(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Oktober 2020 (22.10.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/212155 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28B 9/06 (2006.01) *F28F 9/02* (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01) *F28F 27/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/059400

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. April 2020 (02.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2019 102 229.9
18. April 2019 (18.04.2019) DE

(71) Anmelder: **GÜNTNER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Hans-Güntner-Straße 2 - 6, 82256 Fürstenfeldbruck (DE).

(72) Erfinder: **ERHARD, Alfred**; Am Hang 6, 88147 Achberg (DE). **BRENTROP, Hansjörg**; Burghaldenstrasse 11a, 3653 Oberhofen am Thunersee (CH).

(74) Anwalt: **CHARRIER RAPP & LIEBAU PATENTANWÄLTE PARTG MBB**; Fuggerstraße 20, 86150 Augsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) **Title:** HEAT EXCHANGER ARRANGEMENT WITH AT LEAST ONE MULTIPASS HEAT EXCHANGER

(54) **Bezeichnung:** WÄRMEÜBERTRAGERANORDNUNG MIT WENIGSTENS EINEN MEHRPASS-WÄRMEÜBERTRAGER

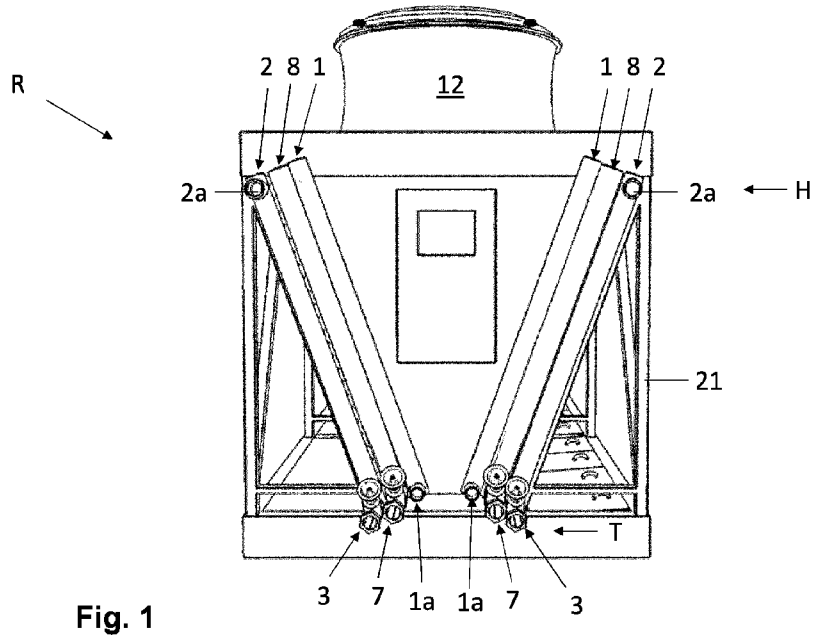


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a heat exchanger arrangement with at least one multipass heat exchanger which comprises: a) a first distributor (1) with a first connector piece (1a) for connection to a fluid line (9), b) a second distributor (2) with a second connector piece (2a) for connection to a fluid line (9'), c) a first diverting distributor (4), d) a second diverting distributor (6) e) and a third diverting distributor (8), f) and a multiplicity of pipelines (5) which can be flowed through by a fluid, in particular water, wherein i) the first distributor (2), the second distributor (2) and the third diverting distributor (8) are arranged at one end (A) of the heat exchanger arrangement and the first and the second diverting distributor (4, 6) are arranged at the opposite end (B), and the pipelines (5) extend from the one end (A) to the opposite end (B), ii) the first connector piece (1a) is arranged at a lowest point (T) or at least in the vicinity

WO 2020/212155 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

of the lowest point (T) of the first distributor (1) and the second connector piece (2a) is arranged at a highest point (T) or at least in the vicinity of the highest point (T) of the second distributor (2), iii) on the second distributor (2), a third connector piece (3) is arranged at a lowest point (H) or at least in the vicinity of the lowest point (H) of the second distributor (2), iv) and, on the third diverting distributor (8), a fourth connector piece (7) is arranged at a lowest point (H) or at least in the vicinity of the lowest point (H) of the third diverting distributor (8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager, welcher umfasst: a) einen ersten Verteiler (1) mit einem ersten Anschlussstutzen (1a) zum Anschluss an eine Fluidleitung (9), b) einen zweiten Verteiler (2) mit einem zweiten Anschlussstutzen (2a) zum Anschluss an eine Fluidleitung (9'), c) einen ersten Umlenkverteiler (4), d) einen zweiten Umlenkverteiler (6) e) und einen dritten Umlenkverteiler (8), f) sowie eine Mehrzahl von Rohrleitungen (5), welche von einem Fluid, insbesondere Wasser, durchströmbar sind, wobei i) der erste Verteiler (2), der zweite Verteiler (2) und der dritte Umlenkverteiler (8) an einem Ende (A) der Wärmeübertrageranordnung und der erste und der zweite Umlenkverteiler (4, 6) am gegenüberliegenden Ende (B) angeordnet sind und die Rohrleitungen (5) sich von dem einen Ende (A) zum gegenüberliegenden Ende (B) erstrecken, ii) der erste Anschlussstutzen (1a) an einem tiefsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (T) des ersten Verteilers (1) und der zweite Anschlussstutzen (2a) an einem höchsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des höchsten Punkts (T) des zweiten Verteilers (2) angeordnet ist, iii) am zweiten Verteiler (2) ein dritter Anschlussstutzen (3) an einem tiefsten Punkt (H) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (H) des zweiten Verteilers (2) angeordnet ist, iv) und am dritten Umlenkverteiler (8) ein vierter Anschlussstutzen (7) an einem tiefsten Punkt (H) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (H) des dritten Umlenkverteilers (8) angeordnet ist.

Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einen Mehrpass-Wärmeübertrager

Die Erfindung betrifft eine Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager, welcher einen ersten und einen zweiten Verteiler mit jeweils einem Anschlussstutzen zum Anschluss an eine Fluidleitung, sowie einen ersten, einen zweiten und einen dritten Umlenkverteiler und eine Mehrzahl von Rohrleitungen umfasst, wobei die Rohrleitungen von einem Fluid, insbesondere Wasser, durchströmbar sind.

Derartige Wärmeübertrageranordnungen mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager können beispielsweise als Rückkühler in Kühlsystemen zur Kühlung eines in dem Kühlsystem als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluids verwendet werden. Der Rückkühler wird dabei in der Regel außerhalb einer zu kühlenden Einrichtung, beispielsweise außerhalb eines Gebäudes, platziert. Wenn als Wärmeträgermedium Wasser eingesetzt wird, besteht deshalb die Gefahr, dass das Wärmeträgermedium bei Frost am Aufstellort des Rückkühlers einfriert.

Aus dem Stand der Technik sind daher Kühlsysteme mit Wärmeübertrageranordnungen bekannt, die in einem Frostschutzbetrieb eine Entleerung des Rückkühlers ermöglichen. So ist beispielsweise aus der WO2018/184908 A1 ein Kühlsystem mit im Kreislauf geführtem Wasser als Wärmeträgermedium bekannt, welches einen Rückkühler und einen Wasserbehälter enthält, wobei der Rückkühler an einem ersten Endbereich einen Eingangssammler und einen Ausgangssammler sowie an seinem dem ersten Endbereich gegenüberliegenden zweiten Endbereich einen Umlenksammler mit einem ersten und einem zweiten Ast, die V-förmig zueinander angeordnet sind, umfasst. Der erste Ast und der zweite Ast des Umlenksammlers sind dabei über einen an ihrem oberen Ende angeordneten Verbindungszweig miteinander verbunden, wobei in dem Verbindungszweig eine Lüftungsöffnung angeordnet ist. Zwischen dem Eingangssammler und dem ersten Ast des Umlenksammlers erstreckt sich eine in einer Durchströmungsrichtung ansteigende erste Rohranordnung und zwischen dem zweiten Ast des Umlenksammlers und dem Ausgangssammler erstreckt sich eine in der Durchströmungsrichtung abfallende zweite Rohranordnung. Der drucklos ausgebildete Wasserbehälter steht mit einem Eingang am Eingangssammler und mit einem Ausgang am Ausgangssammler in Verbindung, so dass das in dem Wasserbehälter bevorratete Kühlwasser in einem geschlossenen Kreislauf durch den Rückkühler geleitet werden kann. Zum Be- und

Entlüften steht der Wasserbehälter über eine Be-/Entlüftungsleitung, die in die Lüftungsöffnung am Verbindungszweig des Umlenksammlers mündet, mit dem Rückkühler in Verbindung. Der so ausgebildete Rückkühler verfügt damit über zwei in Reihe geschaltete Einpass-Register mit einer ersten, als Hinleitung ausgebildete Rohranordnung, die den Eingangssammler mit dem Umlenksammler verbindet und ein erstes Einpass-Register bildet, und einer ein zweites Einpass-Register bildendeten zweiten Rohranordnung, welche zwischen dem Umlenksammler und dem Ausgangssammler verläuft, um den Umlenksammler mit dem Ausgangssammler zu verbinden. In einem Rückkühlbetrieb wird das durch die Rohranordnungen geleitete Wasser durch Wärmeaustausch mit angesaugter Umgebungsluft gekühlt. Hierfür wird das in dem Wasserbehälter bevorratete Kühlwasser mittels einer Umwälzpumpe durch den Rückkühler geleitet. Zur Entleerung des Rückkühlers bei Frostgefahr ist bei diesem bekannten Kühlsystem vorgesehen, die Umwälzpumpe abzuschalten. Bei einer Abschaltung der Umwälzpumpe entleert sich der Rückkühler in Folge der ständigen Be-/Entlüftung des Umlenksammlers in Verbindung mit dem Gefälle der beiden Rohranordnungen der beiden Einpass-Register selbsttätig.

Wärmeübertrageranordnungen mit einem oder mehreren in Reihe geschalteten Einpass-Registern (Einpass-Wärmeübertrager) weisen jedoch im Vergleich zu Mehrpass-Systemen, in denen das Kühlmedium den oder die Wärmeübertrager mehrfach durchläuft, eine geringere Kühleffizienz auf. Zur Verbesserung der Kühleffizienz und zur Erhörung der Kühlleistung werden daher häufig Wärmeübertrageranordnungen mit Mehrpass-Registern eingesetzt. Dies ist insbesondere erforderlich, wenn Kühlleistungen zwischen 100 und 1500 kW erzielt werden sollen.

Eine Kühlanordnung mit einem Zweipass-Register ist beispielsweise aus der WO 90/15299-A bekannt. Das darin als Wärmeträgermedium eingesetzte Kühlwasser durchfließt dabei einen Wärmetauscher der Kühlanlage zweimal (2-Pass-Wärmeübertrager). Hierfür ist ein Wärmeübertrager mit einem an einem Ende des Wärmeübertragers angeordneten Eingangssammler und einem Auslasssammler sowie einem am gegenüberliegenden Ende angeordneten Umlenksammler vorgesehen, wobei sich zwischen dem Eingangssammler und dem Umlenksammler als Hinleitungen ausgebildete Rohrleitungen erstrecken und sich zwischen dem Umlenksammler und dem Ausgangssammler als Rückleitungen ausgebildete Rohrleitungen erstrecken. In einem Rückkühlbetrieb wird das Kühlwasser zunächst in einem ersten Durchlauf (erster Pass) durch die Hinleitungen und in einem zweiten Durchlauf (zweiter

Pass) durch die Rückleitungen geleitet. Während der Durchleitung des Kühlwassers durch die Rohrleitungen des Zweipass-Wärmeübertragers findet zur Kühlung des Kühlwassers ein Wärmeaustausch mit einem von einem Ventilator angesaugten und durch den Zwei-Pass-Wärmeübertrager geleiteten Luftstrom der Umgebungsluft statt.

Bei der Verwendung von Mehrpass-Wärmeübertragern in frostgefährdeten Bereichen besteht die Gefahr, dass der Mehrpass-Wärmeübertrager nicht schnell genug und nicht vollständig entleert werden kann, um ein Einfrieren des Wärmeträgermediums (insbesondere Kühlwasser) zu verhindern. Insbesondere bei einem sehr schnellen Temperaturabfall des sich im Mehrpass-Wärmeübertrager befindlichen Wärmeträgermediums infolge einer schnellen Erniedrigung der Umgebungstemperatur, oder eines starken Windeinflusses auf den Wärmeübertrager, muss auch bei Verwendung von Mehrpass-Wärmeübertragern gewährleistet sein, dass der Wärmeübertrager innerhalb kürzester Zeit vollständig entleert werden kann, um ein Einfrieren des Wärmeträgermediums zu verhindern. Eine schnelle Entleerung eines Mehrpass-Wärmeübertragers ist jedoch aufgrund der langen Rohrleitungen, die vom Wärmeträgermedium mehrfach durchflossen werden und der dadurch bedingten langen Transportwege des Wärmeträgermediums durch die Rohrleitungen des Mehrpass-Wärmeübertragers schwierig. Die Länge der Rohrleitungen (einer Hin- bzw. Rückleitung) kann dabei zwischen 3 bis 15 m liegen. Aus demselben Grund ist auch eine schnelle Wiederbefüllung eines Mehrpass-Wärmeübertragers bei einer Wiederaufnahme des Rückkühlbetriebs nach Wegfall der Frostgefahr schwierig.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager aufzuzeigen, welche eine hohe Kühlleistung bei einer möglichst hohen Effizienz aufweist und bei Frostgefahr möglichst schnell und vollständig entleert und für eine Wiederaufnahme eines Rückkühlbetriebs nach Beendigung der Frostgefahr auch wieder möglichst schnell mit einem Wärmeträgermedium befüllt werden kann.

Diese Aufgaben werden gemäß der Erfindung mit einer Wärmeübertrageranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 19 gelöst. Zur Lösung der Aufgabe trägt ferner ein Kühlsystem gemäß Anspruch 18 bei, in dem eine erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung als Rückkühler zur Kühlung des als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluids (insb. Kühlwasser) eingesetzt wird.

Die erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung umfasst wenigstens einen Mehrpass-Wärmeübertrager, insbesondere einen Vier-Pass-Wärmeübertrager, wobei der oder jeder Wärmeübertrager einen ersten und einen zweiten Verteiler mit jeweils einem Anschlussstutzen zum Anschluss an eine Fluidleitung, sowie einen ersten, einen zweiten und einen dritten Umlenkverteiler und eine Mehrzahl von Rohrleitungen umfasst, welche von einem als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluid, insbesondere von Wasser, durchströmbar sind. Dabei sind der erste und der zweite Verteiler sowie der dritte Umlenkverteiler an einem Ende der Wärmeübertrageranordnung und der erste und der zweite Umlenkverteiler am gegenüberliegenden Ende der Wärmeübertrageranordnung angeordnet und die Rohrleitungen erstrecken sich von dem einen Ende zum gegenüberliegenden Ende, um den ersten und den zweiten Verteiler mit einem der Umlenkverteiler zu verbinden. Dabei ist an einem tiefsten Punkt oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts des ersten Verteilers ein erster Anschlussstutzen angeordnet und an einem höchsten Punkt oder zumindest in der Nähe des höchsten Punkts des zweiten Verteilers ist ein zweiter Anschlussstutzen angeordnet. An dem zweiten Verteiler ist weiterhin ein dritter Anschlussstutzen an einem tiefsten Punkt oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts des zweiten Verteilers angeordnet und an dem dritten Umlenkverteiler ist ebenfalls an einem tiefsten Punkt oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts des dritten Umlenkverteilers ein vierter Anschlussstutzen angeordnet.

Wenn von einem höchsten Punkt eines Verteilers gesprochen wird, ist dabei der geodätisch höchste Punkt des jeweiligen Verteilers gemeint. Wenn von einem tiefsten Punkt gesprochen wird, ist jeweils der geodätisch tiefste Punkt der jeweiligen Einrichtung (Verteiler) gemeint, insbesondere der in Bezug auf die vertikale Richtung gesehen tiefste Punkt. Dabei ist jeweils auch ein Punkt mit umfasst, der zumindest in der Nähe des geodätisch höchsten bzw. des geodätisch tiefsten Punkts liegt.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung einer Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager kann sowohl eine schnelle Entleerung als auch eine schnelle Befüllung des oder der Mehrpass-Wärmeübertrager mit dem als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluid erfolgen, indem bei Frostgefahr in einem Entleerungsbetrieb das Fluid schwerkraftbedingt aufgrund einer Neigung der Rohrleitungen zur Horizontalen gleichzeitig aus allen Rohrleitungen in den ersten und den zweiten Verteiler sowie in den dritten Umlenkverteiler und von dort jeweils über einen an dem tiefsten Punkt des ersten und des

zweiten Verteilers sowie des dritten Umlenkverteilers angeordneten Anschlussstutzen in eine mit den Anschlussstutzen in Verbindung stehende Fluidleitung abfließen kann. In entsprechender Weise kann das Fluid in einem Befüllungsbetrieb sehr schnell entgegen der Schwerkraft aus dem ersten und dem zweiten Verteiler sowie aus dem dritten Umlenkverteiler gleichzeitig in alle Rohrleitungen des Mehrpass-Wärmeübertragers eingeleitet werden. Dadurch verkürzt sich die Entleerungs- bzw. die Befüllungszeit beim Entleeren bzw. Befüllen des Wärmeübertragers erheblich, weil das Fluid nicht gemäß der Strömungspfade beim Rückkühlbetrieb der Wärmeübertrageranordnung in den oder die Mehrpass-Wärmeübertrager eingeleitet wird, sondern über den ersten und den zweiten Verteiler sowie über den dritten Umlenkverteiler gleichzeitig in bzw. aus allen Rohrleitungen des Mehrpass-Wärmeübertragers strömen kann.

Ein schnelles Herausfließen des Fluids aus den Rohrleitungen des Mehrpass-Wärmeübertragers in dem Entleerungsbetrieb wird dabei durch eine Neigung der Rohrleitungen zur horizontalen Ebene unterstützt. Die zweckmäßig parallel zueinander verlaufenden Rohrleitungen schließen bevorzugt mit der Horizontalen einen Winkel zwischen 0,5° und 5° und besonders bevorzugt einen Winkel zwischen 2° und 4°, insbesondere 3° ein.

Die Rohrleitungen jedes Mehrpass-Wärmeübertragers sind dabei in einer ersten und einer zweiten Gruppe von Rohrleitungen unterteilt, wobei die erste Gruppe von Rohrleitungen als Hinleitungen und die zweite Gruppe von Rohrleitungen als Rückleitungen dienen. Im Rückkühlbetrieb kann das Fluid beispielsweise über den als Eingangsverteiler ausgebildeten ersten Anschlussstutzen in den ersten Verteiler eingeleitet werden und das Fluid durchströmt die Hinleitungen (erste Gruppe von Rohrleitungen) zum ersten Umlenkverteiler und wird von dort in die Rückleitungen (zweite Gruppe von Rohrleitungen) umgelenkt, so dass das Fluid dann in den Rückleitungen zum dritten Umlenkverteiler am ersten Ende der Wärmeübertrageranordnung zurückfliest und dort von dem dritten Umlenkverteiler wieder in Rohrleitungen der ersten Gruppe (Hinleitungen) umgelenkt wird und zum zweiten Umlenkverteiler fließt und dort wiederum in Rohrleitungen der zweiten Gruppe (Rückleitungen) umgelenkt wird, um schließlich zum zweiten Verteiler (Ausgangsverteiler) zurückzufließen. Das Fluid verlässt den Mehrpass-Wärmeübertrager dabei über den am höchsten Punkt des zweiten Verteilers angeordneten zweiten Anschlussstutzen. Dabei können die beiden Verteiler (erster Verteiler und zweiter Verteiler) auch miteinander vertauscht werden, d.h., es ist möglich, dass das Fluid zuerst in den als Eingangsverteiler ausgebildeten

zweiten Verteiler einströmt und aus dem als Ausgangsverteiler ausgebildeten ersten Verteiler ausströmt.

Um zu gewährleisten, dass der Mehrpass-Wärmeübertrager beim Befüllen und während des Rückkühlbetriebs jederzeit vollständig mit Fluid gefüllt ist (wodurch eine verbesserte Effizienz erzielt werden kann) ist es zu bevorzugen, dass das Fluid über den ersten Anschlussstutzen (am tiefsten Punkt des ersten Verteilers) in den Wärmeübertrager eintritt und den Wärmeübertrager an dem zweiten Anschlussstutzen (am höchsten Punkt des zweiten Verteilers) verlässt.

Zum Druckausgleich mit der Umgebung (also mit dem atmosphärischen Luftdruck) ist zumindest an einem der Umlenkverteiler, insbesondere am ersten und/oder am zweiten Umlenkverteiler, eine Lüftungsöffnung angeordnet. Die Lüftungsöffnung ist zweckmäßig an einem höchsten Punkt oder in der Nähe des höchsten Punkts des jeweiligen Umlenkverteilers angeordnet. Dadurch kann eine vollständige Be- und Entlüftung der Umlenkverteiler gewährleistet werden.

Die Verteiler, also der erste und der zweite Verteiler sowie jeder Umlenkverteiler, können jeweils als rohrförmige Mehrfachverteiler ausgebildet sein. Die Rohre der Verteiler können dabei mit ihrer Längsachse vertikal stehend oder auch schräg zur Vertikalen geneigt angeordnet sein.

Eine hohe Wärmeaustauscheffizienz und eine kompakte Bauweise der Wärmeübertrageranordnung lässt sich erzielen, wenn die Wärmeübertrageranordnung zwei gegenüberliegend angeordnete Mehrpass-Wärmeübertrager enthält, wobei die beiden Mehrpass-Wärmeübertrager schräg zur Vertikalen geneigt und V-förmig zueinander stehend angeordnet sind. Entsprechend dieser schrägstehenden Anordnung der Wärmeübertrager verlaufen die rohrförmigen Verteiler (erster Verteiler und zweiter Verteiler sowie die Umlenkverteiler) ebenfalls schräg stehend zur Vertikalen.

Eine besonders kompakte Bauweise lässt sich erzielen, wenn der erste und der zweite Umlenkverteiler in einem gemeinsamen Sammelrohr mit einer darin angeordneten Trennwand enthalten sind, wobei die Trennwand das gemeinsame Sammelrohr in einen Zuströmbereich, der den ersten Verteiler bildet, und einen Abströmbereich, der den zweiten Verteiler bildet, unterteilt. In entsprechender Weise kann auch der erste und der zweite Umlenkverteiler, die

jeweils an am anderen Ende der Wärmeübertrageranordnung benachbart zueinander angeordnet sind, in einem gemeinsamen Sammelrohr mit einer Trennwand angeordnet sein, wobei die Trennwand das Sammelrohr in wenigstens zwei Bereiche unterteilt, wobei ein erster Bereich den ersten Umlenkverteiler und ein zweiter Bereich den zweiten Umlenkverteiler bildet.

In entsprechender Weise können auch der erste Verteiler, der zweite Verteiler sowie der dritte Umlenkverteiler, die jeweils an einem Ende der Wärmeübertrageranordnung benachbart zueinander angeordnet sind, in einem gemeinsamen Sammelrohr angeordnet sein, wobei das Sammelrohr wiederum ein Trennelement enthält, welches das Sammelrohr zumindest in einen Zuströmbereich (der den ersten Verteiler ausbildet), einen Abströmbereich (der dem zweiten Verteiler ausbildet) und einen Umlenkbereich (der den dritten Umlenkverteiler ausbildet) unterteilt. Dabei sind in dem gemeinsamen Sammelrohr der erste, der zweite, der dritte und der vierte Anschlussstutzen angeordnet, wobei der erste Anschlussstutzen im Zuströmbereich an einem tiefsten Punkt des gemeinsamen Sammelrohrs, der zweite Anschlussstutzen im Abströmbereich an einem höchsten Punkt des gemeinsamen Sammelrohrs, der dritte Anschlussstutzen im Abströmbereich an einem tiefsten Punkt des gemeinsamen Sammelrohrs und der vierte Anschlussstutzen an einem tiefsten Punkt des Umlenkbereichs angeordnet ist.

Um den ersten und den dritten Anschlussstutzen sowie den vierten Anschlussstutzen, die jeweils an einem tiefsten Punkt des betreffenden Verteilers (erster Verteiler, zweiter Verteiler, dritter Umlenkverteiler) angeordnet sind, je nach Betriebsmodus der Wärmeübertrageranordnung öffnen oder schließen zu können, ist bevorzugt jedem dieser Anschlussstutzen ein steuerbares Ventil zugeordnet. Das steuerbare Ventil kann dabei insbesondere in dem jeweiligen Anschlussstutzen (erster, zweiter, dritter oder vierter Anschlussstutzen) angeordnet sein. Die Ansteuerung der steuerbaren Ventile kann beispielsweise hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch erfolgen.

In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Wärmeübertrageranordnung sind der erste und der zweite Verteiler sowie der dritte Umlenkverteiler an einem vorderen stirnseitigen Ende der Wärmeübertrageranordnung angeordnet und der erste und der zweite Umlenkverteiler sind an der gegenüberliegenden, hinteren Stirnseite der Wärmeübertrageranordnung angeordnet. Dadurch kann eine kompakte Bauweise und eine den Erfordernissen in Bezug auf die Kühlleistung entsprechende Dimensionierung der Wärmeübertrageranordnung gewährleistet werden.

Die erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung kann in verschiedenen Betriebsmodi, insbesondere in einem Rückkühlbetrieb, einem Entleerungsbetrieb bei Frostgefahr, einem Befüllungsbetrieb zur erstmaligen Befüllung der Wärmeübertrageranordnung oder für eine Wiederbefüllung nach Beendigung der Frostgefahr sowie in einem Stand-by-Betrieb nach einer erfolgten Entleerung der Wärmeübertrageranordnung bei Frostgefahr bzw. bei anhaltendem Frost betrieben werden. Zur Umschaltung der Wärmeübertrageranordnung von einem Betriebsmodus in einen anderen Betriebsmodus ist eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Wärmeübertrageranordnung vorgesehen. Die Steuerung der Wärmeübertrageranordnung und insbesondere die Einstellung eines geeigneten Betriebsmodus erfolgt in Abhängigkeit von Umgebungsparametern, wie z.B. der Außentemperatur und der Windgeschwindigkeit am Aufstellort der Wärmeübertrageranordnung. Zur Erfassung der Umgebungsparameter sind zweckmäßig Sensoren, insbesondere ein Thermometer zur Erfassung der Außentemperatur und ein Windmesser zur Erfassung der Windgeschwindigkeit, vorgesehen und mit der Steuereinrichtung gekoppelt. Die von den Sensoren erfassten Messwerte der Umgebungsparameter werden der Steuereinrichtung zugeführt. Neben den Umgebungsparametern wie Außentemperatur und Windgeschwindigkeit wird zweckmäßig über weitere Sensoren, insbesondere Thermometer, die Eingangstemperatur des Fluids beim Eintritt in die Wärmeübertrageranordnung erfasst. Weiterhin kann über Druck- oder Durchflusssensoren der Volumenstrom des in die Wärmeübertrageranordnung einströmenden bzw. des aus der Wärmeübertrageranordnung ausströmenden Fluidstroms gemessen und der Steuereinrichtung zugeleitet werden. Die Steuereinrichtung berechnet auf Basis der zugeleiteten Messwerte, insbesondere unter Berücksichtigung der Außentemperatur und der Eingangstemperatur des Fluids, eine prognostizierte Austrittstemperatur des Fluids beim Austritt aus der Wärmeübertrageranordnung. Wenn die berechnete Austrittstemperatur größer oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert ist, schaltet die Steuereinrichtung den Betrieb der Wärmeübertrageranordnung vom Rückkühlbetrieb in den Entleerungsbetrieb um. Aus der rechnerisch ermittelten Austrittstemperatur des Fluids beim Austritt aus der Wärmeübertrageranordnung kann bei niedrigen Außentemperaturen unterhalb des Gefrierpunkts des Fluids (bei dem es sich bevorzugt um Wasser handelt) eine Einfriergefahr des Fluids erfasst werden. Um in einer solchen Situation ein Einfrieren des Fluids in den Rohrleitungen bzw. den Verteilern der Wärmeübertrageranordnung zu verhindern, schaltet die Steuereinrichtung möglichst schnell in den Entleerungsbetrieb um, in dem das sich in den Rohrleitungen befindliche Fluid gleichzeitig aus allen Rohrleitungen in den ersten und den

zweiten Verteiler sowie den dritten Umlenkverteiler und von dort durch die jeweils am tiefsten Punkt dieser Verteiler angeordneten Anschlussstutzen (erster, dritter und vierter Anschlussstutzen) in eine mit diesen Anschlussstutzen in Verbindung stehende Fluidleitung aus dem frostgefährdeten Bereich abfließen kann.

Diese und weitere Merkmale sowie Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher beschriebenen Ausführungsbeispiel. Die Zeichnungen zeigen:

Fig.1: Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung mit zwei V-förmig zueinander angeordneten Mehrpass-Wärmeübertragern in einer Ansicht auf eine vordere Stirnseite der Wärmeübertrageranordnung;

Fig. 2: Seitenansicht der Wärmeübertrageranordnung von Figur 1;

Fig. 3: Schematische Darstellung verschiedener Betriebsmodi der Wärmeübertrageranordnung der Figuren 1 und 2, wobei in Figur 3a ein Rückkühlbetrieb, in Figur 3b ein Befüllungsbetrieb und in Figur 3c ein Entleerungsbetrieb eines Mehrpass-Wärmeübertragers der Wärmeübertrageranordnung dargestellt ist;

Fig. 4: Schematische Darstellung eines Kühlsystems, welches eine erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung enthält, wobei die Wärmeübertrageranordnung in der Ansicht von Figur 1 und der Seitenansicht von Figur 2 gezeigt ist;

Fig. 5: Detaildarstellung des Kühlsystems von Figur 4 im Bereich der Wärmeübertrageranordnung;

Fig. 6: Schematische Darstellung verschiedener Betriebsmodi der Wärmeübertrageranordnung des Kühlsystems von Figur 4, wobei Figur 6a die Wärmeübertrageranordnung im Rückkühlbetrieb, Figur 6b die

Wärmeübertrageranordnung im Entleerungsbetrieb und Figur 6c die Wärmeübertrageranordnung im Befüllungsbetrieb zeigt;

Fig. 7: Schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels mit einer Kombination von zwei Wärmeübertrageranordnungen gemäß der Erfindung;

Fig. 8: Schematische Darstellung möglicher Betriebsmodi der Kombination von Wärmeübertrageranordnungen aus Figur 7.

In den Figuren 1 und 2 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung gezeigt, die als Rückkühler R zur Kühlung eines als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluids in einem Kühlsystem eingesetzt werden kann. Als Wärmeträgermedium kann dabei insbesondere Wasser verwendet werden. Wenn im Folgenden von Wasser gesprochen wird, ist dabei das als Wärmeträgermedium eingesetzte Fluid gemeint, wobei anstelle von Wasser auch ein anderes Fluid als Wärmeträgermedium verwendet werden kann.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Wärmeübertrageranordnung enthält zwei Vier-Pass-Wärmeübertrager, die einander gegenüberliegende, schräg zur Vertikalen verlaufende, flächige Wärmeübertrager enthält. Die beiden Wärmeübertrager sind dabei, wie aus der Ansicht von Figur 1 ersichtlich, V-förmig zueinander angeordnet. Im Folgenden wird der Aufbau des auf der rechten Seite von Figur 1 angeordneten Wärmeübertragers erläutert. Der gegenüberliegende, auf der linken Seite der Wärmeübertrageranordnung angeordnete Wärmeübertrager ist entsprechend aufgebaut. Die beiden Wärmeübertrager sind dabei an einem Gehäuse 21 der Wärmeübertrageranordnung befestigt. Jeder Wärmeübertrager umfasst einen ersten Verteiler 1, der als Eingangsverteiler ausgebildet ist, einen zweiten Verteiler 2, der als Ausgangsverteiler ausgebildet ist, sowie einen ersten Umlenkverteiler 4, einen zweiten Umlenkverteiler 6 und einen dritten Umlenkverteiler 8, und eine Mehrzahl von Rohrleitungen 5. Der erste Verteiler 1, der zweite Verteiler 2 und der dritte Umlenkverteiler 8 sind dabei an dem vorderen stirnseitigen Ende A der Wärmeübertrageranordnung angeordnet. Der erste und der zweite Umlenkverteiler 4, 6 sind jeweils am gegenüberliegenden Ende B der Wärmeübertrageranordnung, also an der hinteren Stirnseite, angeordnet. Die Rohrleitungen 5 erstrecken sich in einer Längsrichtung L der Wärmeübertrageranordnung von dem einen Ende

A zu dem gegenüberliegenden Ende B. Die Rohrleitungen 5 sind dabei in eine erste Gruppe von Rohrleitungen 5a und eine zweite Gruppe von Rohrleitungen 5b unterteilt, wobei die erste Gruppe von Rohrleitungen 5a als Hinleitung und die zweite Gruppe von Rohrleitungen 5b als Rückleitungen dienen. Ein Teil der Rohrleitungen 5 der ersten Gruppe von Rohrleitungen 5a (Hinleitungen) verbinden den ersten Verteiler 1 (Eingangsverteiler) mit dem ersten Umlenkverteiler 4 und ein Teil der Rohrleitungen 5 der zweiten Gruppe von Rohrleitungen 5b (Rückleitungen) verbinden den ersten Umlenkverteiler 4 mit dem dritten Umlenkverteiler 8. Ein Teil der Rohrleitungen der ersten Gruppe von Rohrleitungen 5a (Hinleitungen) verbindet wiederum den dritten Umlenkverteiler 8 mit dem zweiten Umlenkverteiler 6 und ein Teil der Rohrleitungen der zweiten Gruppe von Rohrleitungen 5b (Rückleitungen) verbindet wiederum den zweiten Umlenkverteiler 6 mit dem zweiten Verteiler 2 (Ausgangsverteiler), wie aus Figur 3 ersichtlich. Die Rohrleitungen 5 der Hin- und der Rückleitungen verlaufen dabei zumindest im Wesentlichen parallel zueinander und sind zur Horizontalen leicht geneigt, wie aus Figur 2 ersichtlich. Der Neigungswinkel der Rohrleitungen 5 zur Horizontalen liegt bevorzugt zwischen 0,5° und 5°, besonders bevorzugt zwischen 2° und 4° und in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel zwischen den Rohrleitungen und der horizontalen Ebene 3°.

An dem ersten Verteiler 1 (Eingangsverteiler) ist an einem tiefsten Punkt T dieses Verteilers 1 ein erster Anschlussstutzen 1a angeordnet. An entsprechender Stelle, d.h., an einem tiefsten Punkt T, ist auch an dem zweiten Verteiler 2 (Ausgangsverteiler) ein Anschlussstutzen 3 angeordnet. Dieser Anschlussstutzen 3 wird als dritter Anschlussstutzen 3 bezeichnet. An dem zweiten Verteiler 2 (Ausgangsverteiler) ist an einem höchsten Punkt H ein weiterer Anschlussstutzen angeordnet, der als zweiter Anschlussstutzen 2a bezeichnet wird. Am tiefsten Punkt T des dritten Umlenkverteilers 8 ist ebenfalls ein Anschlussstutzen 7 angeordnet, der als vierter Anschlussstutzen bezeichnet wird.

Die am gegenüberliegenden Ende B der Wärmeübertrageranordnung angeordneten Umlenkverteiler (erster und zweiter Umlenkverteiler 4, 6) weisen jeweils an einem höchsten Punkt H eine Lüftungsöffnung 10 auf, wie aus Figur 2 ersichtlich. Die Lüftungsöffnung 10 ist dabei zweckmäßig am oberen Ende der als rohrförmiger Mehrfachverteiler ausgebildeten Umlenkverteiler 4, 6 angeordnet. Das gegenüberliegende untere Ende der rohrförmigen Umlenkverteiler 4, 6 ist geschlossen. In jeder Lüftungsöffnung 10 ist zweckmäßig ein Ventil 11 angeordnet, mit dem die Lüftungsöffnung 10 geöffnet oder geschlossen werden kann. Auf

die Verwendung eines Ventils in den Lüftungsöffnungen 10 kann jedoch auch verzichtet werden.

Zumindest in dem dritten Anschlussstutzen 3, der am unteren Ende des zweiten Verteilers 2 (Ausgangsverteiler) angeordnet ist, und in dem vierten Anschlussstutzen 7, der am unteren Ende des dritten Umlenkverteilers 8 angeordnet ist, ist ein steuerbares Ventil V zum Öffnen und Schließen des jeweiligen Anschlussstutzens 3, 7 eingesetzt (Figur 2). Das jeweilige Ventil V kann alternativ auch an einer anderen Stelle platziert sein, bspw. in einer mit dem jeweiligen Anschlussstutzen 3, 7 in Verbindung stehenden Fluidleitung. Die Ventile V können dabei unabhängig voneinander angesteuert werden, um die Anschlussstutzen 3, 7 unabhängig voneinander zu öffnen oder zu verschließen

In Figur 3 sind verschiedene Betriebsmodi der Wärmeübertrageranordnung schematisch dargestellt. In dem in Figur 3a gezeigten Rückkühlbetrieb wird Wasser als Wärmeträgermedium durch die Rohrleitungen 5 (Hinleitungen 5a und Rückleitungen 5b) der Wärmeübertrageranordnung geleitet. Gleichzeitig wird von wenigstens einem Ventilator 12, der an der Oberseite der Wärmeübertrageranordnung vorgesehen ist, wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich, (kalte) Umgebungsluft aus der Umgebung angesaugt und durch die Wärmeübertrager der Wärmeübertrageranordnung geleitet, um einen Wärmeaustausch zwischen dem durch die Rohrleitungen 5 geleiteten Wärmeträgermedium (Wasser) und der angesaugten Luft vorzunehmen. Zur Erhöhung der Wärmeübertragungseffizienz sind an den Rohrleitungen 5 Lamellen 22 befestigt (Figur 3), um die effektive Wärmeübertragungsfläche zu erhöhen. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Wärmeübertragern dementsprechend um Lamellen- bzw. Rippenrohr-Wärmeübertrager. Anstelle herkömmlicher Lamellen- bzw. Rippenrohr-Wärmeübertrager können auch Mikrokanal-Wärmeübertrager in der erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung eingesetzt werden.

In dem in Figur 3a schematisch dargestellten Rückkühlbetrieb wird das als Wärmeträgermedium eingesetzten Fluid über den ersten Anschlussstutzen 1a in den ersten Verteiler 1 (Eingangsverteiler) eingeleitet und von dort durch einen Teil der Rohrleitungen 5 der ersten Gruppe von Rohrleitungen 5a (Hinleitungen) zum ersten Umlenkverteiler 4 geleitet und darin in einen Teil der Rohrleitungen der zweiten Gruppe von Rohrleitungen 5a (Rückleitungen) umgelenkt. Das Fluid strömt durch die Rückleitungen bis zu dem dritten Umlenkverteiler 8 und wird dort wieder in einen Teil der Rohrleitungen 5 der ersten Gruppe

von Rohrleitungen 5a (Hinleitungen) umgelenkt. Das Fluid strömt in den Hinleitungen bis zum zweiten Umlenkverteiler 6 und wird darin wiederum in einen Teil der Rohrleitungen der zweiten Gruppe von Rohrleitungen 5a (Rückleitungen) umgelenkt und strömt schließlich in den zweiten Verteiler 2 (Ausgangsverteiler). Das Fluid wird von dem Ausgangsverteiler 2 durch den am oberen Ende des Ausgangsverteilers 2 angeordneten zweiten Anschlussstutzen 2a entnommen und über eine an den zweiten Anschlussstutzen 2a angeschlossene Fluidleitung 9 als Kühlmedium in ein Kühlmediumreservoir (Behälter B) oder direkt zu einem zu kühlenden Verbraucher geführt.

In dem Rückkühlbetrieb gemäß Figur 3a sind die Anschlussstutzen 3 und 7 (dritter und vierter Anschlussstutzen) jeweils durch das darin angeordnete Ventil V verschlossen.

In Figur 3b ist die Wärmeübertrageranordnung schematisch in einem Befüllungsbetrieb gezeigt, in dem die Wärmeübertrager entweder erstmalig befüllt oder nach einer Entleerung mit dem Fluid wieder befüllt werden kann. In dem Befüllungsbetrieb sind die Anschlussstutzen 3 und 7 (dritter und vierter Anschlussstutzen), die jeweils am unteren Ende des zweiten Verteilers 2 und des dritten Umlenkverteilers 8 angeordnet sind, geöffnet. Dadurch kann das Fluid gleichzeitig über die jeweils am unteren Ende der beiden Verteiler 1, 2 und des dritten Umlenkverteilers 8 angeordneten Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 in den ersten und den zweiten Verteiler 1, 2 sowie den dritten Umlenkverteiler 8 eingefüllt werden. Das Fluid strömt anschließend, wie in Figur 3b dargestellt, gleichzeitig durch alle Rohrleitungen 5 (also sowohl durch die Hinleitungen 5a als auch durch die Rückleitungen 5b) von dem einen Ende A der Wärmeübertrageranordnung zu dem gegenüberliegenden Ende B. Aufgrund der Neigung der Rohrleitungen 5 zu dem vorderen Ende A hin strömt das Fluid in den Rohrleitungen 5 dabei entgegen der Schwerkraft nach oben in Richtung der am hinteren stirnseitigen Ende B angeordneten Umlenkverteiler 4, 6. Dabei wird die sich in dem ersten und dem zweiten Umlenkverteiler 4, 6 befindliche Luft durch die Lüftungsöffnungen 10 am oberen Ende dieser beiden Umlenkverteiler 4, 6 herausgedrückt, wodurch die beiden Umlenkverteiler 4, 6 entlüftet werden. Um zu verhindern, dass bei vollständiger Befüllung der Wärmeübertrager mit dem eingefüllten Fluid das Fluid aus den Lüftungsöffnungen 10 austreten kann, ist in den Lüftungsöffnungen 10 zweckmäßig ein sich selbsttätig verschließendes Ventil 11 angeordnet. Das Ventil 11 verschließt dabei die Lüftungsöffnung 10 selbsttätig, sobald durch das eintretende Fluid ein Innendruck im Ventil entsteht.

Entsprechend der Befüllung der Wärmeübertrageranordnung mit dem Fluid kann umgekehrt durch Öffnen der Ventile V in bzw. am dritten Anschlussstutzen 3 und am vierten Anschlussstutzen 7 auch eine schnelle Entleerung der Wärmeübertrageranordnung erfolgen. In Figur 3c ist ein Entleerungsbetrieb der Wärmeübertrageranordnung gezeigt, in dem bei geöffneten Ventilen V im dritten Anschlussstutzen 3 und im vierten Anschlussstutzen 7 das Fluid gleichzeitig aus allen Rohrleitungen 5 (also sowohl aus den Hinleitungen 5a als auch aus den Rückleitungen 5b) schwerkraftbedingt entlang des Gefälles der Rohrleitungen 5 vom hinteren Ende B zum vorderen Ende A hin in den ersten und den zweiten Verteiler 1, 2 sowie in den dritten Umlenkverteiler 8 fließen kann. Der Fluss des Fluids wird dabei einerseits durch die Neigung der Rohrleitungen 5 zu dem vorderen Ende A hin und andererseits durch eine Belüftung des ersten und des zweiten Umlenkverteilers 4, 6 über die Lüftungsöffnungen 10 gefördert. Zur Belüftung des ersten und des zweiten Umlenkverteilers 4, 6 wird das Ventil 11 in den Lüftungsöffnungen 10 geöffnet, so dass Umgebungsluft durch die Lüftungsöffnungen 10 in die Umlenkverteiler 4, 6 einströmen kann. Das Fluid kann schließlich durch die Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 (erster, dritter und vierter Anschlussstutzen) in eine hier nicht dargestellte Fluidleitung abfließen, welche mit den Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 in Verbindung steht.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Wärmeübertrager kann sowohl eine schnelle Befüllung mit dem Fluid als auch (bei Frostgefahr) eine schnelle Entleerung der Wärmeübertrageranordnung erfolgen, weil das Fluid sowohl bei der Befüllung als auch bei der Entleerung gleichzeitig und jeweils in derselben Strömungsrichtung durch alle Rohrleitung 5 der Wärmeübertrageranordnung ein- bzw. ausströmen kann.

In Figur 4 ist beispielhaft ein Kühlsystem dargestellt, in dem eine erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung eingesetzt werden kann. Das in Figur 4 schematisch gezeigte Kühlsystem umfasst einen Kreislauf K, in dem ein Fluid, insbesondere Wasser, als Wärmeträgermedium geführt wird, einen mit dem Kreislauf K in Verbindung stehenden Behälter B, in dem das Fluid bevorratet ist, eine Wärmequelle Q, welche dem Fluid am Ort der Wärmequelle Wärme zuführt, sowie mindestens eine erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnung, die in dem Kühlsystem als Rückkühler R eingesetzt wird, um das Fluid durch Wärmeaustausch mit der Umgebungsluft zu kühlen.

Der Rückkühler R des in Figur 4 gezeigten Kühlsystems steht dabei über Fluidleitungen 9 mit dem Behälter B in Verbindung. Der Behälter B ist bevorzugt zur Umgebung des Behälterstandorts offen. Vom Behälter B führt eine Fluidleitung 19 zur Wärmequelle Q, um das im Behälter B bevorratete und gekühlte Fluid als Kühlmedium zur Wärmquelle Q zu führen. Zur Förderung des Fluids vom Behälter B zur Wärmequelle Q ist eine erste Pumpe P1 vorgesehen. Am Ort der Wärmequelle Q wird das Fluid durch Wärmeaustausch erwärmt und durch eine weitere Leitung 29 zurück zum Rückkühler R geleitet. Zweckmäßig ist in der Leitung 29 eine zweite Pumpe P2 angeordnet, welche das Fluid von der Wärmequelle Q zurück zum Rückkühler R fördert. Von der Leitung 29 zweigt eine Abzweigleitung 30 in den Behälter B ab. Zum Öffnen und Verschließen der Abzweigleitung 30 ist ein Ventil V4 vorgesehen. Ein weiteres Ventil V3 ist stromabwärts der Abzweigleitung 30 in der Leitung 29 angeordnet. Die Leitung 29 verzweigt sich an einer Zweigstelle Z in eine Rückführleitung 31 zum Behälter B und in eine zum Rückkühler R führende Zufuhrleitung 32. In der Rückführleitung 31 ist zum Öffnen und Schließen dieser Leitung ein weiteres Ventil V2 angeordnet. Die Zufuhrleitung 32 verzweigt sich in eine zentrale Zufuhrleitung und zwei Nebenleitungen, in denen jeweils ein Dreiwegeventil V1 angeordnet ist. Die zentrale Zufuhrleitung verzweigt sich dabei erneut in zwei Zweige, wobei ein erster Zweig mit dem ersten Anschlussstutzen 1a des linken Wärmeübertragers und ein zweiter Zweig mit dem ersten Anschlussstutzen 1a des rechten Wärmeübertragers in Verbindung steht. Die Nebenleitungen führen zu dem dritten Anschlusstutzen 3 des linken und des rechten Wärmeübertragers, wie aus Figur 5 ersichtlich. Die Zufuhrleitung 32 steht somit über die Dreiwegeventile V1 mit den Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 der Wärmeübertrageranordnung in Verbindung. An den (oberen) zweiten Anschlussstutzen 2a der Wärmeübertrageranordnung ist eine Abfuhrleitung 33 angeschlossen, welche zur Leitung 9 führt und mit dieser in Verbindung steht.

Aus Figur 6 gehen verschiedene Betriebsmodi der Wärmeübertrageranordnung in dem Kühlsystem von Figur 4 hervor. Dabei ist das Fluid im warmen Zustand gestrichelt und im kalten Zustand mit einer durchgezogenen Linie gekennzeichnet. Bei einer gepunkteten Linie erfolgt kein Fluidfluss.

In Figur 6a ist das Kühlsystem von Figur 4 im Rückkühlbetrieb gezeigt. Dabei sind die Ventile V2 und V4 geschlossen, so dass die Leitungen 30 und 31 verschlossen sind. Das Ventil V3 ist geöffnet, so dass das von der Wärmequelle Q erwärmte Fluid durch die Leitungen 29 und 32 zum Rückkühler R strömen kann. Die Dreiwegeventile V1 sind dabei geschlossen, so dass das

Fluid von der Leitung 32 jeweils zum ersten Anschlussstutzen 1a des ersten Verteilers 1 (Eingangsverteiler) der beiden Mehrpass-Wärmeübertrager strömen und dadurch in die Wärmeübertrageranordnung eintreten kann. Nach mehrfachem Durchlauf des Fluids durch die Mehrpass-Wärmeübertrager des Rückkühlers R verlässt das gekühlte Fluid den Rückkühler R am zweiten Anschlussstutzen 2a und strömt durch die an dem zweiten Anschlusstutzen 2a angeschlossene Leitung 33 zur Leitung 9 und von dort in den Behälter B, in dem das gekühlte Fluid bevorratet wird.

In dem in Figur 6b gezeigten Entleerungsbetrieb sind die Ventile V2 und V4 geöffnet und Ventil V3 ist geschlossen. Die Dreiwegeventile V1 sind so geschalten, dass das Fluid von den unteren Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 (erster Anschlussstutzen, dritter und vierter Anschlussstutzen) in die an diesen Anschlussstutzen angeschlossene Fluidleitung 9 und von dort direkt in den Behälter B fließen kann. Während des Entleerens des Rückkühlers R wird das von der Wärmequelle Q erwärmte Fluid über die Abzweigleitung 30 bei geöffnetem Ventil V4 in den Behälter B zurückgeleitet, ohne dass das Fluid durch den Rückkühler R geführt wird.

In dem in Figur 6c gezeigten Befüllungsbetrieb sind die Ventile V2 und V4 geschlossen und das Ventil V3 ist offen. Die Dreiwegeventile V1 sind dabei so angesteuert, dass das von der Wärmequelle Q erwärmte Fluid über die Leitungen 29 und 32 zu den unteren Anschlussstutzen 1a, 3 und 7 (erster, dritter und vierter Anschlussstutzen) der Mehrpass-Wärmeübertrager geleitet wird und von dort in den Rückkühler R eintritt. Nach vollständiger Befüllung der Wärmeübertrager des Rückkühlers R wird der Rückkühler in den Rückkühlbetrieb (Figur 6a) umgeschaltet.

In Figur 7 ist ein Ausführungsbeispiel eines Kühlsystems gezeigt, in dem zwei erfindungsgemäße Wärmeübertrageranordnungen als Rückkühler R1, R2 im Parallel- oder Serienbetrieb eingesetzt werden können. Die beiden Rückkühler R1, R2 können dabei bspw. in Reihe geschaltet gleichzeitig zum Kühlen des als Wärmeträgermedium in dem Kühlsystem verwendeten Fluids eingesetzt werden. Bei gleichzeitigem Einsatz beider Rückkühler R1, R2 wird eine maximale Kühlleistung des Kühlsystems erzielt. Wenn eine geringere Kühlleistung für eine ausreichende Kühlung des Fluids benötigt wird, kann einer der beiden Rückkühler R1 oder R2 durch die Steuereinrichtung des Kühlsystems abgestellt werden.

Im Serienbetrieb, in dem beide Rückkühler R1, R2 gleichzeitig zur Kühlung des Fluids betrieben werden, sind die Ventile V2 und V4 geschlossen und das Ventil V3 ist offen, so dass das von der Wärmequelle Q erwärmte Fluid in die beiden Rückkühler R1, R2 jeweils durch den ersten Anschlussstutzen 1a eingeleitet werden kann. Das in den Rückkühlern R1, R2 gekühlte Fluid verlässt die Rückkühler R1, R2 jeweils an dem zweiten Anschlussstutzen 2a und strömt durch die mit dem zweiten Anschlussstutzen 2a verbundene Fluidleitung 9 in den Behälter B (wie in Figur 7 gezeigt). In dem in Figur 8a gezeigten Betriebsmodus des Kühlsystems von Figur 7 sind die Ventile V3 und V4 geschlossen und Ventil V2 ist offen. Dadurch wird nur der zweite Rückkühler R2 im Rückkühlbetrieb betrieben. Der erste Rückkühler R1 befindet sich in einem Stand-by-Betrieb, in dem kein Fluid durch die Rohrleitungen des ersten Rückkühlers R1 geleitet wird.

In dem in Figur 8b gezeigten Betriebsmodus wird der zweite Rückkühler R2 bei geöffnetem Ventil V3 und geschlossenen Ventilen V2 und V4 im Rückkühlbetrieb betrieben, in dem das von der Wärmequelle Q erwärmte Fluid über den ersten Anschlussstutzen 1a in die Wärmeübertrager des zweiten Rückkühlers R2 eingeführt und dort gekühlt und schließlich durch den zweiten Anschlussstutzen 2a aus dem zweiten Rückkühler R2 über die an den zweiten Anschlussstutzen 2a angeschlossene Fluidleitung 9 herausgeführt und in den Behälter B geleitet wird. Gleichzeitig dazu wird der erste Rückkühler R1 im Befüllungsbetrieb betrieben, in dem das Fluid über den ersten Anschlussstutzen 1a, den dritten Anschlussstutzen und den vierten Anschlussstutzen 7 der Wärmeübertrager gleichzeitig in alle Rohrleitungen 5 des ersten Rückkühlers R1 eingeführt wird, um den Rückkühler R1 vollständig mit Fluid zu füllen.

Zur Steuerung der erfindungsgemäßen Wärmeübertrageranordnung in den verschiedenen Betriebsmodi wird zweckmäßig eine Mehrzahl von Sensoren S1, S2 verwendet, mit denen Umgebungsparametern, wie die Außentemperatur (T_U) und/oder die Windgeschwindigkeit (v) erfasst und zur Verarbeitung an eine Steuereinrichtung S geleitet werden können. Neben den Umgebungsparametern werden zweckmäßig über weitere Sensoren T1, T2, P die Eingangstemperatur (T_{ein}) des Fluids beim Eintritt in die Wärmeübertrageranordnung, die Temperatur des Fluids in den Umlenkverteilern 4, 6 sowie der Druck oder die Durchflussmenge des Fluids beim Eintritt in den Eingangsverteiler 1 erfasst.

Die in dem Schema des Kühlsystems von Figur 4 mit Bezugszeichen S bezeichnete Steuereinrichtung ist an die Ventile V, V1, V2, V3 und V4 gekoppelt um diese zu steuern. Die

von den Sensoren S1, S2; T1, T2, P erfassten Messwerte werden an die Steuereinrichtung geleitet und die Steuereinrichtung berechnet auf Basis der erfassten Messwerte eine Austrittstemperatur (T_{aus}) des Fluids beim Austritt aus der Wärmeübertrageranordnung. Bei der Berechnung des Werts der Austrittstemperatur (T_{aus}) werden auch die Parameter der Wärmeübertrageranordnung, insbesondere deren thermische Leistung, die Dimensionierung der Wärmeübertrager, die Anzahl der Durchläufe des Fluids durch die Rohrleitungen, das als Wärmeträgermedium verwendete Fluid und der Volumenstrom des Fluids durch die Rohrleitungen, berücksichtigt, um eine (maximale) Abkühlung des Fluids beim Entleeren der Wärmeübertrageranordnung zu ermitteln. Die Steuereinrichtung steuert die Ventile der Wärmeübertrageranordnung so an, dass die Wärmeübertrageranordnung im Rückkühlbetrieb betrieben wird, solange die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) größer oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert (T_{min}) ist. Sobald die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) den Grenzwert unterschreitet (also bei $T_{aus} < T_{min}$), wird die Wärmeübertrageranordnung in den Entleerungsbetrieb umgeschaltet. Das Umschalten erfolgt dabei bspw. durch elektrisches oder pneumatisches Ansteuern der Ventile V, V1, V2, V3 und V4.

Der vorgegebene Grenzwert (T_{min}) liegt dabei zweckmäßig um einen Wert Δ oberhalb des Gefrierpunkts des als Wärmeträgermedium verwendeten Fluids (bei Wasser also oberhalb von 0°C), wobei der Wert Δ einen Sicherheitsabstand vom Gefrierpunkt darstellt.

So ist selbst bei einer schnellen Entleerung gewährleistet, dass das Fluid bei Frostgefahr nicht einfriert. Bevorzugt liegt der Wert Δ (und damit bei Verwendung von Wasser als Wärmeträgermedium der Grenzwert $T_{min} = 0°C + \Delta$) zwischen 1°C und 7°C.

Nach vollständiger Entleerung wird die Wärmeübertrageranordnung in einem stand-by-Betrieb belassen, in dem die Wärmeübertrager nicht mit Fluid gefüllt sind. In dem stand-by-Betrieb wird überwacht, ob die Frostgefahr beseitigt ist oder weiterhin vorliegt, indem anhand der erfassten Umgebungsparameter die progonistizierte Austrittstemperatur (T_{aus}) berechnet und mit dem Grenzwert verglichen wird. Sobald die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) größer oder gleich dem vorgegebenen Grenzwert (T_{min}) ist, schaltet die Steuereinrichtung die Wärmeübertrageranordnung aus dem stand-by in den Befüllungsbetrieb um. Nach vollständiger Befüllung der Wärmeübertrageranordnung wird diese in den Rückkühlbetrieb geschaltet und solange betrieben, bis die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) unterhalb des Grenzwerts liegt.

In dem Ausführungsbeispiel der Figur 7 wird die eine Mehrzahl von Wärmeübertragern umfassende Wärmeübertrageranordnung von der Steuereinrichtung so angesteuert, dass die einzelenen Mehrpass- Wärmeübertrager unabhängig voneinander in den verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden können. Dabei steuert die Steuereinrichtung die Anzahl der im Rückkühlbetrieb betriebenen Wärmeübertrager in Abhängigkeit der erfassten Umgebungsparameter und/oder der erfassten Eingangstemperatur (T_{ein}) des Fluids, um eine erforderliche Kühlleistung bereit stellen zu können. Das pro Zeiteinheit durch die Wärmeübertrageranordnung geleitete Fluidvolumen bleibt zweckmäßig unabhängig von der Anzahl der im Rückkühlbetrieb betriebenen Wärmeübertrager gleich. Dabei überwacht die Steuereinrichtung, ob die Temperatur des in der Wärmeübertrageranordnung gekühlten und in dem Behälter bevorraten Fluids in einem bevorzugten Temperaturbereich zwischen einer Minimal- und einer Maximaltemperatur liegt. Der bevorzugte Temperaturbereich kann bspw. zwischen 15°C und 22°C liegen.

Ansprüche

1. Wärmeübertrageranordnung mit wenigstens einem Mehrpass-Wärmeübertrager, welcher umfasst:

a) einen ersten Verteiler (1) mit einem ersten Anschlussstutzen (1a) zum Anschluss an eine Fluidleitung (9),

b) einen zweiten Verteiler (2) mit einem zweiten Anschlussstutzen (2a) zum Anschluss an eine Fluidleitung (9‘),

c) einen ersten Umlenkverteiler (4),

d) einen zweiten Umlenkverteiler (6)

e) und einen dritten Umlenkverteiler (8),

f) sowie eine Mehrzahl von Rohrleitungen (5), welche von einem Fluid, insbesondere Wasser, durchströmbar sind,

wobei

i) der erste Verteiler (2), der zweite Verteiler (2) und der dritte Umlenkverteiler (8) an einem Ende (A) der Wärmeübertrageranordnung und der erste und der zweite Umlenkverteiler (4, 6) am gegenüberliegenden Ende (B) angeordnet sind und die Rohrleitungen (5) sich von dem einen Ende (A) zum gegenüberliegenden Ende (B) erstrecken,

ii) der erste Anschlussstutzen (1a) an einem tiefsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (T) des ersten Verteilers (1) und der zweite Anschlussstutzen (2a) an einem höchsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des höchsten Punkts (T) des zweiten Verteilers (2) angeordnet ist,

iii) am zweiten Verteiler (2) ein dritter Anschlussstutzen (3) an einem tiefsten Punkt (H) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (H) des zweiten Verteilers (2) angeordnet ist,

iv) und am dritten Umlenkverteiler (8) ein vierter Anschlussstutzen (7) an einem tiefsten Punkt (H) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (H) des dritten Umlenkverteilers (8) angeordnet ist.

2. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 1, wobei die Rohrleitungen (5) einer ersten Gruppe von Rohrleitungen (5a) mit dem ersten Verteiler (1) und dem ersten Umlenkverteiler (4) verbunden sind und dass die Rohrleitungen einer zweiten Gruppe von Rohrleitungen (5b) mit dem zweiten Verteiler (2) und dem zweiten Umlenkverteiler (6) verbunden sind.

3. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei zumindest der erste und/oder der zweite Umlenkverteiler (4, 6) mit einer Lüftungsöffnung (10) zum Druckausgleich mit der Umgebung ausgestattet ist.

4. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lüftungsöffnung (10) jeweils an einem höchsten Punkt (H) oder in der Nähe des höchsten Punkts (H) des jeweiligen Umlenkverteilers (4, 6) angeordnet ist.

5. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der erste Verteiler (2), der zweite Verteiler (2) und jeder Umlenkverteiler (4, 6, 8) jeweils als rohrförmiger Mehrfachverteiler ausgebildet ist, welcher bevorzugt so angeordnet ist, dass seine Längsachse vertikal steht oder schräg zur Vertikalen geneigt ist.

6. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der zweite Umlenkverteiler (4, 6) in einem gemeinsamen Sammelrohr mit wenigstens einer Trennwand angeordnet sind, welche das Sammelrohr in zwei oder mehr Bereiche unterteilt.

7. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verteiler (1) und der zweite Verteiler (2) in einem gemeinsamen Sammelrohr angeordnet sind, wobei das Sammelrohr ein Trennelement umfasst, welches das Sammelrohr in einen Zuströmbereich und einen Abströmbereich unterteilt.

8. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verteiler (1) und der zweite Verteiler (2) sowie der dritte Umlenkverteiler (8) in einem gemeinsamen Sammelrohr angeordnet sind, wobei das Sammelrohr ein Trennelement umfasst, welches das Sammelrohr in einen Zuströmbereich, einen Abströmbereich und einen Umlenkbereich unterteilt, wobei in dem Umlenkbereich wenigstens ein Anschlussstutzen zum Anschluss an eine Fluidleitung (9) vorgesehen ist.

9. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem ersten Anschlussstutzen (1a) und/oder in dem dritten Anschlussstutzen (3) ein steuerbares Ventil angeordnet bzw. zugeordnet ist.

10. Wärmeübertrageranordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem vierten Anschlussstutzen (7) ein steuerbares Ventil angeordnet bzw. dem vierten Anschlussstutzen (7) zugeordnet ist.

11. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Rohrleitungen (5) parallel zueinander und schräg zur Horizontalen verlaufen, wobei der Winkel, den die Rohrleitungen (5) mit der Horizontalen einschließen, bevorzugt zwischen 0,5° und 5° und besonders bevorzugt zwischen 2° und 4° liegt.

12. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Entleerungsbetrieb das Fluid schwerkraftbedingt aus allen Rohrleitungen (5) in den ersten Verteiler (1) und den zweiten Verteiler (2) fließt und dass in einem Befüllungsbetrieb das Fluid entgegen der Schwerkraft aus dem ersten Verteiler (1) und dem zweiten Verteiler (2) in die Rohrleitungen (5) fließt.

13. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Umlenkverteiler (8) sowie der erste Verteiler (1) und der zweite Verteiler (2) an einem stirnseitigen Ende (A) der

Wärmeübertrageranordnung angeordnet sind und dass der erste Umlenkverteiler (4) und der zweite Umlenkverteiler (6) an der gegenüberliegenden Stirnseite der Wärmeübertrageranordnung angeordnet sind.

14. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Entleerungsbetrieb das Fluid schwerkraftbedingt aus allen Rohrleitungen (5) in den ersten Verteiler (1) und den zweiten Verteiler (2) sowie wenigstens in den dritten Umlenkverteiler (8) fließt und dass in einem Befüllungsbetrieb das Fluid entgegen der Schwerkraft aus dem ersten Verteiler (1) und dem zweiten Verteiler (2) sowie aus dem dritten Umlenkverteiler (8) in alle Rohrleitungen (5) fließt.

15. Wärmeübertrageranordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid im Entleerungsbetrieb schwerkraftbedingt über den ersten Anschlussstutzen (1a) und den dritten Anschlusstutzen (3) sowie über den vierten Anschlusstutzen (7) des dritten Umlenkverteilers (8) in eine untere Fluidleitung (9) abfließt, welche mit dem ersten, dritten und vierten Anschlussstutzen (1a, 3, 7) in Verbindung steht.

16. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von Sensoren (S1, S2) zur Erfassung von Umgebungsparametern, insbesondere der Außentemperatur und/oder der Windgeschwindigkeit.

17. Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Steuereinrichtung (S) zur Steuerung der Wärmeübertrageranordnung, wobei die Wärmeübertrageranordnung über die Steuereinrichtung in Abhängigkeit von Umgebungsparametern, insbesondere der Außentemperatur und/oder der Windgeschwindigkeit, in einem Rückkühlbetrieb, einem Entleerungsbetrieb oder einem Befüllungsbetrieb betreibbar ist.

18. Kühlsystem umfassend
    - einen Kreislauf (K), in dem ein Fluid, insbesondere Wasser, als Wärmeträgermedium geführt wird,
    - einen mit dem Kreislauf (K) in Verbindung stehenden Behälter (B), in dem das Fluid bevorratet ist,
    - eine Wärmequelle (Q), welche dem Fluid am Ort der Wärmequelle Wärme zuführt,
    - und einen Rückkühler (R), in dem das Fluid durch Wärmeaustausch mit der Umgebungsluft gekühlt wird,

    dadurch gekennzeichnet, dass der Rückkühler (R) mindestens eine Wärmeübertrageranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche enthält.

19. Verfahren zum Betrieb eines Kühlsystems nach Anspruch 18, wobei die Wärmeübertrageranordnung in Abhängigkeit von Umgebungsparametern, insbesondere der Außentemperatur, in einem Rückkühlbetrieb, einem Entleerungsbetrieb oder einem Befüllungsbetrieb betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid in dem Rückkühlbetrieb über den ersten Anschlussstutzen (1a) an dem tiefsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (T) des ersten Verteilers (1) in die Wärmeübertrageranordnung eingeleitet und über den dritten Anschlussstutzen (3) an dem höchsten Punkt (H) oder zumindest in der Nähe des höchsten Punkts (H) des zweiten Verteilers (2) abgeleitet wird, dass in dem Entleerungsbetrieb das Fluid schwerkraftbedingt aus allen Rohrleitungen (5) in den ersten Verteiler (1) und den zweiten Verteiler (2) sowie in den dritten Umlenkverteiler (8) und von dort jeweils über einen an dem tiefsten Punkt (T) oder zumindest in der Nähe des tiefsten Punkts (T) des ersten Verteilers (2), des zweiten Verteilers (2) und des dritten Umlenkverteilers (8) angeordneten Anschlussstutzen (1a, 3, 7) in eine Fluidleitung (9) abfließt, und dass in dem Befüllungsbetrieb das Fluid entgegen der Schwerkraft aus dem ersten Verteiler (1) und dem zweiten Verteiler (2) sowie aus dem dritten Umlenkverteiler (8) in alle Rohrleitungen (5) einströmt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Umgebungsparameter, insbesondere die Außentemperatur (T_U) und/oder die Windgeschwindigkeit (v), sowie die Eingangstemperatur (T_{ein}) des Fluids beim Eintritt in die Wärmeübertrageranordnung mittels Sensoren (S1, S2; T1) erfasst und als Messwerte an eine Steuereinrichtung (S) geleitet werden und dass die Steuereinrichtung auf Basis der erfassten Messwerte eine Austrittstemperatur (T_{aus}) des Fluids beim Austritt aus der Wärmeübertrageranordnung berechnet und die Wärmeübertrageranordnung im Rückkühlbetrieb betreibt, solange die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) größer oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert (T_{min}) ist und die Wärmeübertrageranordnung in den Entleerungsbetrieb umschaltet, wenn die berechnete Austrittstemperatur (T_{aus}) unter dem Grenzwert (T_{min}) liegt.

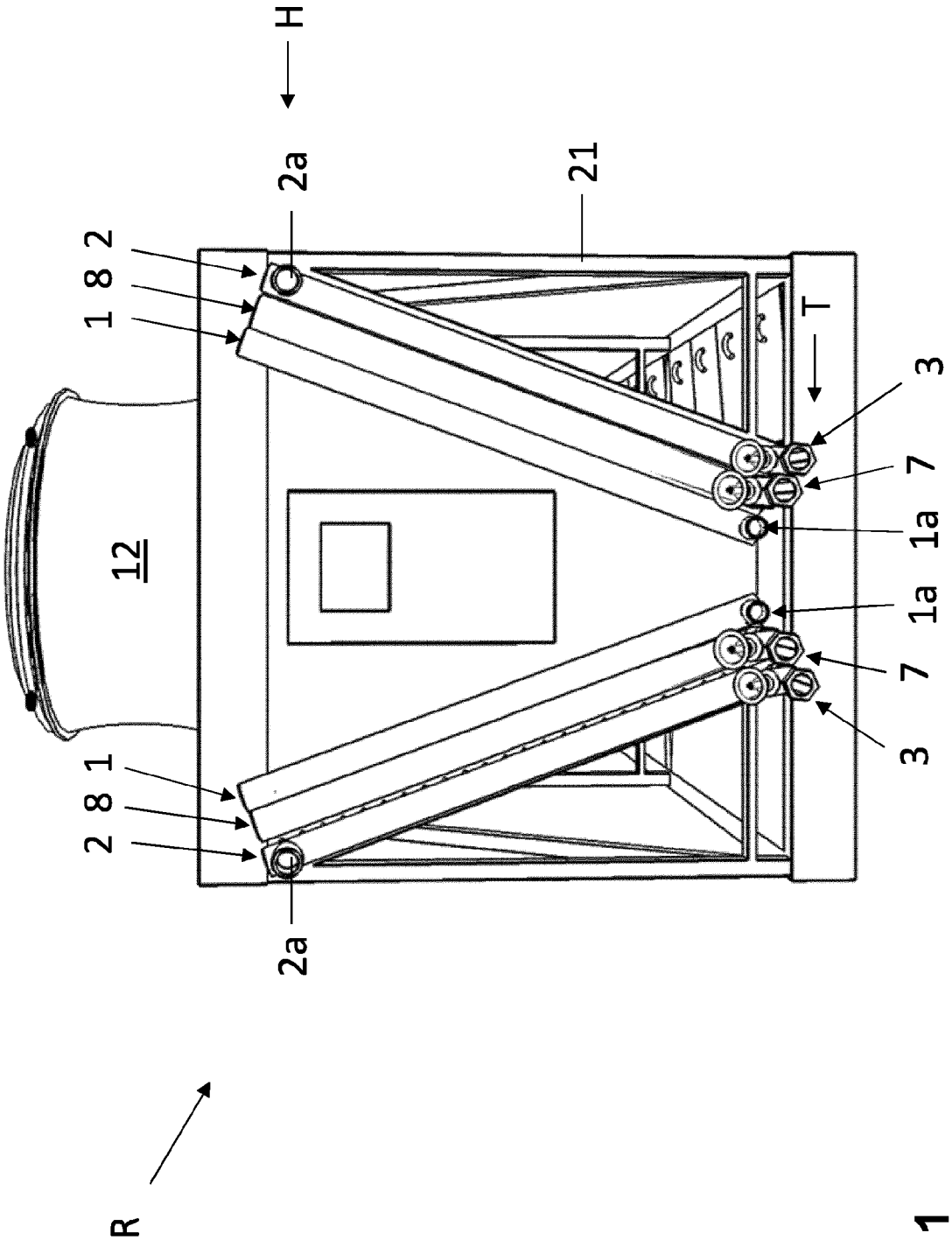


Fig. 1

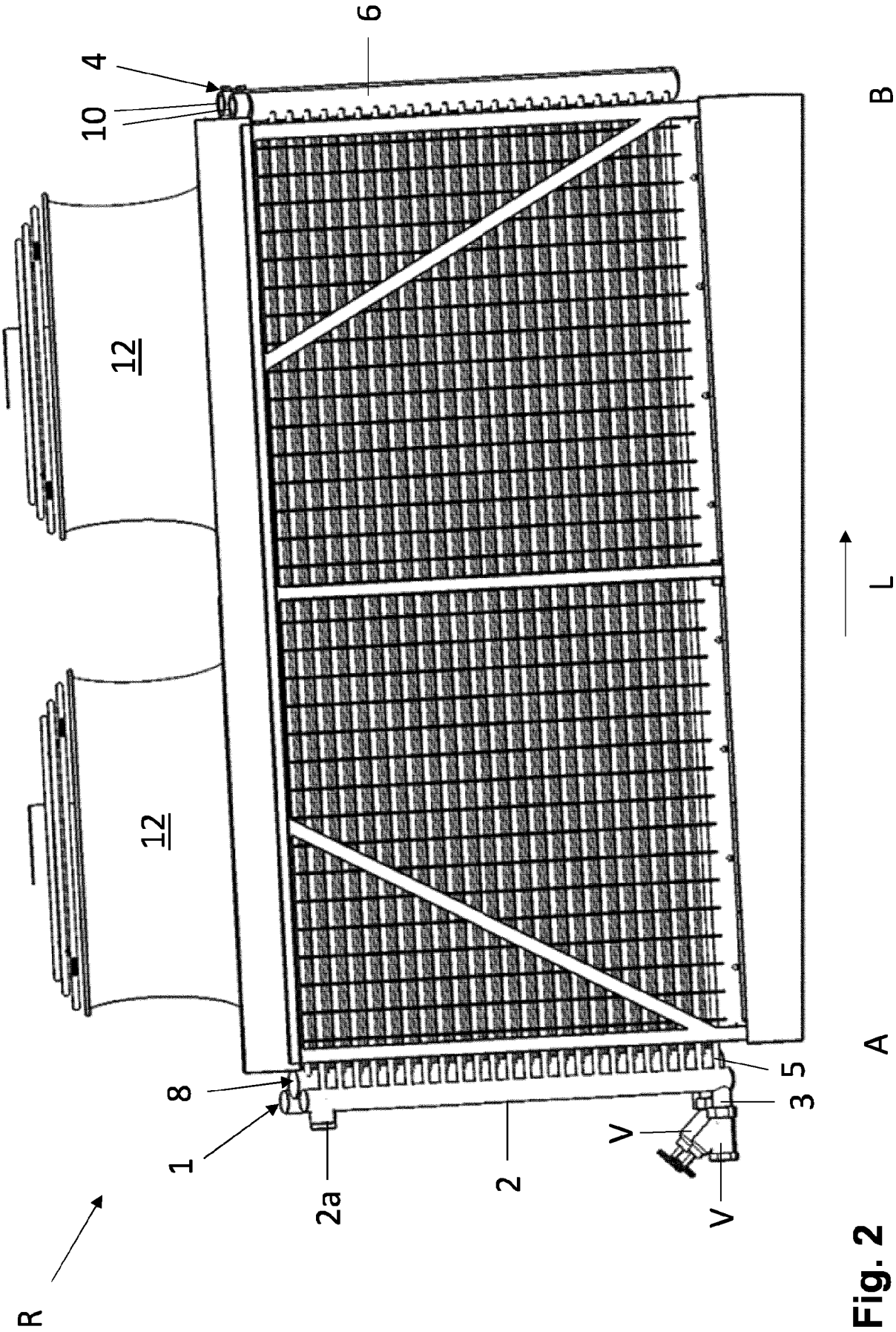


Fig. 2

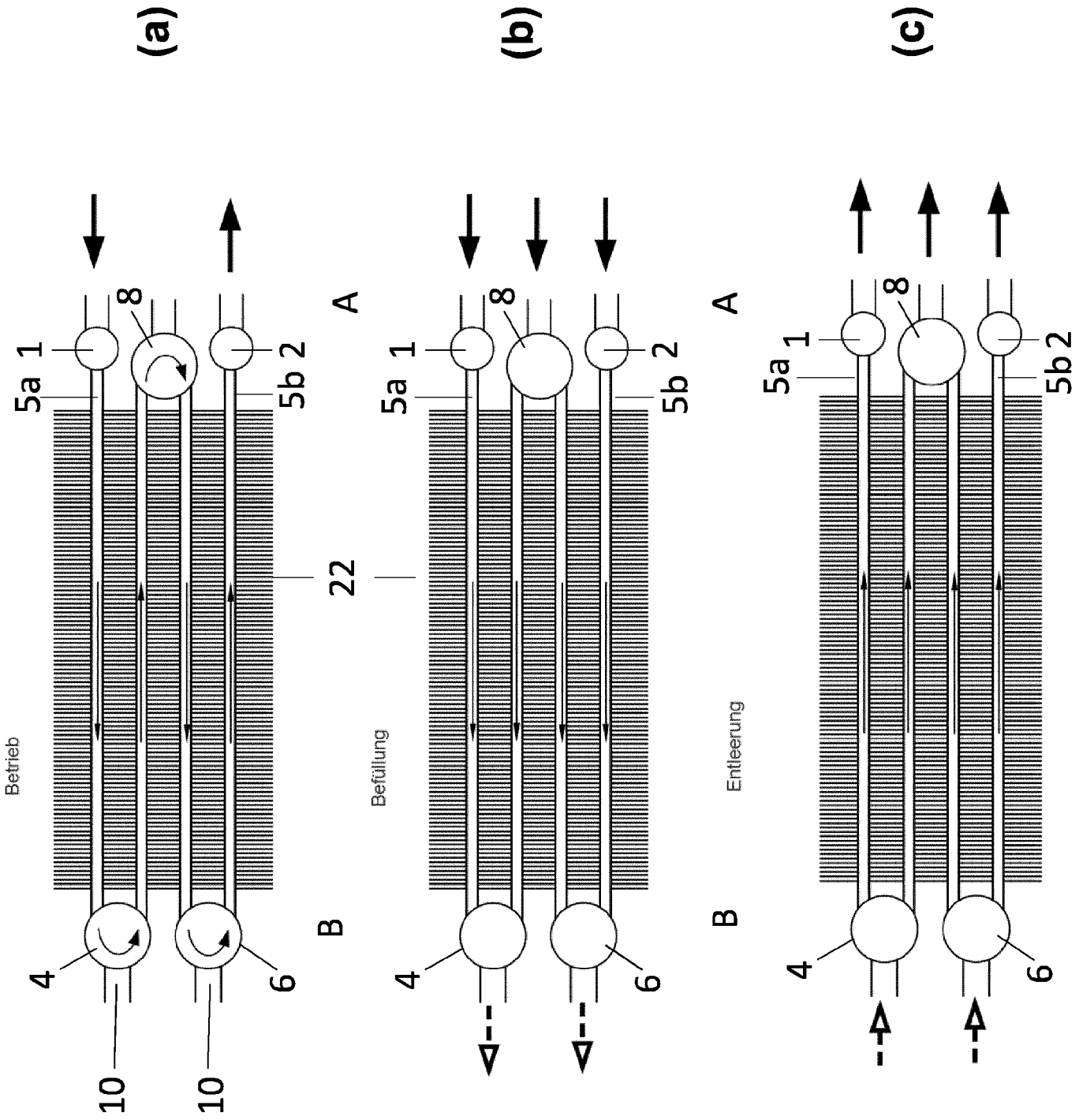


Fig. 3

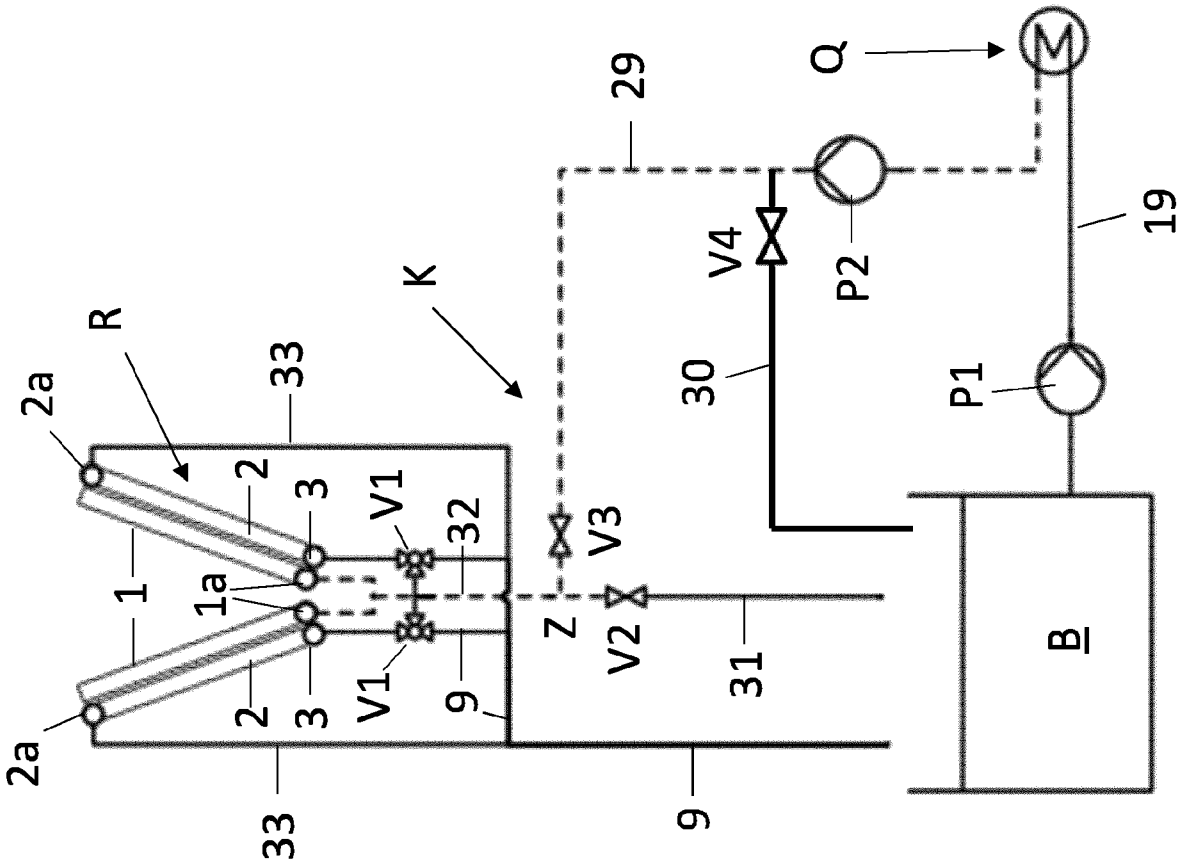

2a
R
33
K
29
Q
V4
P2
19
30
P1
2
3
V1
32
V3
1
1a
Z
V2
31
B
9
2a
33
9

Fig. 5

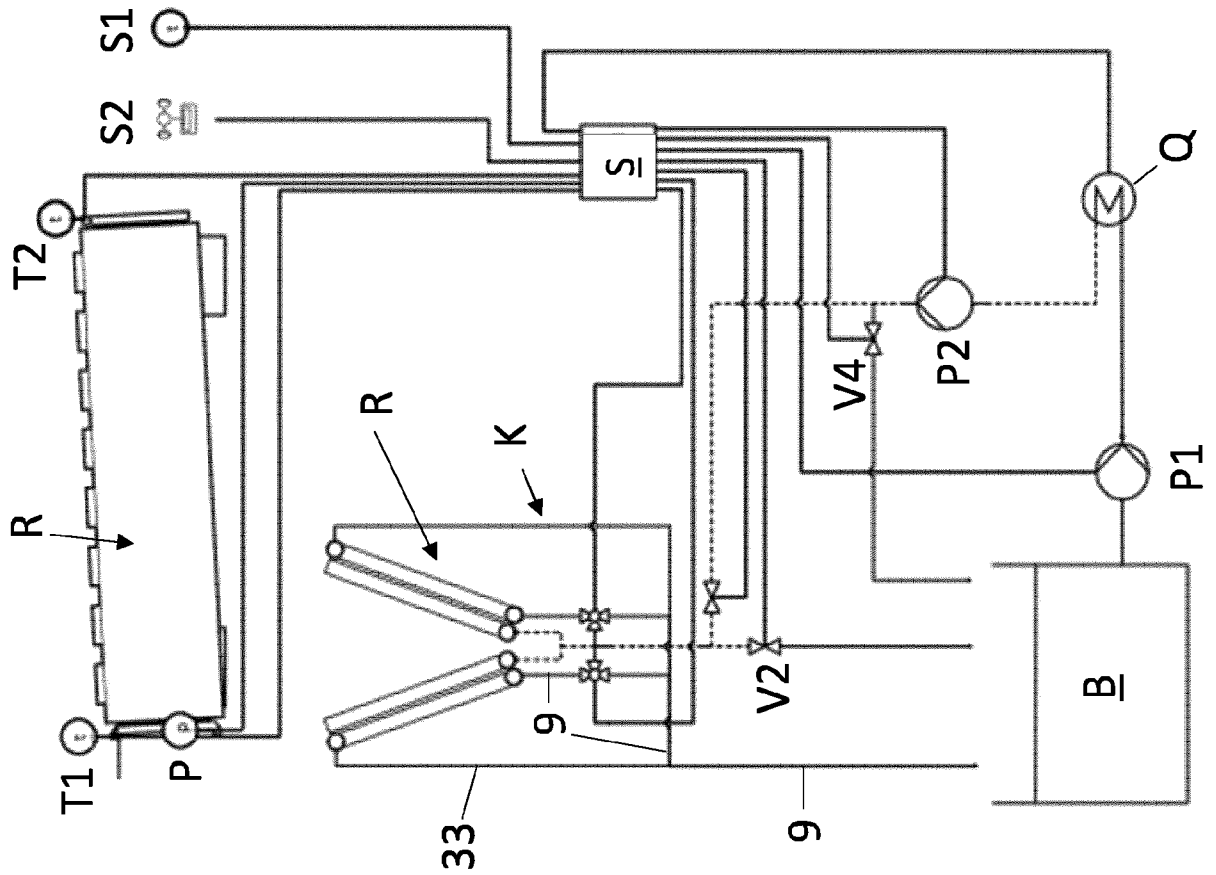

S1
S2
T2
S
Q
R
K
V4
P2
P1
T1
P
9
V2
B
33
9

Fig. 4

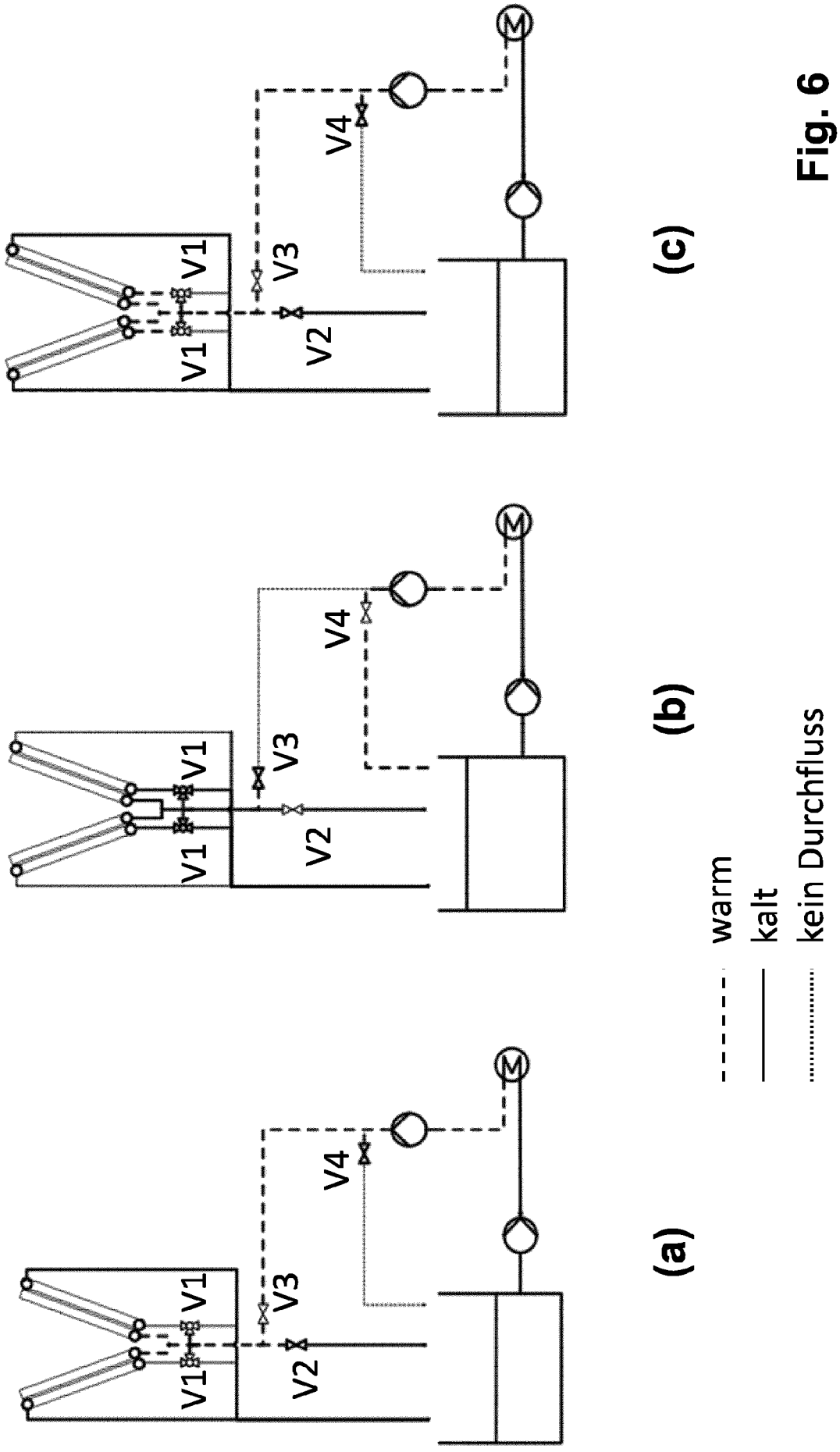
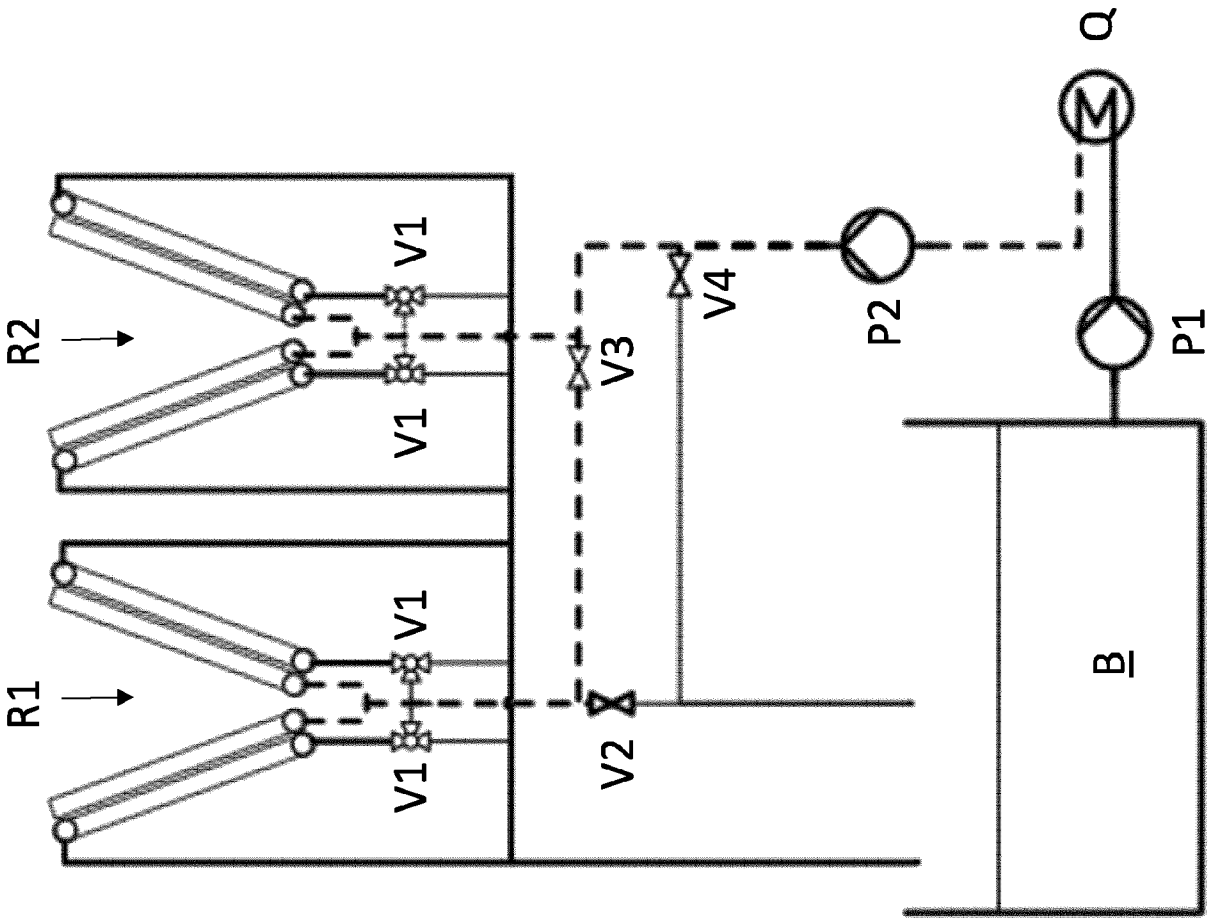


Fig. 6

Fig. 7



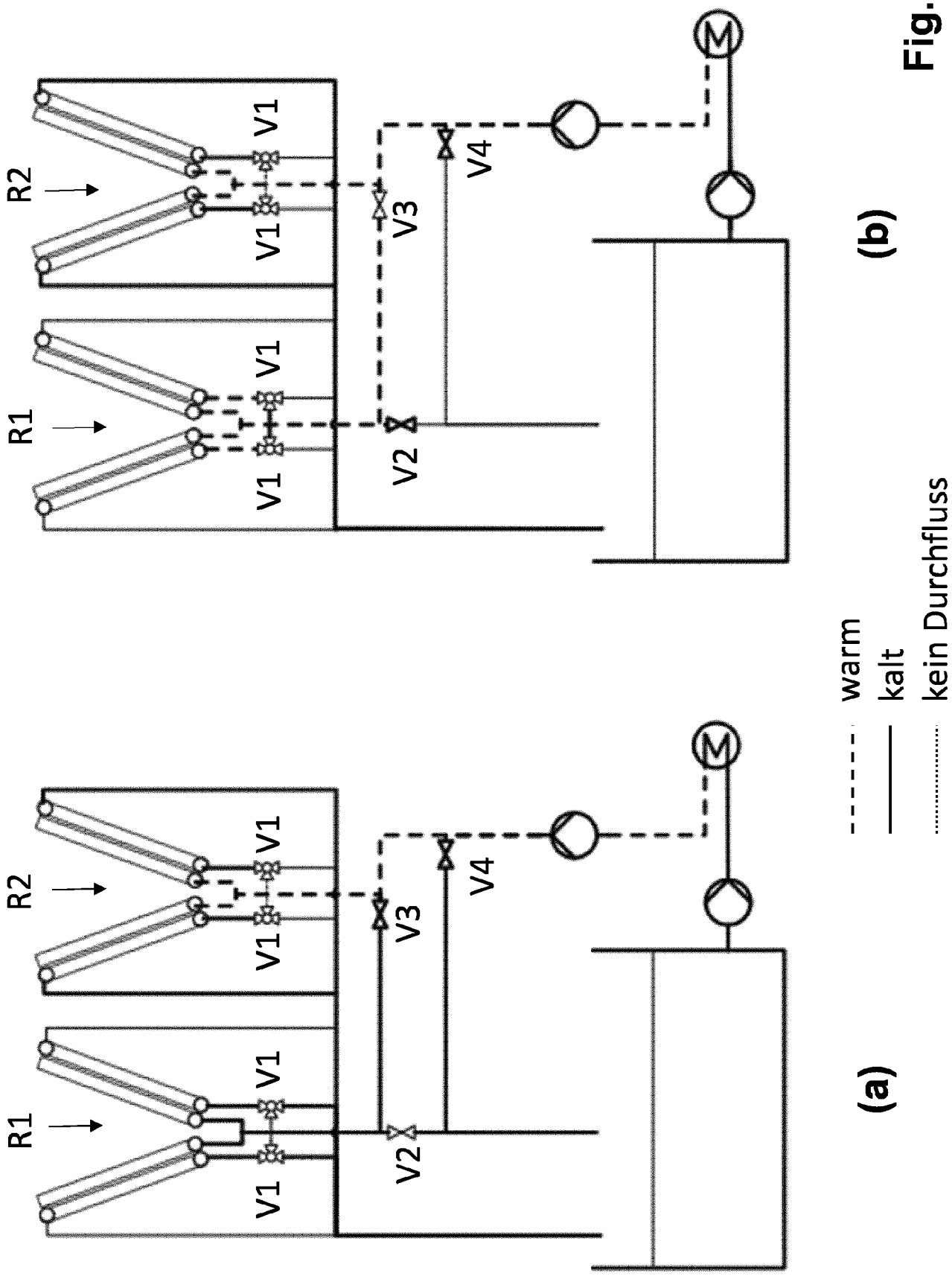


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/059400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28B 9/06(2006.01)i; ***F28D 1/053***(2006.01)i; ***F28F 9/02***(2006.01)i; ***F28F 27/00***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28B; F28D; F28F; F28C; F25B; F24S; F24D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 19958377 A1 (BERNARDI BRUNO [IT]) 17 August 2000 (2000-08-17)	1-5,9-15,18,19
Y	page 1, line 1 - page 2, line 20; figures 1a-4b	6-8,16,17
A	column 2, line 45 - column 4, line 22	20
Y	EP 0428647 A1 (JAEGGI AG BERN [CH]) 29 May 1991 (1991-05-29)	6-8
A	page 2, lines 30-39; figures 1, 3	1,5
	page 3, line 53 - page 4, line 5	
Y	US 2012273184 A1 (YANG JI SEOK [KR]) 01 November 2012 (2012-11-01)	16,17
A	paragraphs [0001] - [0048], [0063] - [0066]; figures 1, 2	1,20
A	WO 2018184908 A1 (CABERO WAERMETAUSCHER GMBH & CO KG [DE]) 11 October 2018 (2018-10-11)	1,5,11
	abstract; figures 1-6	
	page 6, line 10 - page 8, line 13	
	page 9, line 15 - page 12, line 29	
A	EP 1698847 A1 (HIPPOCRATES DAMBASSINAS [GR]; DAMBASSINAS DIMITRIS [GR]) 06 September 2006 (2006-09-06)	1,5
	paragraphs [0002], [0013], [0014]; figures 1, 2	

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 June 2020	**03 August 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Leclaire, Thomas**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 29606912 U1 (GWK GES WAERME KAELTETECHNIK M [DE]) 11 July 1996 (1996-07-11) the whole document	1-20
A	DE 19613910 A1 (CABERO TINO [DE]) 09 October 1997 (1997-10-09) the whole document	1-20
A	DE 19637248 A1 (GWK GES WAERME KAELTETECHNIK M [DE]) 09 April 1998 (1998-04-09) the whole document	1-20
A	US 4256089 A (LEWIS JR RAYMOND H ET AL) 17 March 1981 (1981-03-17) abstract; figure 3	16,17,20
A	DE 4338604 A1 (SANDLER ENERGIETECHNIK [DE]) 18 May 1995 (1995-05-18) abstract; figure 1 column 5, line 7 - column 7, line 48 column 11, lines 11-53	16,17,20
A	US 4519380 A (LAING KARSTEN [DE]) 28 May 1985 (1985-05-28) column 1, line 55 - column 2, line 17; figure 1	16,17,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/059400

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 19958377 A1	17 August 2000	DE 19958377 A1	17 August 2000
		FR 2812381 A1	01 February 2002
		IT BS990011 A1	11 August 2000
EP 0428647 A1	29 May 1991	DE 59002837 D1	28 October 1993
		EP 0428647 A1	29 May 1991
		WO 9015299 A1	13 December 1990
US 2012273184 A1	01 November 2012	CN 102759299 A	31 October 2012
		KR 101090226 B1	06 December 2011
		US 2012273184 A1	01 November 2012
WO 2018184908 A1	11 October 2018	DE 102017107300 A1	11 October 2018
		EP 3583369 A1	25 December 2019
		WO 2018184908 A1	11 October 2018
EP 1698847 A1	06 September 2006	NONE	
DE 29606912 U1	11 July 1996	NONE	
DE 19613910 A1	09 October 1997	NONE	
DE 19637248 A1	09 April 1998	AT 410975 B	25 September 2003
		CH 692633 A5	30 August 2002
		DE 19637248 A1	09 April 1998
		GB 2317223 A	18 March 1998
		NL 1006908 C1	16 March 1998
US 4256089 A	17 March 1981	NONE	
DE 4338604 A1	18 May 1995	DE 4338604 A1	18 May 1995
		EP 0653596 A2	17 May 1995
US 4519380 A	28 May 1985	AT 379016 B	11 November 1985
		BR 8001119 A	29 October 1980
		DE 3005534 A1	04 September 1980
		FR 2450428 A1	26 September 1980
		GB 2049918 A	31 December 1980
		IT 1140665 B	01 October 1986
		PT 70867 A	01 March 1980
		US 4519380 A	28 May 1985
		ZA 801113 B	25 March 1981

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/059400

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28B9/06 F28D1/053 F28F9/02 F28F27/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28B F28D F28F F28C F25B F24S F24D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 58 377 A1 (BERNARDI BRUNO [IT]) 17. August 2000 (2000-08-17)	1-5, 9-15,18, 19
Y	Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 20; Abbildungen 1a-4b	6-8,16, 17
A	Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 22	20

Y	EP 0 428 647 A1 (JAEGGI AG BERN [CH]) 29. Mai 1991 (1991-05-29)	6-8
A	Seite 2, Zeilen 30-39; Abbildungen 1, 3 Seite 3, Zeile 53 - Seite 4, Zeile 5	1,5

Y	US 2012/273184 A1 (YANG JI SEOK [KR]) 1. November 2012 (2012-11-01)	16,17
A	Absätze [0001] - [0048], [0063] - [0066]; Abbildungen 1, 2	1,20

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Juni 2020	03/08/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Leclaire, Thomas

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/059400

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2018/184908 A1 (CABERO WAERMETAUSCHER GMBH & CO KG [DE]) 11. Oktober 2018 (2018-10-11) Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 Seite 6, Zeile 10 - Seite 8, Zeile 13 Seite 9, Zeile 15 - Seite 12, Zeile 29	1,5,11
A	EP 1 698 847 A1 (HIPPOCRATES DAMBASSINAS [GR]; DAMBASSINAS DIMITRIS [GR]) 6. September 2006 (2006-09-06) Absätze [0002], [0013], [0014]; Abbildungen 1, 2	1,5
A	DE 296 06 912 U1 (GWK GES WAERME KAELTETECHNIK M [DE]) 11. Juli 1996 (1996-07-11) das ganze Dokument	1-20
A	DE 196 13 910 A1 (CABERO TINO [DE]) 9. Oktober 1997 (1997-10-09) das ganze Dokument	1-20
A	DE 196 37 248 A1 (GWK GES WAERME KAELTETECHNIK M [DE]) 9. April 1998 (1998-04-09) das ganze Dokument	1-20
A	US 4 256 089 A (LEWIS JR RAYMOND H ET AL) 17. März 1981 (1981-03-17) Zusammenfassung; Abbildung 3	16,17,20
A	DE 43 38 604 A1 (SANDLER ENERGIETECHNIK [DE]) 18. Mai 1995 (1995-05-18) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 5, Zeile 7 - Spalte 7, Zeile 48 Spalte 11, Zeilen 11-53	16,17,20
A	US 4 519 380 A (LAING KARSTEN [DE]) 28. Mai 1985 (1985-05-28) Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 17; Abbildung 1	16,17,20

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/059400

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19958377 A1	17-08-2000	DE 19958377 A1	17-08-2000
		FR 2812381 A1	01-02-2002
		IT BS990011 A1	11-08-2000
EP 0428647 A1	29-05-1991	DE 59002837 D1	28-10-1993
		EP 0428647 A1	29-05-1991
		WO 9015299 A1	13-12-1990
US 2012273184 A1	01-11-2012	CN 102759299 A	31-10-2012
		KR 101090226 B1	06-12-2011
		US 2012273184 A1	01-11-2012
WO 2018184908 A1	11-10-2018	DE 102017107300 A1	11-10-2018
		EP 3583369 A1	25-12-2019
		WO 2018184908 A1	11-10-2018
EP 1698847 A1	06-09-2006	KEINE	
DE 29606912 U1	11-07-1996	KEINE	
DE 19613910 A1	09-10-1997	KEINE	
DE 19637248 A1	09-04-1998	AT 410975 B	25-09-2003
		CH 692633 A5	30-08-2002
		DE 19637248 A1	09-04-1998
		GB 2317223 A	18-03-1998
		NL 1006908 C1	16-03-1998
US 4256089 A	17-03-1981	KEINE	
DE 4338604 A1	18-05-1995	DE 4338604 A1	18-05-1995
		EP 0653596 A2	17-05-1995
US 4519380 A	28-05-1985	AT 379016 B	11-11-1985
		BR 8001119 A	29-10-1980
		DE 3005534 A1	04-09-1980
		FR 2450428 A1	26-09-1980
		GB 2049918 A	31-12-1980
		IT 1140665 B	01-10-1986
		PT 70867 A	01-03-1980
		US 4519380 A	28-05-1985
		ZA 8001113 B	25-03-1981