



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.01.2020 Patentblatt 2020/01

(51) Int Cl.:
F25C 3/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18179023.9**

(22) Anmeldetag: **21.06.2018**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Hofer, Heinrich**
39058 Sarntal (IT)
• **Spögler, Armin**
39058 Sarntal (IT)

(74) Vertreter: **Dendorfer, Claus et al**
Dendorfer & Herrmann
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Neuhauser Straße 47
80331 München (DE)

(71) Anmelder: **NIVIS GmbH - Srl**
39049 Sterzing - Vipiteno (BZ) (IT)

(54) **BESCHNEIUNGSSYSTEM UND BESCHNEIUNGSVERFAHREN**

(57) Ein Beschneigungssystem (10) weist eine Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) und eine Kältemaschine (14) auf. Die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) ist dazu eingerichtet, Beschneigungswasser (B, K) zu erhalten, und weist eine oder mehrere Düsen (20.x) zum Ausstoß des Beschneigungswassers (B, K) und/oder eines Gemischs aus Luft und dem Beschneigungswasser (B, K) auf. Die Kältemaschine (14) weist mindestens ei-

nen Kühlkreis (22) auf, der ein von dem Beschneigungswasser (B, K) getrenntes Kältemittel (M) enthält, wobei die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K), bevor es der Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) zugeführt wird, zu kühlen. Ein Beschneigungsverfahren weist entsprechende Merkmale auf.

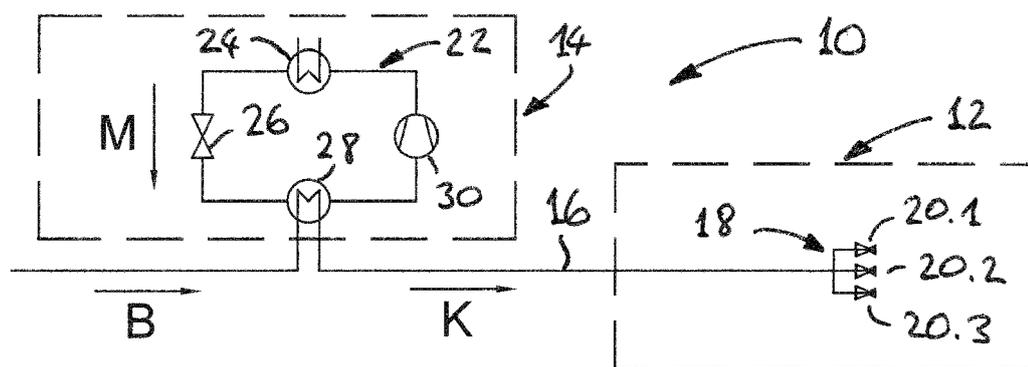


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der technischen Schneeerzeugung, beispielsweise für den Wintersport sowohl im Außenbereich (z.B. Skipisten, Langlaufloipen, Sprungschanzen) als auch im Innenbereich (z.B. Skihallen).

[0002] Im Zuge des Klimawandels gewinnt die technische Schneeerzeugung immer größere Bedeutung. Von den für die großflächige Beschneigung verwendeten Systemen lassen sich die meisten in die Hauptgruppen der Propellermaschinen (sogenannte "Schneekanonen") beziehungsweise der Lanzenschneeerzeuger einordnen. Diese Systeme benötigen für ihre Funktion eine Feuchtkugelttemperatur (Kühlgrenze) der Umgebungsluft von theoretisch maximal 0 °C und in der Praxis unter 0°C. Bei diesen bekannten Systemen wird Wasser mittels mindestens einer Wasser- oder Wasser/Luft-Düse in die Umgebungsluft eingesprüht. Beispielsweise kann das Wasser aus einem Speichersee oder Speicherbecken zur Versorgung vieler Propellermaschinen oder Lanzenschneeerzeuger stammen und mittels mindestens eines Verdunstungskühlturms, der in der Nähe des Speichersees oder -beckens aufgebaut ist, gekühlt werden.

[0003] Bei den gerade genannten Systemen weist das zur Schneeerzeugung verwendete Wasser ("Beschneigungswasser"), wenn es der mindestens einen Düse zugeführt wird, typischerweise eine Temperatur von wenigen Grad über 0 °C auf. Nach dem Austritt aus der Düse kühlt das fein versprühte Wasser in der Umgebungsluft rasch auf den Gefrierpunkt (ca. 0°C) ab und gefriert. Die dabei frei werdende Wärme wird zumindest zum Teil durch Verdunstungskühlung abgeführt, wobei ein Teil des aus der Düse austretenden Wassers verdunstet. Die Bildung von Schneekristallen setzt an Nukleationskeimen an, die in der Regel durch rasche Unterkühlung von Wasser mit Hilfe expandierender Luft an den oben genannten Wasser/Luft-Düsen oder an speziellen, mit Druckluft betriebenen Nukleatordüsen, gebildet werden.

[0004] Bei den oben beschriebenen Systemen ist jedoch die Schneebildung im Grenzbereich, also bei Lufttemperaturen nahe des möglichen Höchstwerts, insbesondere in Kombination mit einer relativ hohen Beschneigungswassertemperatur, problematisch.

[0005] Ferner sind Systeme bekannt, bei denen technisch gekühlte Luft eingesetzt wird. So zeigt beispielsweise EP 1 600 711 A2 eine Innenraum-Schneeanlage mit Düsen, denen einerseits trockene Druckluft mit einer Temperatur von deutlich unter 0°C und andererseits Wasser mit einer Temperatur von etwa 0°C zugeführt wird. Ferner wird der Innenraum (Skihalle) durch eine Klimaanlage auf eine Temperatur im Bereich von 0°C gekühlt. Bei weiteren bekannten Systemen werden kleine Eiskristalle im Inneren einer Maschine gebildet, so z.B. bei dem System gemäß CN 107024049 A. Diese Systeme sind jedoch aufwändig und verbrauchen viel Energie, so dass sie für großflächige Anwendungen, beispielsweise für die Beschneigung ganzer Skipisten oder

Skigebiete im Freien, nicht praktikabel sind.

[0006] Es besteht daher Bedarf an einer Technik, die einerseits relativ kostengünstig ist und andererseits gute Schneebildungseigenschaften bei Temperaturen im Grenzbereich aufweist.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren optionale Merkmale einer Ausführungsformen der Erfindung.

[0008] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei Beschneigungssystemen mit mindestens einer Wasser- oder Wasser/Luft-Düse die Schneebildungseigenschaften besonders gut sind, wenn das aus der mindestens einen Düse ausgestoßene Wasser möglichst bald die Gefrieretemperatur (ca. 0°C, je nach dem herrschenden Luftdruck) erreicht und diese Temperatur in manchen Ausgestaltungen bereits beim Austritt aus der Düse aufweist. Je kälter das aus der Düse ausgestoßene Wasser ist, desto weniger Wärme muss abgeführt werden, und umso leichter bilden sich die Nukleationskeime als Grundlage für die Schneekristalle.

[0009] Die Erfindung schlägt daher ein Beschneigungssystem vor, das eine Schneeerzeugungs-Baugruppe und eine Kältemaschine aufweist. Die Schneeerzeugungs-Baugruppe kann hierbei ein an sich bekannter Schneeerzeuger (z.B. in der Bauform als Propellermaschine oder als Lanzenschneeerzeuger) sein oder zumindest aus einem solchen bekannten Schneeerzeuger im Rahmen des üblichen fachmännischen Könnens abgeleitet sein. Auch die Kältemaschine als solche ist entweder an sich bekannt oder im Rahmen des fachmännischen Könnens aus einer bekannten Kältemaschine abgeleitet. Die Erfindung wird primär in der Kombination der Schneeerzeugungs-Baugruppe und der Kältemaschine gesehen.

[0010] Bei dem erfindungsgemäßen Beschneigungsverfahren findet sich ebenfalls die Kombination der Schritte, dass Beschneigungswasser mittels einer Kältemaschine gekühlt wird, und dass das von der Kältemaschine gekühlte Beschneigungswasser und/oder ein Gemisch aus Luft und dem von der Kältemaschine gekühlten Beschneigungswasser durch eine oder mehrere Düsen einer Schneeerzeugungs-Baugruppe ausgestoßen wird/werden.

[0011] Die erfindungsgemäße Kombination führt zu erheblichen und überraschenden Vorteilen. Insbesondere lässt sich auch bei Grenztemperaturen - also bei Feuchtkugelttemperaturen im Bereich von höchstens 0°C bis knapp unter 0°C - effizient Schnee in guter Qualität erzeugen. Die Erfindung ist aber nicht auf diesen Temperaturbereich beschränkt. Wenn in manchen Ausgestaltungen eine Unterkühlung des Beschneigungswassers erfolgt, ist sogar eine Schneeerzeugung bei Feuchtkugelttemperaturen von etwas über 0 °C möglich.

[0012] Auch bei Temperaturen unter dem absoluten Grenzbereich hat das erfindungsgemäße System Vorteile. Es hat sich nämlich in der Praxis gezeigt, dass bekannte Installationen mit Kühltürmen sogar bei Tempe-

peraturen unterhalb des absoluten Grenzbereichs nicht immer zufriedenstellend arbeiten. Selbst bei kalten Witterungsbedingungen kann nämlich in die Leitungen, die von dem Speichersee oder -becken zu den Schneeerzeugern laufen, kein stark unterkühltes Wasser eingespeist werden, da sonst die Leitungen vereisen könnten. Wenn jedoch das eingespeiste Wasser eine Temperatur von ungefähr 0°C hat, so erwärmt es sich durch die Erdwärme auf einige Grad über 0°C, bis es bei den Schneeerzeugern eintrifft. Dies gilt wegen des noch wärmeren Bodens insbesondere im frühen Winter, wenn eine technische Schneeerzeugung zur Erzeugung einer guten Schneebasis besonders wichtig ist. Ferner besteht bei der Verdunstungskühlung ein offener Kühlkreis, der notwendigerweise vor den Förderpumpen zu den Schneeerzeugern angeordnet sein muss. Die Verlustleistung der Pumpen führt dann zu einer weiteren Erwärmung des Beschneigungswassers.

[0013] Die gerade genannten Effekte können bei den bekannten Systemen dazu führen, dass auch bei kalten Witterungsbedingungen das bei den Beschneigungsgeräten eintreffende Beschneigungswasser wärmer ist, als dies für eine gute Schneeerzeugung wünschenswert wäre. Bei Umgebungstemperaturen im Grenzbereich ist dies praktisch stets der Fall, weil die Verdunstungskühlwürme einige Grad an Temperaturdifferenz zwischen der Feuchtkugeltemperatur und der durch Verdunstungskühlung tatsächlich erzielbaren Temperatur des Beschneigungswassers erfordern und dann noch die oben genannte Erwärmung auf dem Weg zu den Beschneigungsgeräten und durch die Pumpen und Rohrleitungen hinzukommt.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Lösung lässt sich eine effiziente Wasserkühlung auf einen gewünschten Temperaturbereich - der in der Regel niedriger ist, als er bei Grenztemperaturen mit bekannten Systemen erreichbar wäre - erzielen. Beispielsweise können Ausführungsformen der Erfindung derart ausgelegt sein, dass bei allen Witterungsbedingungen, die sich überhaupt für die Schneeerzeugung eignen, das Beschneigungswasser beim Austritt aus der einen oder den mehreren Düsen eine Temperatur von höchstens 4,0°C und vorzugsweise höchstens 2,0°C und noch mehr bevorzugt höchstens 1,0°C aufweist. Diese Temperaturbereiche stellen schon einen erheblichen Vorteil gegenüber dem Stand der Technik dar.

[0015] In manchen Ausführungsformen ist sogar vorgesehen, das Beschneigungswasser durch die Kältemaschine zu unterkühlen, so dass es beim Austritt aus der einen oder den mehreren Düsen eine Temperatur von weniger als 0,0°C aufweist. In dem letztgenannten Fall bilden sich beim Austritt aus der Düse oder den Düsen sofort Nukleationskeime, die dann auch sofort mit den Tröpfchen des weiteren ausgestoßenen Beschneigungswassers in einem thermischen Gleichgewicht stehen. Im Gegensatz zu Systemen, die mit höheren Wassertemperaturen arbeiten und Nukleationskeime z.B. durch Expansion von Druckluft bilden, besteht bei den gerade be-

schriebenen Ausführungsbeispielen keine Gefahr, dass sich die gebildeten Nukleationskeime in dem wärmeren sonstigen Beschneigungswasser wieder auflösen und somit die Schneeproduktion eingeschränkt wird.

[0016] Wenn in den Ansprüchen davon die Rede ist, dass die Schneeerzeugungs-Baugruppe "eine oder mehrere Düsen zum Ausstoß des Beschneigungswassers und/oder eines Gemischs aus Luft und dem Beschneigungswasser aufweist", so ist damit nicht notwendigerweise gemeint, dass alle Düsen der Schneeerzeugungs-Baugruppe zum Ausstoß des gekühlten Beschneigungswassers und/oder eines Gemischs aus Luft und dem gekühlten Beschneigungswasser vorgesehen sind. Die Schneeerzeugungs-Baugruppe kann vielmehr auch weitere Düsen enthalten, die zusätzlich zu der/den genannten "einen oder mehreren Düsen" vorgesehen sind. In manchen Ausgestaltungen weisen aber alle Düsen der Schneeerzeugungs-Baugruppe die beanspruchten Eigenschaften auf.

[0017] In manchen Ausgestaltungen sind die Kältemaschine und die Schneeerzeugungs-Baugruppe zu einem einzigen Gerät oder einer einzigen Baugruppe integriert. Beispielsweise können die Kältemaschine und die Schneeerzeugungs-Baugruppe auf einem gemeinsamen Fundament ruhen und/oder an einem gemeinsamen Rahmen angebracht sein und/oder in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut sein. In anderen Ausgestaltungen sind die Kältemaschine und die Schneeerzeugungs-Baugruppe dagegen zwei separate Baugruppen. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, wenn die Kältemaschine und die Schneeerzeugungs-Baugruppe einen relativ geringen räumlichen Abstand voneinander aufweisen, der beispielsweise höchstens 10,0m und vorzugsweise höchstens 3,0m beträgt. Ein solcher geringer räumlicher Abstand trägt dazu bei, eine unerwünschte Erwärmung des von der Kältemaschine gekühlten Wassers in einer zur Schneeerzeugungs-Baugruppe führenden Leitung zu vermeiden. Allerdings sind auch Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, bei denen dieser Abstand größer ist.

[0018] In manchen Ausgestaltungen sind die Kältemaschine und die Schneeerzeugungs-Baugruppe durch eine (isolierte oder nicht-isolierte) Leitung für das gekühlte Beschneigungswasser miteinander verbunden, die in der Umgebungsluft und/oder innerhalb eines Gehäuses und/oder zwar im Boden, aber weniger tief als die Frosttiefe verläuft.

[0019] Bei vielen üblichen Beschneigungssystemen ist ein Leitungsnetz vorgesehen, das mindestens eine von einem Speichersee oder -becken gespeiste Hauptwasserleitung und mehrere davon abzweigende Zweigleitungen aufweist. In manchen Ausführungsformen der Erfindung ist ein ähnliches Leitungsnetz vorhanden, und die Kältemaschine befindet sich in derselben Zweigleitung wie die Schneeerzeugungs-Baugruppe.

[0020] Bei manchen Ausgestaltungen weist das Beschneigungssystem eine Mehrzahl von Schneeerzeugungs-Baugruppen und eine Mehrzahl von Kältemaschi-

nen auf, die jeweils individuell (also in einer 1:1-Beziehung) einander zugeordnet sind. Mit anderen Worten existieren in diesen Systemen mehrere Paare von jeweils genau einer Kältemaschine und genau einer Schneeerzeugungs-Baugruppe, so dass die Kältemaschine ausschließlich ihre zugeordnete Schneeerzeugungs-Baugruppe mit gekühltem Beschneigungswasser versorgt, und die Schneeerzeugungs-Baugruppe ausschließlich von dieser Kältemaschine versorgt wird. Dies schließt nicht aus, dass in solchen Systemen weitere Schneeerzeugungs-Baugruppen und/oder weitere Kältemaschinen vorgesehen sind, die nicht die genannte 1:1-Beziehung aufweisen.

[0021] In manchen Ausführungsformen steht das Beschneigungswasser bereits in der Kältemaschine unter Druck, beispielsweise unter mindestens dem halben Betriebsdruck. Insbesondere können dies Ausführungsformen sein, bei denen das Beschneigungssystem keine eigenen Förderpumpen für das Beschneigungswasser aufweist, so dass der Eingangsdruck des Beschneigungswassers bei der Kältemaschine ungefähr so hoch oder (wegen des Druckverlusts in einem Wärmetauscher der Kältemaschine, durch den das Beschneigungswasser strömt) etwas höher als der Betriebsdruck ist. Der Betriebsdruck kann in manchen Ausgestaltungen mehr als 2 bar oder vorzugsweise mehr als 5 bar oder noch mehr bevorzugt mehr als 10 bar betragen.

[0022] Wie bereits erwähnt, können die Kältemaschine und/oder die Schneeerzeugungs-Baugruppe als solche auf diverse an sich bekannte oder an sich naheliegende Weisen ausgebildet sein. Beispielsweise kann die Kältemaschine einen Economizer und/oder einen Zwischen-Kühlkreis aufweisen. Die Schneeerzeugungs-Baugruppe kann ferner mindestens eine Wasserstrahlpumpe enthalten, wie dies in EP 1 456 588 B1 beschrieben ist. Generell ist in vielen Ausgestaltungen die Schneeerzeugungs-Baugruppe dazu eingerichtet, in ungekühlter und/oder unkomprimierter Umgebungsluft zu arbeiten.

[0023] In manchen Ausgestaltungen ist das Beschneigungssystem dazu eingerichtet, zumindest bei manchen Temperaturbedingungen ausschließlich Beschneigungswasser auszustoßen, das von der Kältemaschine gekühlt worden ist. In anderen Ausführungsformen wird jedoch noch zusätzliches Wasser, das nicht von der Kältemaschine gekühlt ist, ausgestoßen. Dieses Zusatzwasser kann beispielsweise direkt aus einem Speichersee oder -becken stammen, wobei eine Verdunstungskühlung erfolgen kann, aber nicht zwingend erfolgen muss. Solche Ausführungsformen können eine hohe Maximalleistung bei besonders guter Effizienz aufweisen.

[0024] Weitere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden ausführlichen Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, in Verbindung mit den beigefügten schematischen Zeichnungen, in denen die Zeichnungsfiguren Fig. 1 - Fig. 6 je ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Beschneigungssystems zeigen. Es versteht sich, dass die

folgende Beschreibung von Ausführungsbeispielen zur Erläuterung von Aspekten und Ausgestaltungen der Erfindung dient und nicht als eine Einschränkung des Schutzbereichs ausgelegt werden soll.

[0025] In Fig. 1 - Fig. 6 ist jeweils ein Beschneigungssystem 10 mit einer Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 und einer Kältemaschine 14 gezeigt, die miteinander durch eine Leitung 16 für gekühltes Beschneigungswasser K verbunden sind. Die Kältemaschine 14 wird ihrerseits von Beschneigungswasser B aus einem Speichersee oder einem Speicherbecken (nicht gezeigt) gespeist, das in den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen nicht oder allenfalls durch eine zentrale Verdunstungskühlung gekühlt ist. Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf Beschneigungssysteme 10 mit einer einzigen Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 und einer einzigen Kältemaschine 14 eingeschränkt ist, auch wenn im Folgenden, zum besseren Verständnis, primär solche Systeme beschrieben werden. Erfindungsgemäße Beschneigungssysteme 10 können vielmehr mehrere Schneeerzeugungs-Baugruppen 12 und/oder mehrere Kältemaschinen 14 und/oder weitere Komponenten, wie z.B. ein Leitungsnetz (in den Figuren nicht gezeigt) mit einer Hauptleitung und mehreren Zweigleitungen aufweisen.

[0026] Die Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 weist mindestens eine Düsenbaugruppe 18 auf, die in den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 - Fig. 6 jeweils eine Mehrzahl von Düsen 20.1, 20.2, 20.3, ... - im Folgenden zusammenfassend mit "20.x" bezeichnet - enthält. Allgemein kann jede der Düsen 20.x als Wasserdüse oder Wasser/Luft-Düse oder in speziellen anderen Bauformen (z.B. als Nukleatordüse) ausgestaltet sein. Das aus den Düsen 20.x oder zumindest manchen der Düsen 20.x ausgestoßene Wasser oder Wasser/Luftgemisch ist gekühltes Beschneigungswasser K oder weist zumindest einen Anteil aus gekühltem Beschneigungswasser K auf. Bei den hier beschriebenen Ausführungsformen befinden sich die Düsen 20.x in unkomprimierter Umgebungsluft bzw. bei Propellermaschinen in dem durch den Propeller erzeugten Luftstrahl, der in der hier verwendeten Wortwahl auch als "unkomprimierte Umgebungsluft" verstanden werden soll. Wenn das Beschneigungssystem im Außenbereich installiert ist, so ist die Umgebungsluft ferner ungekühlt. Ist das Beschneigungssystem im Innenbereich (z.B. in einer Skihalle) installiert, so ist möglicherweise die gesamte Umgebungsluft in der Skihalle gekühlt, aber es findet keine darüber hinausgehende Kühlung im Zusammenhang mit dem Beschneigungssystem statt. Auch dies soll in der hier verwendeten Wortwahl als "ungekühlte Umgebungsluft" verstanden werden.

[0027] Die Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 kann in diversen an sich bekannten Bauformen ausgestaltet sein, beispielsweise als Propellermaschine ("Schneekanon") oder als Lanzenschneeerzeuger.

[0028] Fig. 1 zeigt eine besonders einfache Ausgestaltung der Schneeerzeugungs-Baugruppe 12, bei der le-

diglich Wasserdüsen 20.x vorgesehen sind, die ausschließlich gekühltes Beschneigungswasser K in unkomprimierte und ungekühlte Umgebungsluft ausstoßen. Komplexere Ausführungsformen sind Gegenstand von Fig. 2 - Fig. 6 und werden weiter unten beschrieben.

[0029] Die Kältemaschine 14 weist auf an sich bekannte Weise einen Kühlkreis 22 auf, der ein von dem Beschneigungswasser B, K getrenntes Kältemittel M enthält. In Fig. 1 - Fig. 4 ist schematisch die Grundform einer Kältemaschine 14 gezeigt, bei der ein erster Wärmetauscher 24, ein Drosselorgan 26, ein zweiter Wärmetauscher 28 und ein Verdichter 30 vorgesehen sind. Der erste Wärmetauscher 24, der beispielsweise als Kondensator ausgebildet sein kann, führt Wärme aus dem Kältemittel M an die Umgebung ab. Abhängig von der Art des Kältemittels M kann dabei in manchen Ausgestaltungen das Kältemittel M kondensieren, während in anderen Ausführungsformen kein Phasenübergang stattfindet. Das Drosselorgan 26 reduziert den Druck des Kältemittels M. Das Kältemittel M vermag daher in dem zweiten Wärmetauscher 28, der beispielsweise als Verdampfer ausgestaltet sein kann, dem zugeführten Beschneigungswasser B Wärme zu entziehen. Hierdurch ergibt sich das gekühlte Beschneigungswasser K. Das erwärmte und gegebenenfalls nun dampfförmige Kältemittel M wird über den Verdichter 30 wieder dem ersten Wärmetauscher 24 zugeführt, wodurch der Kreisprozess geschlossen wird.

[0030] Generell können die diversen Ausgestaltungen der Schneeerzeugungs-Baugruppe 12, wie sie in Fig. 1 - Fig. 6 gezeigt und hier beschrieben sind, beliebig mit den diversen Ausgestaltungen der Kältemaschine 14, wie sie ebenfalls in Fig. 1 - Fig. 6 gezeigt und hier beschrieben sind, kombiniert werden. Die Erfindung umfasst also z.B. zumindest alle Beschneigungssysteme, in denen eine beliebige Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 nach einer der Zeichnungsfiguren 1-6 mit einer beliebigen Kältemaschine 14 nach einer anderen der Zeichnungsfiguren 1-6 verwendet wird.

[0031] In Fig. 2 ist ein abgewandeltes Beschneigungssystem 10 dargestellt, bei der die Düsenbaugruppe 18 durch eine Wasserstrahlpumpe 32 mit einem Gemisch aus Luft und dem gekühlten Beschneigungswasser K versorgt wird. Die Düsen 20.x sind als Wasser/Luft-Düsen ausgestaltet. Das gekühlte Beschneigungswasser K dient als Treibmedium für die Wasserstrahlpumpe, die ihrerseits unkomprimierte Umgebungsluft an einem Einlass 34 ansaugt und diese Luft mit dem gekühlten Beschneigungswasser K mischt. Das so erzeugte Beschneigungswasser/Luft-Gemisch wird durch die Düsen 20.x ausgestoßen. Dieses Funktionsprinzip ist als solches aus EP 1 456 588 B1 bekannt. Es versteht sich, dass in weiteren Abwandlungen mehrere Düsenbaugruppen 18 mit jeweils mehreren Düsen 20.x vorgesehen sein können.

[0032] Das in Fig. 3 gezeigte Beschneigungssystem 10 ähnelt dem System von Fig. 1, wobei jedoch eine oder mehrere der Düsen 20.x - in Fig. 3 beispielhaft die Düse 20.3 - als Nukleatordüse zur Erzeugung von Gefrierkei-

men ausgestaltet ist. Die Nukleatordüse 20.3 wird mit dem gekühlten Beschneigungswasser K sowie mit Druckluft versorgt, die ihrerseits mittels eines Kompressors 36 aus Umgebungsluft gewonnen wird.

[0033] Fig. 4 zeigt ein Beispiel für ein Beschneigungssystem 10 mit mehreren Düsenbaugruppen 18, die teils von dem gekühlten Beschneigungswasser K und teils von Zusatzwasser Z versorgt werden. Das Zusatzwasser Z stammt zwar aus derselben Haupt- und Zweigleitung wie das gekühlte Beschneigungswasser K, aber das Zusatzwasser Z wird nicht von der Kältemaschine 14 gekühlt. In dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel ist ferner eine hydraulische Verbindung 40, beispielsweise ein steuerbares oder fest eingestelltes Drosselorgan oder ein steuerbares oder fest eingestelltes Ventil, zur Mischung des gekühlten Beschneigungswassers K und des Zusatzwassers Z vorgesehen, während in anderen Ausgestaltungen keine solche Verbindung vorhanden ist.

[0034] Bei geschlossener hydraulischer Verbindung 40, oder wenn gar keine hydraulische Verbindung vorhanden ist, werden die Düsen 20.1 - 20.9 ausschließlich mit gekühltem Beschneigungswasser K versorgt, und die Düsen 20.10 - 20.15 werden ausschließlich mit Zusatzwasser Z versorgt. Dies ist insbesondere dann eine vorteilhafte Ausgestaltung, wenn das Beschneigungssystem 10 eine relativ große Wurfweite für das aus den zweitgenannten Düsen 20.10 - 20.15 ausgestoßene Zusatzwasser Z aufweist, weil sich dieses Wasser dann in der Umgebungsluft abkühlen kann, bevor es auf das bereits ganz oder teilweise gefrorene Beschneigungswasser K der Düsen 20.1 - 20.9 trifft. Bei ganz oder teilweise geöffneter hydraulischer Verbindung 40 werden die Düsen 20.x dagegen mit einer Mischung aus dem gekühlten Beschneigungswasser K und dem Zusatzwasser Z - gegebenenfalls in variablen Mischverhältnissen - versorgt. Es versteht sich, dass in weiteren Ausgestaltungen mehrere hydraulische Verbindungen 40 - z.B. steuerbare Ventile oder fest eingestellte Mischer - vorgesehen sein können, um unterschiedliche Mischungen des gekühlten Beschneigungswassers K und des Zusatzwassers Z zu erzeugen, die an unterschiedliche Düsenbaugruppen 18 geleitet werden.

[0035] Die Düsenbaugruppen 18 in Fig. 4 sind teils mit und teils ohne Wasserstrahlpumpen 32 gezeigt. Es versteht sich, dass dies lediglich eine beispielhafte Anordnung ist, und dass viele weitere Ausgestaltungen, bei denen Zusatzwasser Z verwendet wird, möglich und vorgesehen sind. Ferner ist in Fig. 4 jeder Düsenbaugruppe 18 ein Ventil 38 zugeordnet, mit dem die Wasserversorgung dieser Düsenbaugruppe 18 abhängig von den Betriebsbedingungen eingestellt werden kann. Dies ermöglicht eine gute Anpassung an die unterschiedlichsten Betriebsituationen und Witterungsverhältnisse.

[0036] Die in Fig. 4 beispielhaft veranschaulichten Konzepte, nämlich die Verwendung von Zusatzwasser Z und/oder die Verwendung mindestens einer hydraulischen Verbindung 40 und/oder die Verwendung mehrerer individuell steuerbarer Düsenbaugruppen 18, können

natürlich auch mit den anderen hier beschriebenen Ausgestaltungen der Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 kombiniert werden, also z.B. mit der Verwendung von Nukleatordüsen gemäß Fig. 3.

[0037] Fig. 5 und 6 zeigen Abwandlungen der Kältemaschine 14, die mit allen hier beschriebenen Ausgestaltungen der Schneeerzeugungs-Baugruppe 12 kombiniert werden können. So ist bei der Kältemaschine 14 gemäß Fig. 5 ein Economizer 42 im Kühlkreis 22 vorgesehen, also ein weiterer Wärmetauscher, der den Wirkungsgrad der Kältemaschine 14 erhöht, weil er Kältemittel M, das von dem zweiten Wärmetauscher 28 kommt, bereits vor dem Verdichter 30 erwärmt. Bei der Kältemaschine 14 gemäß Fig. 6 ist ein Zwischenkreis 44 mit einem weiteren Wärmetauscher 46 und einer Pumpe 48 vorgesehen. Der Zwischenkreis 44 weist ein Kühlmedium MM auf, das sich von dem Kältemittel M im Kühlkreis 22 unterscheidet. Beispielsweise kann das Kühlmedium MM ein Wasser/Glykol-Gemisch sein. Die Verwendung eines Zwischenkreises 44 hat insbesondere den Vorteil einer gesteigerten konstruktiven Freiheit bei der Auslegung der Kältemaschine 14.

[0038] In einem ersten Betriebsbeispiel erhält ein Beschneigungssystem 10 der oben beschriebenen Art Beschneigungswasser B mit einer Temperatur von ca. 4°C - 8°C. Die Kältemaschine 14 erzeugt gekühltes Beschneigungswasser K mit einer Temperatur von 0,0°C. Unter Berücksichtigung einer leichten Erwärmung des Beschneigungswassers K in der Leitung 16 und den Düsenbaugruppen 18 hat das Beschneigungswasser K, wenn es die Düsen 20.x durchläuft (als Wasser oder als Wasser/Luft-Gemisch), eine Temperatur von ca. 0,5°C. Bei einer Temperatur der Umgebungsluft von geringfügig unter 0 °C bilden sich augenblicklich Nukleationskeime, an denen sich das restliche Beschneigungswasser K rasch in Form einer Schneeflocke anlagert.

[0039] In einem zweiten Betriebsbeispiel erzeugt die Kältemaschine K unterkühltes Beschneigungswasser K mit einer Temperatur von -1,5°C. Dieses Beschneigungswasser K hat, wenn es die Düsen 20.x durchläuft und aus ihnen austritt, eine Temperatur von ca. -1,0°C. Die Schneebildung erfolgt hier bei Umgebungstemperaturen unter 0°C praktisch sofort. Auch bei einer Temperatur der Umgebungsluft von etwas über 0°C ist noch eine Schneeerzeugung möglich.

[0040] Es versteht sich, dass diese Betriebsbeispiele nur als Beispiele zum besseren Verständnis der Erfindung dienen sollen, und dass je nach den Umgebungsbedingungen andere Betriebsparameter zweckmäßig sein können.

[0041] Die in der obigen Beschreibung von Ausführungs- und Betriebsbeispielen enthaltenen Einzelheiten sollen nicht als Einschränkung des Schutzbereichs der Erfindung verstanden werden, sondern als exemplarische Darstellung einiger Ausführungsformen. Viele Varianten sind möglich und dem Fachmann unmittelbar ersichtlich. Insbesondere betrifft dies Abwandlungen, die eine Kombination von Merkmalen der einzelnen Ausführungs-

beispiele aufweisen. Daher soll der Bereich der Erfindung nicht durch die dargestellten Ausführungsbeispiele bestimmt werden, sondern durch die angehängten Ansprüche und ihre Äquivalente.

Patentansprüche

1. Beschneigungssystem (10), das aufweist:

eine Schneeerzeugungs-Baugruppe (12), die dazu eingerichtet ist, Beschneigungswasser (B, K) zu erhalten, und die eine oder mehrere Düsen (20.x) zum Ausstoß des Beschneigungswassers (B, K) und/oder eines Gemischs aus Luft und dem Beschneigungswasser (B, K) aufweist, und eine Kältemaschine (14) mit mindestens einem Kühlkreis (22), der ein von dem Beschneigungswasser (B, K) getrenntes Kältemittel (M) enthält, wobei die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K), bevor es der Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) zugeführt wird, zu kühlen.

2. Beschneigungssystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) und die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) einen räumlichen Abstand von höchstens 10,0m und vorzugsweise höchstens 3,0m voneinander aufweisen.

3. Beschneigungssystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) und die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) zu einer einzigen Baugruppe integriert sind.

4. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beschneigungssystem (10) ferner ein Leitungsnetz mit mindestens einer Hauptwasserleitung aufweist, von der mehrere Zweigleitungen abzweigen, und ferner **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Kältemaschine (14) und die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) in derselben Zweigleitung befinden.

5. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beschneigungssystem (10) eine Mehrzahl von Schneeerzeugungs-Baugruppen (12) und eine Mehrzahl von Kältemaschinen (14) aufweist, wobei je eine der Schneeerzeugungs-Baugruppen (12) je einer der Mehrzahl von Kältemaschinen (14) individuell zugeordnet ist.

6. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) auf eine Temperatur zu kühlen,

die niedriger als die jeweilige Feuchtkugeltemperatur in der Umgebung der Kältemaschine (14) ist.

7. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) so weit zu kühlen, dass das Beschneigungswasser (B, K), wenn es die eine oder die mehreren Düsen (20.x) durchläuft, eine Temperatur von höchstens 4,0°C und vorzugsweise höchstens 2,0°C und noch mehr bevorzugt höchstens 1,0°C aufweist. 5
8. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) so weit zu kühlen, dass das Beschneigungswasser (B, K), wenn es die eine oder die mehreren Düsen (20.x) durchläuft, eine Temperatur von weniger als 0,0°C aufweist. 10
9. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) mit einem Betriebsdruck zu erhalten, und dass die Kältemaschine (14) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) mit einem Eingangsdruck zu erhalten, der mindestens halb so hoch wie der Betriebsdruck und vorzugsweise mindestens so hoch wie der Betriebsdruck ist. 25
10. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kältemaschine (14) einen Economizer (42) und/oder einen Zwischenkreis (44) aufweist. 30
11. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) dazu eingerichtet ist, das Beschneigungswasser (B, K) und/oder das Beschneigungswasser/Luft-Gemisch in Umgebungsluft, und zwar vorzugsweise in ungekühlte und/oder unkomprimierte Umgebungsluft, auszustößen. 40
12. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) ferner mindestens eine Wasserstrahlpumpe (32) aufweist, die dazu eingerichtet ist, das von der Kältemaschine (14) gekühlte Beschneigungswasser (B, K) als Treibmedium zu erhalten und unkomprimierte Umgebungsluft anzusaugen und mit dem Beschneigungswasser (B, K) zu mischen, und die ferner dazu eingerichtet ist, das erzeugte Beschneigungswasser/Luft-Gemisch der einen Düse (20.x) oder, falls die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) mehrere Düsen (20.x) 50

aufweist, mindestens einer dieser mehreren Düsen (20.x) zuzuführen.

13. Beschneigungssystem (10) nach einem der Ansprüche 1-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) ferner dazu eingerichtet ist, Zusatzwasser (Z), das ebenfalls durch die eine oder die mehreren Düsen (20.1 - 20.9) oder durch mindestens eine weitere Düse (20.10 - 20.15) ausgestoßen werden soll, zu erhalten, wobei das Zusatzwasser (Z) nicht von der Kältemaschine (14) gekühlt ist. 55
14. Beschneigungssystem (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneeerzeugungs-Baugruppe (12) eine hydraulische Verbindung (40) zur Mischung des Zusatzwassers (Z) mit dem gekühlten Beschneigungswasser (K) aufweist. 20
15. Beschneigungsverfahren, mit den Schritten:

Kühlen von Beschneigungswasser (B, K) mittels einer Kältemaschine (14), wobei die Kältemaschine (14) mindestens einen Kühlkreis (22) aufweist, der ein von dem Beschneigungswasser (B, K) getrenntes Kältemittel (M) enthält, und Ausstoßen des von der Kältemaschine (14) gekühlten Beschneigungswassers (B, K) und/oder eines Gemischs aus Luft und dem von der Kältemaschine gekühlten Beschneigungswasser (B, K) durch eine oder mehrere Düsen (20.x) einer Schneeerzeugungs-Baugruppe (12).

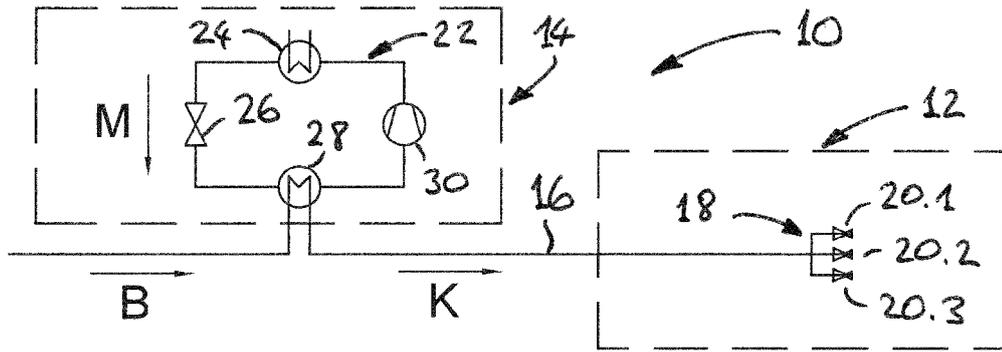


Fig. 1

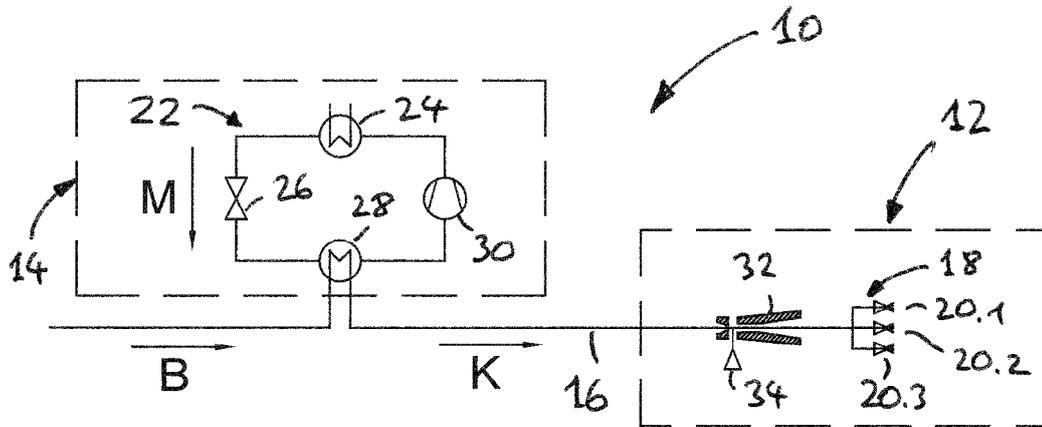


Fig. 2

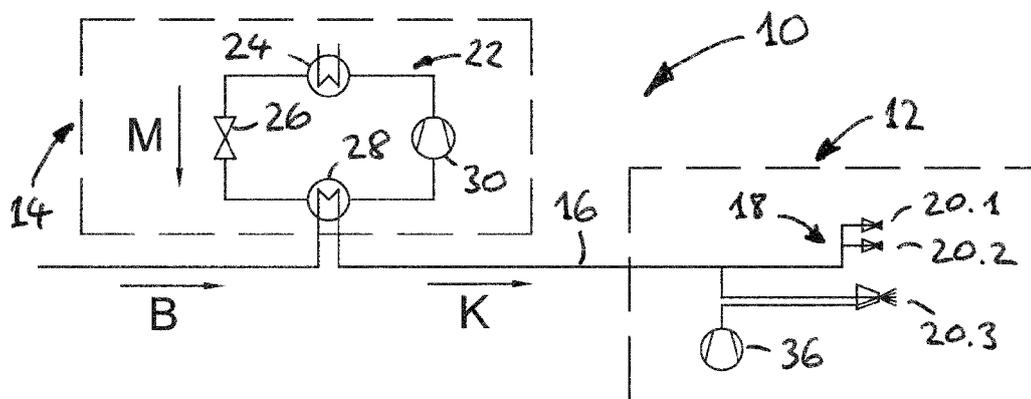


Fig. 3

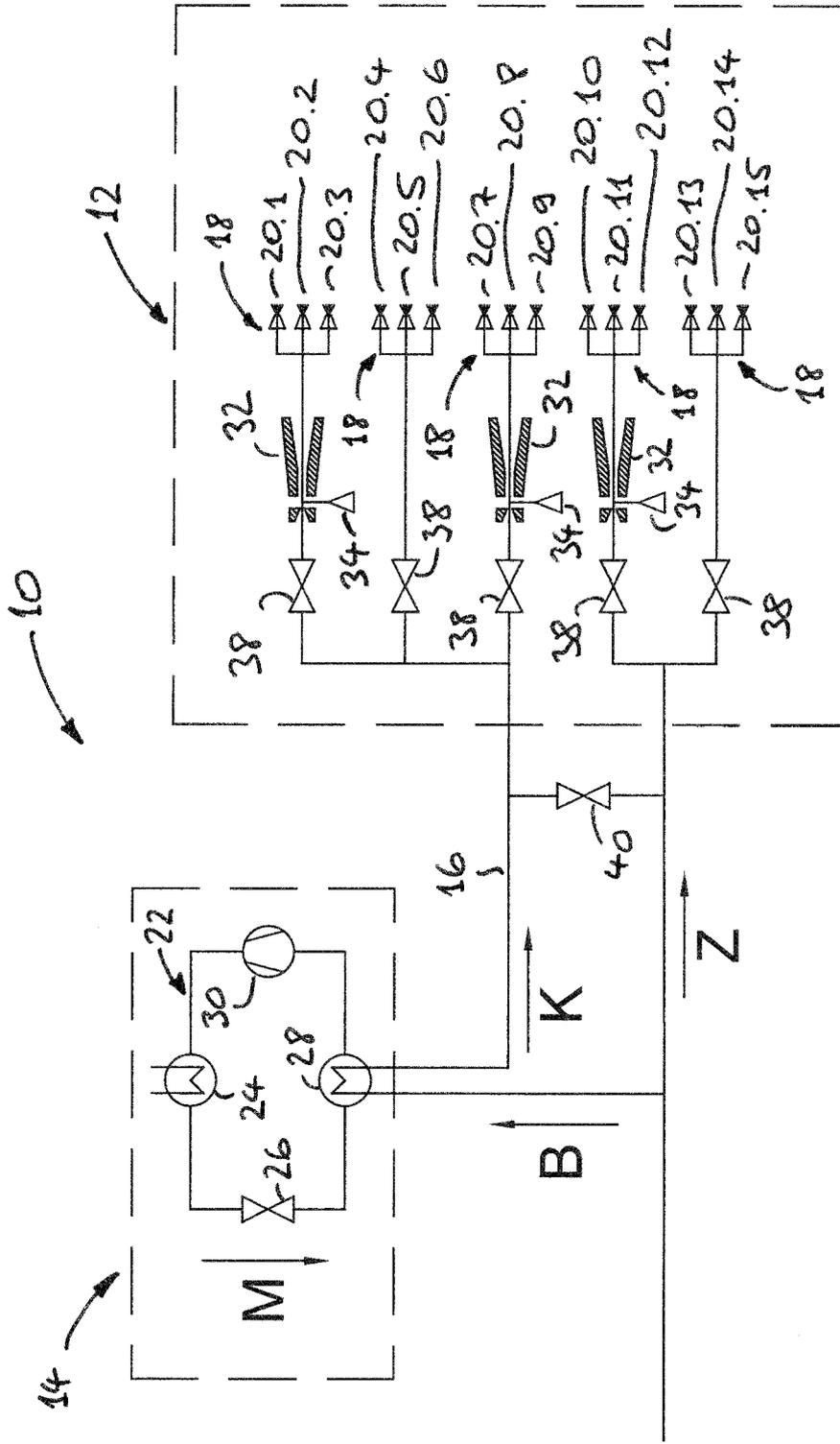


Fig. 4

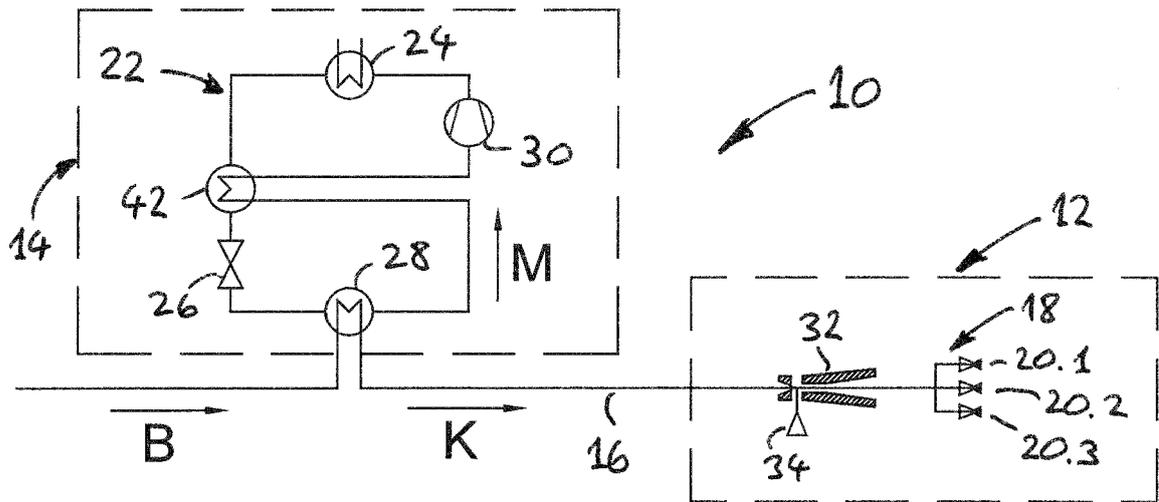


Fig. 5

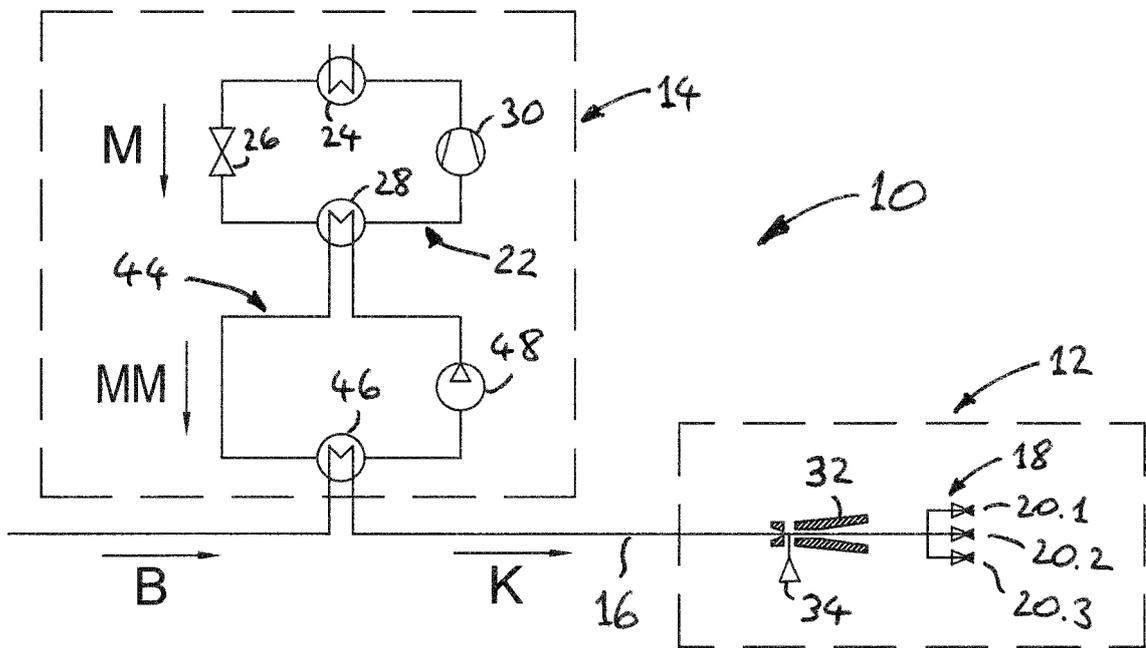


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 17 9023

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/314463 A1 (DUPLAN MAX [FR]) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) * Abbildungen 1-3 *	1-15	INV. F25C3/04
X	WO 89/12793 A1 (CLULOW MALCOM GEORGE [GB]) 28. Dezember 1989 (1989-12-28) * Abbildungen 1-3 *	1-15	
X	JP H09 329379 A (KATO KENSABUROU) 22. Dezember 1997 (1997-12-22) * Abbildung 1 *	1-15	
X	WO 2012/115718 A2 (AHMAD NAEEM [US]; AHMAD NAEEM [US]) 30. August 2012 (2012-08-30) * Seite 12 - Seite 13 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 26. November 2018	Prüfer Dezso, Gabor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 17 9023

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-11-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
15	US 2010314463 A1	16-12-2010	EP 2440865 A1	18-04-2012	
			FR 2946734 A1	17-12-2010	
			US 2010314463 A1	16-12-2010	
			WO 2010142912 A1	16-12-2010	
20	WO 8912793 A1	28-12-1989	AR 246602 A1	31-08-1994	
			AT 165651 T	15-05-1998	
			AU 625226 B2	02-07-1992	
			BR 8907016 A	26-12-1990	
			CA 1332517 C	18-10-1994	
			DE 68928657 D1	04-06-1998	
			DE 68928657 T2	07-01-1999	
			DK 47190 A	22-02-1990	
25				EP 0378636 A1	25-07-1990
				ES 2017129 A6	01-01-1991
				GB 2221024 A	24-01-1990
				GR 890100412 A	11-05-1990
				HK 109993 A	29-10-1993
				IE 63680 B1	31-05-1995
30				IL 90662 A	31-07-1994
				JP 2531995 B2	04-09-1996
				JP H03501404 A	28-03-1991
				KR 0118761 B1	30-09-1997
				MX 170945 B	22-09-1993
35				NO 900834 A	21-02-1990
		PT 90952 A	29-12-1989		
		US 5230218 A	27-07-1993		
		WO 8912793 A1	28-12-1989		
40	JP H09329379 A	22-12-1997	KEINE		
	WO 2012115718 A2	30-08-2012	CN 103562661 A	05-02-2014	
			JP 2014506668 A	17-03-2014	
			US 2013264032 A1	10-10-2013	
45			WO 2012115718 A2	30-08-2012	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1600711 A2 [0005]
- CN 107024049 A [0005]
- EP 1456588 B1 [0022] [0031]