (6) eine räumliche Struktur aufweisen, mittels der die dem zu befeuchtenden Luftstrom (2) ausgesetzten Außenflächen vergrößert sind.
8. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Struktur der Außenflächen der Befeuchtungselemente (6) geriffelt, berippt und/oder rau ist.
9. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der Befeuchtungselemente (6) bzw. Befeuchtungsrohre (6) aus einem keramischen Werkstoff, aus einem gesinterten Metallwerkstoff oder aus einem Kunststoff ausgebildet sind.
10. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Beschichtung aus einem Polymerwerkstoff, z.B. einem geeigneten Nexar®-Polymerwerkstoff der Firma Kraton, ausgebildet ist, der hinsichtlich seiner Durchlässigkeit für Wasser quasi beliebig einstellbar ist und vorzugsweise eine hohe Nassfestigkeit aufweist.
11. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Druckbeaufschlagung des an den Außenflächen der fluiddurchlässigen porösen Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) in den zu befeuchtenden Luftstrom (2) übergehenden Wassers unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) und der Temperatur des zu befeuchtenden Luftstroms (2) so einstellbar ist, dass das druckbeaufschlagte Wasser im Augenblick des Übergangs von den Außenflächen der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) in den zu befeuchtenden Luftstrom (2) in seinen dampfförmigen Aggregatzustand übergeht.

12. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der durch die Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) thermische Energie auf den Luftstrom (2) übertragbar ist.
- 5 13. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der der Werkstoff der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) temperierbar ist, z.B. mittels Heizdrähten.
- 10 14. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, mit einer Temperiereinrichtung, mittels der die Temperatur des in die Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) eingeleiteten Wassers einstellbar ist.
- 15 15. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, mit einem Einstellmittel, mittels dem der Druck und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des in die Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) eingeleiteten Wassers einstellbar ist.
- 20 16. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 4 bis 15, bei der der Querschnitt der Befeuchtungsrohre (6) in zwei Strömungskanäle (9, 10) zweigeteilt ist, die beiden Strömungskanäle (9, 10) an einem freien Ende des Befeuchtungsrohrs (6) miteinander verbunden sind, und der eine Strömungskanal (9) des Befeuchtungsrohrs (6) an einem dem freien Ende entgegengesetzten proximalen Ende des Befeuchtungsrohrs (6) an einen Verteiler (14) der Befeuchtungseinrichtung (5) und der andere Strömungskanal (10) des Befeuchtungsrohrs (6) am dem freien Ende entgegengesetzten proximalen Ende des Befeuchtungsrohrs (6) an einen Sammler (15) der Befeuchtungseinrichtung (5) angeschlossen ist.
- 25 17. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 16, bei der eine Trennwand (8) zwischen den beiden Strömungskanälen (9, 10) des Befeuchtungsrohrs (6) aus demselben Werkstoff wie das Befeuchtungsrohr (6) ausgebildet ist.
- 30 18. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 16 oder 17, bei der der Querschnitt des Befeuchtungsrohrs (6) die Form eines abgeflachten länglichen Ovals aufweist.
- 35 19. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 18, bei der der Querschnitt des Befeuchtungsrohrs (5) symmetrisch zur Querachse (19) des Ovals ausgebildet ist.
20. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 19, bei der die Querachse (19) des Ovals in der Trennwand (8) liegt.
- 40 21. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 16 bis 20, bei der der Verteiler (14) und der Sammler (15) aneinander anliegend angeordnet sind und eine Zwischenwand (16) zwischen Verteiler (14) und Sammler (15) mit den Trennwänden (8) der Befeuchtungsrohre (6) fluchtet.
- 45 22. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 16 bis 21, bei der die Befeuchtungsrohre (6) jeweils aus zumindest einem Längenmodulteil (7) mit der Trennwand (8) zwischen den beiden Strömungskanälen (9, 10) und einem Deckelteil (11) ausgebildet sind, wobei das Deckelteil (11) trennwandfrei ausgebildet und am freien Ende des Befeuchtungsrohrs (6) angeordnet ist.
- 50 23. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 16 bis 22, bei der die Befeuchtungsrohre (6) am Verteiler (14) und am Sammler (15) arretier- und befestigbar sind.
- 55 24. Vorrichtung zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach einem der Ansprüche 16 bis 23, bei der der Verteiler (14) und der Sammler (15) aus einem mikrobiell inerten Werkstoff, z.B. aus Aluminium, Edelstahl oder einem entsprechenden Kunststoff, ausgebildet sind.
25. Verfahren zur Konditionierung eines Luftstroms (2), bei dem der Luftstrom (2) durch Befeuchtungselemente (6) bzw. Befeuchtungsrohre (6) befeuchtet wird, indem Wasser mit Druck beaufschlagt, druckbeaufschlagt in die Befeuchtungselemente (6) bzw. Befeuchtungsrohre (6) eingeleitet und durch die aus einem fluiddurchlässigen porösen, vorzugsweise hydrophilen, Werkstoff ausgebildeten Befeuchtungselemente (6) bzw. Rohrwandungen der Befeuchtungsrohre (6) hindurch in den Luftstrom (2) übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wasser unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit bzw. der Porosität des Werkstoffs der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6), der Temperatur des zu befeuchtenden Luftstroms (2) und ggf. weiterer Parameter so druck-

beaufschlagt wird, dass es im Augenblick des Übergangs von den Außenflächen der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) in den zu befeuchtenden Luftstrom (2) in seinen dampfförmigen Aggregatzustand übergeht, und dass die Durchlässigkeit für Wasser der Befeuchtungselemente (6) durch eine Beschichtung des Werkstoffs der Befeuchtungselemente (6) eingestellt werden kann, die als selektiv durchlässige Membran ausgebildet ist.

26. Verfahren zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 25, bei dem bei der Druckbeaufschlagung des Wassers als weitere Parameter die Wassertemperatur und/oder die relative Luftfeuchtigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms (2) und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des zu befeuchtenden Luftstroms (2) und/oder die ggf. variierbare Werkstofftemperatur der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) berücksichtigt wird bzw. werden.

27. Verfahren zur Konditionierung eines Luftstroms (2) nach Anspruch 25 oder 26, bei dem der Werkstoff der Befeuchtungselemente (6) bzw. der Befeuchtungsrohre (6) temperiert und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des in die Befeuchtungselemente (6) bzw. die Befeuchtungsrohre (6) eingeleiteten Wassers eingestellt wird.

Claims

1. A device for conditioning an airflow (2), having a humidifier (5) with humidifying elements (6) which are arranged in the airflow (2) to be humidified in the humidifier (5), **characterized in that** the humidifying elements (6) of the humidifier (5) can be charged with pressurized water, that the humidifying elements (6) are formed from a fluid-permeable, porous material, that the humidifying elements (6) are formed in respect of their cross section in such a manner that their lateral surface or outer surface exposed to the airflow (2) to be humidified can be uniformly in contact with the airflow (2) to be humidified over their entire circumference and that the permeability to water of the humidifying elements (6) can be set by a coating of the material of the humidifying elements (6) which is formed as a selectively permeable membrane.
2. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 1, wherein the humidifying elements (6) are formed from a hydrophilic material.
3. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 1 or 2, wherein the humidifying elements (6) of the humidifier (5) are arranged transversely to the flow direction of the airflow (2) to be humidified in the humidifier (5).
4. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 3, wherein the humidifying elements (6) are configured as humidifying pipes (6).
5. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 4, wherein the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6) have the smallest possible flow resistance in the flow direction of the airflow (2) to be humidified.
6. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 5, wherein the cross section of the humidifying elements (6) or of the humidifying pipes (6) is drop-shaped and the tip of the drop shape or else the region of its sharpest curvature points in the flow direction of the airflow (2) to be humidified, is configured as a supporting surface cross section, for example, has a tapered design both in the flow direction of the airflow (2) to be humidified and also against the flow direction of the airflow (2) to be humidified or is arranged as an oval with the longitudinal axis of the oval in the flow direction of the airflow (2) to be humidified.
7. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 6, wherein the outer surfaces of the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6) exposed to the airflow (2) to be humidified have a spatial structure, by means of which the outer surfaces exposed to the airflow (2) to be humidified are enlarged.
8. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 7, wherein the structure of the outer surfaces of the humidifying elements (6) is corrugated, ribbed and/or rough.
9. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 8, wherein the humidifying elements (6) or humidifying pipes (6) are formed from a ceramic material, from a sintered metal material or from a plastic.

10. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 9, wherein the coating is formed from a polymer material, e.g. a suitable Nexar[®] polymer material supplied by Kraton, which can be set virtually at random in respect of its permeability for water and preferably has a high wet strength.
- 5 11. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 10, wherein the exposure to pressure of the water passing on the outer surfaces of the fluid-permeable porous humidifying elements (6) or the humidifying pipes (6) in the airflow (2) to be humidified can be set, taking account of the permeability of the humidifying elements (6) or the humidifying pipes (6) and the temperature of the airflow (2) to be humidified, in such a manner that at the moment of the passage from the outer surfaces of the humidifying elements (6) or the humidifying pipes (6) into the
10 airflow (2) to be humidified, the pressurized water changes into its vaporous state.
12. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 11, wherein thermal energy can be transferred to the airflow (2) by the humidifying elements (6) or humidifying pipes (6).
- 15 13. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 12, wherein the material of the humidifying elements (6) or the humidifying tubes (6) can be temperature-controlled, e.g. by means of filaments.
14. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 13, having a temperature control device by means of which the temperature of the water introduced into the humidifying elements (6) or the humidifying
20 pipes (6) can be set.
15. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 1 to 14, having a setting means by means of which the pressure and/or the flow speed of the water introduced into the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6) can be set.
25
16. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 4 to 15, wherein the cross section of the humidifying tubes (6) is divided into two flow channels (9, 10), the two flow channels (9, 10) are connected to one another at a free end of the humidifying pipe (6) and the one flow channel (9) of the humidifying pipe (6) is attached at a proximal end of the humidifying pipe (6) opposite the free end to a distributor (14) of the humidifier (5) and the
30 other flow channel (10) of the humidifying pipe (6) at the proximal end of the humidifying pipe (6) opposite the free end is attached to a collector (15) of the humidifying device (5).
17. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 16, wherein the one partition wall (8) between the two flow channels (9, 10) of the humidifying pipe (6) is formed from the same material as the humidifying pipe (6).
35
18. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 16 or 17, wherein the cross section of the humidifying pipe (6) takes the shape of a flattened elongate oval.
19. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 18, wherein the cross section of the humidifying pipe (5) is configured symmetrically to the transverse axis (19) of the oval.
40
20. The device for conditioning an airflow (2) according to claim 19, wherein the transverse axis (19) of the oval lies in the partition wall (8).
- 45 21. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 16 to 20, wherein the distributor (14) and the collector (15) are arranged adjacent to one another and a partition wall (16) is aligned between the distributor (14) and the collector (15) with the partition walls (8) of the humidifying pipes (6).
22. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 16 to 21, wherein the humidifying pipes (6) are each formed from at least one length module part (7) with the partition wall (8) between the two flow channels (9, 10) and a cover part (11), wherein the cover part (11) is configured free from a partition wall and is arranged at the free end of the humidifying pipe (6).
50
23. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 16 to 22, wherein the humidifying pipes (6) can be locked and fastened to the distributor (14) and the collector (15).
55
24. The device for conditioning an airflow (2) according to one of claims 16 to 23, wherein the distributor (14) and the collector (15) are made from a microbially inert material, e.g. from aluminium, high-grade steel or a corresponding

plastic.

25. A method for conditioning an airflow (2), wherein the airflow (2) is humidified by humidifying elements (6) or humidifying pipes (6), in that water is exposed to pressure, introduced in a pressurized state into the humidifying elements (6) or humidifying pipes (6) and transferred through the humidifying elements (6) or pipe walls of the humidifying pipes (6) formed from a fluid-permeable, porous, preferably hydrophilic, material into the airflow (2), **characterized in that** the water is exposed to pressure taking account of the permeability and porosity of the material of the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6), the temperature of the airflow (2) to be humidified and possibly further parameters in such a manner that at the moment of the passage from the outer faces of the humidifying elements (6) or the humidifying pipes (6) into the airflow (2) to be humidified it changes into its vaporous aggregate state, and that the permeability for water of the humidifying elements (6) can be set by a coating of the material of the humidifying elements (6) which is configured as a selectively permeable membrane.
26. The method for conditioning an airflow (2) according to claim 25, wherein while the water is exposed to pressure, the water temperature and/or relative atmospheric humidity of the airflow (2) to be humidified and/or the flow speed of the airflow (2) to be humidified and/or the possibly variable material temperature of the humidifying elements (6) or the humidifying pipes (6) is or are taken into account.
27. The method for conditioning an airflow (2) according to claim 25 or 26, wherein the material of the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6) is temperature-controlled and/or the flow speed of the water introduced into the humidifying elements (6) or else the humidifying pipes (6) is set.

Revendications

1. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2), avec un dispositif d'humidification (5) avec des éléments d'humidification (6) qui sont disposés dans le courant d'air (2) à humidifier dans le dispositif d'humidification (5), **caractérisé en ce que** les éléments d'humidification (6) du dispositif d'humidification (5) peuvent être alimentés en eau mise sous pression, que les éléments d'humidification (6) sont constitués d'un matériau poreux perméable aux fluides, que les éléments d'humidification (6) sont réalisés, concernant leur section transversale, de manière à ce que leur surface enveloppante ou extérieure exposée au courant d'air (2) à humidifier puisse être régulièrement contactée sur toute sa circonférence par le courant d'air (2) à humidifier, et que la perméabilité à l'eau des éléments d'humidification (6) peut être réglée par un revêtement du matériau des éléments d'humidification (6), lequel est réalisé en tant que membrane sélectivement perméable.
2. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 1, dans lequel les éléments d'humidification (6) sont réalisés en un matériau hydrophile.
3. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les éléments d'humidification (6) du dispositif d'humidification (5) sont disposés transversalement à la direction d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier dans le dispositif d'humidification (5).
4. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les éléments d'humidification (6) sont réalisés en tant que tuyaux d'humidification (6).
5. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les éléments d'humidification (6) ou les tuyaux d'humidification (6) présentent, en direction d'écoulement du courant d'air à humidifier (2), une résistance si possible faible à l'écoulement.
6. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la section transversale des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) est en forme de goutte et pointe, avec la pointe de la goutte ou la zone de sa plus forte courbure, en direction d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier, est réalisée à peu près en tant que section transversale de surface porteuse, est réalisée de manière à se terminer en pointe en direction d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier tout comme également en sens contraire à la direction d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier, ou bien ovale et est disposée avec l'axe longitudinal de l'ovale en direction d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier.
7. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les surfaces

extérieures, exposées au courant d'air (2) à humidifier, des éléments d'humidification (6) ou tuyaux d'humidification (6) présentent une structure spatiale au moyen de laquelle les surfaces extérieures exposées au courant d'air (2) à humidifier sont agrandies.

- 5 8. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la structure des surfaces extérieures des éléments d'humidification (6) est rainurée, nervurée et/ou rugueuse.
9. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les éléments d'humidification (6) ou tuyaux d'humidification (6) sont réalisés en un matériau en céramique, en un matériau
10 métallique fritté ou en plastique.
10. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le revêtement est réalisé en un matériau polymère, par exemple un matériau polymère Nexar® adéquat de la société Kraton lequel, concernant sa perméabilité à l'eau, peut être ajusté quasi au choix et présente de préférence une résistance
15 élevée à l'humidité.
11. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel la mise en pression de l'eau passant au niveau des surfaces extérieures des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) poreux perméables au fluide vers le courant d'air (2) à humidifier peut être réglée en tenant
20 compte de la perméabilité des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) et de la température du courant d'air (2) à humidifier de manière à ce qu'au moment du passage des surfaces extérieures des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) vers le courant d'air (2) à humidifier, l'eau mise en pression passe à son état physique sous forme de vapeur.
- 25 12. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel, grâce aux éléments d'humidification (6) ou aux tuyaux d'humidification (6), de l'énergie thermique peut être transférée au courant d'air (2).
- 30 13. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel le matériau des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) peut être tempéré, par exemple à l'aide de filaments chauffants.
- 35 14. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 13, avec un dispositif de régulation de température au moyen duquel la température de l'eau envoyée dans les éléments d'humidification (6) ou les tuyaux d'humidification (6) peut être réglée.
- 40 15. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 1 à 14, avec un moyen de réglage à l'aide duquel il est possible de régler la pression et/ou la vitesse d'écoulement de l'eau envoyée dans les éléments d'humidification (6) ou les tuyaux d'humidification (6).
- 45 16. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 4 à 15, dans lequel la section transversale des tuyaux d'humidification (6) est divisée en deux canaux d'écoulement (9, 10), les deux canaux d'écoulement (9, 10) sont reliés l'un à l'autre à une extrémité libre du tuyau d'humidification (6), et l'un des canaux d'écoulement (9) du tuyaux d'humidification (6) est raccordé au niveau d'une extrémité proximale opposée à l'ex-
trémité libre du tuyaux d'humidification (6) à un distributeur (14) du dispositif d'humidification (5), et l'autre canal d'écoulement (10) du tuyau d'humidification (6) est raccordé au niveau de l'extrémité proximale opposée à l'extrémité libre du tuyau d'humidification (6) à un collecteur (16) du dispositif d'humidification (5).
- 50 17. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 16, dans lequel une cloison (8) est formée entre les deux canaux d'écoulement (9, 10) du tuyau d'humidification (6) à partir du même matériau que le tuyau d'humidification (6).
- 55 18. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 16 ou 17, dans lequel la section transversale du tuyau d'humidification (6) présente la forme d'un ovale oblong aplati.
19. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 18, dans lequel la section transversale du tuyau d'humidification (5) est réalisée symétriquement à l'axe transversal (19) de l'ovale.

20. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 19, dans lequel l'axe transversal (19) de l'ovale se situe dans la cloison (8).

21. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 16 à 20, dans lequel le distributeur (14) et le collecteur (15) sont disposés de manière à reposer l'un contre l'autre et une paroi intermédiaire (16) entre le distributeur (14) et le collecteur (15) est alignée avec les cloisons (8) des tuyaux d'humidification (6).

22. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 16 à 21, dans lequel les tuyaux d'humidification (6) sont respectivement réalisés à partir d'au moins un élément modulaire longitudinal (7) avec la cloison (8) entre les deux canaux d'écoulement (9, 10) et d'un élément de couvercle (11), dans lequel l'élément de couvercle (11) est réalisé sans cloison et est disposé à l'extrémité libre du tuyau d'humidification (6).

23. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 16 à 22, dans lequel les tuyaux d'humidification (6) peuvent être bloqués et fixés sur le distributeur (14) et sur le collecteur (15).

24. Dispositif pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon l'une des revendications 16 à 23, dans lequel le distributeur (14) et le collecteur (15) sont réalisés en un matériau inerte du point de vue microbien, par exemple en aluminium, en acier inoxydable ou en un plastique correspondant.

25. Procédé pour la climatisation d'un courant d'air (2), dans lequel le courant d'air (2) est humidifié par des éléments d'humidification (6) ou tuyaux d'humidification (6) en ce que de l'eau mise en pression est envoyée de manière mise sous pression dans les éléments d'humidification (6) ou tuyaux d'humidification (6) et est transférée à travers les éléments d'humidification (6) ou parois des tuyaux d'humidification (6) réalisés en un matériau poreux perméable aux fluides, de préférence hydrophile, dans le courant d'air (2),

caractérisé en ce que l'eau, en tenant compte de la perméabilité ou de la porosité du matériau des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6), de la température du courant d'air (2) à humidifier et le cas échéant d'autres paramètres, est mise en pression d'une façon telle, qu'au moment du passage des surfaces extérieures des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) vers le courant d'air (2) à humidifier, elle passe à son état physique sous forme de vapeur, et que la perméabilité à l'eau des éléments d'humidification (6) peut être réglée par un revêtement du matériau des éléments d'humidification (6), lequel est réalisé en tant que membrane sélectivement perméable.

26. Procédé pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 25, dans lequel, lors de la mise en pression de l'eau, en guise d'autres paramètres, la température de l'eau et/ou de l'humidité relative de l'air du courant d'air (2) à humidifier et/ou la vitesse d'écoulement du courant d'air (2) à humidifier et/ou le cas échéant la température variable du matériau des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) est ou sont pris en compte.

27. Procédé pour la climatisation d'un courant d'air (2) selon la revendication 25 ou 26, dans lequel le matériau des éléments d'humidification (6) ou des tuyaux d'humidification (6) est tempéré et/ou la vitesse d'écoulement de l'eau envoyée dans les éléments d'humidification (6) ou les tuyaux d'humidification (6) est réglée.

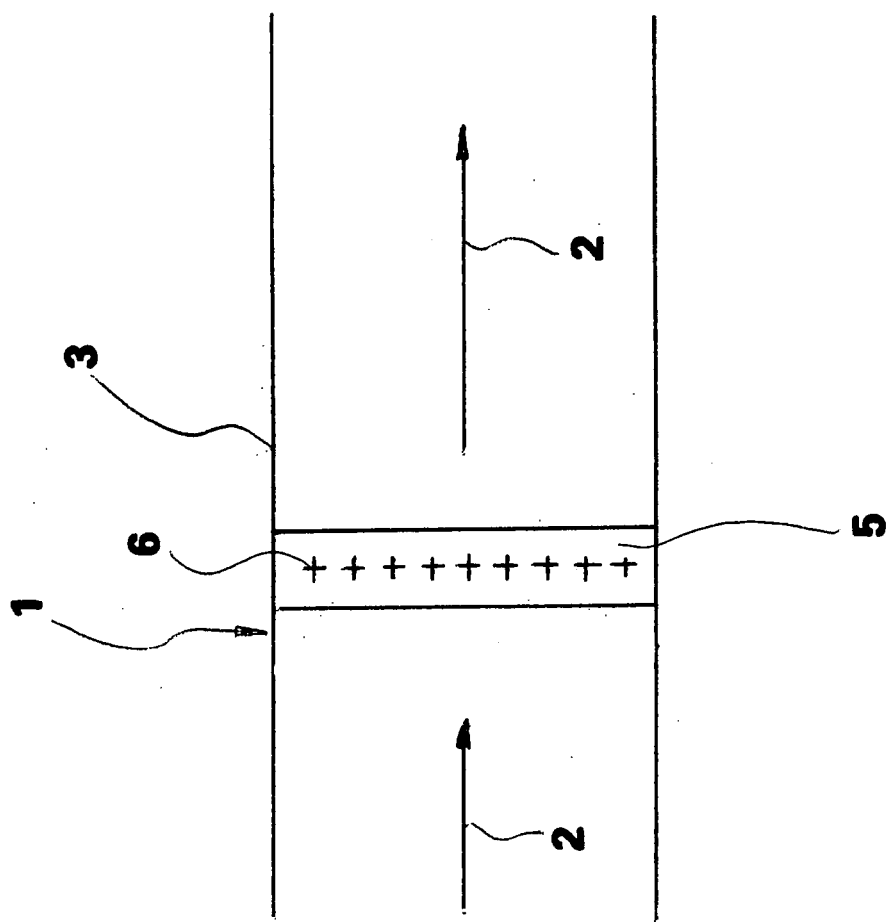


Fig 1

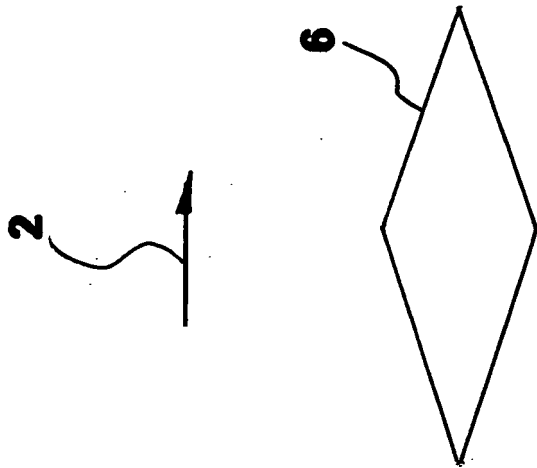


Fig. 2

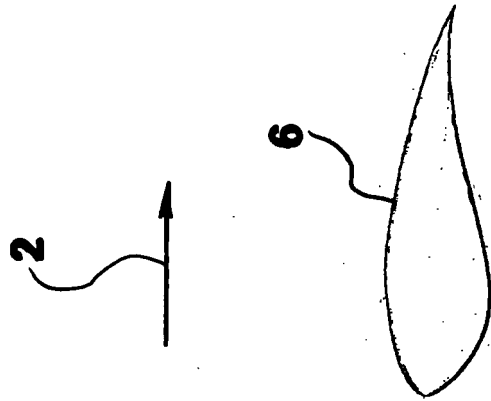


Fig. 3

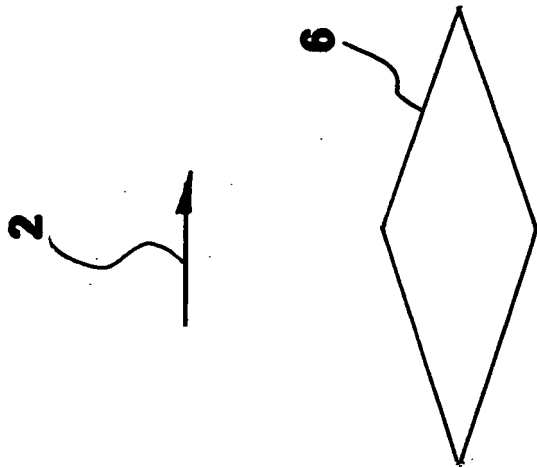


Fig. 4

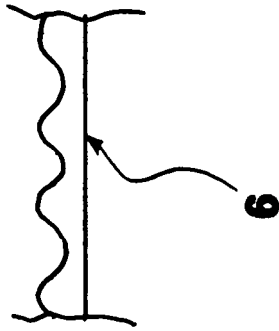


Fig. 7

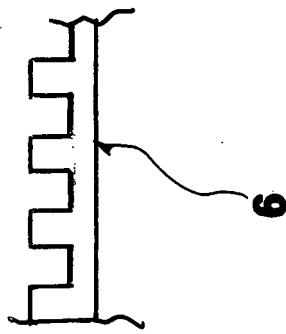


Fig. 6

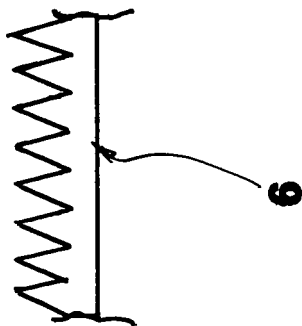


Fig. 5

Fig. 8

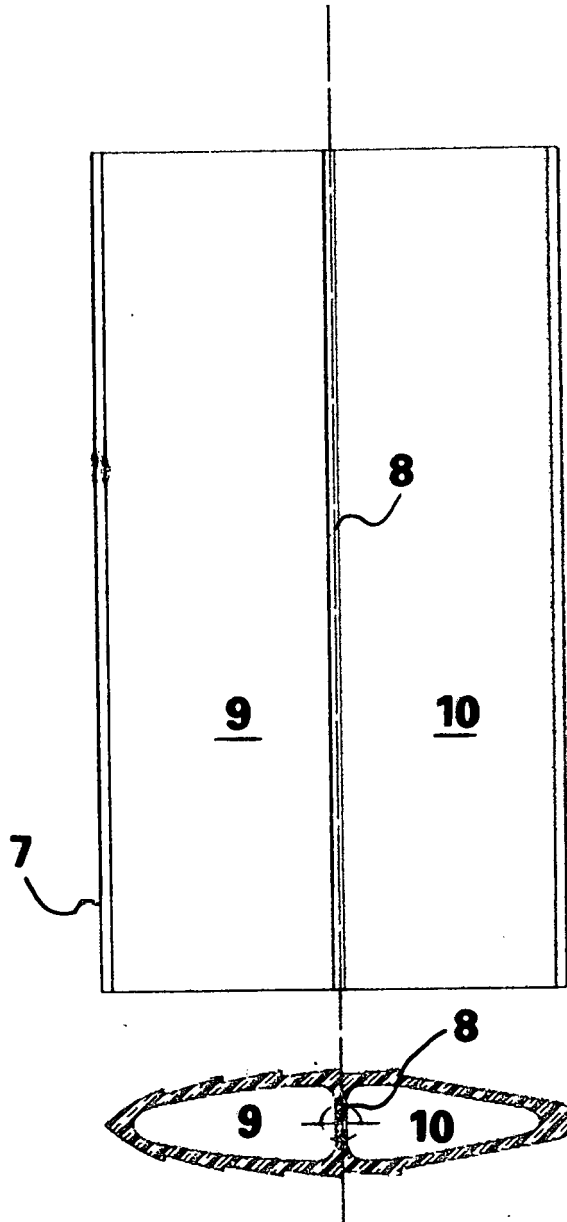


Fig. 9

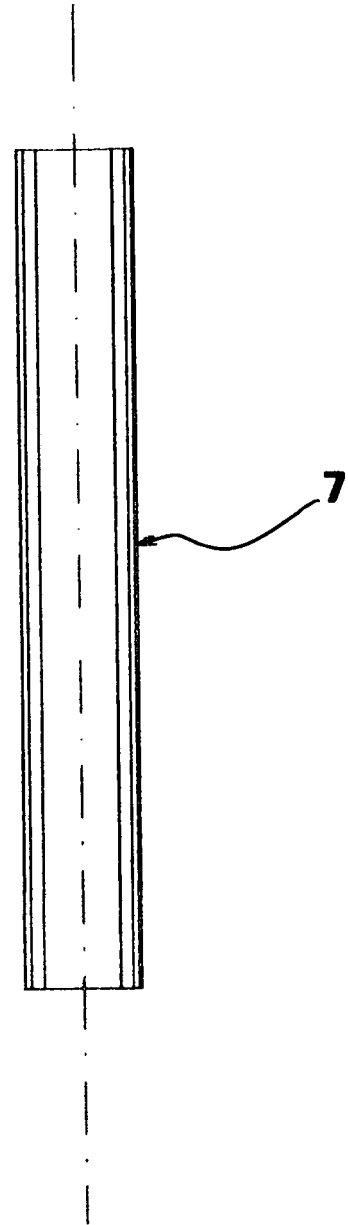


Fig. 10

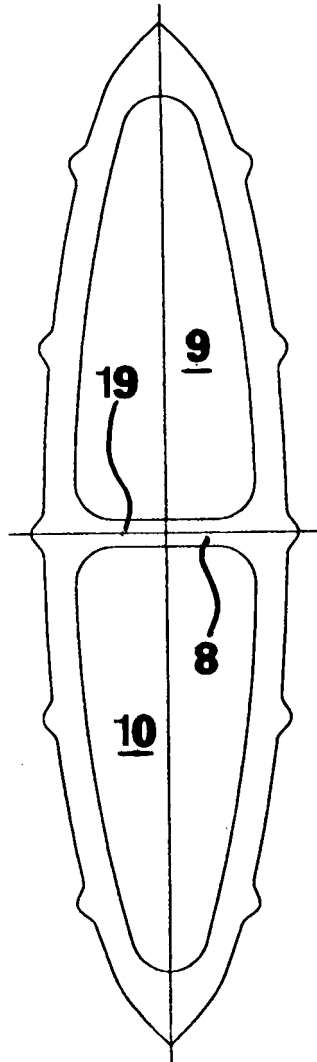
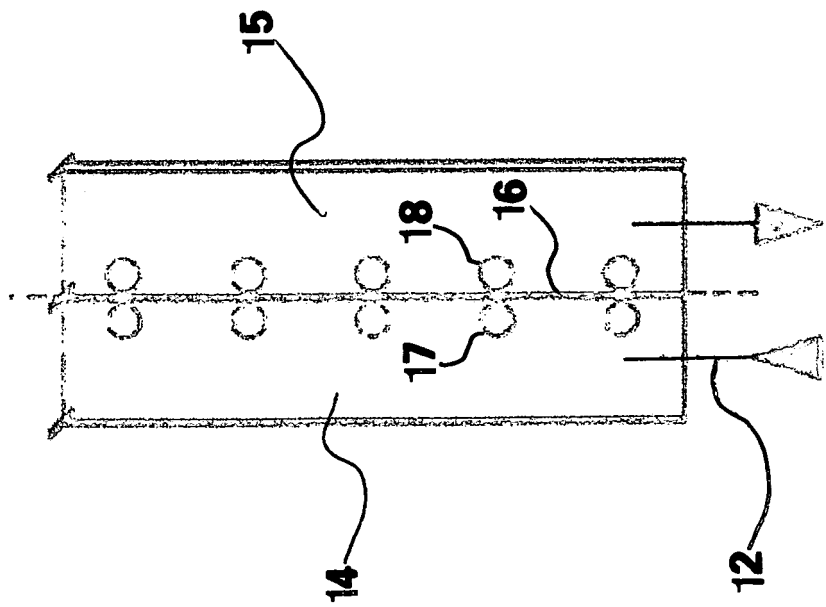
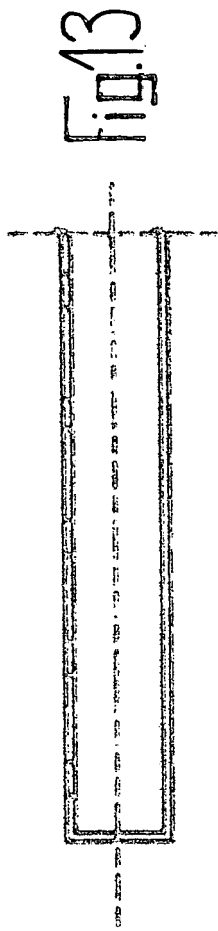
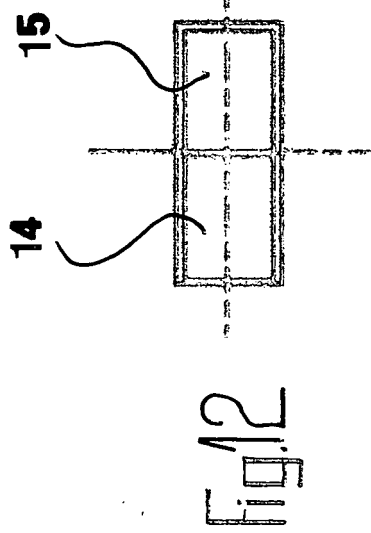


Fig. 11



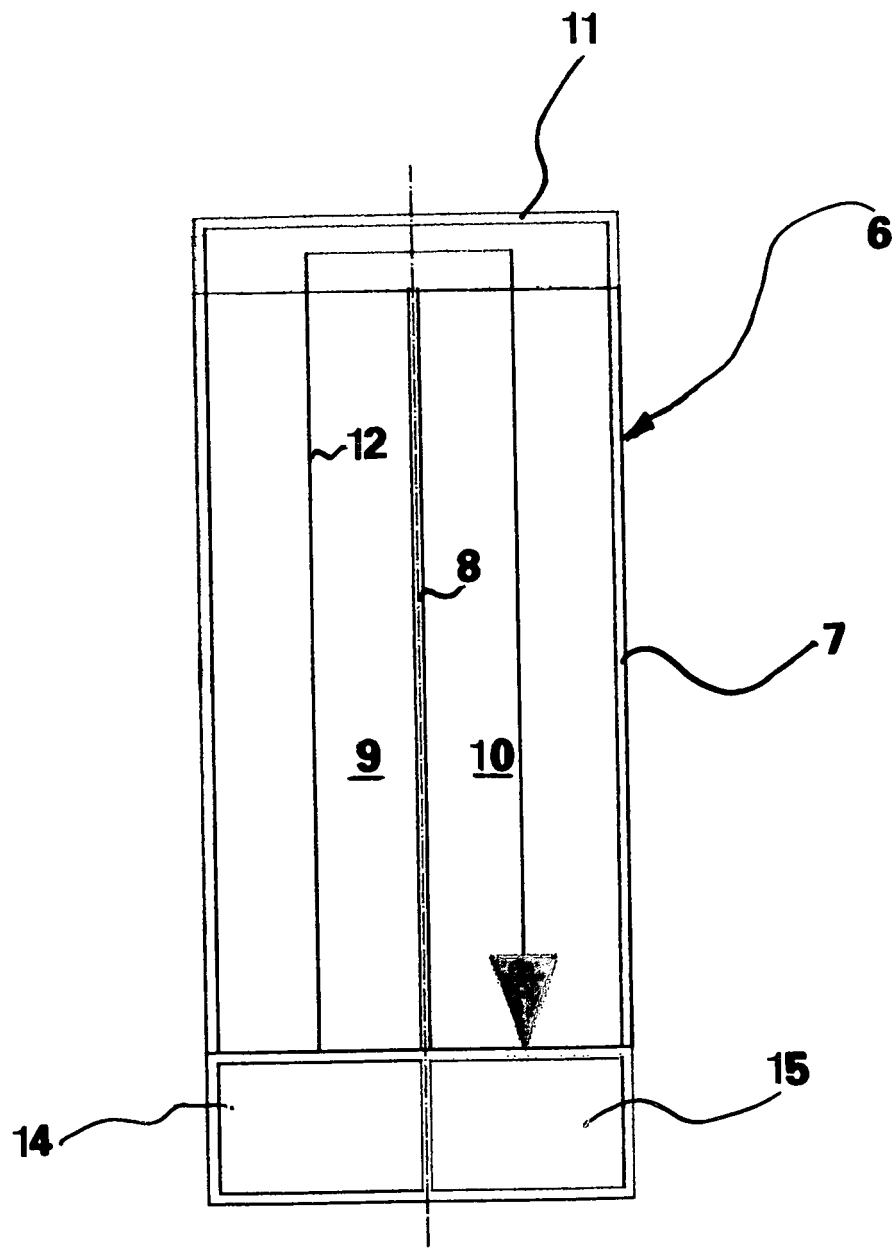


Fig.15

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 1519118 A1 [0002]
- EP 1710516 A1 [0002]
- US 5516466 A [0003]
- US 2009179337 A1 [0006]