

(19)



(11)

EP 4 528 199 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.03.2025 Patentblatt 2025/13

(21) Anmeldenummer: 24194389.3

(22) Anmeldetag: 13.08.2024

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28B 1/06 (2006.01) *F28B 1/08* (2006.01)
F28D 1/02 (2006.01) *F28D 1/04* (2006.01)
F25B 39/04 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28B 1/06; F25B 39/04; F28B 1/08; F28D 1/024;
F28D 1/0426

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: 05.09.2023 DE 102023123895

(71) Anmelder: **AN-Specials GmbH**
86554 Pöttmes (DE)

(72) Erfinder: **Neukäufer, Simon**
86554 Pöttmes (DE)

(74) Vertreter: **Charrier Rapp & Liebau**
Patentanwälte PartG mbB
Fuggerstraße 20
86150 Augsburg (DE)

(54) LUFTGEKÜHLTER VERFLÜSSIGER, DAMPFKRAFTANLAGE UND VERFAHREN

(57) Die Erfindung betrifft einen luftgekühlten Verflüssiger (1) zur Verflüssigung eines Arbeitsfluids umfassend eine sich von einem Einlass (EIN) zu einem Auslass (AUS) erstreckende Leitungsanordnung (6), entlang derer das Arbeitsfluid geführt und durch Wärmeabgabe verflüssigt wird, wobei die Leitungsanordnung (6) mindestens einen Leitungsabschnitt (8) umfasst, der

einen Neigungswinkel (α) aufweist, der ein Gefälle bzgl. einer Strömungsrichtung des Arbeitsfluids definiert.

Die Aufgabe den Energieeffizienzgrad zu steigern wird dadurch gelöst, dass der Neigungswinkel (α) des Leitungsabschnitts (8) mittels eines mit dem Leitungsabschnitt (8) gekoppelten Stelltriebs (4) zur Einstellung des Neigungswinkels (α) verstellbar ist.

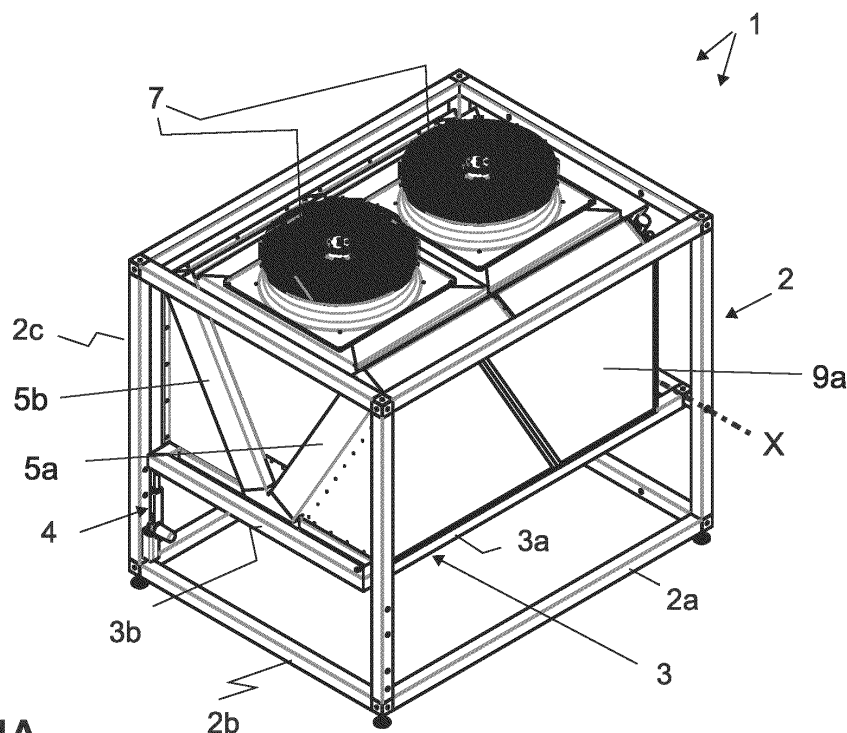


Fig. 1A

EP 4 528 199 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verflüssiger nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, eine Dampfkraftanlage nach Anspruch 10 mit einem solchen Verflüssiger sowie ein dazugehöriges Regelungsverfahren nach Anspruch 11.

[0002] Ein Verflüssiger ist eine von einem Arbeitsmedium kontinuierlich durchströmte Anlage, bei der der Aggregatzustand des Arbeitsmediums durch Wärmeabgabe vollständig oder teilweise von dampfförmig zu flüssig geändert wird. Verflüssiger werden in Anlagen mit thermischen Kreislaufprozessen eingesetzt. Sie finden beispielsweise Anwendung in Kälteanlagen zur Erzeugung von Kälte oder in Energieerzeugungsanlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie. In luftgekühlten Verflüssigern wird überschüssige Wärme über erzwungene oder natürliche Konvektion an die Umwelt abgegeben.

[0003] Oftmals ist es ausreichend, wenn in dem Verflüssiger eine Unterkühlung des Arbeitsmediums erzielt wird, die garantiert, dass das Arbeitsmedium sicher verflüssigt, auf eine definierte Soll-Temperatur gekühlt und dadurch wieder pumpfähig wird. Eine darüber hinaus gehende Unterkühlung ist in der Regel unerwünscht, da der Energieinhalt dieser zusätzlichen Unterkühlung in nachfolgenden Prozessschritten wie bspw. einer nachfolgenden Vorwärmung, Verdampfung und Überhitzung wieder eingebracht werden muss, und daher energetischen Verlust bedeutet.

[0004] Um eine Unterkühlung des Arbeitsmediums in einem Verflüssiger zu steuern, ist es bekannt, die Kühlerleistung eines Lüfters (synonym: Ventilator) etwa durch Anpassung einer Lüfterdrehzahl des Lüfters aktiv zu regeln. Auch ist es bekannt, die Arbeitsmedium führende Rohrabschnitte durch verstellbare Abdeckklappen mehr oder weniger zu verdecken, um so den auf die Rohrabschnitte treffenden Luftstrom und damit den Wärmeabtransport aktiv zu kontrollieren. Dies weist jedoch u.a. den Nachteil auf, dass die gewünschte Änderung des Wärmeabtransports aufgrund thermischer Trägheiten nur zeitverzögert eintritt, und die Erzeugung eines auf Abdeckplatten treffenden Luftstroms unnötige Blindleistung darstellt. Ferner bedarf es aufwendiger Stellmittel zur Steuerung einer Vielzahl von einzelnen Abdeckklappen. Beispiele für die Regelung der Luftbeaufschlagung im Stand der Technik zeigen die Druckschriften FR2982936B1, die DE1962061C3 oder die GB974691A. Hingewiesen wird ferner auf die DE10 2019 122 087 A1.

[0005] Die CN 220689832 U offenbart einen flüssigkeitsgekühlten Kondensator, bei dem die Neigung zur Vermeidung von Verstopfung verstellt werden kann. Die CN 212673875 U offenbart einen wassergekühlten Kondensator mit einstellbarer Neigung.

[0006] Ungeachtet der oben genannten Fortschritte besteht die Aufgabe, den Energieeffizienzgrad von Verflüssigern und mit Verflüssigern verbundenen Anlagen

weiter zu steigern.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der Ansprüche 1, 10 und 11.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein luftgekühlter Verflüssiger zur Verflüssigung eines Arbeitsfluids (synonym: Arbeitsmedium) vorgeschlagen. Der Verflüssiger umfasst eine sich von einem Einlass zu einem Auslass erstreckende Leitungsanordnung, entlang derer das Arbeitsfluid geführt und durch Wärmeabgabe verflüssigt wird. Die Leitungsanordnung kann auch als Verflüssigungsstrecke bezeichnet werden.

[0009] Die Leitungsanordnung umfasst mindestens einen sich zwischen zwei Punkten erstreckenden Leitungsabschnitt. Der Leitungsabschnitt kann einen Neigungswinkel aufweisen. Der Neigungswinkel kann als derjenige Winkel definiert werden, der von der durch die zwei Punkte definierten Geraden und einer Horizontalen eingeschlossen wird. Der Neigungswinkel definiert ein Gefälle (in %) bzgl. einer Strömungsrichtung des Arbeitsfluids. Wenn der Neigungswinkel 0° beträgt, ist das Gefälle 0%. Wenn der Neigungswinkel $+45^\circ$ beträgt, beträgt das Gefälle 100%, wenn er -45° beträgt, beträgt das Gefälle -100%. Jedem Leitungsabschnitt kann also ein Neigungswinkel und ein korrespondierendes Gefälle zugeordnet werden.

[0010] Ein erfindungsgemäßer Verflüssiger zeichnet sich dadurch aus, dass der Neigungswinkel des mindestens einen Leitungsabschnitt mittels eines Stelltriebs verstellbar ist. Der Begriff "Verstellung" bezieht sich dabei auf die Verstellung in einem betriebsbereiten Zustand und insb. während das Arbeitsfluid durch den Verflüssiger strömt bzw. fließt. "Verstellung" bezieht sich damit nicht auf eine Einstellung eines initial festgelegten und praktisch unveränderlichen Neigungswinkels des Leitungsabschnitts im Rahmen einer erstmaligen Installation des Verflüssigers. Durch eine Verstellung des Neigungswinkels (und damit des Gefälles) kann die in dem Leitungsabschnitt auf das Arbeitsmedium wirkende Hangabtriebskraft verändert werden, wodurch sich wiederum die Strömungsgeschwindigkeit und damit die Verweildauer des Arbeitsmediums im flüssigen oder teilweise flüssigen Zustand in dem Leitungsabschnitt verändert. In Konsequenz kann hierdurch der effektive Wärmeübertrag und damit die sich am Ende des Leitungsabschnitts einstellende Temperatur des Arbeitsfluids beeinflusst werden. Wenn ein flacherer, positiver Neigungswinkel (i.e. ein flacheres Gefälle) eingestellt wird, erhöht sich die durchschnittliche Verweildauer des Arbeitsfluids und damit der effektive Wärmebetrag, der über den Leitungsabschnitt abgegeben werden kann, so dass die Temperatur am Ende des Leitungsabschnitts bei sonst gleichen Bedingungen sinkt. Wenn ein steilerer, positiver Neigungswinkel (i.e. ein steileres Gefälle) eingestellt wird, erniedrigt sich die durchschnittliche Verweildauer des Arbeitsfluids in dem Leitungsabschnitt, so dass weniger Wärmeenergie über den Leitungsabschnitt an die Umgebung abgegeben werden kann und die Temperatur am Ende des Leitungsabschnitts bei sonst gleichen Be-

dingungen steigt.

[0011] Ein Vorteil der Erfindung liegt darin, dass die effektive Wärmeübertragung und infolgedessen auch die sich einstellende Unterkühlung praktisch mit sofortiger Wirkung geändert werden kann. Ein Zeitverzug bis zur Wirkungsentfaltung, wie er z.B. bei der Änderung einer Lüfterleistung sich sonst üblicherweise aufgrund von Trägheitseffekten (Wärmekapazitäten von Leitungsrohren und dergleichen) auftritt, tritt praktisch nicht auf. Ferner ist eine Winkelverstellung mechanisch einfach umzusetzen.

[0012] Der Kern der Erfindung liegt also darin, dass die Unterkühlung des Arbeitsfluids durch Veränderung der effektiven Verweildauer des Arbeitsfluids in dem Verflüssiger und insbesondere einem Leitungsabschnitt desselben eingestellt werden kann.

[0013] Aufwendige Maßnahmen zur Änderung der Wärmeübertragungsleistung in dem Verflüssiger wie z.B. verstellbare Luft-Abschattungsklappen können daher entfallen oder zumindest minimiert werden.

[0014] Weitere Merkmale und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

[0015] Die Verflüssigung erfolgt vorteilhaft druckunabhängig. Dies bedeutet, dass der in dem Verflüssiger herrschende Druck, und insbesondere der Druck in der Verflüssigungsstrecke sowie an dem Einlass und an dem Auslass des Verflüssigers im Wesentlichen unverändert konstant bleibt. Druckentspannungsmittel, wie bspw. Drosseln oder drosselähnliche Elemente, über die der Druck des Arbeitsfluids reduziert und damit eine Kondensation herbeigeführt werden können, sind ebenfalls entbehrlich.

[0016] Zweckmäßig kann der Stelltrieb zur Verstellung des Neigungswinkels des mindestens einen Leitungsabschnitt ein automatischer Stelltrieb sein. Als automatischer Stelltrieb sind z.B. elektromotorische, hydraulische oder pneumatische Stelltriebe sowie Kombinationen hiervon wie z.B. elektrohydraulische Stellantriebe geeignet. Der Stelltrieb kann insb. auch fernbetätigt sein. Anstelle eines automatischen Stelltriebs sind natürlich auch manuelle Stelltriebe denkbar, die in festgelegten Prüfintervallen manuell angepasst werden können. Ein automatischer Stelltrieb ist jedoch bevorzugt, da hierdurch insb. eine automatisierte, computerüberwachte Regelung des Neigungswinkels möglich wird.

[0017] In zweckmäßigen Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verflüssigers kann es sich bei dem Leitungsabschnitt um einen starren Leitungsabschnitt wie z.B. ein Rohr oder ein Rohrbündel handeln. Der starre Leitungsabschnitt kann sich von dem Einlass bis zu dem Auslass des Verflüssigers erstrecken. Alternativ kann der starre Leitungsabschnitt auch ein biegeschlaffer Leitungsabschnitt oder ein aus einer Vielzahl von einzelnen starren oder biegeschlaffen Segmenten zusammengesetzter Leitungsabschnitt sein.

[0018] Die Leitungsanordnung kann aus dem einen starren Leitungsabschnitt bestehen. Sie kann jedoch

auch aus einer Vielzahl von fluidisch hintereinander (seriell-geschalteten) und/oder fluidisch nebeneinander (parallel-geschalteten) angeordneten Leitungsabschnitten bestehen, wobei entweder einer, einige oder auch alle Leitungsabschnitte über den einen Stelltrieb oder auch mehrere den Leitungsabschnitten jeweils zugeordnete Stelltriebe in Ihrem jeweiligen Neigungswinkel verstellt werden können.

[0019] Wenn die Leitungsanordnung aus genau einem Leitungsabschnitt besteht, weist die gesamte Leitungsanordnung bei starren Leistungen denselben Neigungswinkel auf. Wenn die Leitungsanordnung eine Mehrzahl von starren Leitungsabschnitten umfasst, die über separate Stelltriebe separat verstellt werden können, so kann die Fließgeschwindigkeit und damit die Verweildauer des Arbeitsfluids in den einzelnen Leitungsabschnitten auch unabhängig voneinander eingestellt werden, so dass es prinzipiell möglich wird, entlang der Verflüssigungsstrecke unterschiedliche Kühlleistungen durch unterschiedliche Verweildauern in einzelnen Leitungsabschnitten bereitzustellen. Einzelne Leitungsabschnitte sind bevorzugt identisch oder zumindest gleichartig ausgebildet.

[0020] In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung kann es sich bei der Leitungsanordnung um einen Lamellenwärmetauscher mit an den Leitungen und Leitungsabschnitten angeordneten, luftumströmten Lamellen handeln, wobei die Lamellen die Wärmeübergangsfläche vergrößern und dadurch die Kühlleistung verbessern.

[0021] Die Leitungen können als Vielzahl parallel verlaufender, vertikal und/oder horizontal übereinander und/oder nebeneinander angeordneter Rohrleitungen ausgestaltet sein, die sich zwischen einem Verteiler- und einem Sammelrohr erstrecken. Hierbei bildet bzw. umfasst jeweils das Verteilerrohr den Einlass und das Sammelrohr den Auslass.

[0022] Das Verteiler- und das Sammelrohr können auf derselben Seite des Verflüssigers, z.B. an einer linken Seite, angeordnet sein. In diesem Fall verläuft die Leitungsanordnung eine bestimmte Strecke von dem Verteilerrohr weg, z.B. nach rechts, kehrt um und verläuft zurück zu dem Sammelrohr. Eine derartige Anordnung ist auch als Zweipassregister bekannt, da das Arbeitsfluid dieselbe Verflüssigungsstrecke zweimal, nämlich auf dem Hinweg und auf dem Rückweg, passiert.

[0023] Verteiler- und Sammelrohr können jedoch auf unterschiedlichen Seiten des Verflüssigers angeordnet sein. In diesem Fall verläuft die Leitungsanordnung von einer Seite des Verflüssigers, z.B. links, bis zu einer anderen Seite des Verflüssigers, z.B. rechts. Eine derartige Anordnung ist auch als Einpassregister bekannt, da das Arbeitsfluid die Verflüssigungsstrecke genau einmal passiert. Ausgestaltungen als Mehrpassregister mit mehr als zwei Pässen, z.B. als Dreipass- oder Vierpassregister sind möglich.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der mindestens ein Leitungsabschnitt zur Einstellung des Neigungswinkels respektive des Gefälles

drehbar um eine horizontale Achse gelagert. Dies kann beispielsweise dergestalt erfolgen, dass die Leitungsanordnung drehbar in einem Gerüst aufgehängt ist. Der Neigungswinkel ist vorzugsweise positiv um eine Winkeldifferenz von mindestens $+2^\circ$, $+3^\circ$, $+5^\circ$ oder mehr als $+7,5^\circ$ in positive Drehrichtung drehbar. Positive Drehrichtung meint, dass die Drehung in Richtung der max. positiven Winkelstellung erfolgt. Daraus resultiert im positiven Winkelbereich - ausgehend von der Horizontalen -, dass das positive Gefälle steiler und die Fließgeschwindigkeit des Arbeitsfluids höher wird.

[0025] Der Neigungswinkel ist vorzugsweise auch negativ um eine Winkeldifferenz von mindestens -2° , -3° , -5° oder mehr als $-7,5^\circ$ in negative Drehrichtung drehbar. Negative Drehrichtung meint, dass die Drehung entgegen der max. positiven Winkelstellung erfolgt. Daraus resultiert im positiven Winkelbereich - ausgehend von der Horizontalen -, dass das positive Gefälle flacher und die Fließgeschwindigkeit des Arbeitsfluids geringer wird. Das Gefälle des Leitungsabschnitts und/oder das Gefälle der gesamten Leitungsanordnung kann zweckmäßig nach oben hin begrenzt sein, insbesondere auf einen absoluten Neigungswinkel kleiner als $+20^\circ$, $+10^\circ$ oder weniger.

[0026] Wie oben bereits dargelegt, sind angegebene Winkelgrade als absolute Winkelstellungen gegenüber der Horizontalen (d.h. 0°) zu verstehen. Bei einer Winkelstellung von 0° - dies ist gleichbedeutend mit einem Neigungswinkel von 0° - ist das Gefälle 0%. Bei $+5^\circ$ fließt das Arbeitsfluid in der intendierten Strömungsrichtung ein Gefälle $+8,75\%$ hinab. Bei -5° fließt das Arbeitsfluid „rückwärts“ entgegen der intendierten Strömungsrichtung ein Gefälle von $-8,75\%$ hinab.

[0027] Andere Arten, die Fließgeschwindigkeit durch Änderungen des Gefälles zu beeinflussen, sind ebenfalls möglich. Beispielsweise ist dies möglich, indem bei einem biegeschlaffen Leitungsabschnitt ein Punkt des Leitungsabschnitts gegenüber einem anderen Punkt desselben Leitungsabschnitts angehoben oder abgesenkt wird bzw. angehoben oder abgesenkt werden kann, und hierdurch ein Krümmungsradius des biegeschlaffen Leitungsabschnitts verändert wird.

[0028] Zweckmäßig verfügt der Verflüssiger über mindestens einen aktiv betreibbaren Lüfter zur Erzeugung eines auf den mindestens einen Leitungsabschnitt gerichteten Luftstroms, der den Leitungsabschnitt durch erzwungene Luftkonvektion kühlt. Der Lüfter ist vorzugsweise auf der Oberseite des Verflüssigers angeordnet und erzeugt einen im Wesentlichen nach oben gerichteten, saugenden Luftstrom. Der Lüfter kann unabhängig von der Leitungsanordnung und dem Leitungsabschnitt an dem Verflüssiger angeordnet sein. Zweckdienlich ist es jedoch, wenn der Lüfter mechanisch fest mit dem mindestens einen Leitungsabschnitt verbunden ist, so dass der Lüfter sich mit dem Leitungsabschnitt mitbewegt. Dies hat den Vorteil, dass die relative Anströmrichtung des Luftstroms sich auch bei Änderung des Neigungswinkels des Leitungsabschnitts nicht oder zu-

mindest nicht wesentlich verändert. Dies kann u.a. dann bedeutsam sein, wenn Lamellen oder andere Luftleitvorrichtungen des Verflüssigers auf eine bestimmte Luftströmungsrichtung optimiert sind, und eine Änderung des Neigungswinkels sonst einen bspw. erhöhten Luftwiderstand (und damit eine erhöhte Blindleistung) bewirken würde.

[0029] Selbstverständlich kann der Verflüssiger jedoch auch als Verflüssiger mit passiver Luftkühlung ausgebildet sein. Beispielsweise kann der Verflüssiger als ein aus dem Stand der Technik bekannter Kühlturm ausgebildet werden, bei dem ein Luftstrom durch den Kamineffekt erzeugt wird. Des Weiteren sind auch andere Arten von Verflüssigern mit passiver Luftkühlung denkbar.

[0030] Vorteilhaft verfügt der Verflüssiger über eine Steuereinrichtung zur Steuerung (synonym: Regelung) des automatischen Stelltriebs und mit der Steuereinrichtung verbundene, geeignete Sensormittel zur Erfassung mindestens einer Messgröße eines Betriebs- und/oder Umgebungsparameters des Verflüssigers.

[0031] Die Sensormittel umfassen bevorzugt mindestens einen Sensor zur direkten oder indirekten Ermittlung des Neigungswinkels des Leitungsabschnitts des Verflüssigers, bspw. eine Winkelerfassungseinrichtung. Erst die Bestimmung des Ist-Werts des Neigungswinkels erlaubt den Abgleich des Neigungswinkels zwischen einem Ist- und einem Soll-Wert.

[0032] Geeignete Betriebs- oder Umgebungsparameter können bspw. interne Parameter wie die Temperatur und/oder der Druck des Arbeitsmittels am und/oder vor und/oder nach Ein- und/oder Ausgang des Verflüssigers sein. Externe Parameter können eine Umgebungstemperatur des Verflüssigers, eine Zeit oder ein Zeitabschnitt, ein Wetterphänomen wie z.B. der Luftdruck oder die Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft oder eine Windgeschwindigkeit sein. Nützlich kann auch ein Regensensor zur Erfassung von Art und Menge eines Niederschlags sein.

[0033] Die Betriebs- oder Umgebungsparameter können auch Parameter einer mit dem Verflüssiger verbundenen Anlage umfassen, die direkt oder indirekt Anschluss über die zu erwartende und von dem Verflüssiger zu bewältigende Wärmelast geben, bspw. eine Auslastungskennzahl, wie z.B. ein Kennwert einer verbundenen Turbine, ein Temperaturkennwert des Arbeitsfluids, o.ä.

[0034] Geeignete Messgrößen können auch der Druck und/oder die Temperatur in dem Leitungsabschnitt, in dem Sammelrohr und/oder einem in dem Sammelrohr nachgeordneten Sammelbehälter (synonym: Tank oder auch Puffertank) darstellen. Auch der Füllstand des Sammelbehälters kann eine relevante Messgröße für die Steuereinrichtung darstellen, um Sorge dafür tragen zu können, dass zu jedem Zeitpunkt ausreichend Arbeitsfluid zur Verfügung steht und der Sammelbehälter nicht leer läuft.

[0035] Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet ist, den Stelltrieb auf Basis der erfassten Messgröße(n) in

Echtzeit oder vorausschauend zur Einstellung des Neigungswinkels des Leitungsabschnitts zu regeln.

[0036] Die Regelung erfolgt vorzugsweise derart, dass das Arbeitsfluid an einem Kernpunkt am und/oder nach dem Ausgang des Verflüssigers eine bestimmte Soll-Temperatur (mit einem allfälligen Sicherheitsaufschlag) erreicht, die bei gegebenem spezifischen Druck in dem Verflüssiger zur Erreichung des gewünschten, flüssigen Aggregatzustands des Arbeitsfluids am Auslass notwendig ist.

[0037] Die Steuereinrichtung kann auch eingerichtet sein, anderweitige Komponenten des Verflüssigers, wie bspw. einen Lüfter, zu steuern.

[0038] Der Verflüssiger verfügt in zweckdienlicher Weise zusätzlich über ein vorzugsweises drahtloses Kommunikationsmittel zur bidirektionalen Kommunikation der Steuereinrichtung mit einem externen Gerät, wie z.B. einer übergeordneten Steuerzentrale (bspw. einem internetfähigen, andernorts aufgestellten Server), so dass z.B. Software-Aktualisierungen der Steuersoftware auf die Steuereinrichtung aufgespielt werden können, dass Fernwartungen und Ferndiagnosen durchgeführt werden können, oder auch, dass externe Steuerbefehle empfangbar und an die Steuereinrichtung zur Änderung des Neigungswinkels des Leitungsabschnitts weiterleitbar sind. Über das Kommunikationsmittel ist es dann bspw. möglich, den Verflüssiger und insb. den Neigungswinkel des Leitungsabschnitts vorausschauend in Abhängigkeit von z.B. einer Wettervorhersage für den Aufstellungsort des Verflüssigers zu regeln. Eine bidirektionale Kommunikation ermöglicht aber auch das Rücksenden von Leistungsdaten des Verflüssigers oder einer damit verbundenen Anlage an die übergeordnete Steuerzentrale für weitere Auswertungen.

[0039] In einer zweckdienlichen Weiterentwicklung der Erfindung kann die Leitungsanordnung des Verflüssigers zwei (oder mehr) fluidisch in Reihe (seriell) und/oder parallel geschaltete Lamellenwärmetauscher mit im Wesentlichen horizontal sich erstreckenden Leitungsabschnitten umfassen, wobei die (mindestens zwei) Lamellenwärmetauscher V-förmig zueinander angeordnet sind.

[0040] Jeder Lamellenwärmetauscher besteht dabei aus einer Mehrzahl von in dem jeweiligen Lamellenwärmetauscher parallel und übereinanderliegenden Leitungsabschnitten, die sich in einer Haupterstreckungsrichtung im Wesentlichen horizontal erstrecken. Mindestens ein erster und mindestens ein zweiter Lamellenwärmetauscher sind geometrisch spiegelsymmetrisch und unter einem solchen Winkel zueinander angeordnet, dass die Lamellenwärmetauscher V-förmig zueinander angeordnet sind und die Leitungsabschnitte des mindestens ersten und des zweiten Lamellenwärmetauschers parallel zueinander verlaufen. Eine derartige V-förmige Anordnung ist sehr kompakt, da eine große Zahl von Leitungsabschnitten bereits mit einem Lüfter mit einem kühlenden Luftstrom beaufschlagt werden können.

[0041] In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der oder ein Lamellenwärmetauscher auch als

Tischkühler ausgebildet sein, d.h. in flach liegender Anordnung. Details zur Ausbildung sowohl eines Tischkühlers als auch eines Verflüssigers mit V-förmig angestellten Lamellenwärmetauschern sind dem Fachmann hinreichend bekannt und bedürfen an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung. Auch eine senkrechte bzw. parallele Anordnung der Lamellenwärmetauscher zueinander wäre denkbar.

[0042] Eine weitere zweckdienliche Weiterentwicklung kann die Kombination von z.B. zwei Kühlern (Verflüssigern) darstellen, bei der die Verflüssiger an der Ein- und Auslassseite stirnseitig gegenübergestellt werden und insbesondere ein Sammelbehälter gemeinsam genutzt wird. Die Einlässe können hierbei z.B. durch eine Verteileinrichtung (Aufteilung des Hauptmassenstroms des Arbeitsfluids, von der Turbine kommend) gespeist und die Auslässe z.B. durch einen gemeinsamen Sammelbehälter verbunden sein.

[0043] In weiteren Abwandlungen der Erfindung kann der Verflüssiger auch als adiabatischer Kühler (synonym: Verdunstungskühler) ausgebildet sein. Ein adiabatischer Kühler zeichnet sich dadurch aus, dass ein kühlender Luftstrom durch feuchtigkeitsgetränkte Matten hindurchgeführt wird, die vor den Arbeitsmittel führenden Leitungsanordnung angeordnet sind. Durch Verdunstung kann die Temperatur des kühlenden Luftstroms erniedrigt werden. Dies ermöglicht z.B. den Einsatz auch bei höheren Umgebungstemperaturen, oder die Verwendung von Arbeitsfluiden mit niedrigeren Kondensationstemperaturen. Ein Beispiel eines adiabaten Kühlers zeigt die eingangs bereits erwähnte FR2982936B1.

[0044] Der erfindungsgemäße Verflüssiger ist vorzugsweise Teil einer Anlage zur Erzeugung von Energie, in der das Arbeitsfluid zyklisch verdampft und kondensiert wird. Hierbei wird insbesondere das verdampfte Arbeitsmedium über eine Turbine geleitet die mechanische Arbeit zum Antrieb eines Elektrogenerators abgibt, das anschließend in dem Verflüssiger verflüssigt und wieder zur Wärmeeinkopplung gefördert wird. Eine derartige Anlage kann als Dampfkraftanlage bezeichnet werden. Eine Dampfkraftanlage kann insbesondere auch zur Rekuperation von Abwärme in einem Wärmekoppelkreislauf eingesetzt werden, wobei Abwärme eines Primärenergieerzeugers, wie z.B. eines Verbrennungsmotors oder einer Gasturbine, in den Kreislauf der Dampfkraftanlage eingekoppelt wird, um mehr thermische Energie dem Kreislauf bereit zu stellen. Zweckmäßig wird die Dampfkraftanlage zur Ausführung eines Rankine-Zyklus mit einem organischen Arbeitsfluid betrieben, das gegenüber Wasser(dampf) als Arbeitsfluid auch bei niedrigeren Temperaturen, betrieben werden kann. Eine Dampfkraftanlage, in der der Verflüssiger eingesetzt werden könnte, zeigt z.B. die DE102019122087A1, deren Inhalt qua Verweis in die Offenbarung dieser Schrift mit einbezogen wird.

[0045] Eine erfindungsgemäße Dampfkraftanlage umfasst in Strömungsrichtung gesehen mindestens eine Pumpvorrichtung zur Umwälzung des Arbeitsfluids in

dem Kreislauf, optional eine erste Seite eines Rekuperators zur Einkopplung von überschüssiger Wärme in das Arbeitsfluid, optional einen ein- oder mehrstufigen Vorwärmer zur Anhebung des Temperaturniveaus des Arbeitsfluids, einen ein- oder mehrstufigen Verdampfer zur Verdampfung des Arbeitsfluids, ggfs. einen ein- oder mehrstufigen Überhitzer zur Überhitzung des Arbeitsfluids, einen Turbinengenerator zur Entspannung des Arbeitsfluids unter Abgabe von mechanischer Arbeit zur Erzeugung elektrischer Energie, ggfs. eine Umge-
 5 leitung zur Umgehung des Turbinengenerators, und - soweit zutreffend - die zweite Seite des o.g. Rekuperators zur Auskopplung von Wärme aus dem Arbeitsfluid, den vorbeschriebenen Verflüssiger zur Kondensation des Arbeitsfluids, sowie optional einen Sammelbehälter zur Zwischenspeicherung eines hinreichenden Volumens an Arbeitsfluid, aus dem die Pumpvorrichtung Arbeitsfluid in den Kreislauf einspeist.

[0046] Typische Leistungen eines erfindungsgemäßen Verflüssigers bewegen sich in der Größenordnung zwischen 20 bis 500 kWth (thermische Kühlleistung). Der Verflüssiger wird bevorzugt im Freien aufgestellt und mit Umgebungsluft (-25 °C bis +45 °C) gekühlt. Er kann auf Massenströme (Arbeitsfluid) zwischen 0,1 bis 5kg/s ausgelegt sein. Derartige Verflüssiger eignen sich insb. zur
 20 Einbindung in Dampfkraftanlagen mit elektrischen Leistungen um 5 bis 250kW.

[0047] Unter einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Regelungsverfahren für einen Verflüssiger angegeben, das sich insb. für den Betrieb eines vorbeschriebenen Verflüssigers eignet. Das erfindungsgemäße Verfahren regelt in einem ersten Regelkreis einen Neigungswinkel eines Leitungsabschnitts eines Verflüssigers, in welchem ein zu verflüssigendes Arbeitsfluid strömt, um die durchschnittliche Verweildauer des Arbeitsfluids in dem Leitungsabschnitt durch Anpassung des Gefälles und damit die Fließgeschwindigkeit zu beeinflussen. Hierdurch kann der Wärmeübertragung zwischen Arbeitsfluid und dem Leitungsabschnitt erhöht oder erniedrigt werden. Übergeordnetes Ziel des Regelungsverfahrens ist das Erreichen einer Soll-Temperatur am und/oder nach Ausgang des Verflüssigers, die niedrig genug ist, um das Arbeitsfluid sicher zu verflüssigen, jedoch nicht niedriger. Die Regelung erfolgt anhand mindestens einer Messgröße.

[0048] In einer Ausgestaltung des Regelungsverfahrens wird als (mindestens eine) Messgröße die Ist-Temperatur T1 des Arbeitsfluids am und/oder nach Ausgang des Arbeitsfluids des Verflüssigers verwendet. Dies kann die Temperatur des Arbeitsfluids unmittelbar in dem Sammelrohr des Verflüssigers oder auch die Temperatur in einem nachgelagerten Sammelbehälter sein oder beides (über Bildung eines Mittelwerts). Dabei wird der Neigungswinkel erniedrigt, wenn die Temperatur T1 einen vorher festgesetzten oberen Schwellwert über-
 50 schreitet oder ein Überschreiten prognostiziert wird, um die Fließgeschwindigkeit zu erniedrigen und dadurch die Wärmeabgabe zu erhöhen. Gleichzeitig wird der

Neigungswinkel erhöht, wenn die Temperatur T1 einen vorher festgesetzten unteren Schwellwert unterschreitet oder ein Unterschreiten prognostiziert wird. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass sich die Temperatur des Arbeitsfluids auch ohne Eingriff in andere Stellgrößen (wie etwa der Erhöhung einer Lüfterleistung oder der Reduzierung des thermischen Lasteintrags in das Arbeitsfluid durch Lastreduktion einer Dampfkraftanlage) in gewünschten Grenzen bewegt.

[0049] Vorteilhaft wird der Regelung des Neigungswinkels zusätzlich in Abhängigkeit des Füllstands des Arbeitsfluids in einem Zwischenspeicher, insbesondere dem Sammelrohr oder ein dem Sammelrohr nachgeordneten Sammelbehälter, geregelt.

[0050] Die Regelung erfolgt dabei so, dass der minimal zulässige, positive Neigungswinkel nach unten hin beschränkt wird, und falls notwendig auch erhöht wird, wenn der Füllstand unter einen vorher festgesetzten Wert fällt oder ein Unterschreiten prognostiziert wird. Indem der Neigungswinkel positiv erhöht wird, kann die mittlere Durchflussgeschwindigkeit des Arbeitsfluids erhöht und damit das Arbeitsfluid schneller an dem Auslass bzw. in dem Sammelbehälter zur Verfügung gestellt werden. Dies stellt sicher, dass ausreichend Arbeitsfluid
 25 in dem Zwischenspeicher vorgehalten wird und dieser nicht leer läuft.

[0051] Da durch eine höhere Fließgeschwindigkeit weniger Wärme aus dem Arbeitsfluid ausgetragen werden kann, muss die durch die erhöhte Winkelstellung verlorene Kühlleistung des Verflüssigers ggfs. anderweitig kompensiert werden, etwa durch eine höhere Lüfterleistung und/oder (bei adiabatischen Kühler) Reduzierung der Ansaugtemperatur.

[0052] Da die Sicherstellung einer ausreichenden Versorgung an Arbeitsfluid einer hinreichenden Unterkühlung vorgeht, wird die füllstandsbezogene Regelung dabei dominant gegenüber der o.g. Temperaturregelung ausgeführt.

[0053] Vorteilhaft umfasst das Regelungsverfahren einen zweiten Regelkreis zur Regelung der Lüfterleistung eines Lüfters. In dem zweiten Regelkreis wird die Lüfterleistung auf Basis eines Druckmesswertes, der am Eingang des Verflüssigers oder stromaufwärts davon oder beides, insb. als Ausgangsdruck einer Turbine, ermittelt wird, auf eine erste Lüfter(soll)drehzahl geregelt. Die Lüfter(soll)drehzahl wird angehoben, wenn der Neigungswinkel des Leitungsabschnitts einen zulässigen Minimalwert erreicht hat, bei der die Kühlleistung des Verflüssigers nicht durch weitergehende Erniedrigung des Gefälles erhöht werden kann, etwa weil sich dann ein negatives Gefälle (negative Winkel) ergeben und das Arbeitsfluid 'stromaufwärts' zurückfließen würde.

[0054] In anderen Worten umfasst die Regelung zur Regulierung der Temperatur des Arbeitsfluids also in einem ersten Schritt die Regelung des Neigungswinkels zur Anpassung der Kühlleistung durch Änderung der Fließgeschwindigkeit, und - wenn notwendig - in einem zweiten Schritt die Anpassung der Lüfterdrehzahl

zur weitergehenden Erhöhung der Kühlungsleistung. Regelgrößen können der Druck und die Temperatur des Arbeitsfluids sein. Stellgrößen sind der Neigungswinkel des Leitungsabschnitts und die Lüfterleistung. Randbedingungen wie ein notwendiger Füllstand können maximal zulässige Grenzwerte festsetzen oder ändern.

[0055] In einer bevorzugten Variante der Erfindung findet die Änderung des Neigungswinkels zeitdiskontinuierlich zu voneinander beabstandeten Regelungszeitpunkten statt, nämlich derart, dass der Neigungswinkel bzw. das Gefälle des Leitungsabschnitts maximal 15 Mal pro Stunde oder seltener geändert wird. Eine derart beschränkte Verstellung dämpft den Regelkreis, verhindert ein überschwingendes Verhalten und reduziert insb. mechanischen Verschleiß durch (zu) häufiges Verstellen des Neigungswinkels.

[0056] Vorzugsweise umfasst der Verflüssiger oder der dem Verflüssiger zugeordnete Fluidkreislauf des Arbeitsfluids Leckageüberwachungsmittel, die geeignet sind, eine Leckage in dem Fluidkreislauf zu erkennen. Eine Leckage kann bspw. indirekt anhand des zeitlichen Verlaufs des Füllstands in einem Zwischenspeicher erkannt werden. Wenn sich im zeitlichen Verlauf ein zunehmend geringerer Füllstand bei sonst unveränderten Bedingungen einstellt, deutet dies auf eine (geringe) Undichtigkeit hin. Es ist jedoch auch möglich, eine Leckage z.B. über einen Druckabfall zu erkennen. Andere Arten Leckage der Leckagedetektion bleiben unbenommen.

[0057] Die Leckageüberwachungsmittel werden vorteilhaft dazu eingesetzt, im Falle einer tatsächlichen oder auch nur vermuteten Leckage den Neigungswinkel des Leitungsabschnitts negativ zu verstellen.

[0058] Vorteilhaft wird dabei zwischen dem Fall einer schleichenden Leckage (kontinuierlicher, aber geringfügiger Arbeitsfluidverlust) und einer plötzlichen Leckage (schlagartige Leckage mit massivem Arbeitsfluidverlust) unterschieden.

[0059] Im Falle einer plötzlichen Leckage wird der Verflüssiger sofort in eine Sicherheitsstellung mit maximaler Kühlleistung gebracht, in der der Leitungsabschnitt auf einen maximal negativen Neigungswinkel verstellt wird, so dass das Arbeitsfluid im Wesentlichen nicht weiter in Richtung Auslass des Verflüssigers strömen kann. Hierdurch kann das Arbeitsfluid in dem Verflüssiger zurückgehalten und zumindest die Menge an austretendem Arbeitsfluid minimiert werden.

[0060] Im Fall einer schleichenden Leckage kann es zunächst auch ausreichend sein, die Winkelstellung des Leitungsabschnitts nach unten hin auf eine minimale positive Winkelstellung zu begrenzen (der Neigungswinkel des Leitungsabschnitts liegt also immer bei der minimalen positiven Winkelstellung oder darüber). Hierdurch fließt das Arbeitsfluid schneller durch den Verflüssiger, und kann somit schneller wieder für eine erneute Umwälzung am Auslass des Verflüssigers bereitgestellt werden. Da hierdurch die vom Arbeitsfluid benötigte Zeit für einen kompletten Umlauf durch den Fluidkreislauf

verkürzt wird, ist insgesamt eine geringere Menge an Arbeitsfluid zur Aufrechterhaltung des Betriebs einer mit dem Verflüssiger verbundenen Anlage notwendig. Durch eine verkürzte Umlaufzeit kann also ein Verlust von Arbeitsfluid bis zu einem gewissen Grad kompensiert werden.

[0061] Das Regelungsverfahren kann vorteilhaft das Soll-Gefälle des Leitungsabschnitts anhand mindestens einer Messgröße eines Prozess- oder Umgebungsparameters des Verflüssigers oder eines den Verflüssiger umfassenden Gesamtsystems bestimmen, wobei mindestens eine Messgröße eines Prozess- oder Umgebungsparameters des Verflüssigers und/oder des Gesamtsystems ermittelt wird und auf Basis dieser mindestens einen Messgröße ein Soll-Gefälle (d.h. ein Neigungswinkel) für den Leitungsabschnitt des Verflüssigers aus einem Datensatz ausgewählt wird. In dem Datensatz sind hierzu jeweils Soll-Gefälle für den bestimmten Messwert (oder die Messwerte) der Messgröße(n) abgespeichert. Das Gefälle respektive der Neigungswinkel des Leitungsabschnitts wird dann entsprechend eingestellt.

[0062] Der Datensatz kann auf Basis von Modellwerten eines theoretischen Berechnungsmodells bestimmt worden sein, wobei das Soll-Gefälle auf einen zu optimierenden Parameter hin bestimmt wurde. Da die Bestimmung eines geeigneten Soll-Neigungswinkels von einer Vielzahl äußerer Einflussfaktoren abhängt, beruht der Datensatz vorteilhaft jedoch auf der Auswertung von empirisch ermittelten Daten von Prozess- und/oder Umgebungsparametern des Verflüssigers, einer mit dem Verflüssiger verbundenen Anlage und/oder baugleichen oder ähnlichen Verflüssigern oder Anlagen. Die Auswertung der empirisch gesammelten Daten kann z.B. mittels statistischer Methoden und/oder maschinellem Lernen im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen einem vorliegenden Gefälle (bzw. Neigungswinkel) des betroffenen Verflüssigers und einer zu optimierenden Größe, insb. einem Energieeffizienzgrad des Verflüssigers oder einer mit dem Verflüssiger verbundenen Anlage, ausgewertet und Korrelationen zwischen dem Gefälle und der zu optimierenden Größe bestimmt werden, so dass sich für jede konkrete Gesamtsituation an vorliegenden Messwerten ein Soll-Gefälle ableiten lässt, dass in dem Datensatz zum Abruf durch ein Steuergerät abgespeichert wurde.

[0063] Dieser Datensatz kann insbesondere dann, wenn einzelne Verflüssiger über (drahtlose) Kommunikationsschnittstellen verfügen, auch fortlaufend aktualisiert werden.

[0064] Relevante Messparameter, aus denen Regelparameter für das Regelverfahren zur Einstellung des Neigungswinkels abgeleitet werden können, und die zweckmäßigerweise zu einer Wirkungsgradsteigerung des Gesamtsystems führen, sind bspw.:

- Die elektrische Leistung eines Primärenergieerzeugers wie einer Gasturbine oder einem Verbren-

nungsmotor,

- Messwerte aus einer der Dampfkraftanlage speisenden Wärmequelle, wie etwa einem Abgasstrom und/oder einem Kühlkreislauf (z.B. Volumenströme oder Volumenstromänderungen, Temperatur- oder Temperaturänderungen, Massenstrom oder Massenstromänderungen, etc.) und/oder einem mit der Wärmequelle thermisch verbundenen Koppelkreislauf und/oder einem mit der Wärmequelle thermisch verbundenen Energietransferkreislauf wie z.B. Wasser- oder Thermoölkreislauf,
- die elektrische Leistung eines Turbinengenerators bzw. Expansionsturbinengenerator, oder
- Kombinationen hiervon.

[0065] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

[0066] Dabei zeigen

- Fig. 1** einen erfindungsgemäßen Verflüssiger in perspektivischer Darstellung aus zwei Blickrichtungen (Fig. 1A und 1B) in einer Neutralstellung,
- Fig. 2** den Verflüssiger aus Fig. 1 in einer Seitenansicht (Fig. 2A) und einer Stirnansicht (Fig. 2B) in Neutralstellung,
- Fig. 3** den Verflüssiger aus Fig. 1 in einer Seitenansicht mit positivem Neigungswinkel α - Zustand: positive Neigungswinkelregelung des Verflüssigers im Betrieb -, sowie
- Fig. 4** den Verflüssiger aus Fig. 1 in einer Seitenansicht mit negativem Neigungswinkel α - Zustand: Sicherheitsstellung-.

[0067] In den Fig. 1A/B ist ein erfindungsgemäßer Verflüssiger 1 dargestellt. Er umfasst ein quaderförmiges Rahmengestell 2 mit - jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet - vier horizontalen Längsstreben 2a, vier horizontalen Querstreben 2b und vier Vertikalstreben 2c. Jeweils zwei Längsstreben 2a definieren zusammen mit zwei Vertikalstreben 2c eine vordere und eine hintere Längsseite, die Querstreben 2b zusammen mit zwei Vertikalstreben 2c eine vordere und eine hintere Stirnseite des Verflüssigers 1. Das Rahmengestell 2 ist über vier nivellierbare bzw. einstellbare Füße waagrecht gegenüber dem Boden ausgerichtet, d.h. Schwerkraftvektor g und Vertikalstreben 2c verlaufen parallel.

[0068] In dem Rahmengestell 2 ist ein rechteckiger Zwischenrahmen 3 mit zwei Längsstreben 3a und zwei Querstreben 3b angeordnet. Der Zwischenrahmen 3 ist auf einer Seite entlang der Längsachse einer Querstrebe 3b drehbar um eine horizontale (Horizontaleebene E) Drehachse X gegenüber dem Rahmengestell 2 gelagert. Auf der gegenüberliegenden Seite stützt sich der Zwischenrahmen 3 über einen elektrischen Stelltrieb 4 gegenüber dem Rahmengestell 2 ab. Mittels dem Stellantrieb 4 - Stellantrieb ist drehbar an beiden Aufnahme-

punkten mit Rahmengestell 2 und Zwischenrahmen 3 gelagert - kann der Zwischenrahmen 3 um die horizontale (Horizontaleebene E) Drehachse X gedreht und so in seiner Neigung verstellt werden.

[0069] Auf dem Zwischenrahmen 3 sind zwei Lamellenwärmetauscher 5a und 5b V-förmig zueinander ausgerichtet angeordnet. Jeder der zwei Lamellenwärmetauscher 5a und 5b besitzt an der vorderen Stirnseite des Verflüssigers 1 ein Verteilerrohr 5a-1, 5b-1 und ein Sammelrohr 5a-2, 5b-2, die als Einlass EIN und Auslass AUS für das Arbeitsfluid eines Fluidkreislaufes dienen. Die Art des Wärmetauschers ist für die Erfindung nicht wesentlich.

[0070] Von jedem Verteilerrohr 5a-1, 5b-1 erstreckt sich eine Leitungsanordnung 6 waagrecht (bei Neutralstellung) weg bis auf die gegenüberliegende Stirnseite des Verflüssigers 1, kehrt dort um und führt zurück zum jeweiligen Sammelrohr 5a-2, 5b-2 des Lamellenwärmetauschers 5a, 5b. Jede Leitungsanordnung 6 besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einer Vielzahl von parallel angeordneten Rohrleitungen 6', 6'', 6''', ..., (vgl. Fig. 2A). Jede der Rohrleitungen 6, 6', 6'', ..., ist U-förmig als liegendes U ausgebildet und verläuft horizontal in einer Ebene. Jede Rohrleitung 6 verfügt damit über einen ersten, sich von dem Verteilerrohr 5a-1, 5b-1 weg verlaufenden Leitungsabschnitt 8-1 und einen zweiten, sich auf das Sammelrohr 5a-2, 5b-2 zulaufenden Leitungsabschnitt 8-2. Die einzelnen Rohrleitungen 6, 6', 6'', ..., sind senkrecht zu den Rohrleitungen verlaufenden Lamellen (nicht dargestellt) gelagert und thermisch leitend mit diesen verbunden.

[0071] Auf der Oberseite des Verflüssigers 1 sind in dieser Ausführungsform zwei elektrisch betriebene Lüfter 7 angeordnet, die mittelbar über die Lamellenwärmetauscher 5a, 5b mit dem Zwischenrahmen 3 befestigt und auch mit diesem bewegbar sind. Die Lüfter 7 erzeugen einen im Wesentlichen senkrecht nach oben gerichteten, saugenden Luftstrom, der Luft seitlich durch die einzelnen Lamellen nachzieht, wie es über die dicken, schwarzen Pfeile in Fig. 2B andeutungsweise gezeigt ist. Durch die so erzwungene Luftkonvektion werden die Lamellen und die Rohrleitungen 6; 6', 6'', ..., und damit auch durch das durch die Rohrleitungen 6, 6', 6'', ..., strömende Arbeitsfluid gekühlt. Zum Schutz übermäßiger Verschmutzung der Lamellen sind im Zwischenrahmen 3 die Luftfiltereinheiten 9a/b (optional) montiert.

[0072] Im Betrieb wird ein Arbeitsfluid, beispielsweise ein organisches Arbeitsfluid mit Verdampfungstemperaturen um 300 K (bei Normaldruck), über den jeweiligen Einlass EIN an den Verteilerrohren 5a-1, 5b-1 in dampfförmiger Form eingeleitet und über die Verteilerrohre 5a-1, 5b-1 an die Vielzahl der parallelen weglauenden Leitungsabschnitte 8-1 (nicht dargestellt) verteilt, d.h. in eine Vielzahl einzelner Teilströme aufgeteilt. Das Arbeitsfluid fließt bis auf die gegenüberliegende Seite des Verflüssigers 1 und läuft über die Vielzahl der parallel verlaufenden, rücklaufenden Leitungsabschnitte 8-2 zurück in die Sammelrohre 5a-2, 5b-2. Die Leitungsabschnitte

8-1, 8-2 bilden die Verflüssigungsstrecke. Während das Arbeitsfluid die Verflüssigungsstrecke passiert, gibt das Arbeitsfluid Wärme über die luftgekühlten, mit Lamellen verbundenen Leitungsabschnitte 8-1, 8-2 an die Umgebung ab und geht dadurch entlang der Kühlstrecke zunehmend von der Dampfphase in ein Phasengemisch und schließlich im Wesentlichen vollständig in die Flüssigphase über.

[0073] Der Transport des Arbeitsfluids erfolgt durch einen geringfügigen Druckunterschied zwischen dem Einlass und dem Auslass. Der Transport kann jedoch auch durch ein leichtes positives Gefälle bzw. positiven Winkel in jedem der Leitungsabschnitte, beispielsweise mit einem durchgehenden, unveränderlichen Winkel von z.B. $+1,5^\circ$, unterstützt werden, so dass ein am Verteilerrohr 5a-1, 5b-1 ausgehender Startpunkt eines weglaufernden Leitungsabschnitts 8-1 höher liegt als ein am Sammelrohr 5a-2, 5b-2 eingehender Endpunkt eines rücklaufenden Leitungsabschnitts 8-2. Die Leitungsabschnitte 8-1, 8-2 wären in diesem Fall also abschüssig in jedem der Lamellenwärmetauscher 5a, 5b installiert. Für die nachfolgenden Betrachtungen wird ein allfälliger fester positiver Winkel der Leitungsabschnitte 8-1, 8-2 innerhalb des Lamellenwärmetauschers 5a/b aus Gründen der Vereinfachung jedoch außen vorgelassen.

[0074] In den Sammelrohren 5a-2, 5b-2 werden die einzelne Teilströme aus den Leitungsabschnitten 8-1, 8-2 wieder zusammengeführt und über die Auslässe AUS der Sammelrohre 5a-2, 5b-2 in einem gemeinsamen Sammelbehälter (nicht dargestellt) zusammengeführt. Der Sammelbehälter dient als Zwischentank für die Versorgung einer nicht weiter dargestellten Dampfkraftanlage.

[0075] Für den Betrieb der Dampfkraftanlage ist es essentiell, dass das Arbeitsfluid pumpfähig, im Wesentlichen flüssig, vorliegt, und sich in einem Temperaturbereich befindet, der sicherstellt, dass das Arbeitsfluid während der Förderung durch eine Pumpe nicht und insb. auch nicht partiell verdampft, um kavitationsbedingten Verschleiß in der Pumpe zu vermeiden. Zugleich soll die Unterkühlung des Arbeitsfluids möglichst gering ausfallen, also eine möglichst hohe Temperatur aufweisen, um das Arbeitsfluid zu einem späteren Zeitpunkt mit möglichst geringem Energieeinsatz verdampfen und überhitzen zu können. Vor diesem Hintergrund lässt sich daher eine optimale Soll-Temperatur des Arbeitsfluids am und/oder nach Ausgang des Verflüssigers 1, d.h. in dem Sammelbehälter, zum jeweiligen aktuellen Betriebszustand der Anlage bzw. zu spezifischen Parametern, definieren. Als Randbedingung kommt hinzu, dass keine Unterversorgung der Dampfkraftanlage mit Arbeitsfluid auftreten darf, also insb., dass der Sammelbehälter nicht leer laufen darf. Störgrößen, welche die tatsächliche Temperatur des Arbeitsfluids beeinflussen sind neben variierenden Betriebsparametern der Dampfkraftanlage insb. das Wetter mit Umgebungsparametern wie der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchte, Windgeschwindigkeiten, Sonnenstand und Sonneneinstrahlung etc.

lung etc.

[0076] Um den variierenden Umgebungseinflüssen Rechnung tragen zu können, und die Temperatur des Arbeitsfluids weitestgehend an die Soll-Temperatur in dem Sammelbehälter annähern zu können, ist der Zwischenrahmen 3 des Verflüssigers 1 drehbar ausgeführt und der Neigungswinkel α des Zwischenrahmens 3 wird über eine nicht dargestellte Steuereinrichtung des Verflüssigers 1 geregelt. In der Steuereinrichtung läuft ein softwarebasiertes Regelungs- und Steuerverfahren, das den Neigungswinkel α des Zwischenrahmens 3 kontrolliert.

[0077] In Fig. 2A ist der Verflüssiger 1 in Längsansicht in einer Neutralstellung gezeigt. In der Neutralstellung ist der Zwischenrahmen 3 horizontal, d.h. senkrecht zur Schwerkraft g, ausgerichtet. Der Neigungswinkel α zwischen der durch den Zwischenrahmen 3 definierten Ebene und der Drehachse X beträgt also 0° . Entsprechend beträgt der Neigungswinkel α der Lamellenwärmetauscher 5a/b respektive der Leitungsanordnungen 6 (bestehend aus 6a/b) respektive der einzelnen Leitungsabschnitte 8-1, 8-2 der Leitungsanordnungen 6 identisch ebenfalls 0° , wenn angenommen wird, dass die Leitungsabschnitte 8-1, 8-2 rein horizontal verlaufen.

[0078] Der Neigungswinkel α des Zwischenrahmens 3 entspricht also dem Neigungswinkel der Leitungsabschnitte 8-1, 8-2. Der Begriff "Neigungswinkel" wird daher austauschbar für beide Neigungswinkel sowohl von dem Zwischenrahmen 3 als auch den Leitungsabschnitten 8-1, 8-2 verwendet.

[0079] Die Steuereinrichtung regelt den Neigungswinkel α des Zwischenrahmens 3 in einer möglichen Variante eines erfindungsgemäßen Regel- und Steuerungsverfahrens so, dass der positive Neigungswinkel α erhöht wird, um die Durchflussgeschwindigkeit des Arbeitsfluids durch die Leitungsanordnung 6 zu erhöhen, wenn ein Messmittel eine zu niedrige Temperatur des Arbeitsfluids in dem Sammelbehälter erfasst. Durch die erhöhte Fließgeschwindigkeit stellt sich eine erhöhte Temperatur des Arbeitsfluids im Sammelrohr 5a-2, 5b-2 und in einem nachfolgenden Sammelbehälter ein. Die Regelung gilt analog für zu hohe Temperaturen, wobei der positive Neigungswinkel α dann erniedrigt wird. Die Verstellung des Neigungswinkels α erfolgt über den elektrischen Stelltrieb 4. Ein gegenüber der Neutralstellung erhöhter positiver Neigungswinkel α des Zwischenrahmens 3 ist in Fig. 3 dargestellt. Zweckmäßigerweise ist für den Neigungswinkel α ein oberer und ein unterer, fester Grenzwert - unter Berücksichtigung von Randbedingungen - definiert, der - außer im Leckagefall - nicht über- bzw. unterschritten wird.

[0080] In einer anderen Variante eines erfindungsgemäßen Regel- und Steuerungsverfahrens wird ein optimaler Neigungswinkel α für eine spezifische Situation in einem in der Steuereinrichtung hinterlegten Datensatz nachgeschlagen, in dem für eine Vielzahl von spezifischen Situationen ein optimaler Neigungswinkel α hinterlegt ist. Eine spezifische Situation kann dabei als ein

mehrdimensionaler Vektor einer Vielzahl von ausgewählten Parametern oder Messwerten des Verflüssigers 1 und seiner Umgebung verstanden werden. Die Parameter oder Messwerte werden von entsprechenden Sensormitteln laufend erfasst und an die Steuereinrichtung übermittelt, auf Basis derer die Steuereinrichtung dann in vorgegebenen Abständen einen optimalen Neigungswinkel α in der Datenbank ermittelt und eine entsprechende Anpassung des Neigungswinkels α über eine Betätigung des Stelltriebs 4 vornimmt.

[0081] Für einen plötzlichen Leckagefall kann die Steuereinrichtung eingerichtet sein, den Neigungswinkel α - wie in Fig. 4 dargestellt - negativ zu verstellen, so dass das Arbeitsfluid in der Leitungsanordnung 6 zurückgehalten wird (angedeutet über die zwei gleichgerichteten Pfeile in Fig. 4, die die Fließrichtung in jedem der weglaufenden und zurückkommenden Leitungsabschnitte 8-1 bzw. 8-2 symbolisieren).

[0082] Die Länge und Breite der Luftlamellenwärmetauscher 5a/b und folglich die Abmaße des Verflüssigers 1 richten sich zweckmäßig nach der gewünschten Kühlleistung. Je mehr Kühlleistung bereitgestellt werden soll, desto länger und/oder breiter kann der Verflüssiger 1 und seine Leitungsanordnungen 6 ausgeführt und desto mehr Lüfter 7 können in Längsrichtung hintereinander und/oder parallel nebeneinander angeordnet werden.

[0083] Es ist natürlich auch möglich, mehrere Verflüssiger 1 an eine Anlage zu koppeln, bspw. in einer Zwillings- oder Sternkonfiguration, bei der die Verflüssiger radial von einer zentralen Baugruppe der Anlage wegstehen. Vorteilhaft kann es dabei sein, dass jeder der mehreren Verflüssiger, und insb. der Neigungswinkel α jedes Verflüssigers, unabhängig voneinander geregelt wird, um abweichenden Umgebungsbedingungen gebührend Rechnung zu tragen.

[0084] Richtungsangaben in dieser Schrift wie "horizontal", "vertikal", "seitlich" oder "oben" beziehen sich stets auf den Verflüssiger 1 in seinem fertigen, fest installierten und betriebsbereiten Zustand.

Bezugszeichenliste

[0085]

1	Verflüssiger
2	Rahmengestell
2a	Längsstreben
2b	Querstreben
2c	Vertikalstreben
3	Zwischenrahmen
3a	Längsstreben
3b	Querstreben
4	Stelltrieb
5a/b	Lamellenwärmetauscher (mit Abdeckbleche)
5a/b-1	Verteilerrohr
5a/b-2	Sammelrohr
6	Leitungsanordnung
7	Lüfter

8	Leitungsabschnitt
9a/b	Luftfiltereinheit (synonym: Filtermatten)
X	Drehachse
α	Neigungswinkel
5 E	Horizontalebene

Patentansprüche

1. Luftgekühlter Verflüssiger (1) zur Verflüssigung eines Arbeitsfluids umfassend eine sich von einem Einlass (EIN) zu einem Auslass (AUS) erstreckende Leitungsanordnung (6), entlang derer das Arbeitsfluid geführt und durch Wärmeabgabe verflüssigt wird, wobei die Leitungsanordnung (6) mindestens einen Leitungsabschnitt (8) umfasst, der einen Neigungswinkel (α) aufweist, der ein Gefälle bzgl. einer Strömungsrichtung des Arbeitsfluids definiert, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel (α) des Leitungsabschnitts (8) mittels eines mit dem Leitungsabschnitt (8) gekoppelten Stelltriebs (4) zur Einstellung des Neigungswinkels (α) verstellbar ist.
2. Verflüssiger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Leitungsabschnitt (8) starr ist und sich durchgängig von dem Einlass (EIN) bis zu dem Auslass (AUS) erstreckt.
3. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungsanordnung (6) ein luftgekühlter Lamellenwärmetauscher (5a; 5b) mit einem am Einlass angeordneten Verteilerrohr (5a-1; 5b-1) und einem am Auslass angeordneten Sammelrohr (5a-2; 5b-2) ist.
4. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Leitungsabschnitt (8) zur Einstellung des Gefälles drehbar um eine horizontale (Horizontalebene E) Achse (X) gelagert ist, und wobei der Neigungswinkel (α) positiv und/oder negativ verstellbar ist, vorzugsweise um eine Winkeldifferenz von mindestens 2°, bevorzugt von mindestens 5° oder besonders bevorzugt mindestens 7,5°, in positive und/oder negative Drehrichtung.
5. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen automatischen, insbesondere elektromotorischen Stelltrieb (4) zur Verstellung des Neigungswinkels (α) des mindestens einen Leitungsabschnitts (8) umfasst.
6. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Lüfter (7) zur Erzeugung eines auf den Leitungsabschnitt (8) gerichteten Luftstroms zur Kühlung des Leitungsabschnitts (8) durch erzwungene Luftkonvektion umfasst, wobei der Lüfter (7) mechanisch

- derart mit dem mindestens einen Leitungsabschnitt (8) verbunden ist, dass die Anströmrichtung des Luftstroms sich bei Änderung des Neigungswinkels (α) des Leitungsabschnitts (8) nicht oder zumindest nicht wesentlich verändert.
7. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Steuereinrichtung zur Steuerung des automatischen Stelltriebs (4) sowie Sensormittel zur Erfassung mindestens einer Messgröße von Betriebs- und/oder Umgebungsparametern des Verflüssigers (1) umfasst, wie insb. einer Arbeitsmitteltemperatur und/oder einer Umgebungstemperatur, einer Zeit oder eines Zeitabschnitts, einer Windgeschwindigkeit oder eines Niederschlags, wobei die Steuereinrichtung eingerichtet ist, den Stelltrieb (4) auf Basis der erfassten Messgröße in Echtzeit oder vorausschauend zur Einstellung des Neigungswinkels (α) des Leitungsabschnitts (8) zu regeln.
8. Verflüssiger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ein vorzugsweises drahtloses Kommunikationsmittel zur bidirektionalen Kommunikation der Steuereinrichtung mit einem externen Gerät, wie z.B. einer übergeordneten Steuerzentrale, umfasst, über die externe Steuerbefehle empfangbar und an die Steuereinrichtung zur Änderung des Neigungswinkels (α) des Leitungsabschnitts (8) weiterleitbar sind.
9. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens einen ersten und einen zweiten, Lamellenwärmetauscher (5a; 5b) mit jeweils einer Mehrzahl von in dem jeweiligen Lamellenwärmetauscher parallel liegenden Leitungsabschnitten (8) umfasst, wobei die Leitungsabschnitte (8) des ersten und des zweiten Lamellenwärmetauschers (5a; 5b) ebenfalls parallel verlaufen, und wobei die Lamellenwärmetauscher (5a; 5b) V-förmig zueinander angeordnet sind.
10. Dampfkraftanlage zur Energiegewinnung aus Wärme mit einem organischen Arbeitsfluid zur Ausführung eines Rankine-Zyklus, umfassend einen Verflüssiger (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche.
11. Regelungsverfahren zum Betrieb eines Verflüssigers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen ersten Regelkreis zur Regelung des Neigungswinkels (α) des mindestens einen Leitungsabschnitts (8) umfasst, über den die Fließgeschwindigkeit des in dem Leitungsabschnitt (8) entlang der Strömungsrichtung strömenden Arbeitsfluids zur Anpassung des Wärmeübergangs durch Änderung des Gefälles auf Basis mindestens einer Messgröße verändert wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Messgröße die Temperatur des Arbeitsfluids am und/oder nach dem Ausgang des Verflüssigers (1) ist, insbesondere die Temperatur in dem oder einem Sammelrohr und/oder einem nachgeordneten Sammelbehälter, wobei der positive Neigungswinkel (α) erniedrigt wird, wenn die Temperatur einen vorher festgesetzten oberen Schwellwert überschreitet oder ein Überschreiten prognostiziert wird, und wobei der positive Neigungswinkel (α) erhöht wird, wenn die Temperatur einen vorher festgesetzten unteren Schwellwert unterschreitet oder ein Unterschreiten prognostiziert wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Messgröße ein Füllstand des Arbeitsfluids in einem Zwischenspeicher, insb. in dem oder einem Sammelrohr bzw. Sammelbehälter, ist, und der zulässige Neigungswinkel (α) nach unten begrenzt und ggfs. erhöht wird, wenn der Füllstand unter einen vorher festgesetzten Wert fällt oder ein Unterschreiten prognostiziert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regelungsverfahren einen zweiten Regelkreis zur Regelung der Lüfterleistung eines Lüfters (7) aufweist, wobei mit dem zweiten Regelkreis die Lüfterleistung auf Basis eines Druckmesswertes, der am Eingang des Verflüssigers (1) oder stromaufwärts davon oder beides, insbesondere als Ausgangsdruck einer Turbine, ermittelt wird, auf eine erste Lüfterdrehzahl geregelt wird, und wobei die Lüfterdrehzahl angehoben wird, wenn der Neigungswinkel (α) des Leitungsabschnitts (8) einen zulässigen Minimalwert erreicht hat, bei der die Kühlleistung des Verflüssigers (1) nicht durch weitergehende Erniedrigung des Neigungswinkels (α) erhöht werden kann.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Änderung des Neigungswinkels (α) zeitdiskontinuierlich zu voneinander beabstandeten Regelungszeitpunkten erfolgt, so dass das Gefälle des Leitungsabschnitts (8) maximal 15 Mal pro Stunde oder seltener geändert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidkreislauf des Arbeitsfluids, das durch den Verflüssiger (1) strömt bzw. fließt, durch Überwachungsmittel auf Leckage überwacht wird, und im Falle der Detektion einer Leckage der Neigungswinkel (α) so verstellt wird, dass das Gefälle negativ gegenüber der Hori-

zontalen ist, und das Arbeitsfluid auf diese Weise in dem Verflüssiger (1) zurückgehalten wird.

17. Verfahren zum Betrieb eines Verflüssigers (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei mindestens ein Messwert mindestens einer Messgröße eines Prozess- oder Umgebungsparameters des Verflüssigers (1) ermittelt wird und auf Basis dieses mindestens eines Messwerts ein Soll-Gefälle für den Leitungsabschnitt (8) des Verflüssigers (1) aus einem Datensatz ausgewählt wird, in dem für den mindestens einen bestimmte Messwert ein dazugehöriges Soll-Gefälle hinterlegt ist, und das Gefälle entsprechend eingestellt wird, wobei dieser Datensatz durch Auswertung von empirisch gesammelten Daten von Prozess- und/oder Umgebungsparametern des Verflüssigers (1), einer mit dem Verflüssiger (1) verbundenen Anlage und/oder baugleichen oder ähnlichen Verflüssigern (1) oder Anlagen erstellt worden ist, indem die empirisch gesammelten Daten mittels statistischer Methoden und/oder maschinellem Lernen im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen vorliegenden Gefälle des betroffenen Verflüssigers (1) und einer zu optimierende Größe, insbesondere einem Energieeffizienzgrad des Verflüssigers (1) oder einer mit dem Verflüssiger (1) verbundenen Anlage, ausgewertet und Korrelationen zwischen dem Gefälle und der zu optimierenden Größe bestimmt und in dem Datensatz als einzelnen Messwerten zugeordnete Soll-Gefälle abgespeichert wurden.

35

40

45

50

55

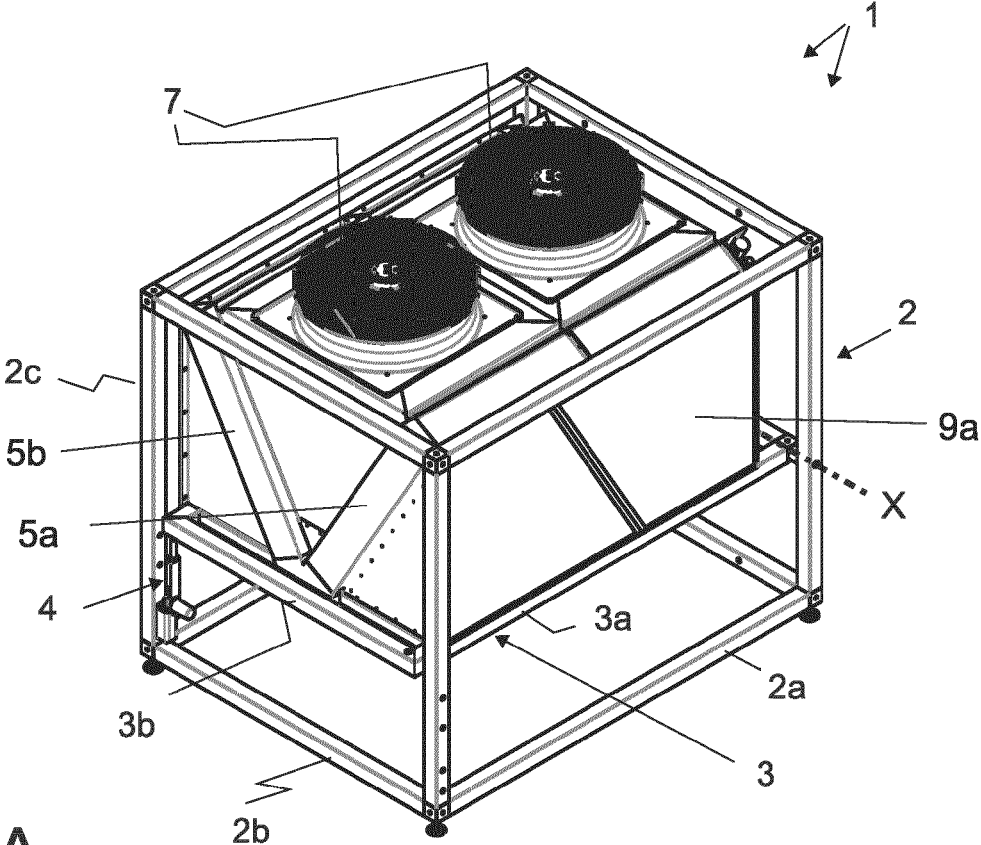


Fig. 1A

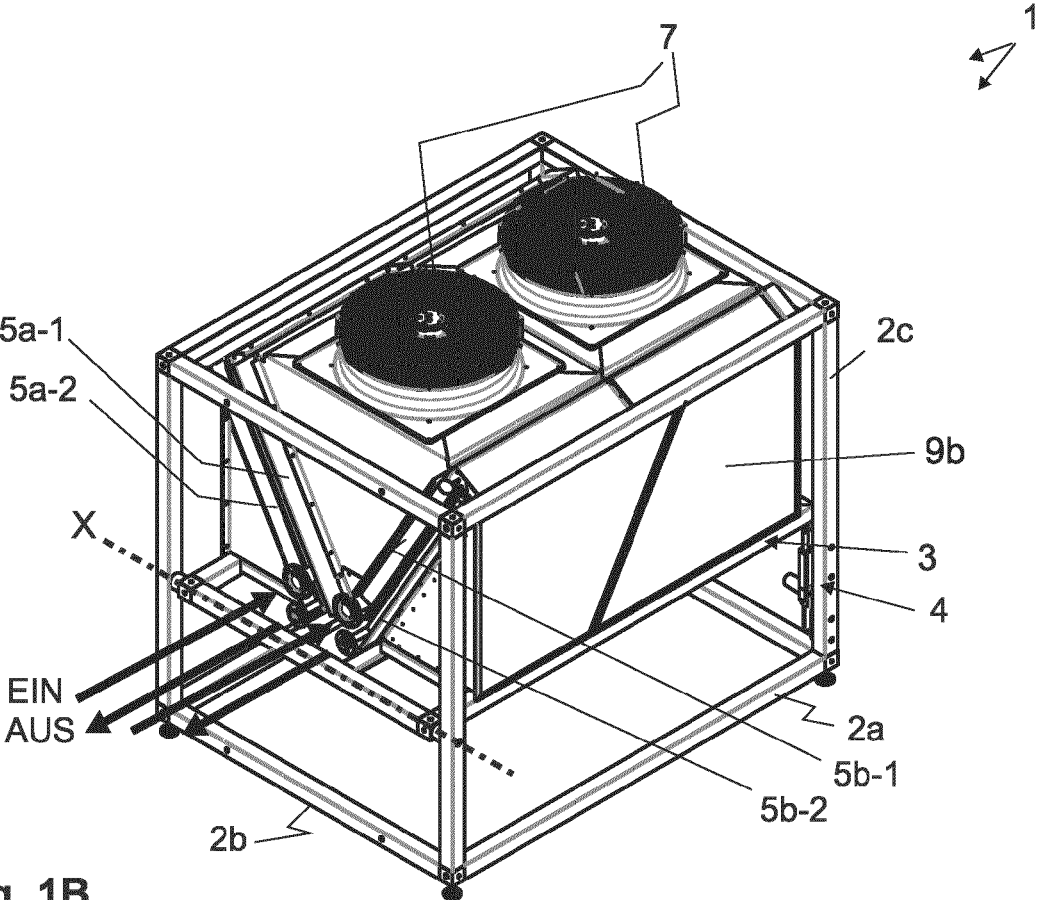


Fig. 1B

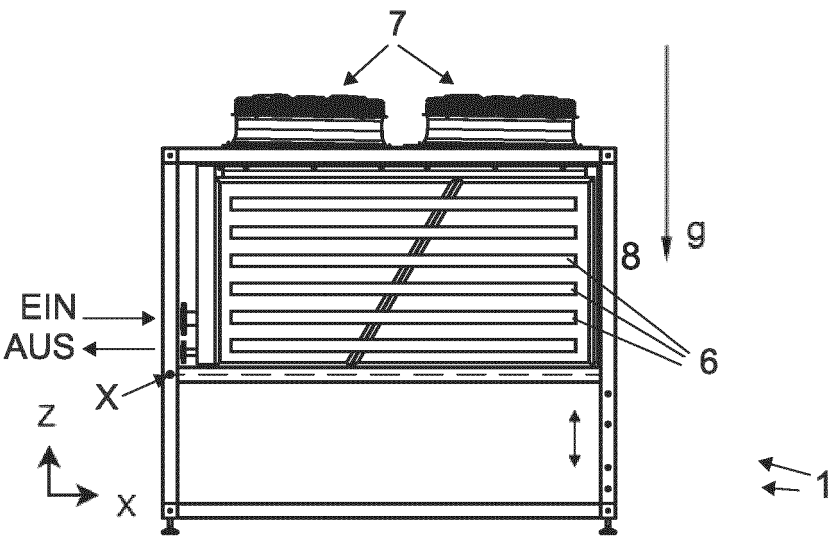


Fig. 2A

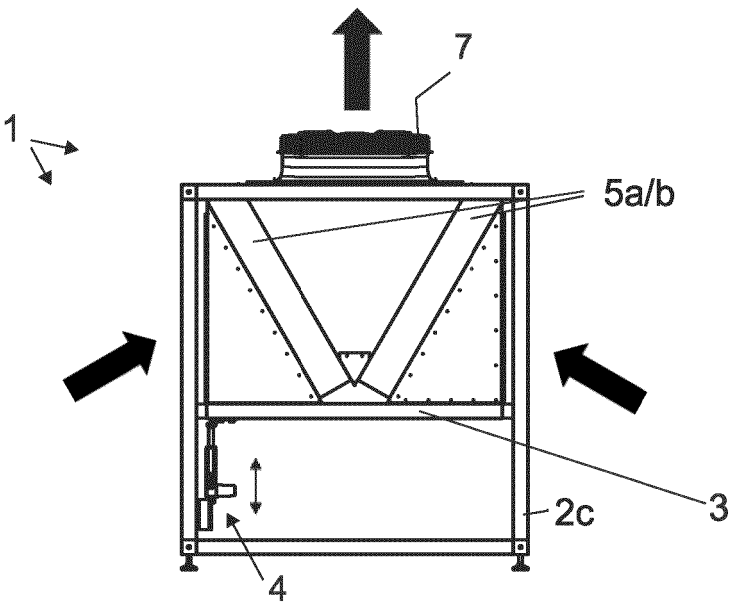


Fig. 2B

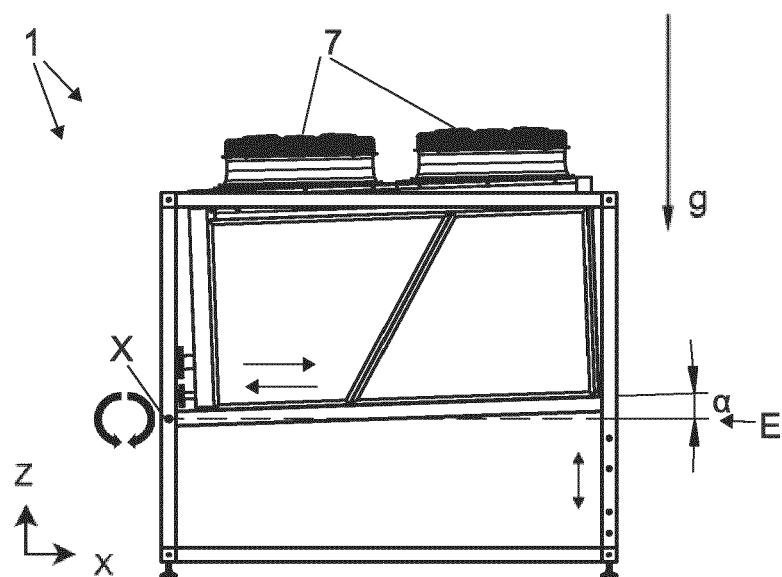


Fig. 3

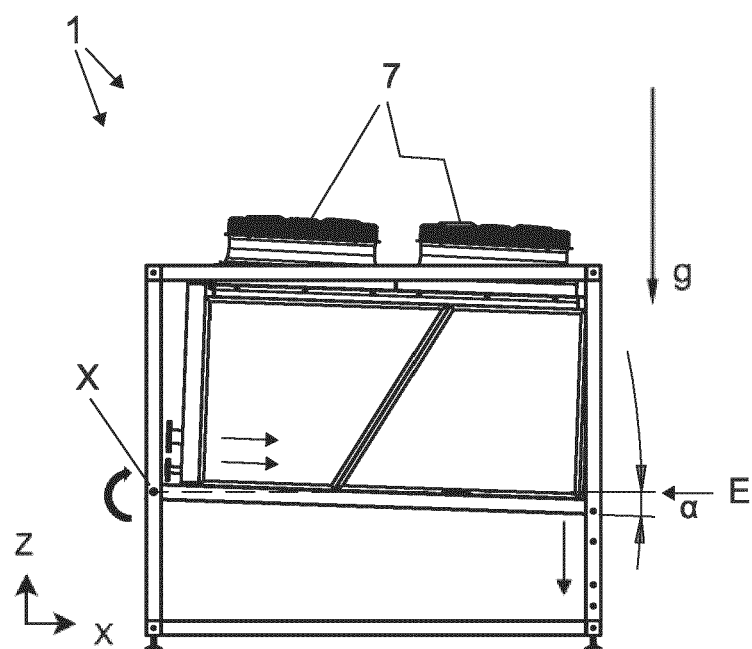


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 19 4389

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2016 011879 A1 (EAW ENERGIEANLAGENBAU GMBH WESTENFELD [DE]) 12. April 2018 (2018-04-12) * das ganze Dokument *	1-17	INV. F28B1/06 F28B1/08 F28D1/02 F28D1/04 F25B39/04
A	FR 2 982 936 A1 (BS GESTION CONSEIL [FR]) 24. Mai 2013 (2013-05-24) * das ganze Dokument *	1-17	
A	US 2022/120478 A1 (KUPPUSAMY KARTHICK [IN]) 21. April 2022 (2022-04-21) * das ganze Dokument *	1-17	
A	EP 3 583 369 B1 (CABERO BETEILIGUNGS GMBH [DE]) 12. Mai 2021 (2021-05-12) * das ganze Dokument *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28B F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Februar 2025	Prüfer Axters, Michael
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 : mündliche 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	

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

EP 24 19 4389

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.

07 - 02 - 2025

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102016011879 A1	12-04-2018	KEINE	
15	FR 2982936 A1	24-05-2013	KEINE	
	US 2022120478 A1	21-04-2022	CA 3135219 A1	21-04-2022
			EP 3988880 A1	27-04-2022
			US 2022120478 A1	21-04-2022
20	EP 3583369 B1	12-05-2021	DE 102017107300 A1	11-10-2018
			EP 3583369 A1	25-12-2019
			WO 2018184908 A1	11-10-2018
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- FR 2982936 B1 [0004] [0043]
- DE 1962061 C3 [0004]
- GB 974691 A [0004]
- DE 102019122087 A1 [0004] [0044]
- CN 220689832 U [0005]
- CN 212673875 U [0005]