



(11)

EP 3 557 156 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.10.2019 Patentblatt 2019/43

(51) Int Cl.:
F24H 4/00 (2006.01) F25B 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18167738.6**

(22) Anmeldetag: **17.04.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Tremel, Alexander**
91096 Möhrendorf (DE)

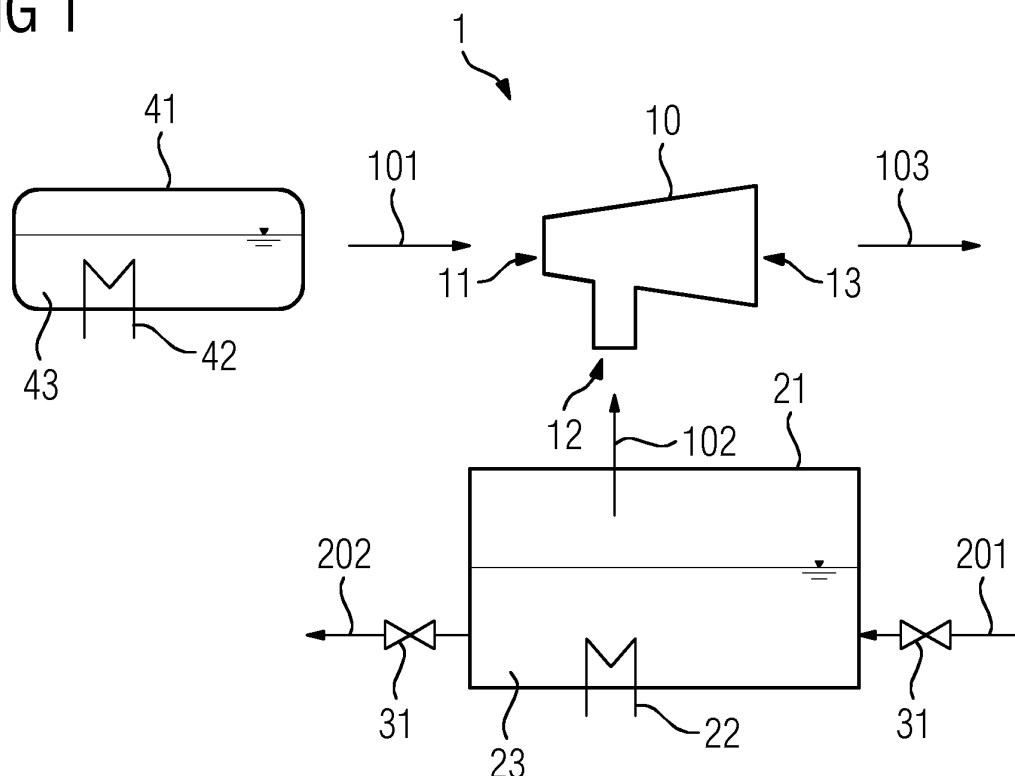
(54) **VORRICHTUNG MIT EINER STRAHPUMPE SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SOLCHEN VORRICHTUNG**

(57) Es wird eine Vorrichtung (1) vorgeschlagen, die wenigstens eine Strahlpumpe (10) zur Bereitstellung eines Produktfluids an einem Austritt (13) der Strahlpumpe (10), einen ersten Behälter (41) zur Aufnahme eines Saugmediums (43) und einen zweiten Behälter (21) zur Aufnahme eines Treibmediums (23) umfasst, wobei der erste Behälter (41) mit einem Treibmediumeingang (11)

der Strahlpumpe (10) und der zweite Behälter (21) mit einem Saugmediumeneingang (12) der Strahlpumpe (10) fluidisch gekoppelt ist. Erfindungsgemäß umfasst der erste Behälter (41) ein elektrisches Heizelement (42) zur Erhöhung der Temperatur des Treibmediums (43).

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung (1).

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 9.

[0002] Aufgrund der Forderung nach einer Dekarbonisierung von Energiesystemen ist es erforderlich die Wärmeversorgung zu elektrifizieren (Sektorkopplung). Insbesondere wird hierzu erneuerbar erzeugte elektrische Energie, die einen geringen CO₂-Fußabdruck (engl. Carbon footprint) aufweist, zur Erzeugung von Wärme, beispielsweise für eine Gebäudeheizung, für ein Fernwärmenetz, für eine Bereitstellung einer Prozesswärme oder dergleichen, verwendet. Dadurch kann eine Verwendung von fossilen Brennstoffen, wie beispielsweise Gas oder Kohle, reduziert werden.

[0003] Bei einer Bereitstellung von Wärme mittels elektrischer Energie (strombasierte Bereitstellung von Wärme) wird zwischen zwei Technologien unterschieden. Zum Einen kann eine direkte elektrische Erzeugung der Wärme, beispielsweise mittels einer Widerstandheizung, erfolgen. Zum Anderen ist eine Verwendung einer Wärmepumpe denkbar. Ein Vorteil der direkten elektrischen Erzeugung der Wärme ist, dass diese sehr geringe Investitionskosten aufweist. Allerdings ist diese auf eine Leistungszahl (engl. Coefficient of Performance, kurz COP) kleiner gleich eins limitiert. Wärmepumpen weisen Leistungszahlen oberhalb von eins, typischerweise im Bereich von zwei bis vier auf, wobei die erreichbare Leistungszahl von der Temperatur der Wärmequelle, beispielsweise der Außentemperatur beziehungsweise Umgebungstemperatur, und der Wärmesenke abhängig ist. Nachteilig an Wärmepumpen ist, dass diese höhere Investitionskosten aufweisen.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine effiziente Bereitstellung einer strombasierten Wärme mit möglichst geringen Investitionskosten zu ermöglichen.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruches 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruches 9 gelöst. In den abhängigen Patentansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst wenigstens eine Strahlpumpe, insbesondere eine oder mehrere Strahlpumpen, zur Bereitstellung eines Produktfluids an einem Austritt der Strahlpumpe, einen ersten Behälter zur Aufnahme eines Saugmediums und einen zweiten Behälter zur Aufnahme eines Treibmediums, wobei der erste Behälter mit einem Treibmediumeingang der Strahlpumpe und der zweite Behälter mit einem Saugmediumeneingang der Strahlpumpe fluidisch gekoppelt ist. Erfindungsgemäß umfasst der erste Behälter ein elektrisches Heizelement, beispielsweise eine Widerstandsheizung, zur Erhöhung der Temperatur des Treibmediums. Mit anderen Worten umfasst der erste Behälter eine Beheizung zur Erhöhung der Temperatur

des Treibmediums und dadurch ebenfalls zur Erhöhung des Druckes des Treibmediums.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird zur Bereitstellung einer strombasierten Wärme die Strahlpumpe mit dem elektrischen Heizelement synergetisch kombiniert. Vorteilhafterweise weist dadurch die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Leistungszahl größer als eins, insbesondere größer als eins und kleiner gleich zwei auf. Der Treibmediumeneingang ist zur wenigstens teilweisen Zuführung des Treibmediums aus dem ersten Behälter zur Strahlpumpe vorgesehen oder ausgebildet. Der Saugmediumeneingang ist zur wenigstens teilweisen Zuführung des Saugmediums aus dem zweiten Behälter zur Strahlpumpe vorgesehen oder ausgebildet. Das elektrische Heizelement ist zur Erwärmung, insbesondere zur wenigstens teilweisen Verdampfung, des Treibmediums innerhalb des ersten Behälters vorgesehen oder ausgebildet.

[0008] Eine in Bezug auf das Produktfluid serielle Hintereinanderschaltung von erfindungsgemäßen Vorrichtungen ist denkbar. Hierzu wird einer weiteren Strahlpumpe das Produktfluid der vorangegangenen Strahlpumpe als Saugmedium wenigstens teilweise zugeführt.

[0009] Zum Verständnis der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden kurz das Prinzip einer Strahlpumpe erläutert.

[0010] Eine Strahlpumpe ist eine Vorrichtung mittels welcher eine Verdichtung und Förderung eines Saugmediums erfolgt. Durch einen Impulsaustausch zwischen dem Treibmedium und einem Saugmedium wird das Saugmedium angesaugt, beschleunigt, verdichtet und/oder gefördert. Hierbei weist das Treibmedium typischerweise im Vergleich zum Saugmedium einen hohen Druck auf, wobei mittels einer Düse das Treibmedium beschleunigt und somit das Saugmedium angesaugt wird. Mittels der Strahlpumpe wird das Treibmedium und das Saugmedium somit vermischt, wobei durch diese Vermischung ein Produktfluid bereitgestellt wird, das einen in Bezug auf den Druck des Treibmediums und in Bezug auf den Druck des Saugmediums mittleren Druck und eine entsprechende mittlere Temperatur aufweist.

[0011] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass die Strahlpumpe - beispielsweise im Gegensatz zu einem Kompressor einer Wärmepumpe - keine mechanisch bewegten Bestandteile aufweist. Zudem ist ihr Aufbau im Vergleich zu einem Kompressor beziehungsweise einer Wärmepumpe weniger komplex. Dadurch ist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise besonders robust und wartungsarm.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist den ersten und den zweiten Behälter auf, wobei der erste Behälter für das Treibmedium und der zweite Behälter für das Saugmedium vorgesehen ist. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der erste Behälter, der zur Aufnahme des Treibmediums vorgesehen ist, das elektrische Heizelement zur Erhöhung der Temperatur des Treibmediums umfasst. Mit anderen Worten ist bei einem Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung das

innerhalb des ersten Behälters angeordnete Treibmedium mittels des elektrischen Heizelementes erwärmbar, insbesondere wenigstens teilweise verdampfbar. Durch die Erhöhung der Temperatur des Treibmediums mittels des elektrischen Heizelementes steigt der Druck im ersten Behälter. Dadurch kann das Treibmedium wenigstens teilweise verdampft werden, sodass das Treibmedium im gasförmigen Aggregatzustand mit einem hohen Druck für die Strahlpumpe über ihren Treibmediumeingang bereitstellbar ist. Mit anderen Worten wird das verdampfte Treibmedium der Strahlpumpe mittels des Treibmediumeinganges wenigstens teilweise zugeführt.

[0013] Der zweite Behälter ist zur Aufnahme des Saugmediums vorgesehen. Hierbei weist das Saugmedium typischerweise einen geringeren Druck und somit eine geringe Temperatur als das Treibmedium auf. Das Produktfluid, welches wenigstens teilweise das verdampfte Treibmedium und das Saugmedium umfasst, weist bezüglich der genannten Medien einen mittleren Druck und eine mittlere Temperatur auf. Ein Kerngedanke der Erfindung ist, dass das Produktfluid die Verdampfungsenthalpie des Treibmediums und des Saugmediums umfasst. Da das Saugmedium typischerweise eine geringe Temperatur aufweist, wird somit das Saugmedium vorteilhafterweise bezüglich seiner Temperatur aufgewertet. Insbesondere weist das Saugmedium im Wesentlichen die Umgebungstemperatur der Vorrichtung auf. Die ursprüngliche Wärme des Saugmediums geht daher nicht verloren, sondern geht auf das Produktfluid wenigstens teilweise über. Dadurch weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Leistungszahl größer gleich eins auf. Mit anderen Worten ist der Wärmeinhalt des Produktfluids größer als die eingesetzte elektrische Energie zur Erwärmung des Treibmediums. Das durch die Strahlpumpe bereitgestellte Produktfluid kann vorteilhafterweise, insbesondere in einem industriellen Prozess, beispielsweise zur Bereitstellung einer Prozesswärme, weiter verwendet werden.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist im Vergleich zu einer Wärmepumpe eine geringere Leistungszahl auf. Allerdings umfasst sie im Gegensatz zu einer Wärmepumpe keine beweglichen Bauteile. Weiterhin sind die Investitionskosten im Vergleich zu einer Wärmepumpe deutlich geringer. Dadurch wird vorteilhafterweise ein ökonomischer Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch bei einer geringeren Leistungszahl ermöglicht. Mit anderen Worten stellt die vorliegende Erfindung einen vorteilhaften Kompromiss zwischen einer direkten elektrischen Heizung und einer Wärmepumpe dar. Die vorliegende Erfindung bildet somit eine synergetische Kombination der Strahlpumpe mit dem elektrischen Heizelement aus.

[0015] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn das Treibmedium und/oder das Saugmedium Wasser umfasst, insbesondere Wasser ist. Mit anderen Worten wird vorteilhafterweise als Treibmedium und/oder als Saugmedium Wasser verwendet. Der Begriff des Wassers umfasst Wasser mit weiteren Bestandteilen, beispielsweise mit

Verunreinigungen. Dadurch wird vorteilhafterweise als Produktfluid Wasserdampf bereitgestellt, der für eine Zielanwendung, insbesondere für einen industriellen Prozess, direkt verwendet werden kann. Alternativ oder ergänzend umfasst das Treibmedium und/oder Saugmedium ein Kältemittel, ein Fluorketon, Ammoniak und/oder eine Mischung aus den genannten Stoffen.

[0016] Im Folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung exemplarisch für den Fall, dass das Treibmedium und das Saugmedium Wasser ist, erläutert.

[0017] Das Treibmedium wird mittels des elektrischen Heizelementes bis zu seiner wenigstens teilweisen Verdampfung erhitzt. Der dadurch entstandene Dampf wird über dem Treibmediumeingang der Strahlpumpe dieser zugeführt. Die Verdampfung des Wassers, welches als Treibmedium vorgesehen ist, erfolgt innerhalb des ersten Behälters, sodass dieser typischerweise einen hohen Druck aufweist. Mittels des Treibmediums und der Strahlpumpe wird der Druck innerhalb des zweiten Behälters reduziert, sodass das Wasser, welches als Saugmedium vorgesehen ist, wenigstens teilweise verdunstet oder verdampft. Dadurch werden das Treibmedium und das Saugmedium vermischt, wodurch ein dampfförmiges oder gasförmiges Produktfluid, insbesondere Wasserdampf beziehungsweise Dampf, erzeugt wird. Somit wird mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine strombasierte Bereitstellung von Wärme ermöglicht, wobei das Produktfluid, welches eine in Bezug auf die verwendeten Medien mittlere Temperatur und Druck aufweist, für eine Zielanwendung, beispielsweise eine Gebäudebeheizung, verwendet werden kann. Bezogen auf die durch das elektrische Heizelement verbrauchte elektrische Energie ist die Leistungszahl der erfindungsgemäßen Vorrichtung größer als eins.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung oder einer ihrer Ausgestaltungen wird ein Treibmedium der Strahlpumpe innerhalb des ersten Behälters und ein Saugmedium der Strahlpumpe innerhalb des zweiten Behälters bereitgestellt. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Treibmediums vor seiner Zuführung zur Strahlpumpe mittels des elektrischen Heizelementes erhöht wird.

[0019] Typischerweise sind das Treibmedium und das Saugmedium vor dem Betrieb der Vorrichtung flüssig.

[0020] Es ergeben sich zur erfindungsgemäßen Vorrichtung gleichartige und gleichwertige Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine Wasserquelle, insbesondere eine Abwasserquelle, wobei der zweite Behälter zur Aufnahme des Saugmediums mit der Wasserquelle fluidisch gekoppelt ist.

[0022] Mit anderen Worten wird vorteilhafterweise als Saugmedium ein Abwasser verwendet. Insbesondere wird als Saugmedium ein Flusswasser oder ein Abwasser einer industriellen Anlage verwendet. Die Verwen-

dung von Abwasser ist deshalb von Vorteil, da dadurch eine wenigstens teilweise Reinigung oder Aufbereitung des Abwassers ermöglicht wird. Das ist deshalb der Fall, da das Abwasser als Saugmedium verwendet wird und somit das Produktfluid nur verdunstetes oder verdampftes Abwasser umfasst. Durch die Verdunstung oder Verdampfung des Abwassers bleiben seine Verunreinigungen größtenteils innerhalb des zweiten Behälters zurück. Mit anderen Worten wird vorteilhafterweise eine Reinigung oder Aufbereitung oder Wasseraufbereitung des Saugmediums ermöglicht. Insbesondere ist eine Verwendung von stark verschmutzten Abwasser als Saugmedium denkbar.

[0023] Weiterhin wird das Abwasser bezüglich seines Temperaturniveaus aufgewertet. Typischerweise weist Abwasser ein nicht nutzbares niedriges Temperaturniveau auf. Mittels der Vorrichtung wird das Temperaturniveau des Abwassers aufgewertet und somit nutzbar. Somit wird die Aufbereitung von Abwasser oder Wasser mit einer Bereitstellung von Wärme synergetisch kombiniert.

[0024] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst der zweite Behälter zur Erhöhung der Temperatur des Saugmediums wenigstens einen Wärmetauscher.

[0025] Mittels des Wärmetauschers wird vorteilhafterweise dem Saugmedium, insbesondere dem Abwasser, Wärme, insbesondere Abwärme eines industriellen Prozesses, zuführbar. Dadurch wird vorteilhafterweise die zugeführte Abwärme mittels des durch die Strahlpumpe bereitgestellten Produktfluids thermisch aufgewertet.

[0026] Ein weiterer Vorteil des Wärmetauschers ist, dass dadurch eine Verringerung der Temperatur (Temperaturabsenkung) des Saugmediums aufgrund der Verdampfung oder Verdunstung innerhalb des zweiten Behälters verhinderbar ist. Hierbei hängt die Höhe der genannten Temperaturabsenkung vom Verhältnis des entnommenen Saugmediums zur ursprünglich Menge (Volumen, Masse oder Stoffmenge) des Saugmediums ab.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Behälter druckdicht ausgebildet.

[0028] Das ist deshalb von Vorteil, da dadurch verschiedene Drücke des Treibmediums und des Saugmediums ermöglicht werden. Allerdings ist dadurch ein kontinuierlicher Betrieb über einen längeren Zeitraum typischerweise ausgeschlossen. Dies kann akzeptabel sein, da günstige elektrische Energie ebenfalls typischerweise nur innerhalb eines begrenzten Zeitraumes, beispielsweise in einer windreichen Nacht, verfügbar ist. Ein kontinuierlicher Betrieb wird beispielsweise mittels Pumpen und/oder Ventilen ermöglicht. Beispielsweise werden das Treibmedium und das Saugmedium mittels Pumpen ihren zugehörigen Behältern stetig oder in festgelegten zeitlichen Abständen zugeführt. Alternativ oder ergänzend können die Behälter befüllt werden, wenn die Vorrichtung nicht betrieben wird. Wird die Vorrichtung nicht betrieben, so weisen die Behälter weisen typischerweise Umgebungsdruck auf.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der erste Behälter mit einem weiteren ersten Behälter fluidisch parallel gekoppelt und/oder der zweite Behälter mit einem weiteren zweiten Behälter fluidisch parallel gekoppelt.

[0030] Vorteilhafterweise wird dadurch ein quasikontinuierlicher Betrieb der Vorrichtung ermöglicht. Das ist deshalb der Fall, da zwischen den zwei ersten Behältern und zwischen den zwei zweiten Behältern umgeschaltet werden kann. Ein solches Umschalten wird beispielsweise mittels Ventilen ermöglicht. Das Umschalten erfolgt, wenn einer der zwei ersten Behälter und/oder einer der zwei zweiten Behälter leer oder im Wesentlichen leer ist, das heißt ein bestimmter Schwellenwert des Volumens, der Masse oder der Stoffmenge des Treibmediums und/oder des Saugmediums unterschritten wird.

[0031] Beispielsweise sei der zweite Behälter durch einen Betrieb der Vorrichtung leer und der weitere zweite Behälter voll. In einem solchen Zustand erfolgt ein Umschalten auf den weiteren zweiten Behälter, der ausreichend mit Saugmedium gefüllt ist. Während des Betriebes der Vorrichtung mittels des weiteren zweiten Behälters wird der zweite Behälter wieder mit Saugmedium wenigstens teilweise, insbesondere vollständig, befüllt.

Ist nun der weitere zweite Behälter leer, so wird wieder auf den zweiten Behälter umgeschaltet. Selbiges gilt entsprechend für die ersten Behälter, die das Treibmedium umfassen. Dadurch wird ein quasikontinuierlicher Betrieb der Vorrichtung über einen längeren Zeitraum ermöglicht. Mit anderen Worten wird derjenige Behälter, der zum Betrieb der Vorrichtung gerade nicht erforderlich ist, nachgefüllt. Über Ventile erfolgt die Umschaltung zwischen den genannten Behältern.

[0032] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Vorrichtung einen Kondensator, wobei der Kondensator zur Kondensation des Produktfluids mit dem Austritt der Strahlpumpe fluidisch gekoppelt ist.

[0033] Vorteilhafterweise kondensiert das typischerweise dampfförmige oder gasförmig Produktfluid innerhalb des Kondensators unter einer teilweisen Abgabe seiner Wärme. Die durch die Kondensation des Produktfluids bereitgestellte Wärme kann vorteilhafterweise in einem weiteren Prozess verwendet werden und/oder auf einen weiteren Wärmeträger, insbesondere Wasser, übertragen werden.

[0034] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Kondensator zur Rückführung des kondensierten Produktfluids mit dem ersten und/oder zweiten Behälter fluidisch gekoppelt.

[0035] Vorteilhafterweise bildet sich dadurch ein Kreislauf für das Treibmedium und/oder Saugmedium aus. Hierbei erhöht sich beispielsweise die Menge an Treibmedium pro Umlauf, da das Produktfluid das Treibmedium sowie das Saugmedium umfasst. Vorteilhafterweise wird dadurch ein quasikontinuierlicher Betrieb in Bezug auf das Treibmedium ermöglicht, wobei das Saugmedium während des Prozesses aufbereitet oder gereinigt

wird und seine Wärme mittels des Kondensators für eine Zielanwendung bereitgestellt wird. Da mehr Produktfluid als eingesetztes Treibmedium bereitgestellt wird, kann ein Teil des Produktfluids dem Kreislauf als aufbereitetes Wasser entzogen werden. Dadurch wird neben der Bereitstellung von Wärme auf einem mittleren Temperaturniveau auch nahezu reines Wasser bereitgestellt. Das ist deshalb der Fall, da typischerweise Verunreinigungen nicht in die Dampfphase übergehen und somit nicht im Dampf des Treibmediums und/oder Saugmediums enthalten sind.

[0036] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Austritt der Strahlpumpe mit einer Gebäudeheizung, einem Fernwärmenetzwerk und/oder einer industriellen Anlage thermisch, insbesondere fluidisch, koppelbar.

[0037] Bevorzugt umfasst die Vorrichtung wenigstens einen Teil der Gebäudeheizung, des Fernwärmenetzes und/oder der industriellen Anlage, wobei der Austritt der Strahlpumpe mit dem Teil der Gebäudeheizung, mit dem Teil des Fernwärmenetzes, und/oder mit dem Teil der industriellen Anlage thermisch, insbesondere fluidisch, gekoppelt ist.

[0038] Vorteilhafterweise wird dadurch die durch die Vorrichtung bereitgestellte Wärme weiter verwendet. Die durch die Vorrichtung bereitgestellte Wärme weist ein höheres Temperaturniveau als das ursprüngliche Saugmedium auf. Dadurch wird vorteilhafterweise das Temperaturniveau des Saugmediums aufgewertet, sodass dieses in Form des Produktfluids mit einer höheren Temperatur und einem höheren Druck für eine Zielanwendung, insbesondere für die Gebäudeheizung, das Fernwärmenetz und/oder die industrielle Anlage, verwendet werden kann.

[0039] Die Kopplung zwischen der Gebäudeheizung, dem Fernwärmenetz und/oder der industriellen Anlage kann mittels des Kondensators oder eines weiteren Kondensators erfolgen. Mit anderen Worten ist die Vorrichtung bevorzugt mittels des oder eines weiteren Kondensators mit einer Gebäudeheizung, einem Fernwärmenetz und/oder einer industriellen Anlage thermisch, insbesondere fluidisch, koppelbar.

[0040] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird das Treibmedium auf eine Temperatur oberhalb der Temperatur des Saugmediums erwärmt.

[0041] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird das Treibmedium auf eine Temperatur unterhalb seiner kritischen Temperatur erwärmt.

[0042] Die kritische Temperatur kennzeichnet hierbei den kritischen Punkt des Treibmediums, und somit ebenfalls einen kritischen Druck, über dem der gasförmige und flüssige Aggregatzustand nicht mehr unterscheidbar sind. Für den Betrieb der Strahlpumpe ist es vorteilhaft, dass das Treibmedium eine Temperatur unterhalb seiner kritischen Temperatur aufweist. Beispielsweise weist Wasser eine kritische Temperatur von 347 Grad Celsius bei einem Druck von 22,1 Megapascal (221 bar) auf.

[0043] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung

wird das Treibmedium auf eine Temperatur im Bereich von 100 Grad Celsius bis 200 Grad Celsius erwärmt.

[0044] Hierbei erfolgt die Erwärmung mittels des elektrischen Heizelementes des ersten Behälters. Besonders bevorzugt werden zum Betrieb des elektrischen Heizelementes eine oder mehrere erneuerbare Energiequellen, beispielsweise Photovoltaikanlagen und/oder Windkraftwerken, verwendet. Ferner hat sich gezeigt, dass der genannte vorteilhafte Temperaturbereich besonders bevorzugt ist, um die Temperatur des Saugmediums auf eine in Bezug auf typische Zielanwendungen ausreichend hohe Temperatur zu erhöhen.

[0045] Bevorzugt wird das Saugmedium mit einer Temperatur im Bereich von 20 Grad Celsius bis 100 Grad Celsius bereitgestellt. Besonders bevorzugt mit einer Temperatur im Bereich von 60 Grad Celsius bis 100 Grad Celsius. Insbesondere für eine Gebäudeheizung ist dies von Vorteil. Weiterhin kann eine Einspeisung in ein Fernwärmenetz erfolgen, wobei hierbei Temperaturen des Produktfluids im Bereich von 80 Grad Celsius bis 180 Grad Celsius von Vorteil sind.

[0046] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen schematisiert:

Figur 1 eine Vorrichtung gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung; und

Figur 2 eine Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung.

[0047] Gleichartige, gleichwertige und/oder gleichwirkende Elemente können in einer der Figuren oder in den Figuren mit demselben Bezugszeichen versehen sein.

[0048] Die Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1 gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung.

[0049] Die Vorrichtung 1 umfasst eine Strahlpumpe 10, wobei die Strahlpumpe 10 einen Treibmediumeingang 11 für ein Treibmedium 43, einen Saugmediumeingang 12 für ein Saugmedium 23 sowie einen Austritt 13 für einen Austritt eines aus dem Treibmedium 43 und dem Saugmedium 23 gebildeten Produktfluids aufweist.

[0050] Weiterhin umfasst die Vorrichtung 1 einen ersten Behälter 41 zur Aufnahme des Treibmediums 43 und einen zweiten Behälter 21 zur Aufnahme des Saugmediums 23. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Treibmedium 43 Wasser. Als Saugmedium 23 wird ebenfalls Wasser, beispielsweise ein Abwasser mit einer geringen Temperatur, verwendet. Das Abwasser weist hierbei eine geringe Temperatur auf, falls dessen Temperatur unterhalb von 80 Grad Celsius, insbesondere unterhalb von 60 Grad Celsius, liegt. Typischerweise weist das Abwasser und somit das Saugmedium 23 eine Temperatur im Bereich der Umgebungstemperatur der Vorrichtung 1 auf.

[0051] Der erste Behälter 41 umfasst ein elektrisches

Heizelement 42. Das elektrische Heizelement 42, beispielsweise ein elektrischer Heizstab, ist zur Erwärmung oder Erhitzung, das heißt zur Erhöhung der Temperatur des Treibmediums 43 vorgesehen. Hierbei wird das Treibmedium 43 innerhalb des ersten Behälters 41 erwärmt. Es ist vorgesehen, das Treibmedium 43 mittels des elektrischen Heizelementes 42 derart zu erwärmen, dass dieses wenigstens teilweise verdampft. Mit anderen Worten erfolgt beim Betrieb der Vorrichtung 1 eine wenigstens teilweise Verdampfung des Treibmediums 43 innerhalb des ersten Behälters 41, wobei die Verdampfung durch das elektrische Heizelement 42 induziert ist. Hierdurch wird ebenfalls der Druck innerhalb des ersten Behälters 41 erhöht. Das verdampfte Treibmedium 43 wird über den Treibmediumeingang 11 der Strahlpumpe 10 zugeführt. Hierbei weist das verdampfte Treibmedium 43 bevorzugt eine Temperatur oberhalb von 100 Grad Celsius auf. Die Zuführung des Treibmediums 43 ist mittels des Pfeils 101 gekennzeichnet.

[0052] Bei einem Betrieb der Strahlpumpe 10 wird durch das mittels der Strahlpumpe 10 beschleunigte Treibmedium 43 ein Unterdruck innerhalb des zweiten Behälters 21 erzeugt. Dadurch erfolgt eine wenigstens teilweise Verdunstung oder Verdampfung des Saugmediums 23. Mit anderen Worten wird das Saugmedium 23 durch das Treibmedium 43 mitgerissen, sodass ein Mischfluid aus dem Treibmedium 43 und dem Saugmedium 23 erzeugt wird, welches das Produktfluid ausbildet. Da das Treibmedium 43 durch das elektrische Heizelement 42 eine im Vergleich zur Temperatur des Saugmediums 23 höhere Temperatur aufweist, weist das Produktfluid eine mittlere Temperatur und einen mittleren Druck in Bezug auf die Temperaturen und Drücke der genannten Medien auf. Hierbei geht die Verdampfungsenthalpie des Saugmediums 23 auf das Produktfluid über. Dadurch wird eine Leistungszahl größer gleich eins, insbesondere im Bereich zwischen eins und zwei erreicht.

[0053] Das dampfförmige oder gasförmige Produktfluid, welches ebenfalls flüssige Bestandteile aufweisen kann, tritt über den Austritt 13 der Strahlpumpe 10 aus. Dies ist mit dem Pfeil 103 gekennzeichnet. Das Produktfluid kann für wenigstens eine Zielanwendung, beispielsweise für eine Gebäudeheizung, ein Fernwärmenetz und/oder einer industriellen Anlage, direkt oder indirekt, verwendet werden. Dies ist typischerweise für das ursprüngliche Saugmedium 23 im zweiten Behälter 21 nicht möglich, da typischerweise seine Temperatur zu niedrig ist und/oder es verunreinigt oder verschmutzt ist. Somit wird das Saugmedium 23 bezüglich seiner Temperatur und/oder seiner Reinheit in Form des Produktfluids aufgewertet. Insbesondere kann die Restwärme des Saugmediums wenigstens teilweise wieder verwendet und/oder zurückgewonnen werden.

[0054] Der zweite Behälter 21 weist eine Einleitung 201 und Ausleitung 202 für das Saugmedium 23, insbesondere Wasser oder Abwasser, auf. Die Einleitung 201 und Ausleitung 202 des Saugmediums 23 kann jeweils

mittels eines Ventils 31 erfolgen.

[0055] Ergänzend weist der zweite Behälter 21 einen Wärmetauscher 22 auf. Mittels des Wärmetauschers 22 kann eine weitere Abwärme oder eine weitere Abwärmequelle zur Erwärmung des Saugmediums 23 verwendet werden. Dadurch ist vorteilhafterweise die Abwärme in Form des Produktfluids wenigstens teilweise wieder verwendbar.

[0056] Für das Produktfluid ist eine Temperatur im Bereich von 60 Grad Celsius bis 180 Grad Celsius, insbesondere im Bereich von 80 Grad Celsius bis 180 Grad Celsius, beispielsweise für ein Fernwärmenetz, oder bevorzugt im Bereich von 60 Grad Celsius bis 100 Grad Celsius, beispielsweise für eine Gebäudeheizung, von Vorteil. Weiterhin ist eine Bereitstellung von Prozesswärme mit höheren Temperaturen, insbesondere oberhalb von 180 Grad Celsius, denkbar.

[0057] Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung 1 ist, dass vergleichbar mit einer Wärmepumpe Umgebungswärme oder Abwärme und elektrische Energie beziehungsweise elektrische Strom dazu verwendet werden, Wärme mit einem Temperaturniveau oberhalb der Umgebungstemperatur oder oberhalb der Temperatur der Abwärme bereitzustellen. Die Vorrichtung 1 weist im Gegensatz zu einer Wärmepumpe keine stetig bewegten Bauteile, wie dies beispielsweise bei einem Kompressor der Fall ist, auf.

[0058] Als Saugmedium und/oder Treibmedium wird bevorzugt Wasser verwendet, sodass direkt Wasserdampf (Produktfluid) bereitgestellt werden kann. Das ist deshalb von Vorteil, da der Wasserdampf direkt in einer Zielanwendung verwendet werden kann. Alternativ oder ergänzend kann ein Kältemittel, ein Fluorketon oder Ammoniak oder eine Mischung aus den genannten Stoffen verwendet werden.

[0059] Für einen effizienten Betrieb der Vorrichtung 1 ist es erforderlich, dass die zwei Behälter 21, 41 druckdicht sind. Dadurch kann sich - bezüglich des Umgebungsdruckes - im ersten Behälter 41 ein Überdruck und im zweiten Behälter 21 ein Unterdruck aufbauen. Aufgrund des Unterdruckes, der Verdampfung beziehungsweise Verdunstung und der Entnahme des Saugmediums 23 kann es zu einer Verringerung der Temperatur des Saugmediums 23 innerhalb des zweiten Behälters 21 kommen. Es ist daher von Vorteil ergänzend Wärme dem Saugmedium 23 innerhalb des zweiten Behälters 21 zuzuführen. Dies kann mittels des Wärmetauschers 22 erfolgen.

[0060] Das bereitgestellte Produktfluid ist typischerweise dampfförmig oder gasförmig. Weiterhin weist das Produktfluid eine bezüglich der Medien mittlere Temperatur und einen bezüglich der Medien mittleren Druck auf. Ferner ist die Gesamtmenge an bereitgestellten Produktfluid größer als die Menge von Treibmedium 23, da das Produktfluid aus dem entnommenen Saugmedium 23 und dem entnommenen Treibmedium 43 gebildet wird.

[0061] Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung 1 ist, dass

durch die Verdunstung und/oder Verdampfung des Saugmediums 23 Verunreinigungen zurückbleiben und nicht Bestandteil des Produktfluids sind. Dadurch wird eine Aufbereitung des Saugmediums 23 ermöglicht. Wird als Saugmedium 23 und Treibmedium 43 Wasser verwendet, so erfolgt vorteilhafterweise eine Wasseraufbereitung. Folglich ist neben Wärme auf einem höheren Temperaturniveau zusätzlich aufbereitetes oder sauberes Wasser bereitstellbar. Wird beispielsweise als Saugmedium ein Abwasser verwendet, so kann mittels der Vorrichtung 1 eine wenigstens teilweise Aufbereitung oder Reinigung des Abwassers erfolgen.

[0062] Die Figur 2 zeigt eine Vorrichtung 1 gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung. Hierbei zeigt Figur 2 dieselben Elemente wie bereits Figur 1. Demnach gilt das unter Figur 1 Gesagte ebenfalls für Figur 2 und ist unmittelbar und eindeutig auf die dort dargestellte Vorrichtung 1 übertragbar.

[0063] Ergänzend zu Figur 1 weist die Vorrichtung 1 der Figur 2 einen Kondensator 51 auf, der wenigstens eine teilweise Rückführung des Produktfluids in den zweiten Behälter 21 ermöglicht. Alternativ oder ergänzend kann das Produktfluid wenigstens teilweise in den ersten Behälter 41 rückgeführt werden.

[0064] Mittels des Kondensators 51 wird das dampfförmige oder gasförmige Produktfluid, insbesondere Wasserdampf, wenigstens teilweise unter einer teilweisen Abgabe seiner Wärme kondensiert. Die dadurch abgegebene Wärme kann für eine Gebäudeheizung, für ein Fernwärmenetz und/oder einer industriellen Anlage verwendet werden. Mit anderen Worten ermöglicht der Kondensator 51 eine thermische Kopplung zwischen der Vorrichtung 1 und einer Zielanwendung, insbesondere einer Gebäudeheizung, einem Fernwärmenetz und/oder einer industriellen Anlage. Die Bereitstellung der abgegebenen Wärme ist mit dem Pfeil 105 gekennzeichnet. Die Zuführung des Produktfluids zum Kondensator 51 ist mit dem Pfeil 103 gekennzeichnet.

[0065] Nach der wenigstens teilweisen Kondensation des Produktfluides innerhalb des Kondensators 51 wird dieses zum zweiten Behälter 21, oder in analoger Weise zum ersten Behälter 41, wenigstens teilweise rückgeführt. Diese Rückführung ist mit dem Pfeil 104 gekennzeichnet. Mittels eines Dreiwegeventils 32 kann das kondensierte Produktfluid zum zweiten Behälter 21 (oder ersten Behälter 41) rückgeführt oder insbesondere als aufbereitetes Wasser abgeführt oder der Vorrichtung 1 entnommen werden. Diese Abgabe ist mit dem Pfeil 106 gekennzeichnet. Das Dreiwegeventil 32 ermöglicht ein Umschalten zwischen diesen zwei Betriebszuständen der Vorrichtung 1. Alternativ oder ergänzend ist eine stetige Aufteilung des Massenstromes des kondensierten Produktfluids denkbar. Durch die wenigstens teilweise Rückführung des kondensierten Produktfluids wird somit Wärme und aufbereitetes Produktfluid, insbesondere aufbereitetes Wasser, bereitgestellt. Dadurch stellt die Vorrichtung 1 eine besonders vorteilhafte und synergetische Kombination aus einer Wasseraufbereitung und

einer Bereitstellung von verwendbarer Wärme mit einem ausreichend hohen Temperaturniveau bereit. Mit anderen Worten ermöglicht die Vorrichtung 1 die Bereitstellung von aufbereitetem Wasser und die Bereitstellung von Wärme auf einem erhöhten Temperaturniveau, insbesondere oberhalb von 40 Grad Celsius, besonders bevorzugt oberhalb von 60 Grad Celsius.

[0066] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispielen näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt oder andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0067]

1	Vorrichtung
10	Strahlpumpe
11	Treibmediumeingang
12	Saugmediumeingang
13	Austritt
21	zweiter Behälter
22	Wärmetauscher
23	Saugmedium
31	Ventil
32	Dreiwegeventil
41	erster Behälter
42	elektrisches Heizelement
43	Treibmedium
51	Kondensator
101	Pfeil - Zuführung Treibmedium
102	Pfeil - Zuführung Saugmedium
103	Pfeil - Austritt des Produktfluids
104	Pfeil - Rückführung des Produktfluids
105	Pfeil - Bereitstellung von Wärme
106	Pfeil - Bereitstellung von aufbereitetem Wasser
201	Pfeil - Einleitung Abwasser
202	Pfeil - Ausleitung Abwasser

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1), umfassend wenigstens eine Strahlpumpe (10) zur Bereitstellung eines Produktfluids an einem Austritt (13) der Strahlpumpe (10), einen ersten Behälter (41) zur Aufnahme eines Saugmediums (43) und einen zweiten Behälter (21) zur Aufnahme eines Treibmediums (23), wobei der erste Behälter (41) mit einem Treibmediumeingang (11) der Strahlpumpe (10) und der zweite Behälter (21) mit einem Saugmediumeingang (12) der Strahlpumpe (10) fluidisch gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Behälter (41) ein elektrisches Heizelement (42) zur Erhöhung der Temperatur des Treibmediums (43) umfasst.

2. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine Wasserquelle, insbesondere eine Abwasserquelle, umfasst, wobei der zweite Behälter (21) zur Aufnahme des Saugmediums (23) mit der Wasserquelle fluidisch gekoppelt ist. 5
3. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Behälter (21) zur Erhöhung der Temperatur des Saugmediums (23) einen Wärmetauscher (22) umfasst. 10
4. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und/oder zweite Behälter (41, 21) druckdicht ausgebildet ist/sind. 15
5. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Behälter (41) mit einem weiteren ersten Behälter fluidisch parallel gekoppelt ist, und/oder der zweite Behälter (21) mit einem weiteren zweiten Behälter fluidisch parallel gekoppelt ist. 20
6. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese einen Kondensator (51) umfasst, wobei der Kondensator (51) zur Kondensation des Produktfluids mit dem Austritt (13) der Strahlpumpe (10) fluidisch gekoppelt ist. 25 30
7. Vorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (51) zur Rückführung des kondensierten Produktfluids mit dem ersten und/oder zweiten Behälter (41, 21) fluidisch gekoppelt ist. 35
8. Vorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austritt (13) der Strahlpumpe (10) mit einer Gebäudeheizung, einem Fernwärmenetz, und/oder einer industriellen Anlage thermisch, insbesondere fluidisch, koppelbar ist. 40
9. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Treibmedium (43) der Strahlpumpe (10) innerhalb des ersten Behälters (41) und das Saugmedium (23) der Strahlpumpe (10) innerhalb des zweiten Behälters (41) bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Treibmediums (43) vor seiner Zuführung zur Strahlpumpe (10) mittels des elektrischen Heizelementes (42) erhöht wird. 45 50
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibmedium (43) auf eine Temperatur oberhalb der Temperatur des Saugmediums (23) erwärmt wird. 55
11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibmedium (43) auf eine Temperatur unterhalb seiner kritischen Temperatur erwärmt wird.
12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Treibmedium (43) auf eine Temperatur im Bereich von 100 Grad Celsius bis 200 Grad Celsius erwärmt wird.
13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Saugmedium (23) mit einer Temperatur im Bereich von 40 Grad Celsius bis 100 Grad Celsius bereitgestellt wird.
14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Saugmedium (23) ein Abwasser verwendet wird.
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mittels der Strahlpumpe (10) bereitgestellte Produktfluid für eine Gebäudeheizung, für ein Fernwärmenetz, für eine Bereitstellung eines Prozessdampfes und/oder für eine Wasseraufbereitung verwendet wird.

FIG 1

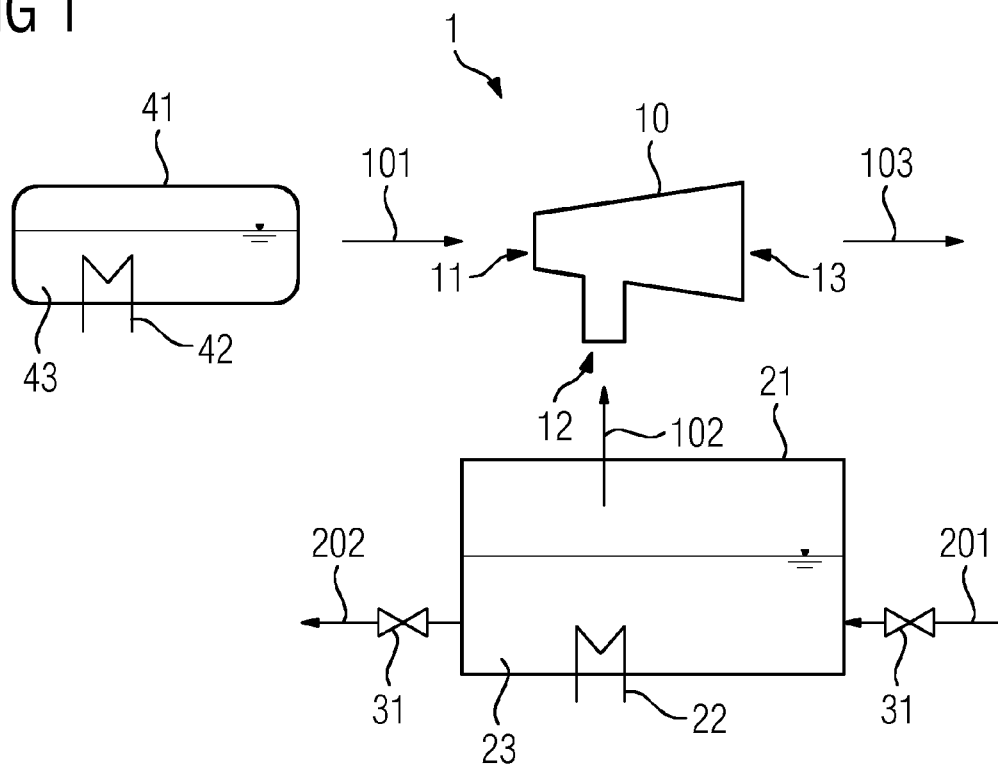
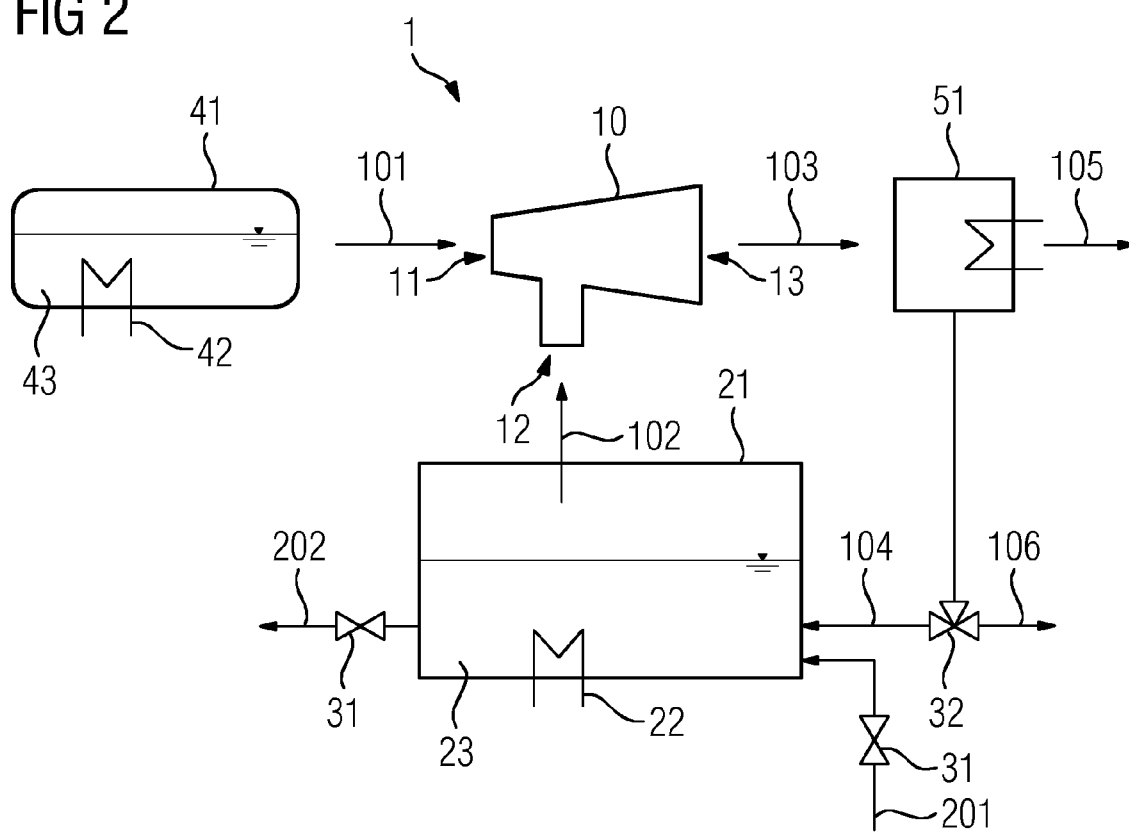


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 16 7738

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 195 02 489 A1 (BAELZ GMBH HELMUT [DE]) 1. August 1996 (1996-08-01) * Spalten 1-5; Abbildungen 1, 3 *	1-4,6-15	INV. F24H4/00 F25B1/08
X	US 2 200 138 A (VON SAUER WALTER) 7. Mai 1940 (1940-05-07) * Seite 1; Abbildung 1 *	1,2,4, 6-10,14, 15	
X	EP 0 168 169 A1 (URCH JOHN FRANCIS) 15. Januar 1986 (1986-01-15) * Seite 5 - Seite 8; Abbildungen 1-4 *	1-10	
X	FR 1 532 478 A (.) 12. Juli 1968 (1968-07-12) * Seite 1; Abbildung 1 *	1,3,4, 6-9	
A	DE 800 872 C (POEHLMANN MORITZ DIPL-ING) 11. Dezember 1950 (1950-12-11) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F25B F24H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. September 2018	Prüfer Riesen, Jörg
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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 16 7738

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.

28-09-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19502489 A1	01-08-1996	KEINE	
US 2200138 A	07-05-1940	KEINE	
EP 0168169 A1	15-01-1986	CA 1241848 A DD 240061 A5 DE 3565005 D1 EP 0168169 A1 ES 8608670 A1 IN 163705 B NZ 212349 A PH 22789 A PT 80611 A US 4612782 A WO 8600125 A1 ZA 8504345 B	13-09-1988 15-10-1986 20-10-1988 15-01-1986 16-06-1986 29-10-1988 29-05-1987 12-12-1988 01-07-1985 23-09-1986 03-01-1986 29-01-1986
FR 1532478 A	12-07-1968	KEINE	
DE 800872 C	11-12-1950	KEINE	

EPO FORM P0461

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