



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 203 414.6**

(22) Anmeldetag: **02.03.2016**

(43) Offenlegungstag: **07.09.2017**

(51) Int Cl.: **F25B 30/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Efficient Energy GmbH, 85622 Feldkirchen, DE

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler,
Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373
München, DE**

(72) Erfinder:
**Kniffler, Oliver, 82054 Sauerlach, DE; Sedlak,
Holger, 82054 Sauerlach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

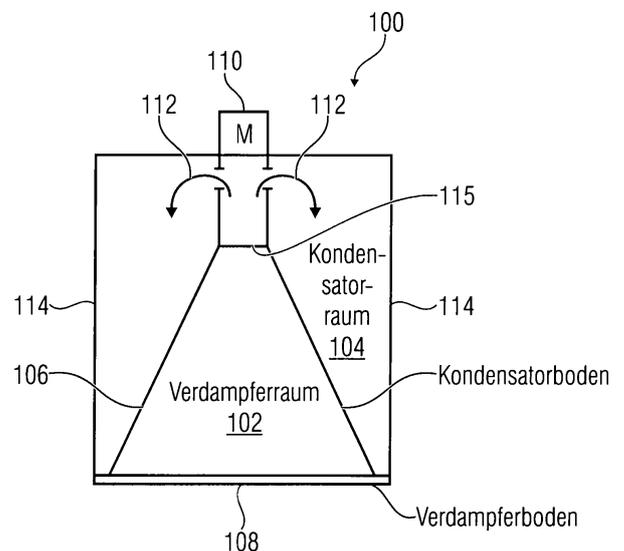
US	1 911 464	A
US	2 450 707	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Wärmepumpe mit einem Fremdgasammelraum, Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpe und Verfahren zum Herstellen einer Wärmepumpe**

(57) Zusammenfassung: Eine Wärmepumpe umfasst einen Kondensierer zum Kondensieren von verdichtetem Arbeitsdampf; einen Fremdgasammelraum, der in dem Kondensierer angeordnet ist, wobei der Fremdgasammelraum folgende Merkmale aufweist: eine Kondensationsoberfläche, die im Betrieb der Wärmepumpe kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist; und eine Trennwand, die zwischen der Kondensationsoberfläche und einer Kondensationszone in dem Kondensierer angeordnet ist; und eine Fremdgasabführungseinrichtung, die mit dem Fremdgasammelraum gekoppelt ist, um Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum abzuführen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Wärmepumpen zum Heizen, Kühlen oder für eine sonstige Anwendung einer Wärmepumpe.

[0002] Fig. 8A und Fig. 8B stellen eine Wärmepumpe dar, wie sie in dem europäischen Patent EP 2016349 B1 beschrieben ist. Die Wärmepumpe umfasst zunächst einen Verdampfer **10** zum Verdampfen von Wasser als Arbeitsflüssigkeit, um ausgangsseitig einen Dampf in einer Arbeitsdampfleitung **12** zu erzeugen. Der Verdampfer umfasst einen Verdampfungsraum (in Fig. 8A nicht gezeigt) und ist ausgebildet, um in dem Verdampfungsraum einen Verdampfungsdruck kleiner als 20 hPa zu erzeugen, so dass das Wasser bei Temperaturen unter 15°C im Verdampfungsraum verdampft. Das Wasser ist z. B. Grundwasser, im Erdreich frei oder in Kollektorrohren zirkulierende Sole, also Wasser mit einem bestimmten Salzgehalt, Flusswasser, Seewasser oder Meerwasser. Es können alle Arten von Wasser, also kalkhaltiges Wasser, kalkfreies Wasser, salzhaltiges Wasser oder salzfreies Wasser verwendet werden. Dies liegt daran, dass alle Arten von Wasser, also alle diese "Wasserstoffe", die günstige Wasser-Eigenschaft haben, nämlich dass Wasser, das auch als "R 718" bekannt ist, ein für den Wärmepumpen-Prozess nutzbares Enthalpie-Differenz-Verhältnis von 6 hat, was dem mehr als 2-fachen des typischen nutzbaren Enthalpie-Differenz-Verhältnisses von z. B. R134a entspricht.

[0003] Der Wasserdampf wird durch die Saugleitung **12** einem Verdichter/Verflüssiger-System **14** zugeführt, das eine Strömungsmaschine wie z. B. einen Radialverdichter, beispielsweise in Form eines Turboverdichters aufweist, der in Fig. 8A mit **16** bezeichnet ist. Die Strömungsmaschine ist ausgebildet, um den Arbeitsdampf auf einen Dampfdruck zumindest größer als 25 hPa zu verdichten. 25 hPa korrespondiert mit einer Verflüssigungstemperatur von etwa 22°C, was zumindest an relativ warmen Tagen bereits eine ausreichende Heizungs-Vorlauftemperatur einer Fußbodenheizung sein kann. Um höhere Vorlauftemperaturen zu generieren, können Drücke größer als 30 hPa mit der Strömungsmaschine **16** erzeugt werden, wobei ein Druck von 30 hPa eine Verflüssigungstemperatur von 24°C hat, ein Druck von 60 hPa eine Verflüssigungstemperatur von 36°C hat, und ein Druck von 100 hPa einer Verflüssigungstemperatur von 45°C entspricht. Fußbodenheizungen sind ausgelegt, um mit einer Vorlauftemperatur von 45°C auch an sehr kalten Tagen ausreichend heizen zu können.

[0004] Die Strömungsmaschine ist mit einem Verflüssiger **18** gekoppelt, der ausgebildet ist, um den verdichteten Arbeitsdampf zu verflüssigen. Durch das Verflüssigen wird die in dem Arbeitsdampf ent-

haltene Energie dem Verflüssiger **18** zugeführt, um dann über den Vorlauf **20a** einem Heizsystem zugeführt zu werden. Über den Rücklauf **20b** fließt das Arbeitsfluid wieder in den Verflüssiger zurück.

[0005] Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, dem energiereichen Wasserdampf direkt durch das kältere Heizungswasser die Wärme(-energie) zu entziehen, welche vom Heizungswasser aufgenommen wird, so dass dieses sich erwärmt. Dem Dampf wird hierbei so viel Energie entzogen, dass dieser verflüssigt wird und ebenfalls am Heizungskreislauf teilnimmt.

[0006] Damit findet ein Materialeintrag in den Verflüssiger bzw. das Heizungssystem statt, der durch einen Ablauf **22** reguliert wird, derart, dass der Verflüssiger in seinem Verflüssigerraum einen Wasserstand hat, der trotz des ständigen Zuführens von Wasserdampf und damit Kondensat immer unterhalb eines Maximalpegels bleibt.

[0007] Wie es bereits ausgeführt worden ist, wird es bevorzugt, einen offenen Kreislauf zu nehmen, also das Wasser, das die Wärmequelle darstellt, direkt ohne Wärmetauscher zu verdampfen. Alternativ könnte jedoch auch das zu verdampfende Wasser zunächst über einen Wärmetauscher von einer externen Wärmequelle aufgeheizt werden. Darüber kann, um auch Verluste für den zweiten Wärmetauscher, der auf Verflüssiger-Seite bisher notwendigerweise vorhanden ist, zu vermeiden, auch dort das Medium direkt verwendet, werden, wenn an ein Haus mit Fußbodenheizung gedacht wird, das Wasser, das von dem Verdampfer stammt, direkt in der Fußbodenheizung zirkulieren zu lassen.

[0008] Alternativ kann jedoch auch auf Verflüssiger-Seite ein Wärmetauscher angeordnet werden, der mit dem Vorlauf **20a** gespeist wird und der den Rücklauf **20b** aufweist, wobei dieser Wärmetauscher das im Verflüssiger befindliche Wasser abkühlt und damit eine separate Fußbodenheizungsflüssigkeit, die typischerweise Wasser sein wird, aufheizt.

[0009] Aufgrund der Tatsache, dass als Arbeitsmedium Wasser verwendet wird, und aufgrund der Tatsache, dass von dem Grundwasser nur der verdampfte Anteil in die Strömungsmaschine eingespeist wird, spielt der Reinheitsgrad des Wassers keine Rolle. Die Strömungsmaschine wird, genauso wie der Verflüssiger und die ggf. direkt gekoppelte Fußbodenheizung immer mit destilliertem Wasser versorgt, derart, dass das System im Vergleich zu heutigen Systemen einen reduzierten Wartungsaufwand hat. Anders ausgedrückt ist das System selbstreinigend, da dem System immer nur destilliertes Wasser zugeführt wird und das Wasser im Ablauf **22** somit nicht verschmutzt ist.

[0010] Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass Strömungsmaschinen die Eigenschaften haben, dass sie – ähnlich einer Flugzeugturbine – das verdichtete Medium nicht mit problematischen Stoffen, wie beispielsweise Öl, in Verbindung bringen. Stattdessen wird der Wasserdampf lediglich durch die Turbine bzw. den Turboverdichter verdichtet, jedoch nicht mit Öl oder einem sonstigen die Reinheit beeinträchtigenden Medium in Verbindung gebracht und damit verunreinigt.

[0011] Das durch den Ablauf abgeführte destillierte Wasser kann somit – wenn keine sonstigen Vorschriften im Wege stehen – ohne Weiteres dem Grundwasser wieder zugeführt werden. Alternativ kann es jedoch auch z. B. im Garten oder in einer Freifläche versickert werden, oder es kann über den Kanal, sofern dies Vorschriften gebieten – einer Kläranlage zugeführt werden.

[0012] Die Kombination von Wasser als Arbeitsmittel mit dem um das 2-fache besseren nutzbaren Enthalpie-Differenz-Verhältnis im Vergleich zu R134a und aufgrund der damit reduzierten Anforderungen an die Geschlossenheit des Systems, und aufgrund des Einsatzes der Strömungsmaschine, durch den effizient und ohne Reinheitsbeeinträchtigungen die erforderlichen Verdichtungsstufen erreicht werden, wird ein effizienter und umweltneutraler Wärmepumpenprozess geschaffen.

[0013] Fig. 8B zeigt eine Tabelle zur Illustration verschiedener Drücke und den diesen Drücken zugeordneten Verdampfungstemperaturen, woraus sich ergibt, dass insbesondere für Wasser als Arbeitsmedium recht niedrige Drücke im Verdampfer zu wählen sind.

[0014] Die DE 4431887 A1 offenbart eine Wärmepumpenanlage mit einem leichtgewichtigen, großvolumigen Hochleistungs-Zentrifugalkompressor. Ein Dampf, der einen Kompressor einer zweiten Stufe verlässt, besitzt eine Sättigungstemperatur, die die Umgebungstemperatur oder diejenige eines verfügbaren Kühlwassers übersteigt, wodurch eine Wärmeabfuhr ermöglicht wird. Der komprimierte Dampf wird von dem Kompressor der zweiten Stufe in die Kondensatoreinheit überführt, die aus einer Schüttschicht besteht, die innerhalb einer Kühlwassersprüheinrichtung an einer Oberseite, die durch eine Wasserzirkulationspumpe versorgt wird, vorgesehen ist. Der komprimierte Wasserdampf steigt in dem Kondensator durch die Schüttschicht an, wo sie in direktem Gegenstromkontakt mit dem nach unten strömenden Kühlwasser gelangt. Der Dampf kondensiert und die latente Wärme der Kondensation, die durch das Kühlwasser absorbiert wird, wird an die Atmosphäre über das Kondensat und das Kühlwasser ausgestoßen, die zusammen aus dem System entfernt werden. Der Kondensator wird kontinuierlich mit nicht kondensier-

baren Gasen mittels einer Vakuumpumpe über eine Rohrleitung gespült.

[0015] Die WO 2014072239 A1 offenbart einen Verflüssiger mit einer Kondensationszone zum Kondensieren von zu kondensierendem Dampf in einer Arbeitsflüssigkeit. Die Kondensationszone ist als Volumenzone ausgebildet und hat eine seitliche Begrenzung zwischen dem oberen Ende der Kondensationszone und dem unteren Ende. Ferner umfasst der Verflüssiger eine Dampfeinleitungszone, die sich entlang des seitlichen Endes der Kondensationszone erstreckt und ausgebildet ist, um zu kondensierenden Dampf seitlich über die seitliche Begrenzung in die Kondensationszone zuzuführen. Damit wird, ohne das Volumen des Verflüssigers zu vergrößern, die tatsächliche Kondensation zu einer Volumenkondensation gemacht, weil der zu verflüssigende Dampf nicht nur frontal von einer Seite in ein Kondensationsvolumen bzw. in die Kondensationszone eingeleitet wird, sondern seitlich und vorzugsweise von allen Seiten. Damit wird nicht nur sichergestellt, dass das zur Verfügung gestellte Kondensationsvolumen bei gleichen äußeren Abmessungen im Vergleich zu einer direkten Gegenstromkondensation vergrößert wird, sondern dass gleichzeitig auch die Effizienz des Kondensators verbessert wird, weil der zu verflüssigende Dampf in der Kondensationszone eine Stromrichtung quer zu der Strömungsrichtung der Kondensationsflüssigkeit aufweist.

[0016] Insbesondere dann, wenn Wärmepumpen mit relativ niedrigen Drücken betrieben werden, also z. B. Drücken, die kleiner oder deutlich kleiner als der Atmosphärendruck sind, existiert die Notwendigkeit, die Wärmepumpe zu evakuieren, damit im Verdampfer ein so niedriger Druck geschaffen wird, dass das verwendete Arbeitsmittel, das z. B. Wasser sein kann, bei der zur Verfügung stehenden Temperatur zu verdampfen beginnt.

[0017] Dies bedeutet jedoch gleichzeitig, dass auch im Betrieb der Wärmepumpe dieser niedrige Druck beibehalten werden muss. Andererseits ist es insbesondere bei Konstruktionen mit vertretbaren Kosten potenziell möglich, dass Lecks in der Wärmepumpe existieren. Gleichzeitig können sich auch Fremdgase aus dem flüssigen oder gasförmigen Medium lösen, die im Kondensierer nicht mehr kondensieren und damit zu einem Druckanstieg in der Wärmepumpe führen. Es hat sich gezeigt, dass ein zunehmender Anteil an Fremdgas in der Wärmepumpe zu einem immer geringeren Effizienz führt.

[0018] Trotz der Tatsache, dass Fremdgase existieren, muss generell davon ausgegangen werden, dass im Gasraum hauptsächlich der erwünschte Arbeitsdampf vorhanden ist. Es tritt also eine Mischung zwischen Arbeitsdampf und Fremdgasen auf, die der-

art ist, dass überwiegend Arbeitsdampf enthalten ist und nur zu einem relativ kleinen Anteil Fremdgase.

[0019] Würde man laufend evakuieren, so würde dies dazu führen, dass zwar Fremdgase entfernt werden. Gleichzeitig wird jedoch auch laufend Arbeitsdampf aus der Wärmepumpe extrahiert. Insbesondere dann, wenn auf Kondensierenseite evakuiert werden würde, ist dieser extrahierte Arbeitsdampf bereits erwärmt. Eine Extraktion von verdichtetem bzw. erwärmtem Arbeitsdampf ist jedoch in zweierlei Hinsicht nachteilig. Zum einen wird Energie ungenutzt aus dem System entzogen und typischerweise in die Umgebung abgegeben. Zum anderen führt die laufende Erwärmung von Arbeitsdampf dazu, dass insbesondere in geschlossenen Systemen der Arbeitsflüssigkeitspegel abfällt. Es muss also Arbeitsflüssigkeit nachgefüllt werden. Darüber hinaus erfordert die Vakuumpumpe eine beträchtliche Menge an Energie, was insbesondere dahin gehend problematisch ist, dass dafür Energie aufgewendet wird, dass eigentlich in der Wärmepumpe gewünschter Arbeitsdampf extrahiert wird, da die Fremdgaskonzentration in der Wärmepumpe relativ niedrig ist, jedoch bereits bei niedrigen Konzentrationen zu Effizienzverlusten führt.

[0020] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein effizienteres Wärmepumpenkonzept zu schaffen.

[0021] Diese Aufgabe wird durch eine Wärmepumpe nach Patentanspruch 1, ein Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpe nach Patentanspruch 25 oder ein Verfahren zum Herstellen einer Wärmepumpe nach Patentanspruch 26 gelöst.

[0022] Die Wärmepumpe gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst einen Kondensierer zum Kondensieren von verdichtetem bzw. ggf. erwärmtem Arbeitsdampf und eine Gasfalle, die durch eine Fremdgaszuführung mit dem Kondensierer gekoppelt ist. Insbesondere weist die Gasfalle ein Gehäuse mit einem Fremdgaszuführungseingang, einer Arbeitsflüssigkeitszuleitung in dem Gehäuse, einer Arbeitsflüssigkeitsableitung in dem Gehäuse und eine Pumpe auf, um Gas aus dem Gehäuse abzupumpen. Das Gehäuse, die Arbeitsflüssigkeitszuleitung und die Arbeitsflüssigkeitsableitung sind so ausgebildet und angeordnet, dass im Betrieb eine Arbeitsflüssigkeitsströmung von der Arbeitsflüssigkeitszuleitung zu der Arbeitsflüssigkeitsableitung in dem Gehäuse stattfindet. Ferner ist die Arbeitsflüssigkeitszuleitung so mit der Wärmepumpe gekoppelt, dass im Betrieb der Wärmepumpe Arbeitsflüssigkeit zugeleitet wird, die kälter ist als ein zu kondensierender Arbeitsdampf in dem Kondensierer.

[0023] Je nach Implementierung ist die Arbeitsflüssigkeitszuleitung mit der Wärmepumpe gekoppelt ist,

um im Betrieb der Wärmepumpe Arbeitsflüssigkeit zu leiten, die kälter ist als eine Temperatur, die zu einem Satttdampfdruck eines Arbeitsdampfs gehört, der in dem Kondensierer zu kondensieren ist. So gehört zum Satttdampfdruck des Arbeitsdampfes immer eine Temperatur, die z. B. aus dem h-logp-Diagramm oder einem ähnlichen Diagramm zu entnehmen ist.

[0024] Damit werden Fremdgas und Arbeitsdampf, welche beide in einem bestimmten Verhältnis gemischt durch die Fremdgaszuführung in den Kondensierer eintreten, in direkten oder indirekten Kontakt mit der Arbeitsflüssigkeitsströmung gebracht, so dass sich eine Fremdgasanreicherung ergibt. Die Fremdgasanreicherung kommt dadurch zustande, dass der Arbeitsdampf durch einen direkten oder indirekten Kontakt mit der Arbeitsflüssigkeitsströmung, die relativ kalt ist, kondensiert. Dagegen können die Fremdgase nicht kondensieren, so dass sich in dem Gehäuse der Gasfalle nach und nach Fremdgas anreichert. Das Gehäuse stellt für das Fremdgas somit eine Gasfalle dar, während der Arbeitsdampf kondensieren kann und im System verbleibt.

[0025] Durch die Pumpe zum Abpumpen von Gas aus dem Gehäuse wird das angereicherte Fremdgas entfernt. Im Unterschied zu dem Verhältnis zwischen Fremdgas und Arbeitsdampf im Kondensierer, wo die Konzentration des Fremdgases noch sehr klein ist, führt das Abpumpen von Gas aus dem Gehäuse der Gasfalle nicht zu einer besonders starken Extraktion von Arbeitsdampf aus dem System, weil der überwiegende Teil des Arbeitsdampfes in der Arbeitsflüssigkeitsströmung entweder durch direkten oder indirekten Kontakt kondensiert ist, und damit durch die Pumpe nicht mehr abgepumpt werden kann.

[0026] Damit werden mehrere Vorteile erhalten. Ein Vorteil besteht darin, dass Arbeitsdampf seine Energie abgibt und dass diese Energie somit im System verbleibt und nicht an die Umgebung verloren wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Menge an extrahierter Arbeitsflüssigkeit stark reduziert ist. Damit muss Arbeitsflüssigkeit kaum oder gar nicht mehr nachgefüllt werden, was den Aufwand für die korrekte Beibehaltung des Arbeitsflüssigkeitspegels reduziert und gleichzeitig auch den Aufwand dafür reduziert, dass ggf. dennoch extrahierte Arbeitsflüssigkeit aufgefangen und weggebracht werden muss. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Pumpe zum Abpumpen von Gas aus dem Gehäuse weniger abpumpen muss, weil relativ konzentriertes Fremdgas abgeführt wird. Der Energieverbrauch der Pumpe ist daher gering und die Pumpe muss nicht so stark ausgelegt werden. Eine weniger stark ausgelegte Pumpe führt zwar dazu, dass bei einem erstmaligen Evakuieren des Systems etwas mehr Zeit vergeht. Diese Zeit ist jedoch für eine normale Anwendung nicht kritisch, weil normalerweise nur Servicetechniker eine erste Evakuierung bei der Inbetriebnahme oder nach

einer Wartung durchführen werden. Solche Servicetechniker können ggf., wenn es doch schneller gehen soll, eine externe mitgebrachte Pumpe anschließen, die jedoch nicht mit dem System fest gekoppelt sein muss.

[0027] Bei einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird bereits ein Fremdgasammelraum innerhalb des Kondensierers bereitgestellt. Eine Wärmepumpe gemäß diesem weiteren Aspekt umfasst einen Kondensierer zum Kondensieren von verdichtetem bzw. ggf. erwärmtem Arbeitsdampf, einen Fremdgasammelraum, der in dem Kondensierer angebracht ist, wobei dieser Fremdgasammelraum eine Kondensationsoberfläche, die im Betrieb der Wärmepumpe kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist, und eine Trennwand aufweist, die zwischen der Kondensationsoberfläche und einer Kondensationszone in dem Kondensierer angeordnet ist. Ferner ist eine Fremdgasabführungseinrichtung vorgesehen, welche mit dem Fremdgasammelraum gekoppelt ist, um Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum abzuführen.

[0028] Je nach Implementierung ist die Kondensationsoberfläche kälter als eine Temperatur, die zu einem Sattdampfdruck eines Arbeitsdampfes gehört, der in dem Kondensierer zu kondensieren ist. So gehört zum Sattdampfdruck des Arbeitsdampfes, wie weiter oben ausgeführt, immer eine Temperatur, die z. B. aus dem h-logp-Diagramm oder einem ähnlichen Diagramm zu entnehmen ist.

[0029] In einer Implementierung kann das nunmehr im Kondensierer angereicherte Fremdgas direkt nach außen abgeführt werden. Alternativ kann jedoch die Fremdgasabführungseinrichtung mit der Gasfalle gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung gekoppelt sein, so dass bereits ein Gas, in dem das Fremdgas angereichert ist, in die Gasfalle geführt wird, um die Effizienz der ganzen Vorrichtung noch weiter zu erhöhen. Allerdings führt eine direkte Abführung von bereits angereichertem Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum im Kondensierer bereits zu einer gesteigerten Effizienz im Vergleich zu einer Vorgehensweise, bei der einfach im Kondensierer vorhandenes Gas abgepumpt werden würde. Insbesondere stellt die Kondensationsoberfläche im Fremdgasammelraum sicher, dass Arbeitsdampf an der Kondensationsoberfläche kondensiert und sich damit Fremdgas anreichert. Damit diese Fremdgasanreicherung in einem doch relativ turbulenten Kondensierer stattfinden kann, ist die Trennwand vorgesehen, die zwischen der (kalten) Kondensationsoberfläche und der Kondensationszone in dem Kondensierer angeordnet ist. Damit wird die Kondensationszone von dem Fremdgasammelraum abgetrennt, so dass eine gewissermaßen beruhigte Zone geschaffen wird, die weniger turbulent als die Kondensationszone ist. In dieser beruhigten Zone kann noch vor-

handener Arbeitsdampf an der relativ kalten Kondensationsoberfläche kondensieren, und das Fremdgas sammelt sich im Fremdgasammelraum zwischen der Kondensationsoberfläche und der Trennwand an. Die Trennwand arbeitet somit in zweierlei Hinsicht. Zum einen schafft sie eine beruhigte Zone und zum anderen wirkt sich als Isolierung, derart, dass an der kalten Oberfläche, also der Kondensationsoberfläche keine unerwünschten Wärmeverluste stattfinden.

[0030] Das angesammelte Fremdgas wird dann durch die Fremdgasabführungseinrichtung, die mit dem Fremdgasammelraum gekoppelt ist, abgeführt, und zwar, je nach Implementierung, direkt nach außen oder in die Gasfalle gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung.

[0031] Die Aspekte der Gasfalle einerseits und des Fremdgasammelraums im Kondensierer andererseits können also gemeinsam verwendet werden. Jedoch können beide Aspekte auch separat voneinander eingesetzt werden, um bereits eine erhebliche Effizienzverbesserung aufgrund der oben beschriebenen Vorteile zu erreichen.

[0032] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

[0033] Fig. 1A eine schematische Ansicht einer Wärmepumpe mit einer verschränkten Verdampfer/Kondensierer-Anordnung;

[0034] Fig. 1B eine Wärmepumpe mit einer Gasfalle gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bezüglich des ersten Aspekts;

[0035] Fig. 2A eine Darstellung des Gehäuses der Gasfalle gemäß einer Implementierung mit indirektem Kontakt;

[0036] Fig. 2B eine alternative Implementierung der Gasfalle mit direktem Kontakt und schräger Anordnung;

[0037] Fig. 3 eine alternative Implementierung der Gasfalle mit maximal turbulenter senkrechter Anordnung und direktem Kontakt;

[0038] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Systems mit zwei Wärmepumpenstufen (Dosen) in Verbindung mit einer Gasfalle;

[0039] Fig. 5 eine Schnittdarstellung einer Wärmepumpe mit einem Verdampferboden und einem Kondensatorboden gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1;

[0040] Fig. 6 eine perspektivische Darstellung eines Verflüssigers, wie er in der WO 2014072239 A1 gezeigt ist;

[0041] Fig. 7 eine Darstellung der Flüssigkeitsverteilerplatte einerseits und der Dampfeinlasszone mit Dampfeinlassspalt andererseits aus der WO 2014072239 A1;

[0042] Fig. 8a eine schematische Darstellung einer bekannten Wärmepumpe zum Verdampfen von Wasser;

[0043] Fig. 8b eine Tabelle zur Veranschaulichung von Drücken und Verdampfungstemperaturen von Wasser als Arbeitsflüssigkeit;

[0044] Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Wärmepumpe mit einem Fremdgassammelraum im Kondensierer gemäß einem Ausführungsbeispiel bezüglich des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

[0045] Fig. 10 einen Querschnitt durch eine Wärmepumpe mit verschränkter Verdampfer/Kondensierer-Anordnung;

[0046] Fig. 11 eine Fig. 10 ähnliche Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips;

[0047] Fig. 12 eine Querschnittsdarstellung einer Wärmepumpe mit verschränkter Verdampfer/Kondensierer-Anordnung und einer kegelstumpfförmigen Trennwand.

[0048] Fig. 1A zeigt eine Wärmepumpe **100** mit einem Verdampfer zum Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit in einem Verdampferraum **102**. Die Wärmepumpe umfasst ferner einen Kondensator zum Verflüssigen von verdampfter Arbeitsflüssigkeit in einem Kondensatorraum **104**, der von einem Kondensatorboden **106** begrenzt ist. Wie es in Fig. 1A gezeigt ist, die als Schnittdarstellung oder als Seitenansicht angesehen werden kann, ist der Verdampferraum **102** zumindest teilweise von dem Kondensatorraum **104** umgeben. Ferner ist der Verdampferraum **102** durch den Kondensatorboden **106** von dem Kondensatorraum **104** getrennt. Darüber hinaus ist der Kondensatorboden mit einem Verdampferboden **108** verbunden, um den Verdampferraum **102** zu definieren. In einer Implementierung ist oberhalb am Verdampferraum **102** oder an anderer Stelle ein Kompressor **110** vorgesehen, der in Fig. 1A nicht näher ausgeführt ist, der jedoch prinzipiell ausgebildet ist, um verdampfte Arbeitsflüssigkeit zu komprimieren und als komprimierten Dampf **112** in den Kondensatorraum **104** zu leiten. Der Kondensatorraum ist ferner nach außen hin durch eine Kondensatorwand **114** begrenzt. Die Kondensatorwand **114** ist ebenfalls wie der Kondensatorboden **106** an dem Verdampferboden **108**

befestigt. Insbesondere ist die Dimensionierung des Kondensatorbodens **106** in dem Bereich, der die Schnittstelle zum Verdampferboden **108** bildet, so, dass der Kondensatorboden bei dem in Fig. 1A gezeigten Ausführungsbeispiel vollständig von der Kondensatorraumwand **114** umgeben ist. Dies bedeutet, dass sich der Kondensatorraum, wie es in Fig. 1A gezeigt ist, bis zum Verdampferboden erstreckt, und dass sich der Verdampferraum gleichzeitig sehr weit nach oben, typischerweise nahezu durch fast den gesamten Kondensatorraum **104** erstreckt.

[0049] Diese "verschränkte" oder ineinandergreifende Anordnung von Kondensator und Verdampfer, die sich dadurch auszeichnet, dass der Kondensatorboden mit dem Verdampferboden verbunden ist, liefert eine besonders hohe Wärmepumpeneffizienz und erlaubt daher eine besonders kompakte Bauform einer Wärmepumpe. Größenordnungsmäßig ist die Dimensionierung der Wärmepumpe z. B. in einer zylindrischen Form so, dass die Kondensatorwand **114** einen Zylinder mit einem Durchmesser zwischen 30 und 90 cm und einer Höhe zwischen 40 und 100 cm darstellt. Die Dimensionierung kann jedoch je nach erforderliche Leistungsklasse der Wärmepumpe gewählt werden, findet jedoch vorzugsweise in den genannten Dimensionen statt. Damit wird eine sehr kompakte Bauform erreicht, die zudem einfach und günstig herstellbar ist, weil die Anzahl der Schnittstellen, insbesondere für den fast unter Vakuum stehenden Verdampferraum ohne weiteres reduziert werden kann, wenn der Verdampferboden gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung dahin gehend ausgeführt wird, dass er sämtliche Flüssigkeits-Zu- und Ableitungen umfasst und damit keine Flüssigkeits-Zu- und Ableitungen von der Seite oder von oben nötig sind.

[0050] Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Betriebsrichtung der Wärmepumpe so ist, wie sie in Fig. 1A gezeigt ist. Dies bedeutet, dass der Verdampferboden im Betrieb den unteren Abschnitt der Wärmepumpe definiert, jedoch abgesehen von Verbindungsleitungen mit anderen Wärmepumpen oder zu entsprechenden Pumpeneinheiten. Dies bedeutet, dass im Betrieb der im Verdampferraum erzeugte Dampf nach oben steigt und durch den Motor umgelenkt wird und von oben nach unten in den Kondensatorraum eingespeist wird, und dass die Kondensatorflüssigkeit von unten nach oben geführt wird, und dann von oben in den Kondensatorraum zugeführt wird und dann im Kondensatorraum von oben nach unten fließt, wie beispielsweise durch einzelne Tröpfchen oder durch kleine Flüssigkeitsströme, um mit dem vorzugsweise quer zugeführten komprimierten Dampf zu Zwecken einer Kondensation zu reagieren.

[0051] Diese ineinander "verschränkte" Anordnung, dahin gehend, dass der Verdampfer fast vollständig oder sogar vollständig innerhalb des Kondensators

angeordnet ist, ermöglicht eine sehr effiziente Ausführung der Wärmepumpe mit optimaler Platzausnutzung. Nachdem der Kondensatorraum sich bis zum Verdampferboden hin erstreckt, ist der Kondensatorraum innerhalb der gesamten "Höhe" der Wärmepumpe oder zumindest innerhalb eines wesentlichen Abschnitts der Wärmepumpe ausgebildet. Gleichzeitig ist jedoch auch der Verdampferraum so groß als möglich, weil er sich ebenfalls nahezu fast über die gesamte Höhe der Wärmepumpe erstreckt. Durch die ineinander verschränkte Anordnung im Gegensatz zu einer Anordnung, bei der der Verdampfer unterhalb des Kondensators angeordnet ist, wird der Raum optimal genutzt. Dies ermöglicht zum einen einen besonders effizienten Betrieb der Wärmepumpe und zum anderen einen besonders platzsparenden und kompakten Aufbau, weil sowohl der Verdampfer als auch der Verflüssiger sich über die gesamte Höhe erstrecken. Damit geht zwar die "Dicke" des Verdampferraums und auch des Verflüssigerraums zurück. Es wurde jedoch herausgefunden, dass die Reduktion der "Dicke" des Verdampferraums, der sich innerhalb des Kondensators verjüngt, unproblematisch ist, weil die Hauptverdampfung im unteren Bereich stattfindet, wo der Verdampferraum nahezu das gesamte Volumen, das zur Verfügung steht, ausfüllt. Andererseits ist die Reduktion der Dicke des Kondensatorraums besonders im unteren Bereich, also dort wo der Verdampferraum nahezu den gesamten zur Verfügung stehenden Bereich ausfüllt, unkritisch, weil die Hauptkondensation oben stattfindet, also dort, wo der Verdampferraum bereits relativ dünn ist und damit ausreichend Platz für den Kondensatorraum zurücklässt. Die ineinander verschränkte Anordnung ist somit optimal dahin gehend, dass jedem Funktionsraum dort das große Volumen gegeben wird, wo dieser Funktionsraum das große Volumen auch benötigt. Der Verdampferraum hat unten das große Volumen, während der Kondensatorraum oben das große Volumen hat. Dennoch trägt auch das entsprechende kleine Volumen, das für den jeweiligen Funktionsraum dort verbleibt, wo der andere Funktionsraum das große Volumen hat, zu einer Effizienzsteigerung bei im Vergleich zu einer Wärmepumpe, bei der die beiden Funktionselemente übereinander angeordnet sind, wie es z. B. in der WO 2014072239 A1 der Fall ist.

[0052] Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen ist der Kompressor derart an der Oberseite des Kondensatorraums angeordnet, dass der komprimierte Dampf durch den Kompressor einerseits umgelenkt und gleichzeitig in einen Randspalt des Kondensatorraums eingespeist wird. Damit wird eine Kondensation mit besonders hoher Effizienz erreicht, weil eine Querstromrichtung des Dampfes zu einer herabfließenden Kondensationsflüssigkeit erreicht wird. Diese Kondensation mit Querströmung ist besonders im oberen Bereich, wo der Verdampferraum groß ist, wirksam und benötigt im unteren Bereich, wo der

Kondensatorraum zugunsten des Verdampferraums klein ist, keinen besonders großen Bereich mehr, um dennoch eine Kondensation von bis zu diesem Bereich vorgedrungenen Dampfpartikeln zu erlauben.

[0053] Ein Verdampferboden, der mit dem Kondensatorboden verbunden ist, ist vorzugsweise so ausgebildet, dass er den Kondensator-Zu- und Ablauf und den Verdampfer-Zu- und Ablauf in sich aufnimmt, wobei zusätzlich noch bestimmte Durchführungen für Sensoren in den Verdampfer bzw. in den Kondensator vorhanden sein können. Damit wird erreicht, dass keine Durchführungen von Leitungen für den Kondensator-Zu- und Ablauf durch den nahezu unter Vakuum stehenden Verdampfer nötig sind. Dadurch wird die gesamte Wärmepumpe weniger fehleranfällig, weil jede Durchführung durch den Verdampfer eine Möglichkeit für ein Leck darstellen würde. Dazu ist der Kondensatorboden an den Stellen, an denen die Kondensator-Zu- und Abläufe sind, mit einer jeweiligen Aussparung versehen, dahin gehend, dass in dem Verdampferraum, der durch den Kondensatorboden definiert wird, keine Kondensator-Zu/Abführungen verlaufen.

[0054] Der Kondensatorraum wird durch eine Kondensatorwand begrenzt, die ebenfalls an dem Verdampferboden anbringbar ist. Der Verdampferboden hat somit eine Schnittstelle sowohl für die Kondensatorwand als auch den Kondensatorboden und hat zusätzlich sämtliche Flüssigkeits-Zuführungen sowohl für den Verdampfer als auch den Verflüssiger.

[0055] Bei bestimmten Ausführungen ist der Verdampferboden ausgebildet, um Anschlussstutzen für die einzelnen Zuführungen zu haben, die einen Querschnitt haben, der sich von einem Querschnitt der Öffnung auf der anderen Seite des Verdampferbodens unterscheidet. Die Form der einzelnen Anschlussstutzen ist dann so ausgebildet, dass sich die Form bzw. Querschnittsform über der Länge des Anschlussstutzens verändert, jedoch der Rohrdurchmesser, der für die Strömungsgeschwindigkeit eine Rolle spielt, in einer Toleranz von $\pm 10\%$ nahezu gleich ist. Damit wird verhindert, dass durch den Anschlussstutzen fließendes Wasser zu kavitieren beginnt. Damit wird aufgrund der guten durch die Formung der Anschlussstutzen erhaltenen Strömungsverhältnisse sichergestellt, dass die entsprechenden Rohre/Leitungen so kurz wie möglich gemacht werden können, was wiederum zu einer kompakten Bauform der gesamten Wärmepumpe beiträgt.

[0056] Bei einer speziellen Implementierung des Verdampferbodens wird der Kondensatorzulauf nahezu in Form einer "Brille" in einen zwei- oder mehrteiligen Strom aufgeteilt. Damit ist es möglich, die Kondensatorflüssigkeit im Kondensator an seinem oberen Abschnitt an zwei oder mehreren Punkten gleichzeitig einzuspeisen. Damit wird eine starke und

gleichzeitig besonders gleichmäßige Kondensatorströmung von oben nach unten erreicht, die es ermöglicht, dass eine hocheffiziente Kondensation des ebenfalls von oben in den Kondensator eingeführten Dampfes erreicht wird.

[0057] Eine weitere kleiner dimensionierte Zuführung im Verdampferboden für Kondensatorwasser kann ebenfalls vorgesehen sein, um damit einen Schlauch zu verbinden, der dem Kompressormotor der Wärmepumpe Kühlflüssigkeit zuführt, wobei zur Kühlung nicht die kalte, dem Verdampfer zugeführte Flüssigkeit verwendet wird, sondern die wärmere, dem Kondensator zugeführte Flüssigkeit, die jedoch immer noch bei typischen Betriebssituationen kühl genug ist, um den Motor der Wärmepumpe zu kühlen.

[0058] Der Verdampferboden zeichnet sich dadurch aus, dass er eine Kombinationsfunktionalität hat. Zum einen stellt er sicher, dass keine Kondensatorzuleitungen durch den unter sehr geringem Druck stehenden Verdampfer hindurchgeführt werden müssen. Andererseits stellt er eine Schnittstelle nach außen dar, die vorzugsweise eine kreisrunde Form hat, da bei einer kreisrunden Form möglichst viel Verdampferfläche verbleibt. Alle Zu- und Ableitungen führen durch den einen Verdampferboden und laufen von dort in entweder den Verdampferraum oder den Kondensatorraum. Insbesondere eine Herstellung des Verdampferbodens aus Kunststoffspritzguss ist besonders vorteilhaft, weil die vorteilhaften relativ komplizierten Formgebungen der Zu/Ablaufstutzen in Kunststoffspritzguss ohne weiteres und preisgünstig ausgeführt werden können. Andererseits ist es aufgrund der Ausführung des Verdampferbodens als gut zugängliches Werkstück ohne weiteres möglich, den Verdampferboden mit ausreichender struktureller Stabilität herzustellen, damit er insbesondere dem niedrigen Verdampferdruck ohne weiteres standhalten kann.

[0059] In der vorliegenden Anmeldung betreffen gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleichwirkende Elemente, wobei nicht alle Bezugszeichen in allen Zeichnungen, sofern sie sich wiederholen, erneut dargelegt werden.

[0060] Fig. 1B zeigt eine Wärmepumpe mit einer Gasfalle gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, das allgemein eine verschränkte Anordnung aus Verdampfer und Kondensierer oder aber jede andere Anordnung zwischen dem Verdampfer und dem Kondensierer haben kann.

[0061] Insbesondere umfasst die Wärmepumpe allgemein einen Verdampfer **300**, der mit einem Verdichter **302** gekoppelt ist, um über eine Dampfleitung **304** kalten Arbeitsdampf anzusaugen, zu verdichten

und damit zu erwärmen. Der erwärmte und verdichtete Arbeitsdampf wird an einen Kondensierer **306** abgegeben. Der Verdampfer **300** ist mit einem zu kühlenden Gebiet **308** gekoppelt, und zwar über eine Verdampferzulaufleitung **310** und eine Verdampferablaufleitung **312**, in der typischerweise eine Pumpe **314** vorgesehen ist. Darüber hinaus ist ein zu wärmendes Gebiet **318** vorgesehen, das mit dem Kondensierer **306** gekoppelt ist, und zwar über eine Kondensierierzulaufleitung **320** und eine Kondensiererablaufleitung **322**. Der Kondensierer **306** ist ausgebildet, um erwärmten Arbeitsdampf in dem Kondensierierzulaufkanal **305** zu kondensieren.

[0062] Ferner ist eine Gasfalle vorgesehen, die durch eine Fremdgaszuführung **325** mit dem Kondensierer **306** gekoppelt ist. Die Gasfalle umfasst insbesondere ein Gehäuse **330** mit einem Fremdgaszuführungseingang **332** und ggf. weiteren Fremdgaszuführungseingängen **334**, **336**. Ferner umfasst das Gehäuse **330** eine Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** sowie eine Arbeitsflüssigkeitsableitung **340**. Die Wärmepumpe umfasst ferner eine Pumpe **342** zum Abpumpen von Gas aus dem Gehäuse **330**. Insbesondere sind die Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338**, die Arbeitsflüssigkeitsableitung **340** und das Gehäuse so ausgebildet und angeordnet, dass im Betrieb eine Arbeitsflüssigkeitsströmung **344** von der Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** zu der Arbeitsflüssigkeitsableitung **340** in dem Gehäuse **330** stattfindet.

[0063] Die Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** ist ferner so mit der Wärmepumpe gekoppelt, dass im Betrieb der Wärmepumpe Arbeitsflüssigkeit zugeleitet wird, die kälter ist als ein zu kondensierender Arbeitsdampf im Kondensierer und die vorzugsweise sogar kälter als die Arbeitsflüssigkeit ist, die in den Kondensierer eintritt oder den Kondensierer verlässt. Hierzu wird vorzugsweise Arbeitsflüssigkeit aus der Verdampferablaufleitung bei einem Abzweigungspunkt **350** entnommen, da diese Arbeitsflüssigkeit die kälteste Arbeitsflüssigkeit im System ist. Der Abzweigungspunkt **350** befindet sich nach der Pumpe **314** (in Flussrichtung), so dass für die Gasfalle keine eigene Pumpe nötig ist. Ferner wird es bevorzugt, den Rücklauf von der Gasfalle, also die Arbeitsflüssigkeitsableitung **340** mit einem Verzweigungspunkt **352** der Ablaufleitung zu koppeln, der vor der Pumpe **314** angeordnet ist.

[0064] Je nach Implementierung stellt der Arbeitsflüssigkeitsstrom durch die Gasfalle, also die Arbeitsflüssigkeitsströmung ein Volumen dar, das kleiner als 1% des Hauptstroms, der durch die Pumpe **314** bewältigt wird, ist und vorzugsweise sogar in der Größenordnung von 0,5 bis 2% des Hauptstroms ist, der von dem Verdampfer über den Verdampferauslass **312** in das zu kühlende Gebiet **308** bzw. einen Wärmetauscher, an dem das zu kühlende Gebiet anschließbar ist, fließt.

[0065] Obgleich es in **Fig. 1B** dargestellt ist, dass die Arbeitsflüssigkeitsströmung aus einer Flüssigkeit im Wärmepumpensystem stammt, ist das nicht bei allen Ausführungsbeispielen so. Alternativ oder zusätzlich kann die Strömung auch durch einen externen Kreislauf bereitgestellt werden, also eine externe Kühlflüssigkeit. Diese kann durch die Gasfalle durchströmen und abgeführt werden, was bei Wasser ohnehin kein Problem ist. Wenn aber ein Kreislauf eingesetzt wird, läuft die Flüssigkeit am Ausgang der Gasfalle in einen Kühlbereich, wo die Flüssigkeit gekühlt wird. Hier kann eine Kühlung beispielsweise durch ein Peltier-element eingesetzt werden, so dass die in die Gasfalle eintretende Flüssigkeit kälter ist als die aus der Gasfalle austretende Flüssigkeit.

[0066] Wie es in **Fig. 1B** dargestellt ist, gelangt eine Mischung aus Arbeitsdampf und Fremdgasen von dem Kondensierer **306** über die Fremdgaszuführung **325** in das Gehäuse **330** der Gasfalle. Dort findet eine Kondensation des Arbeitsdampfes in dem Gasgemisch in der kalten Arbeitsflüssigkeit statt, wie es bei **355** angedeutet ist. Gleichzeitig kann sich jedoch Fremdgas nicht durch Kondensation entfernen, sondern das Fremdgas sammelt sich in der Gasfalle an, wie es bei **357** dargestellt ist. Um Raum für das angesammelte Fremdgas zu schaffen, umfasst das Gehäuse einen Ansammlungsraum **358**, der beispielsweise oben angeordnet ist.

[0067] Aufgrund der Druckunterschiede zwischen dem Druck im Kondensierer **306** und der Gasfalle, die aufgrund der niedrigen Temperatur der Arbeitsflüssigkeit einen Druck in der Größenordnung des Verdampfers hat, findet automatisch eine Strömung vom Kondensierer **306** durch die Fremdgaszuführung **325** in das Gehäuse **330** der Gasfalle statt. Der Wasserdampf in dem Gemisch aus Fremdgas und Wasserdampf, der bei der Fremdgaszuführung **332**, **334**, **336** in das Gehäuse eintritt, hat die Tendenz, zu der kältesten Stelle hin zu strömen. Die kälteste Stelle ist dort, wo die Arbeitsflüssigkeit in das Gehäuse eintritt, also beim Arbeitsflüssigkeitseingang bzw. der Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338**. Es findet also in dem Gehäuse **330** eine Wasserdampfströmung von unten nach oben statt. Diese Wasserdampfströmung reißt die Fremdgasatome mit, die sich dann, wie es bei **357** angedeutet ist, oben in der Gasfalle ansammeln, weil sie nicht mit der Arbeitsflüssigkeit kondensieren können. Die Gasfalle führt also dazu, dass eine gewissermaßen automatische Strömung vom Kondensierer in das Gehäuse stattfindet, ohne dass hierzu eine Pumpe benötigt wird, und dass dann in der Gasfalle das Fremdgas von unten nach oben strömt und sich im oberen Bereich des Gehäuses **330** ansammelt und von dort durch die Pumpe **342** abgepumpt werden kann.

[0068] Wie es in **Fig. 1B** gezeigt ist, wird es bevorzugt, die Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** mit einem

Pumpenausgang der Pumpe **314**, also beim Verzweigungspunkt **350** zu koppeln. Je nach Implementierung kann jedoch eine beliebige andere, relativ kühle Flüssigkeit genommen werden, nämlich beispielsweise am Rücklauf des Verdampfers, also in der Leitung **310**, in der das Temperaturniveau immer noch niedriger ist als im Kondensiererrücklauf **320** beispielsweise. Die kälteste Flüssigkeit im System bringt jedoch die größte Effizienz für die Gasfalle. Die Anordnung des Arbeitsflüssigkeitszulaufs **338**, der mit dem Verzweigungspunkt **350** nach der Pumpe **314** gekoppelt ist, führt dazu, dass für die Arbeitsflüssigkeitszuleitung in die Gasfalle keine eigene Pumpe benötigt wird. Wird jedoch eine Pumpe vorgesehen, die allein oder als Zusatzfunktionalität die Gasfalle „bedient“, so kann die Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** auch mit einer anderen Stelle im System gekoppelt werden, um einen bestimmten Strom an Arbeitsflüssigkeit in die Gasfalle zu leiten. So könnte die Arbeitsflüssigkeit auch sogar nach einem Wärmetauscher, wie er z. B. Bezug nehmend auf **Fig. 4** dargestellt ist, abgezweigt werden, also gewissermaßen auf der „Kundenseite“. Diese Vorgehensweise wird jedoch im Hinblick darauf, dass das System so wenig Kundenbeeinflussung als möglich haben sollte, nicht bevorzugt, ist aber grundsätzlich möglich.

[0069] Wie es in **Fig. 1B** gezeigt ist, ist die Pumpe **342** ausgebildet, um Gas aus dem Gehäuse **330** abzapfen. Zu diesem Zweck ist die Pumpe **342** über eine Absaugleitung **371** mit dem Sammelraum **358** gekoppelt. Ausgangsseitig hat die Pumpe eine Ausstoßleitung **372**, die ausgebildet ist, um das abgesaugte Gemisch aus angereichertem Fremdgas und restlichem Wasserdampf auszugeben. Je nach Implementierung kann die Leitung **372** einfach zur Umgebung offen sein oder in einen Behälter führen, wo der restlich verbleibende Wasserdampf kondensieren kann, um schließlich entsorgt oder in das System wieder eingeführt zu werden.

[0070] Die Pumpe **342** wird über eine Steuerung **373** angesteuert. Die Steuerung für die Pumpe kann aufgrund einer Druckdifferenz oder eines absoluten Drucks, aufgrund einer Temperaturdifferenz oder einer absoluten Temperatur oder aufgrund einer absoluten Zeitsteuerung oder einer Zeitintervallsteuerung stattfinden. Eine mögliche Steuerung ist beispielsweise über einen in der Gasfalle herrschenden Druck P_{Falle} **374**. Eine alternative Steuerung findet über die Einlauftemperatur T_{ein} **375** an der Arbeitsflüssigkeitszuleitung **338** oder über eine Auslauftemperatur T_{aus} **376** statt. Insbesondere ist die Auslauftemperatur T_{aus} **376** an der Arbeitsflüssigkeitsableitung **340** ein Maß dafür, wieviel Wasserdampf von der Fremdgaszuführung **325** in die Arbeitsflüssigkeit kondensiert ist. Gleichzeitig ist der Druck in der Gasfalle P_{Falle} **374** ein Maß dafür, wieviel Fremdgas sich bereits angereichert hat. Mit zunehmendem angereichertem Fremdgas steigt der Druck in dem Gehä-

se **330** an, und bei Überschreiten eines bestimmten Drucks kann beispielsweise die Steuerung **373** aktiviert werden, um die Pumpe **342** einzuschalten, und zwar so lange, bis der Druck wieder in dem gewünschten niedrigen Bereich ist. Dann kann die Pumpe wieder ausgeschaltet werden.

[0071] Eine alternative Steuerungsgröße für die Pumpe ist beispielsweise die Differenz zwischen T_{ein} **375** und T_{aus} **376**. Stellt sich beispielsweise heraus, dass die Differenz zwischen diesen beiden Werten kleiner als eine Minimaldifferenz ist, so heißt dies, dass aufgrund des angestiegenen Drucks in der Gasfalle kaum mehr Wasserdampf kondensiert. Daher ist es angezeigt, die Pumpe **342** einzuschalten, und zwar so lange, bis wieder eine Differenz oberhalb eines bestimmten Schwellenwerts vorhanden ist. Dann wird die Pumpe wieder ausgeschaltet.

[0072] Mögliche Messgrößen sind also Druck, Temperatur, z. B. an der Kondensationsstelle, ein Temperaturunterschied zwischen der Wasserzuführung und der Kondensationsstelle, eine treibende Druckerhöhung für den gesamten Kondensationsprozess etc. Wie es dargestellt ist, ist jedoch die einfachste Möglichkeit eine Steuerung über eine Temperaturdifferenz oder ein Zeitintervall, wofür keinerlei Sensoren nötig sind. Dies ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ohne weiteres möglich, weil die Gasfalle eine sehr effiziente Fremdgasanreicherung schafft und daher Probleme bezüglich einer zu hohen Extraktion von Arbeitsdampf aus dem System nicht vorhanden sind, wenn die Pumpe nicht ununterbrochen betrieben wird.

[0073] Fig. 2A, Fig. 2B und Fig. 3 zeigen verschiedene Implementierungen der Gasfalle. Fig. 2A zeigt eine halb-offene Variante der Gasfalle. Hierbei ist in der Gasfalle ein vorzugsweise aus Metall ausgebildetes Rohr **390** angeordnet, das mit dem Arbeitsflüssigkeitszulauf **338** gekoppelt ist. Die Arbeitsflüssigkeit läuft dann in dem Rohr nach unten zum Arbeitsflüssigkeitsablauf **340**. Der Arbeitsmitteldampf, der durch die Zuführung **332** in die Gasfalle gebracht wird, kondensiert nunmehr nicht mehr direkt in der Arbeitsflüssigkeit, sondern an der (kalten) Oberfläche des Rohrs **390**. Das Ende des Rohrs ist in einem Pegel **391** an Arbeitsflüssigkeit angeordnet, in das auch das an der Rohroberfläche kondensierte Wasser entlang des Rohrs nach unten strömt.

[0074] Fig. 2A zeigt also eine halb-offene Gasfalle mit einer Kondensation an einer kalten Oberfläche, nämlich der Oberfläche des Gegenstands **390**.

[0075] Fig. 2B zeigt eine weitere Variante mit eher laminarer Strömung. Hier ist die Gasfalle schräg angeordnet bzw. das Gehäuse **330** ist schräg ausgebildet, so dass das Wasser von der Zuleitung **338** zur Ableitung **340** relativ ruhig, also wenig turbulent

und eher laminar nach unten strömt. Der Dampf, der durch die Zuführung **332** zugeführt wird, kondensiert mit der laminaren Strömung, während sich Fremdgasanteile **357** im Fremdgasanreicherungsraum **358** sammeln. Wieder ist ein offenes System dargestellt, bei dem eine Kondensation direkt in der kalten Flüssigkeit stattfindet, die jedoch nunmehr eher eine laminare Strömung hat.

[0076] Fig. 3 zeigt eine weitere Variante mit offener Ausführung. Insbesondere findet eine sehr turbulente Strömung statt, nämlich direkt im Wesentlichen senkrecht von oben vom Zulauf **338** nach unten zum Ablauf **340**. Ferner ist in Fig. 3 gezeigt, dass der Ablauf **340** in Form eines Siphons beispielsweise ausgebildet ist, damit unten im Gehäuse sichergestellt wird, dass ein Flüssigkeitspegel **391** gehalten wird. Damit wird erreicht, dass der Arbeitsmitteldampf, der durch die Zuführung **332** zugeführt wird, nicht direkt in den Verdampferablauf bzw. in die kalte Strömung, von der der Arbeitsmittelzulauf **338** abgezweigt wird, laufen kann, da dann das Fremdgas nicht abgeschieden werden würde, sondern direkt wieder auf der Verdampferseite in das System eingeführt werden würde.

[0077] Zur Verbesserung der Kondensation ist es insbesondere bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel nützlich, das Gehäuse **330** mit Turbulenzgeneratoren zu füllen, dass die Strömung der Arbeitsflüssigkeit vom Zulauf **338** zum Ablauf **340** möglichst turbulent stattfindet.

[0078] Während also Fig. 2B, Fig. 3 und auch Fig. 1B offene Varianten darstellen, bei denen eine Kondensation direkt in der kalten Flüssigkeit stattfindet, zeigt Fig. 2A eine Variante, bei der die Kondensation an einer kalten Oberfläche eines Vermittlungselements **390**, wie beispielsweise des in Fig. 2A beschriebenen Rohrs, stattfindet, welches deswegen eine kalte Oberfläche hat, weil im Inneren des Vermittlungselements die kalte Arbeitsflüssigkeit vom Zulauf **338** zum Ablauf **340** fließt. Je nach Implementierung kann jedoch die Kühlung auch durch andere Varianten erreicht werden, also durch irgendeine andere Maßnahme unter Verwendung interner Flüssigkeiten/Dämpfe oder externer Kühlungsmaßnahmen, um eine effiziente Gasfalle in der Wärmepumpe zu haben, die über die Fremdgaszuführungsleitung **325** mit dem Kondensierer **306** gekoppelt ist.

[0079] Vorzugsweise ist das Gehäuse **330** länglich ausgebildet, und zwar als Rohr, das oben im Fremdgasanreicherungsraum **328** einen Durchmesser von 50 mm oder größer hat und unten, also im Kondensationsbereich, einen Durchmesser von 25 mm oder größer hat. Ferner wird es bevorzugt, dass der Kondensationsbereich bzw. Strömungsbereich, also die Differenz zwischen dem Zulauf **338** und dem Ablauf **340** bezüglich der senkrechten Höhe wenigstens

20 cm lang ist. Darüber hinaus wird es bevorzugt, dass eine Strömung stattfindet, dass also die Gasfalle wenigstens einen senkrechten Anteil hat, obgleich sie schräg angeordnet sein kann. Eine komplett waagrechte Gasfalle wird dagegen nicht bevorzugt, ist aber möglich, solange im Betriebe eine Arbeitsflüssigkeitsströmung von der Arbeitsflüssigkeitszuleitung zu der Arbeitsflüssigkeitsableitung in dem Gehäuse stattfindet.

[0080] Fig. 4 zeigt eine Implementierung einer Wärmepumpe mit zwei Stufen. Die erste Stufe wird durch den Verdampfer **300**, den Verdichter **302** und den Kondensierer **306** gebildet. Die zweite Stufe wird durch einen Verdampfer **500**, einen Verdichter **502** und einen Kondensierer **506** gebildet. Der Verdampfer **500** ist über eine Dampfansaugleitung **504** mit dem Verdichter **502** verbunden, und der Verdichter **502** ist über eine Leitung für komprimierten Dampf, die mit **505** bezeichnet ist, mit dem Kondensierer **506** verbunden. Das System aus den zwei (oder mehr Stufen) umfasst einen Ablauf **522** und einen Zulauf **520**. Der Ablauf **522** und der Zulauf **520** sind mit einem Wärmetauscher **598** verbunden, der mit einem zu wärmenden Gebiet koppelbar ist. Typischerweise findet dies kundenseitig statt und ist das zu wärmende Gebiete eine Wärmesenke, wie beispielsweise eine Ablufteinrichtung im Beispiel einer Kühlanwendung oder eine Heizungseinrichtung im Beispiel einer Heizungseinrichtung.

[0081] Darüber hinaus sind der Zulauf **310** in das System **300** und der Ablauf **312** aus dem System **300** ebenfalls mit einem Wärmetauscher **398** gekoppelt, der wiederum typischerweise kundenseitig mit einem zu kühlenden Gebiet **308** koppelbar ist. Beim Beispiel einer Kühlanwendung für die Wärmepumpe ist das zu kühlende Gebiet ein zu kühlender Raum, wie beispielsweise ein Rechnerraum, ein Prozessraum, etc. Beim Beispiel einer Heizungsanwendung für die Wärmepumpe wäre das zu kühlende Gebiet z. B. ein Umweltbereich, z. B. Luft im Falle einer Luftwärmepumpe, Boden im Falle einer Wärmepumpe mit Erdkollektoren oder ein Grundwasser/Meerwasser/Sole-Bereich, aus dem Wärme zu Heizzwecken entnommen werden soll.

[0082] Die Kopplung zwischen den beiden Wärmepumpenstufen kann je nach Implementierung stattfinden. Falls die Kopplung so stattfindet, dass eine Stufe gewissermaßen eine „kalte“ Stufe oder „kalte Dose“ ist, ist die zweite Stufe die gewissermaßen „warme“ Stufe oder „warme Dose“ darstellt. Diese Bezeichnung rührt daher, dass die Temperaturen in den jeweiligen Elementen in der erste Stufe kälter als in der zweiten Stufe sind, wenn beide Stufen in Betrieb sind.

[0083] Besonders vorteilhaft an der vorliegenden Erfindung ist die Tatsache, dass die Kondensierer der zweiten und von eventuell noch vorhandenen weite-

ren Stufen alle mit ein und derselben Gasfalle bzw. mit ein und demselben Gasfallengehäuse **330** verbunden werden können. So ist in Fig. 4 gezeigt, dass die Fremdgaszuführungsleitung **325** des ersten Kondensierers **306** mit dem Gehäuse **330** gekoppelt ist. Darüber hinaus ist auch eine weitere Fremdgaszuführungsleitung **525** von dem zweiten Kondensierer **506** mit dem Eingang **334** gekoppelt. Es wird bevorzugt, die kalte Dose bzw. den Kondensierer der kalten Dose, also z. B. der ersten Stufe, also den Kondensierer **306** weiter oben in dem Gehäuse **330** der Gasfalle anzukoppeln als den Kondensierer der zweiten Stufe, also der warmen Dose. Damit wird sichergestellt, dass dort, wo die größten Fremdgasprobleme auftreten können, eine möglichst lange Strecke in der Gasfalle zur Kondensation und Fremdgasanreicherung verbleibt. Der Arbeitsdampf, der mit Fremdgas gemischt ist, kann von dem Eingang **334** länger an der Arbeitsflüssigkeitsströmung vom Eingang **338** zum Ausgang **340** vorbeifließen als die Strömung aus Arbeitsdampf und Fremdgas von der Fremdgaszuführungsleitung **325**. Je nach Implementierung können jedoch auch sämtliche Fremdgaszuführungsleitungen ganz unten angekoppelt werden, also über den einen einzigen Eingang **334**, wenn hierbei das Gehäuse **330** der Gasfalle ausreichend Platz lässt. Darüber hinaus ist in Fig. 4 gezeigt, dass die Arbeitsflüssigkeit für die Gasfalle an der kältesten Stelle des gesamten Systems aus zwei Wärmepumpenstufen abgezapft wird, nämlich am Ablauf **312** des Verdampfers **300** der ersten Stufe, der mit dem Wärmetauscher **398** gekoppelt ist. Obgleich in Fig. 4 nicht dargestellt, wäre typischerweise zwischen der Abzweigung **352** und der Abzweigung **350** die Pumpe **314** von Fig. 1B angeordnet. Alternative Ausführungen können jedoch ebenfalls gewählt werden.

[0084] Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Abzweigung an Arbeitsflüssigkeit in die Gasfalle kleiner oder gleich 1% vom Hauptstrom, also von dem gesamten Strom vom Verdampfer **1 300** zu dem Wärmetauscher **398** stattfindet und vorzugsweise sogar kleiner oder gleich 1% ist.

[0085] Dasselbe gilt für die Abzweigung von Dampf aus dem Kondensierer über die Zuführungsleitung **325** oder **525**. Hier ist typischerweise der Querschnitt der Leitung von dem Kondensierer in das Gehäuse **330** so ausgebildet, dass höchstens 1% vom Hauptgasstrom in den Kondensierer hinein oder vorzugsweise sogar kleiner oder gleich 1% vom Gasstrom in den Kondensierer hinein abgezweigt wird. Da jedoch die komplette Regelung automatisch aufgrund des Druckunterschieds von dem jeweiligen Kondensierer in die Gasfalle stattfindet, ist die genaue Dimensionierung hier für die Funktionalität nicht wesentlich.

[0086] Fig. 6 zeigt einen Verflüssiger, wobei der Verflüssiger in Fig. 6 eine Dampfleinleitungszone **102** aufweist, die sich vollständig um die Kondensations-

zone **100** herum erstreckt. Insbesondere ist in **Fig. 6** ein Teil eines Verflüssigers dargestellt, der einen Verflüssigerboden **200** aufweist. Auf dem Verflüssigerboden ist ein Verflüssigergehäuseabschnitt **202** angeordnet, der aufgrund der Darstellung in **Fig. 6** durchsichtig gezeichnet ist, der jedoch in Natur nicht unbedingt durchsichtig sein muss, sondern z. B. aus Kunststoff, Aluminiumdruckguss oder etwas Ähnlichem gebildet sein kann. Das seitliche Gehäuseteil **202** liegt auf einem Dichtungsgummi **201** auf, um eine gute Abdichtung mit dem Boden **200** zu erreichen. Ferner umfasst der Verflüssiger einen Flüssigkeitsablauf **203** sowie einen Flüssigkeitszulauf **204** sowie eine in dem Verflüssiger zentral angeordnete Dampfzuführung **205**, die sich von unten nach oben in **Fig. 6** verjüngt. Es sei darauf hingewiesen, dass **Fig. 6** die eigentlich gewünschte Aufstellrichtung einer Wärmepumpe und eines Verflüssigers dieser Wärmepumpe darstellt, wobei in dieser Aufstellrichtung in **Fig. 6** der Verdampfer einer Wärmepumpe unterhalb des Verflüssigers angeordnet ist. Die Kondensationszone **100** wird nach außen durch einen korbartigen Begrenzungsgegenstand **207** begrenzt, der ebenso wie das äußere Gehäuseteil **202** durchsichtig gezeichnet ist und normalerweise korbartig ausgebildet ist.

[0087] Ferner ist ein Gitter **209** angeordnet, das ausgebildet ist um Füllkörper, die in **Fig. 6** nicht gezeigt sind, zu tragen. Wie es aus **Fig. 6** ersichtlich aus, erstreckt sich der Korb **207** lediglich bis zu einem gewissen Punkt nach unten. Der Korb **207** ist dampfdurchlässig vorgesehen, um Füllkörper zu halten, wie beispielsweise sogenannte Pallringe. Diese Füllkörper werden in die Kondensationszone eingebracht, und zwar lediglich innerhalb des Korbs **207**, jedoch nicht in der Dampfeinleitungszone **102**. Die Füllkörper werden jedoch so hoch auch außerhalb des Korbs **207** eingefüllt, dass sich die Höhe der Füllkörper entweder bis zu der unteren Begrenzung des Korbs **207** oder etwas darüber erstreckt.

[0088] Der Verflüssiger von **Fig. 6** umfasst einen Arbeitsflüssigkeitszuführer, der insbesondere durch die Arbeitsflüssigkeitszuführung **204**, die, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, gewunden um die Dampfzuführung in Form einer aufsteigenden Windung angeordnet ist, durch einen Flüssigkeitstransportbereich **210** und durch ein Flüssigkeitsverteilerelement **212** gebildet wird, das vorzugsweise als Lochblech ausgebildet ist. Insbesondere ist der Arbeitsflüssigkeitszuführer also ausgebildet, um die Arbeitsflüssigkeit in die Kondensationszone zuzuführen.

[0089] Darüber hinaus ist auch ein Dampfzuführer vorgesehen, der sich, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, vorzugsweise aus dem trichterförmig sich verjüngenden Zuführungsbereich **205** und dem oberen Dampfleitungsbereich **213** zusammensetzt. In dem Dampfleitungsbereich **213** wird vorzugsweise ein Rad eines Radialkompressors eingesetzt und die Radial-

kompression führt dazu, dass durch die Zuführung **205** Dampf von unten nach oben gesaugt wird und dann aufgrund der Radialkompression durch das Radialrad bereits gewissermaßen 90 Grad nach außen umgelenkt wird, also von einer Strömung von unten nach oben zu einer Strömung von der Mitte nach außen in **Fig. 6** bezüglich des Elements **213**.

[0090] In **Fig. 6** nicht gezeigt ist ein weiterer Umlenker, der den bereits nach außen umgelenkten Dampf noch einmal um 90 Grad umlenkt, um ihn dann von oben in den Spalt **215** zu leiten, der gewissermaßen den Beginn der Dampfeinleitungszone darstellt, die sich seitlich um die Kondensationszone herum erstreckt. Der Dampfzuführer ist daher vorzugsweise ringförmig ausgebildet und mit einem ringförmigen Spalt zum Zuführen des zu kondensierenden Dampfes versehen, wobei die Arbeitsflüssigkeitszuführung innerhalb des ringförmigen Spalts ausgebildet ist.

[0091] Zur Veranschaulichung wird auf **Fig. 7** verwiesen. **Fig. 7** zeigt eine Ansicht des „Deckelbereichs“ des Verflüssigers von **Fig. 6** von unten. Insbesondere ist das Lochblech **212** von unten schematisch dargestellt, das als Flüssigkeitsverteilerelement wirkt. Der Dampfeinlassspalt **215** ist schematisch gezeichnet, und es ergibt sich aus **Fig. 7**, dass der Dampfeinlassspalt lediglich ringförmig ausgebildet ist, derart, dass in die Kondensationszone direkt von oben bzw. direkt von unten kein zu kondensierender Dampf eingespeist wird, sondern nur seitlich herum. Durch die Löcher des Verteilerblechs **212** fließt somit lediglich Flüssigkeit, jedoch kein Dampf. Der Dampf wird erst seitlich in die Kondensationszone „eingesaugt“, und zwar aufgrund der Flüssigkeit, die durch das Lochblech **212** hindurchgetreten ist. Die Flüssigkeitsverteilerplatte kann aus Metall, Kunststoff oder einem ähnlichen Material ausgebildet sein und ist mit unterschiedlichen Lochmustern ausführbar. Ferner wird es, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, bevorzugt eine seitliche Begrenzung für aus dem Element **210** fließende Flüssigkeit vorzusehen, wobei diese seitliche Begrenzung mit **217** bezeichnet ist. Damit wird sichergestellt, dass Flüssigkeit, die aus dem Element **210** aufgrund der geschwungenen Zuführung **204** bereits mit einem Drall austritt und sich von innen nach außen auf dem Flüssigkeitsverteiler verteilt, nicht über den Rand in die Dampfeinleitungszone spritzt, sofern die Flüssigkeit nicht bereits vorher durch die Löcher der Flüssigkeitsverteilerplatte getropft und mit Dampf kondensiert ist.

[0092] **Fig. 5** zeigt eine komplette Wärmepumpe in Schnittdarstellung, die sowohl den Verdampferboden **108** als auch den Kondensatorboden **106** umfasst. Wie es in **Fig. 5** oder auch in **Fig. 1** gezeigt ist, hat der Kondensatorboden **106** einen sich verjüngenden Querschnitt von einem Zulauf für die zu verdampfende Arbeitsflüssigkeit zu einer Absaugöffnung **115**, die mit dem Kompressor bzw. Motor **110** gekoppelt

ist, wo also das vorzugsweise verwendete Radialrad des Motors den im Verdampferraum **102** erzeugten Dampf absaugt.

[0093] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt durch die gesamte Wärmepumpe. Insbesondere ist innerhalb des Kondensatorbodens ein Tropfenabscheider **404** angeordnet. Dieser Tropfenabscheider umfasst einzelne Schaufeln **405**. Diese Schaufeln sind, damit der Tropfenabscheider an Ort und Stelle bleibt, in entsprechenden Nuten **406** eingebracht, die in Fig. 5 gezeigt sind. Diese Nuten sind in dem Kondensatorboden in einem Bereich, der zu dem Verdampferboden hin gerichtet ist, in der Innenseite des Verdampferbodens angeordnet. Darüber hinaus hat der Kondensatorboden ferner diverse Führungsmerkmale, die als Stäbchen oder Zungen ausgebildet sein können, um Schläuche zu halten, die für eine Kondensatorwasserführung beispielsweise vorgesehen sind, die also auf entsprechende Abschnitte aufgesteckt werden und die Einspeisepunkte der Kondensatorwasserzuführung ankoppeln. Diese Kondensatorwasserzuführung **402** kann je nach Implementierung so ausgebildet sein, wie es in den Fig. 6 und Fig. 7 bei den Bezugszeichen **102**, **207** bis **250** gezeigt ist. Ferner hat der Kondensator vorzugsweise eine Kondensatorflüssigkeitsverteilungsanordnung, die zwei oder auch mehr Einspeisepunkte aufweist. Ein erster Einspeisepunkt ist daher mit einem ersten Abschnitt eines Kondensatorzulaufs verbunden. Ein zweiter Einspeisepunkt ist mit einem zweiten Abschnitt des Kondensatorzulaufs verbunden. Sollten mehr Einspeisepunkte für die Kondensatorflüssigkeitsverteilungsanordnung vorhanden sein, so wird der Kondensatorzulauf in weitere Abschnitte aufgeteilt sein.

[0094] Der obere Bereich der Wärmepumpe von Fig. 5 kann somit genauso wie der obere Bereich in Fig. 6 ausgebildet sein, dahin gehend, dass die Kondensatorwasserzuführung über das Lochblech von Fig. 6 und Fig. 7 stattfindet, so dass abwärts rieselndes Kondensatorwasser **408** erhalten wird, in das der Arbeitsdampf **112** vorzugsweise seitlich eingeführt wird, so dass die Querstrom-Kondensation, die eine besonders hohe Effizienz erlaubt, erhalten werden kann. Wie es auch in Fig. 6 dargestellt ist, kann die Kondensationszone mit einer lediglich optionalen Füllung versehen sein, bei der der Rand **207**, der auch mit **409** bezeichnet ist, frei bleibt von Füllkörpern oder ähnlichen Dingen, dahin gehend, dass der Arbeitsdampf **112** nicht nur oben, sondern auch unten noch seitlich in die Kondensationszone eindringen kann. Die gedachte Begrenzungslinie **410** soll das in Fig. 5 veranschaulichen. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel ist jedoch der gesamte Bereich des Kondensators mit einem eigenen Kondensatorboden **200** ausgebildet, der oberhalb eines Verdampferbodens angeordnet ist. Nachfolgend wird Bezug nehmend auf Fig. 9 eine Wärmepumpe gemäß dem zweiten Aspekt beschrieben, welcher separat von

dem ersten Aspekt, der bisher beschrieben worden ist, oder zusätzlich zum ersten Aspekt eingesetzt werden kann. Die Wärmepumpe gemäß dem zweiten Aspekt umfasst einen Kondensierer **306**, der genauso ausgebildet sein kann, wie der vorstehend beschriebene Kondensierer zum Kondensieren von erwärmtem bzw. verdichtetem Arbeitsdampf, der über die Leitung **305** für erwärmten Arbeitsdampf dem Kondensierer **306** zugeführt wird. Der Kondensierer **306** umfasst nunmehr gemäß dem zweiten Aspekt jedoch einen Fremdgassammelraum **900**, der in dem Kondensierer **306** angeordnet ist. Der Fremdgassammelraum umfasst eine Kondensationsoberfläche **901a**, **901b**, die im Betrieb kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist. Ferner umfasst der Fremdgassammelraum **900** eine Trennwand **902**, die zwischen der Kondensationsoberfläche **901a**, **901b** und einer Kondensationszone **904** in dem Kondensierer **306** angeordnet ist. Darüber hinaus ist eine Fremdgasabführungseinrichtung **906** vorgesehen, die mit dem Fremdgassammelraum **900** beispielsweise über die Fremdgaszuführungsleitung **325** gekoppelt ist, um Fremdgas aus dem Fremdgassammelraum **900** abzuführen. Die Fremdgasabführungseinrichtung **906** umfasst beispielsweise eine Kombination aus einer Pumpe, wie beispielsweise der Pumpe **342**, aus einer Ansaugleitung **371** und aus einer Ausstoßleitung **372**, wie sie in Fig. 1B beschrieben ist. Dann würde aus dem Fremdgassammelraum gewissermaßen direkt nach außen abgesaugt werden.

[0095] Alternativ ist die Fremdgasabführungseinrichtung **906** als Gasfalle ausgebildet, mit dem Gehäuse und dem Zu/Ableitungen, wie sie anhand von Fig. 1B, Fig. 2A, Fig. 2B, Fig. 3, Fig. 4 beschrieben worden ist. Dann würde die Fremdgasabführungseinrichtung zusätzlich zu der Pumpe **342**, der Ansaugleitung **371** und der Ausstoßleitung **372** auch die Gasfalle umfassen. Dies würde eine gewissermaßen „indirekte“ Fremdgasabführung darstellen, bei der zunächst aus dem Fremdgassammelraum bereits angereichertes Fremdgas zusammen mit Arbeitsdampf in die Gasfalle gebracht wird, wo die Anreicherung von Fremdgas durch weitere Kondensation von Arbeitsdampf noch erhöht wird, bis dann durch die Pumpe abgesaugt wird. Die Kombination des ersten und des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung stellt also eine gewissermaßen zweistufige Anreicherung von Fremdgas dar, also eine erste Anreicherung im Fremdgassammelraum **900** und eine zweite Anreicherung im Fremdgasanreicherungsraum **358** der Gasfalle von Fig. 1B, bevor dann Fremdgas abgesaugt wird. Alternativ kann jedoch auch eine einstufige Fremdgasanreicherung stattfinden, nämlich entweder durch den Fremdgassammelraum **900** von Fig. 9, aus dem dann direkt abgesaugt wird, also ohne dazwischenliegende Gasfalle mit Gasfallengehäuse **330**, oder, alternativ, durch eine Absaugung aus dem Kondensierer **306** ohne Fremdgassammelraum

900, wie es anhand von **Fig. 1B** beispielsweise beschrieben worden ist.

[0096] Aufgrund der optimalen Fremdgasanreicherung und der damit verbundenen Vereinfachungen im Hinblick auf Befüllung und Entsorgung von abgesaugtem Arbeitsdampf wird es jedoch bevorzugt, die zweistufige Variante zu wählen, also die Kombination von Aspekt 1 und Aspekt 2 der vorliegenden Erfindung.

[0097] **Fig. 10** zeigt eine schematische Anordnung einer Wärmepumpen mit verschränkter Ausführung, wie sie beispielsweise in **Fig. 1** und **Fig. 5** dargestellt ist. Insbesondere ist der Verdampfererraum **102** innerhalb des Kondensiererraums **104** angeordnet. Der Dampf wird über eine Dampfzuführung **1000**, nachdem er durch einen Motor, der in **Fig. 10** nicht gezeigt ist, komprimiert worden ist, seitlich, wie es bei **112** gezeigt ist, in die Kondensationszone **904** zugeführt. Darüber hinaus ist eine, bei dem in **Fig. 10** gezeigten Ausführungsbeispiel etwa kegelförmige, Trennwand **902** im Querschnitt dargestellt, die die Kondensationszone **904** von der Kondensationsoberfläche **106**, die durch den Kondensatorboden gebildet ist, und von der weiteren Kondensationsoberfläche **901b**, die durch die Wasser- bzw. Kondensierflüssigkeitszuführung **402** gebildet ist, getrennt. Damit ergibt sich zwischen der Trennwand **902** einerseits und der Oberfläche **106**, die auch der Kondensationsoberfläche **901a** von **Fig. 9** entspricht, und dem oberen Bereich **901b** der Wasserzuführung **402** der Fremdgasammelraum **900**, der im Vergleich zu den Verhältnissen in den Kondensationszone **904** ein beruhigte Zone darstellt.

[0098] Die Trennwand **901a** hat auf der dem Kondensator zugewandten Seite eine Temperatur unterhalb der Satttdampftemperatur im Kondensator. Außerdem hat die Trennwand **901a** auf der dem Verdampfer zugewandten Seite eine Temperatur über der dort herrschenden Satttdampftemperatur. Damit wird sichergestellt, dass der Saugmund bzw. Dampfkanal trocken ist und keine Wassertropfen im Dampf vorhanden sind, insbesondere dann, wenn der Verdichtermotor aktiviert wird. Damit wird vermieden, dass das Impellerrad durch Tropfen im Dampf beschädigt wird.

[0099] Insbesondere lässt die Wasserdampfzuführung ständig Wasserdampf **112** zuströmen, wobei hierbei Größenordnungen von typischerweise wenigstens 1 l Wasserdampf pro Sekunde zuströmen. Der Druck des Wasserdampfes ist gleich oder höher als der resultierende Satttdampfdruck des durch die Wasserzuführung **402** zugeführten Kondensiererswassers, das auch mit **1002** in **Fig. 10** bezeichnet ist. Hier fließen typischerweise wenigstens 0,1 l/s an Kondensiererarbeitsflüssigkeit **1002** zu. Die Kondensiererflüssigkeit strömt oder fällt vorzugsweise mög-

lichst turbulent herunter und der zugeführte Wasserdampf **112** kondensiert bereits größtenteils in das bewegte Wasser. Der Wasserdampf verschwindet also im Wasser und übrig bleibt das Fremdgas. Die Trennwand **902** leitet das kondensierte Wasser und das zugeströmte Wasser nach unten ab und sorgt gleichzeitig für die beruhigte Zone, durch die sich der Fremdgasammelraum **900** ergibt. Diese Zone bildet sich unter der Trennwand **902** aus. Hier findet die Fremdgasanreicherung statt.

[0100] Eine Funktionalitätsdarstellung ist in **Fig. 11** gegeben. Hier ist insbesondere dargestellt, dass ein kleiner Teil des Wasserdampfes zu der kalten Wasserdampfzuführung **901b** strömt, um dort zu kondensieren. Vorzugsweise ist dieser Bereich **901b** der Wasserzuführung, in der im Kondensierer zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit, die Wasser sein kann, jedoch nicht unbedingt sein muss, die eher relativ kalte Stelle im Kondensierer. Diese Wasserdampfzuführung ist ferner vorzugsweise aus Metall gebildet, das eine gute Wärmeleitfähigkeit hat, so dass die kleine Menge an Wasserdampf **1010**, die in dem beruhigten Raum, d. h. in dem Fremdgasammelraum nach oben fließt, eine „kalte Oberfläche“ „sieht“. Gleichzeitig sei jedoch darauf hingewiesen, dass auch die Wand des Verdampfer-Saugmunds, die mit **901a** bezeichnet ist, ebenfalls relativ kalt ist. Obgleich diese Wand vorzugsweise aus Kunststoff ausgebildet ist, aufgrund der leichteren Formbarkeit, das einen relativ schlechten Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten hat, ist dennoch der Verdampfererraum **102** der nahezu kälteste Bereich der gesamten Wärmepumpe. Damit sieht der Wasserdampf **1010**, der typischerweise durch einen Spalt **1012** in den Fremdgasammelraum eintritt, auch an der seitlichen Wand **901a** eine Kältesenke, die den Wasserdampf motiviert, zu kondensieren. Durch diese Wasserdampfströmung, wie sie durch den Pfeil **1010** in **Fig. 11** symbolisiert ist, werden Fremdgasatome mit in den Fremdgasammelraum hineingetragen. Das Fremdgas wird also mitgerissen und sammelt sich, weil es nicht kondensieren kann, in der gesamten beruhigten Zone an.

[0101] Hört die Kondensation auf, ist der Fremdgasanteil und damit der Partialdruck höher. Dann oder bereits bei abnehmender Kondensation ist es nötig, dass die Fremdgasabführungseinrichtung Fremdgas abführt, beispielsweise mittels einer angeschlossenen Vakuumpumpe, die aus der beruhigten Zone, also aus dem Fremdgasammelraum absaugt. Diese Absaugung kann geregelt geschehen, kann kontinuierlich geschehen oder kann gesteuert passieren. Mögliche Messgrößen sind Druck, Temperatur an der Kondensationsstelle, ein Temperaturunterschied zwischen der Wasserzuführung und der Kondensationsstelle, eine treibende Druckerhöhung für den gesamten Kondensationsprozess zur Wasseraustrittstemperatur, etc. Alle diese Größen können für eine Regelung benutzt werden. Gesteuert kann aber ein-

fach auch durch eine Zeitintervallsteuerung, die eine bestimmte Zeitdauer die Vakuumpumpe einschaltet und dann wieder ausschaltet.

[0102] Fig. 12 zeigt eine detailliertere Darstellung einer Wärmepumpe mit einem Kondensierer, der die Trennwand aufweist, anhand der in Fig. 5 querschnittsmäßig dargestellten Wärmepumpe. Insbesondere ist wieder die Trennwand **902** im Querschnitt dargestellt, die den Fremdgasammelraum **900** von der Kondensationszone **408** oder **904** trennt, so dass eine Zone geschaffen wird, nämlich der Fremdgasammelraum **900**, in dem im Vergleich zur sonstigen Kondensationszone ein „beruhigtes Klima“ herrscht, in das die Wasserdampfströmung **1010** eintritt, die gleichzeitig Fremdgas, das in der Kondensationszone vorhanden ist, mithineinträgt. Ferner ist als Absaugeinrichtung ein Schlauch **325** vorgesehen. Der Absaugschlauch **325** ist vorzugsweise oben in dem Fremdgasammelraum angeordnet, wie es bei **1020** angedeutet ist, wo das Schlauchende im Fremdgasammelraum angeordnet ist. Die Wände des Fremdgasammelraums werden gebildet durch die Kondensationsoberfläche **901a** bezüglich der einen Seite, durch den Wasserzuführungsabschnitt **901b** nach oben und durch die Trennwand **902** bezüglich der anderen Seite. Der Schlauch **325**, also die Fremdgasabführung, wird vorzugsweise durch den Verdampferboden herausgeführt, jedoch so, dass der Schlauch nicht durch den Verdampfer, in dem ein besonders niedriger Druck herrscht, hindurchführt, sondern an diesem vorbeiführt. Ferner ist der Kondensierer so ausgebildet, dass ein gewisser Pegel an Kondensiererflüssigkeit vorhanden ist. Dieser Pegel ist jedoch derart gestaltet bezüglich seiner Höhe, dass die Trennwand **902** von dem Pegel um den Spalt **1012** von Fig. 11 entfernt ist, so dass die Wasserdampfströmung **1010** in den Fremdgasammelraum eintreten kann.

[0103] Vorzugsweise ist die Trennwand **902** bei dem in den Fig. 9 bis Fig. 12 dargestellten Ausführungsbeispielen nach oben hin abgedichtet, so dass die Arbeitsflüssigkeits- oder „Wasser“-Zuführung **402** lediglich Arbeitsflüssigkeit in die Kondensationszone **904** zuführt, nicht jedoch in die beruhigte Zone. Bei anderen Ausführungsbeispielen muss diese Abdichtung jedoch nicht besonders dicht sein. Es reicht eine lose Abdichtung, die dazu dient, dass die beruhigte Zone entstehen kann. Eine im Vergleich zum Kondensationsraum beruhigte Zone im Fremdgasammelraum entsteht bereits dadurch, dass in den Fremdgasammelraum weniger Arbeitsflüssigkeit zugeführt wird als in der Kondensationszone, so dass die Umgebung dort weniger turbulent ist als außerhalb der Trennwand. Die Wasserzuführung könnte somit so ausgebildet sein, dass im Fremdgasammelraum immer noch etwas Wasser zugeführt wird, um eine effiziente Kondensation von Wasserdampf zu erreichen, der, wie es schematisch bei **1010** gezeichnet ist, in den

Fremdgasammelraum fließt und dabei das Fremdgas mitnimmt. Der Fremdgasammelraum sollte jedoch so ruhig sein, dass sich das Fremdgas dort auch anreichern kann und nicht wieder entgegen der Strömung **1010** unter der Trennwand herausgebracht wird und sich wieder unerwünschterweise im Kondensierer verteilt.

[0104] Wie es in Fig. 12 ferner gezeigt ist, ist die Fremdgasabführungseinrichtung **906** ausgebildet, um anhand von entsprechenden Steuer/Regelgrößen **1030** zu arbeiten und angereichertes Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum **900** nach außen oder in eine weitere Gasfalle abzuführen, wie es bei **1040** angedeutet ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2016349 B1 [0002]
- DE 4431887 A1 [0014]
- WO 2014072239 A1 [0015, 0040, 0041, 0051]

Patentansprüche

1. Wärmepumpe, mit folgenden Merkmalen:
einem Kondensierer (306) zum Kondensieren von verdichtetem Arbeitsdampf;

einem Fremdgasammelraum (900), der in dem Kondensierer (306) angeordnet ist, wobei der Fremdgasammelraum folgende Merkmale aufweist:

eine Kondensationsoberfläche (901a, 901b), die im Betrieb der Wärmepumpe kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist; und

eine Trennwand (902), die zwischen der Kondensationsoberfläche und einer Kondensationszone (904) in dem Kondensierer (306) angeordnet ist; und

einer Fremdgasabführungseinrichtung (906), die mit dem Fremdgasammelraum (900) gekoppelt ist, um Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum (900) abzuführen.

2. Wärmepumpe nach Anspruch 1, die ferner einen Verdichter (302) und einen Verdampfer (300) aufweist, wobei ein Kanal (102) für Arbeitsdampf, der zu dem Verdichter (302) führt, zumindest teilweise in dem Kondensierer (306) angeordnet ist und eine Kanalwand aufweist, die die Kondensationsoberfläche (901a) darstellt.

3. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kondensierer (306) eine Flüssigkeitszuführung (402) aufweist, um durch Kondensation zu erwärmende Flüssigkeit in den Kondensierer zu leiten, wobei die Flüssigkeitszuführung (402) eine Wand (901b) aufweist, die zumindest einen Teil der Kondensationsoberfläche darstellt.

4. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Kanal (102) für den Arbeitsdampf in dem Kondensierer angeordnet ist, bei der die Trennwand (902) den Kanal umgibt und von dem Kanal beabstandet ist, und bei der eine Kondensationszone (904) zwischen der Trennwand und einem Kondensierergehäuse (114) ausgebildet ist.

5. Wärmepumpe nach Anspruch 4, bei der die Flüssigkeitszuführung (402) ausgebildet ist, um durch Kondensation zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit dem Kondensierer im Betrieb der Wärmepumpe von oben in einem Zuführungsbereich zuzuführen, und

bei der der Verdichter (302) ausgebildet ist, um verdichteten Arbeitsdampf im Betrieb seitlich von dem Zuführungsbereich zuzuführen.

6. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Flüssigkeitszuführung (402) in den Kondensierer ausgebildet ist, um durch Kondensation zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit der Kondensationszone (904) zuzuführen, wobei die Flüssigkeitszuführung so angeordnet ist, dass zwischen

der Trennwand (902) und der Kondensationsoberfläche (901a) dem Fremdgasammelraum (900) weniger Arbeitsflüssigkeit als der Kondensationszone (904) oder keine Arbeitsflüssigkeit zugeführt wird.

7. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich der Fremdgasammelraum (900) im Kondensierer (306) von einem unteren Ende zu einem oberen Ende erstreckt, wobei ein Fremdgaszugang (1020) der Fremdgasabführungseinrichtung (906) näher an dem oberen Ende als an dem unteren Ende oder direkt an dem oberen Ende des Fremdgasammelraums (900) angeordnet ist.

8. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Trennwand (902) so bezüglich der Kondensationsoberfläche (901a, 901b) angeordnet ist, dass sich in dem Fremdgasammelraum (900) eine beruhigte Zone bildet, in der ein gerichteter Strom (1010) aus Wasserdampf und Fremdgas eintritt, so dass durch Kondensation des Wasserdampfes aus dem gerichteten Strom (1010) an der Kondensationsoberfläche (901a, 901b) eine Fremdgasanreicherung in dem Fremdgasammelraum (900) stattfinden kann.

9. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kondensationsoberfläche (901b) zumindest teilweise aus Metall ist.

10. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner einen Verdampfer (300) aufweist, der über einen Dampfkanal (102) mit einem Verdichter (302, 110) verbunden ist, wobei sich der Dampfkanal in einem Kondensierergehäuse (114) in Betriebsrichtung von unten nach oben erstreckt, wobei eine Wand (901a) des Dampfkanals zumindest einen Teil der Kondensationsoberfläche darstellt, wobei die Trennwand (902) von der Wand (901a) des Dampfkanals beabstandet und um dieselbe herum angeordnet ist, und wobei die Kondensationszone (904) seitlich durch die Trennwand (902) begrenzt wird, so dass sich der Fremdgasammelraum (900) ergibt, der sich von unten nach oben erstreckt.

11. Wärmepumpe nach Anspruch 10, bei der die Trennwand (902) im Querschnitt kegelstumpfförmig ausgebildet ist, wobei der Querschnitt nach unten hin zunimmt.

12. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 10 oder 11, bei der der Kondensierer (306) ausgebildet ist und betrieben wird, so dass sich an einem Boden des Kondensierers im Betrieb ein Flüssigkeitspegel ausgebildet,

wobei ein unteres Ende der Trennwand (902) so angeordnet ist, dass sich zwischen dem Flüssigkeitspegel und dem unteren Ende ein Spalt (1012) ergibt; der ausgebildet ist, das durch den Spalt eine gerichtete Strömung an Arbeitsdampf und Fremdgas (1010) in den Fremdgasammelraum (900) eintreten kann.

13. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Trennwand (902) im Betrieb so angeordnet ist, dass in den Fremdgasammelraum im Betrieb an einem unteren Ende Wasserdampf in den Fremdgasammelraum besser eintreten kann als an einem oberen Ende desselben oder dass an dem oberen Ende des Fremdgasammelraums kein Wasserdampf eintreten kann.

14. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kondensationszone (904), die durch die Trennwand (902) begrenzt wird, mit Füllkörpern gefüllt ist, die auf der Trennwand (902) aufliegen oder an der Trennwand anliegen, wobei der Kondensierer (306) so ausgebildet ist, dass zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit durch die Füllkörper rieselt und zu kondensierender Arbeitsdampf in der rieselnden Arbeitsflüssigkeit kondensiert.

15. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Trennwand (902) für die zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit nicht durchdringbar ist und ausgebildet ist, um eine auf die Trennwand aufgebrachte zu erwärmende Arbeitsflüssigkeit abzuleiten, und um unter der Trennwand eine beruhigte Zone zu bilden, die den Fremdgasammelraum (902) darstellt, wobei die Kondensationsoberfläche in der beruhigten Zone angeordnet ist.

16. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Fremdgasabführungseinrichtung eine steuerbare Pumpe aufweist, die ausgebildet ist, um abhängig von einer Steuergröße oder zeitintervallgesteuert ein Gemisch aus verbleibendem Arbeitsflüssigkeitsdampf und Fremdgas aus dem Fremdgasammelraum (900) abzusaugen.

17. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Fremdgasabführungseinrichtung eine Gasfalle aufweist, die außerhalb des Kondensierers (306) angeordnet ist und Gas aus dem Fremdgasammelraum absaugt, wobei mit der Gasfalle ferner eine Pumpe (342) gekoppelt ist, die abhängig von einer Steuergröße oder zeitintervallgesteuert Gas aus der Gasfalle absaugt.

18. Wärmepumpe nach Anspruch 17, bei der die Gasfalle folgende Merkmale aufweist: ein Gehäuse (330) mit einem Fremdgaszuführungseingang (332); eine Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) in dem Gehäuse (330); und

eine Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) in dem Gehäuse (330); und

wobei das Gehäuse (330), die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) und die Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) so ausgebildet sind, dass im Betrieb eine Arbeitsflüssigkeitsströmung (344) von der Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) zu der Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) in dem Gehäuse (330) stattfindet, und

wobei die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) mit der Wärmepumpe gekoppelt ist, um im Betrieb der Wärmepumpe Arbeitsflüssigkeit zu leiten, die kälter ist als ein zu kondensierender Arbeitsdampf in dem Kondensierer (306).

19. Wärmepumpe nach Anspruch 18, die fernerfolgende Merkmale aufweist:

einen Verdampfer (300) zum Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit mit einem Zulauf (310) für zu kühlende Arbeitsflüssigkeit und einem Ablauf (312) für gekühlte Arbeitsflüssigkeit,

wobei die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) und die Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) beide mit dem Zulauf (310) zu dem Verdampfer oder mit dem Ablauf (312) von dem Verdampfer gekoppelt sind, wobei die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) mit dem Zulauf (310) zu dem Verdampfer und die Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) mit dem Ablauf (312) von dem Verdampfer (300) oder umgekehrt gekoppelt sind.

20. Wärmepumpe nach Anspruch 19, wobei in dem Zulauf (310) zu dem Verdampfer oder in dem Ablauf (312) von dem Verdampfer eine Pumpe (314) angeordnet ist, und

wobei die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) in Strömungsrichtung nach der Pumpe (314) und die Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) in Strömungsrichtung vor der Pumpe (340) mit dem Zulauf (310) bzw. dem Ablauf (312) des Verdampfers (300) gekoppelt sind.

21. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 17 bis 20, bei der das Gehäuse (330) in Betriebsrichtung senkrecht oder schräg angeordnet ist, wobei die Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) oberhalb der Arbeitsflüssigkeitsableitung (340) angeordnet ist.

22. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 17 bis 21,

bei der die Gasfalle einen Fremdgasanreicherungsraum (358) aufweist, der oberhalb der Arbeitsflüssigkeitszuleitung (338) angeordnet ist, und wobei die Pumpe (342) mit dem Fremdgasanreicherungsraum (358) gekoppelt ist, um das Gas aus dem Fremdgasanreicherungsraum (358) abzupumpen.

23. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kondensationsoberfläche (901a, 901b) in dem Fremdgasammelraum kälter ist als eine Temperatur, die einem Sattedampfdruck des zu kondensierenden Arbeitsdampfes entspricht.

24. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kondensationsoberfläche (901a) angeordnet ist, um im Betrieb der Wärmepumpe auf einer dem Kondensierer zugewandten Seite eine Temperatur unterhalb einer Sattdampftemperatur im Kondensierer zu haben, und um auf einer einem Verdampfer zugewandten Seite eine Temperatur über einer dort herrschenden Sattdampftemperatur zu haben.

25. Verfahren zum Betreiben einer Wärmepumpe, mit folgenden Merkmalen: einem Kondensierer (306) zum Kondensieren von verdichtetem Arbeitsdampf; und einem Fremdgassammelraum (900), der in dem Kondensierer (306) angeordnet ist, und eine Kondensationsoberfläche (901a, 901b) und eine Trennwand (902), die zwischen der Kondensationsoberfläche und einer Kondensationszone (904) angeordnet ist, aufweist, mit folgenden Schritten: Kühlen der Kondensationsoberfläche (901a, 901b), damit die Kondensationsoberfläche (901a, 901b) kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist; und Abführen von Fremdgas aus dem Fremdgassammelraum (900).

26. Verfahren zum Herstellen einer Wärmepumpe, mit folgenden Merkmalen: einem Kondensierer (306) zum Kondensieren von verdichtetem Arbeitsdampf; und einem Fremdgassammelraum (900), der in dem Kondensierer (306) angeordnet ist, und einer Fremdgasabführungseinrichtung (906), die mit dem Fremdgassammelraum (900) gekoppelt ist, um Fremdgas aus dem Fremdgassammelraum (900) abzuführen, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: Anordnen einer Kondensationsoberfläche (901a, 901b), die im Betrieb der Wärmepumpe kälter als eine Temperatur des zu kondensierenden Arbeitsdampfes ist; in dem Kondensierer; und Anordnen einer Trennwand (902) zwischen der Kondensationsoberfläche und einer Kondensationszone (904) in dem Kondensierer (306).

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

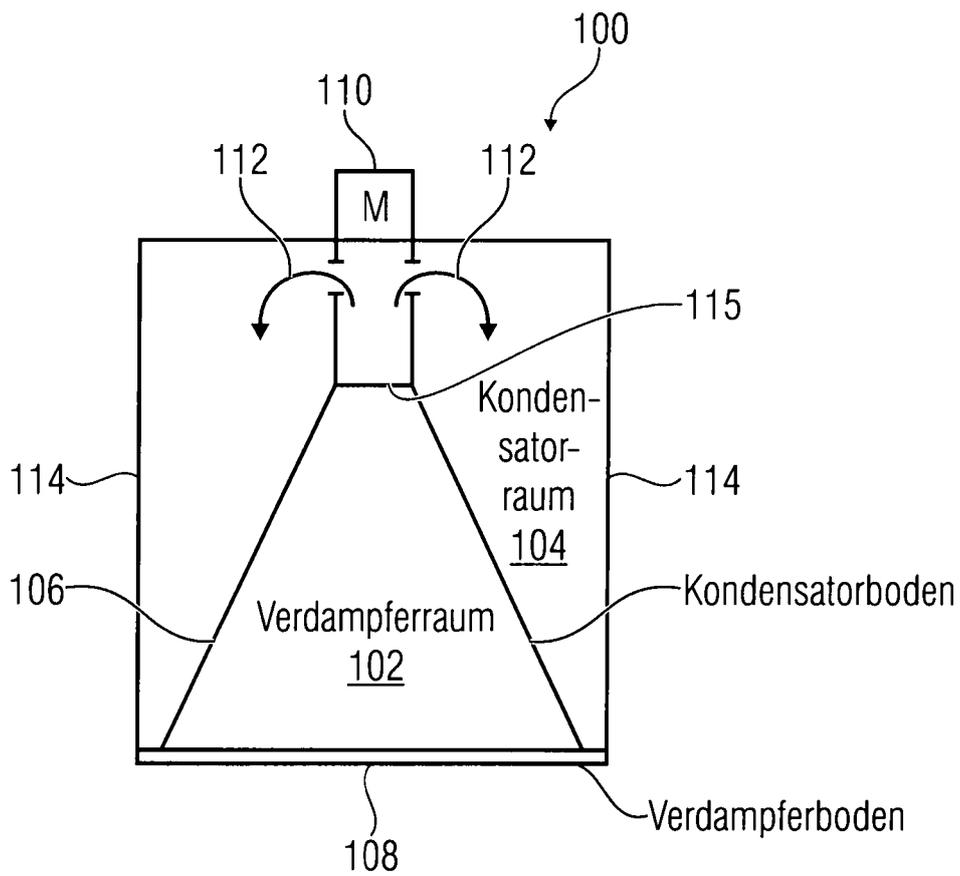


Fig. 1A

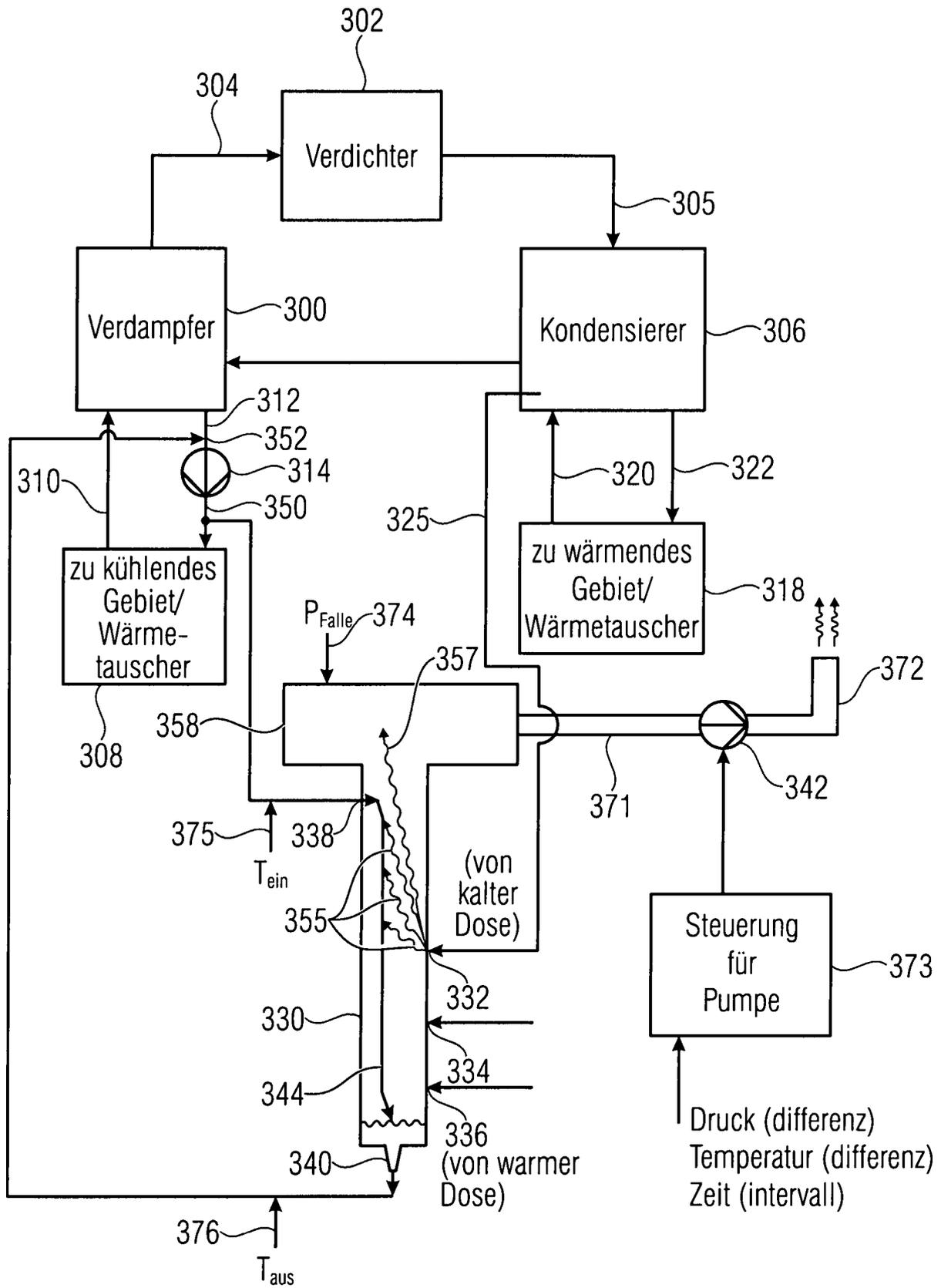


Fig. 1B

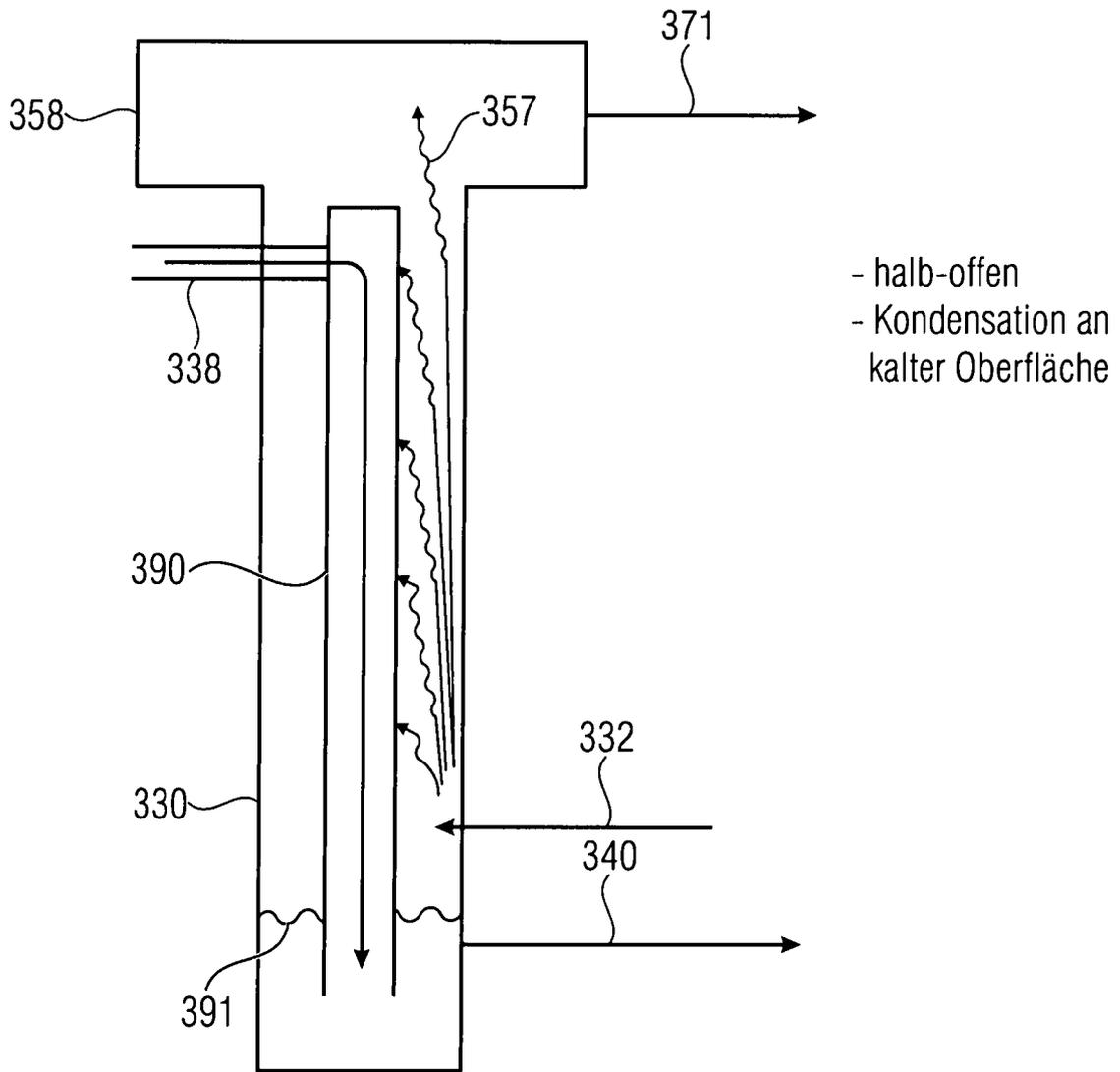


Fig. 2A

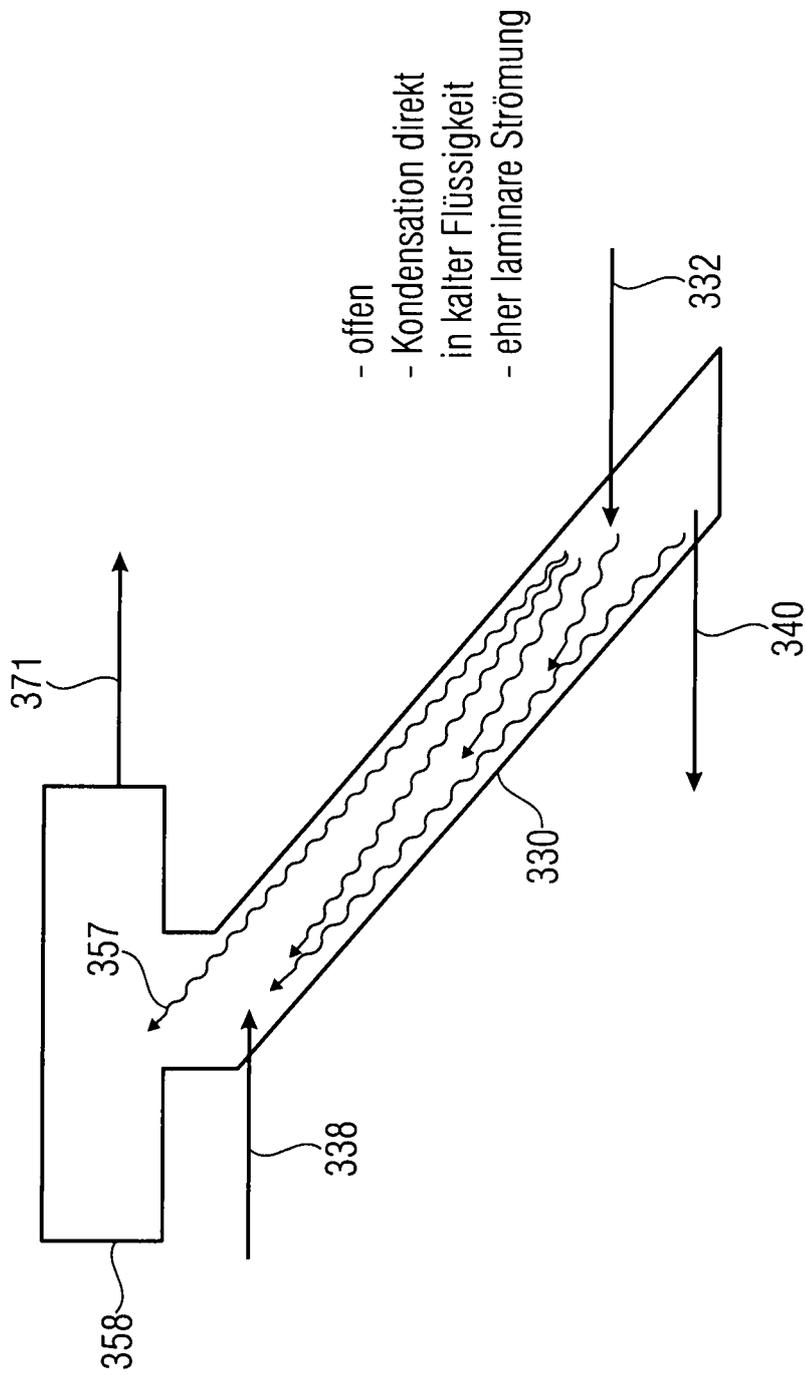
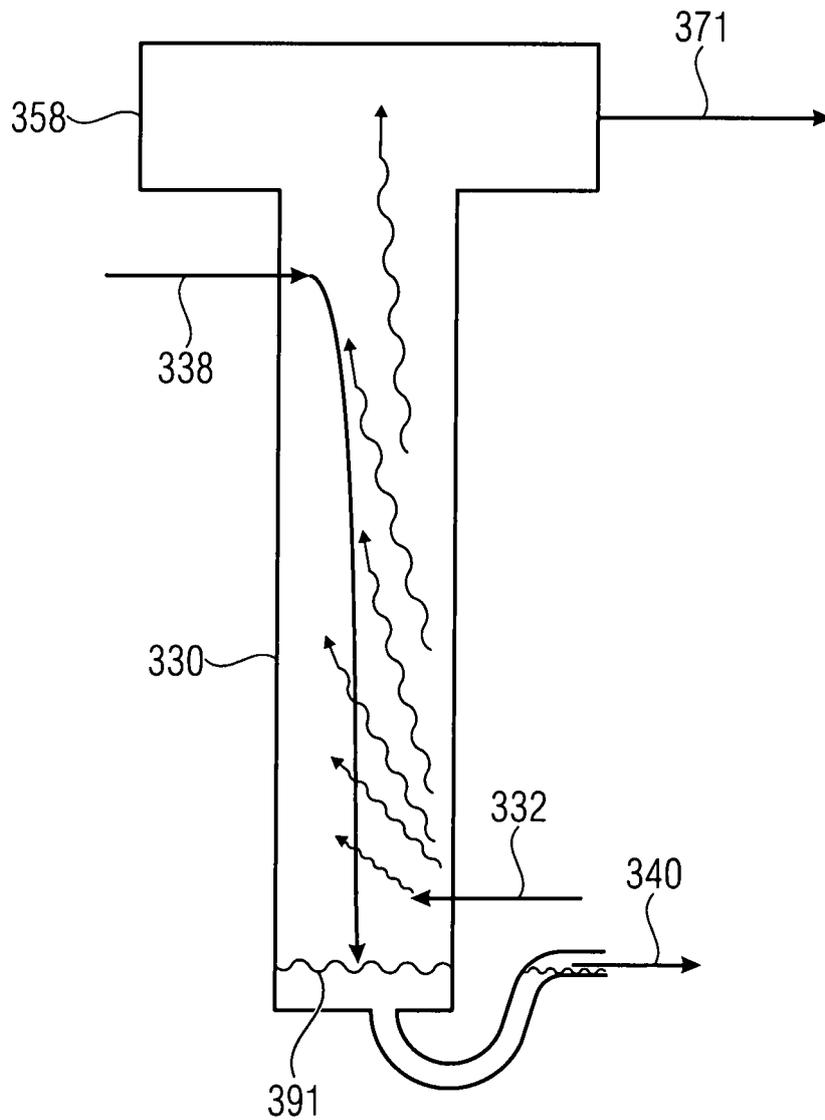


Fig. 2B



- offen
- Kondensation in turbulenter Flüssigkeit
- ggf. mit Füllkörpern (Turbulenzgeneratoren) gefüllt

Fig. 3

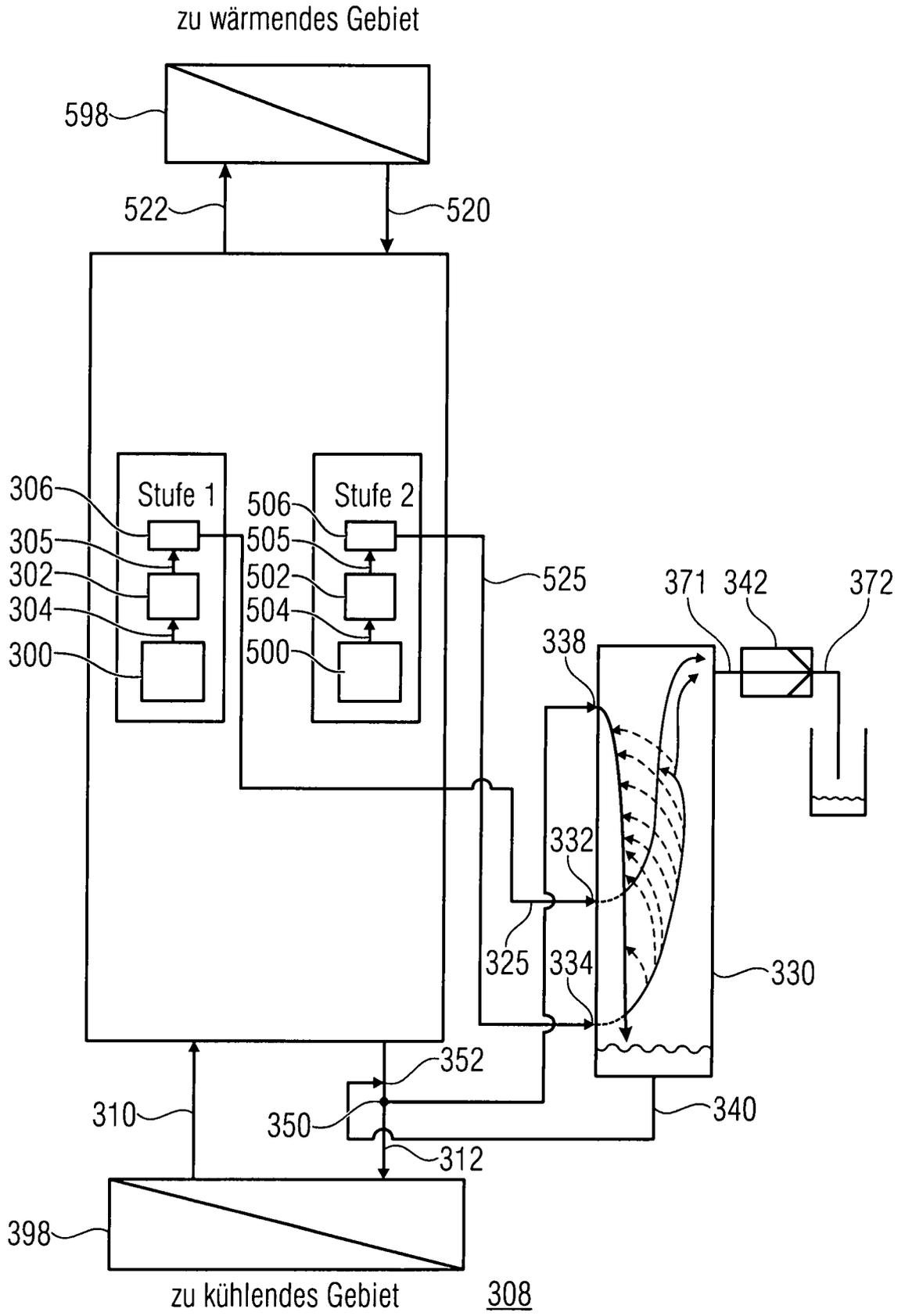


Fig. 4

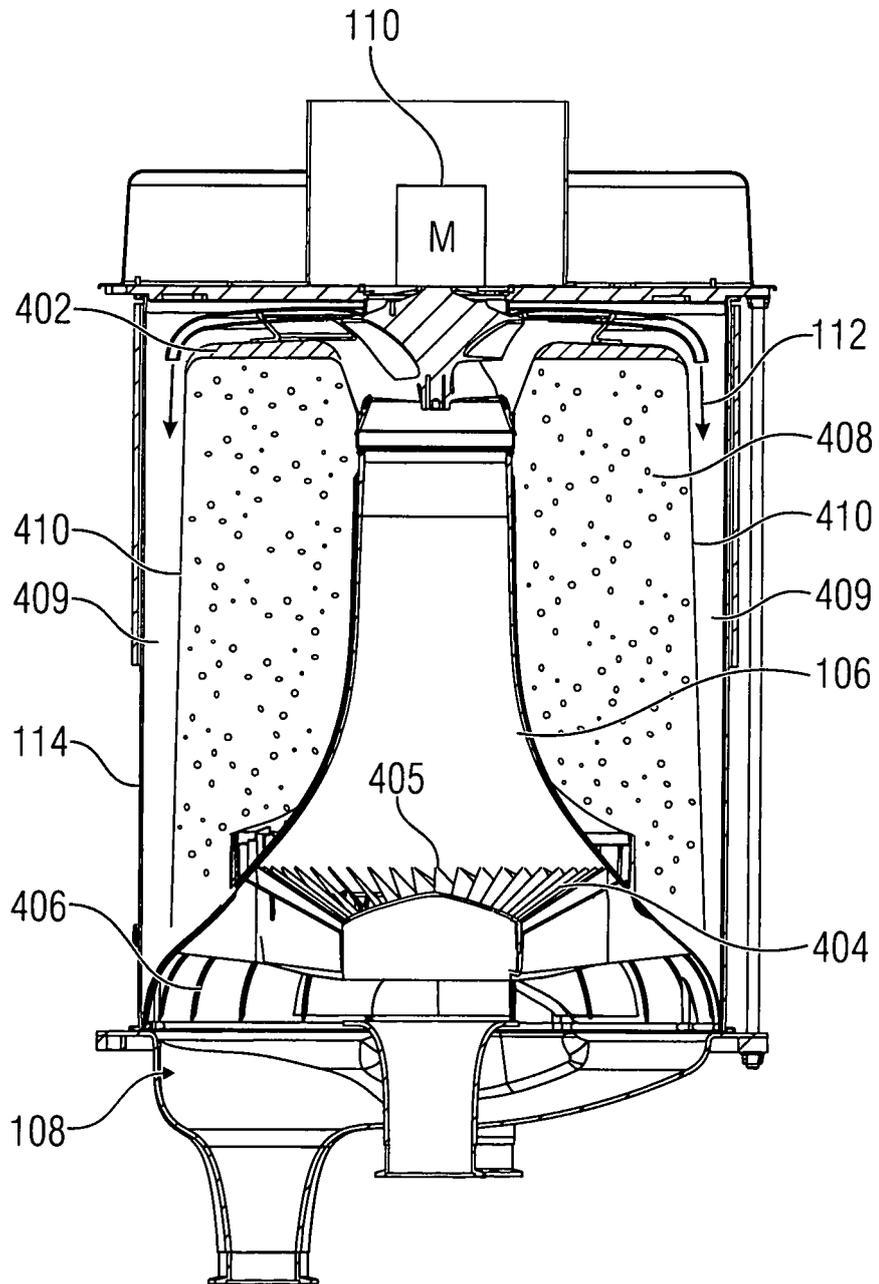


Fig. 5

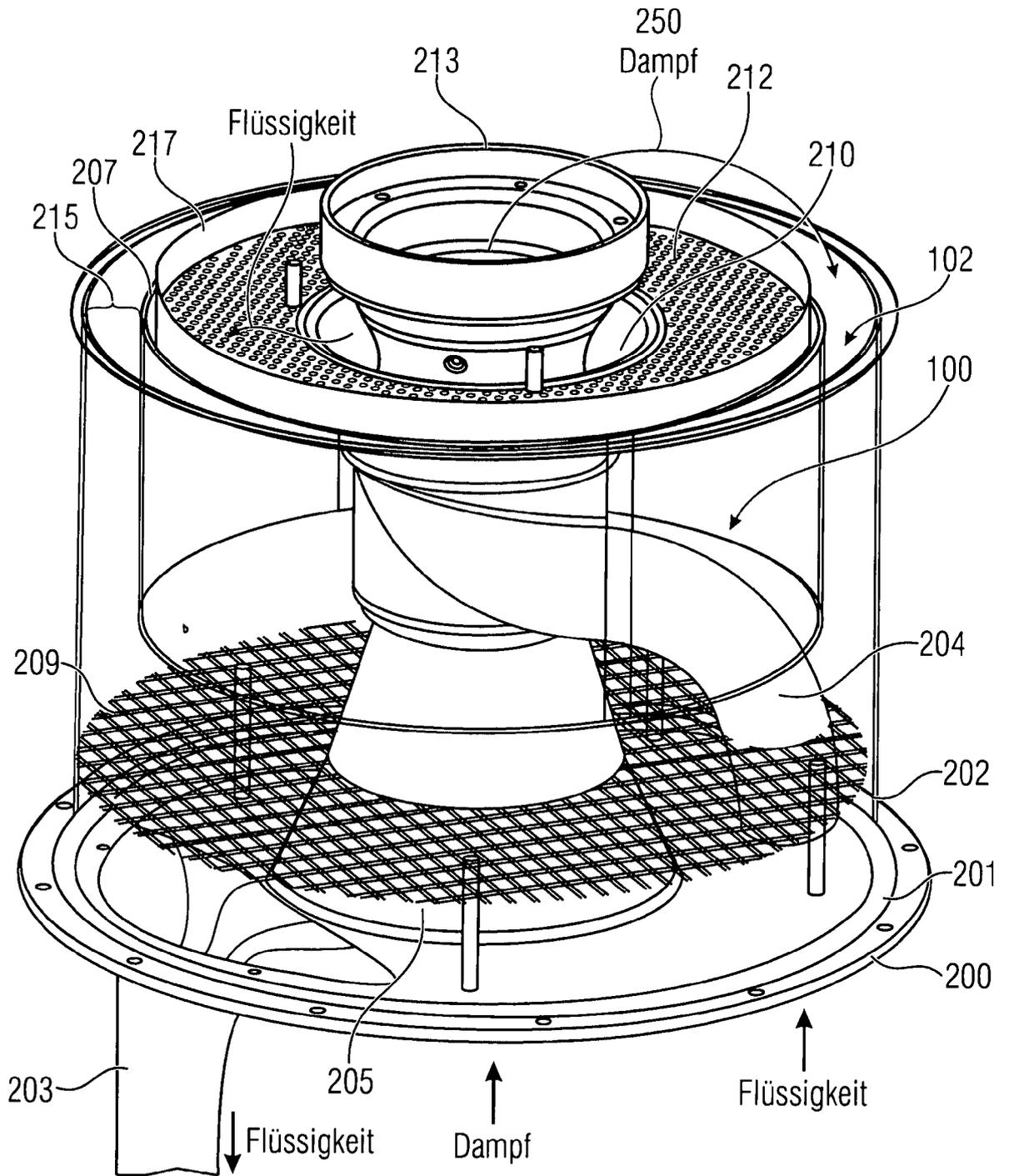
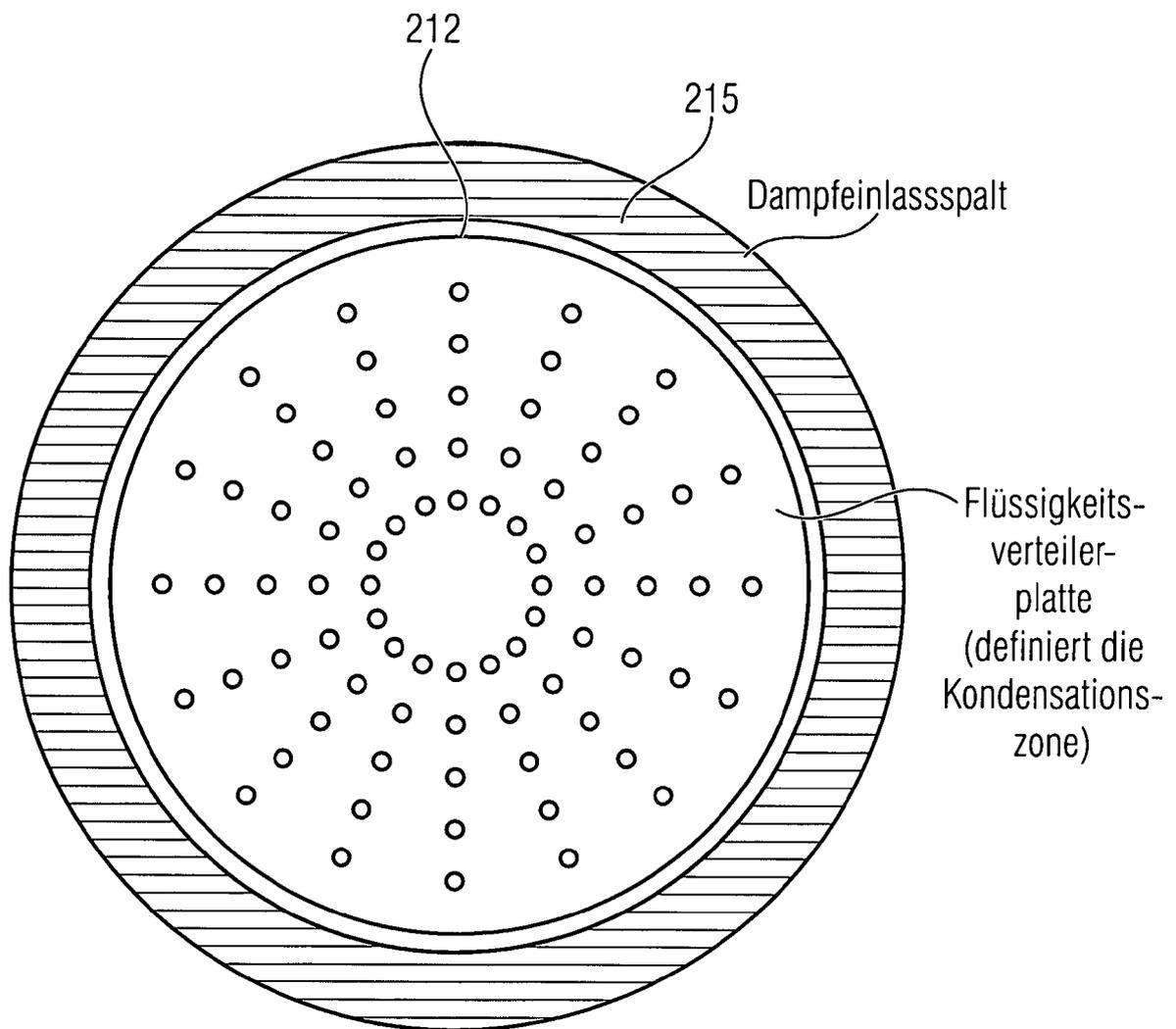


Fig. 6
(STAND DER TECHNIK)



schematische Ansicht des Deckels von unten

Fig. 7
(STAND DER TECHNIK)

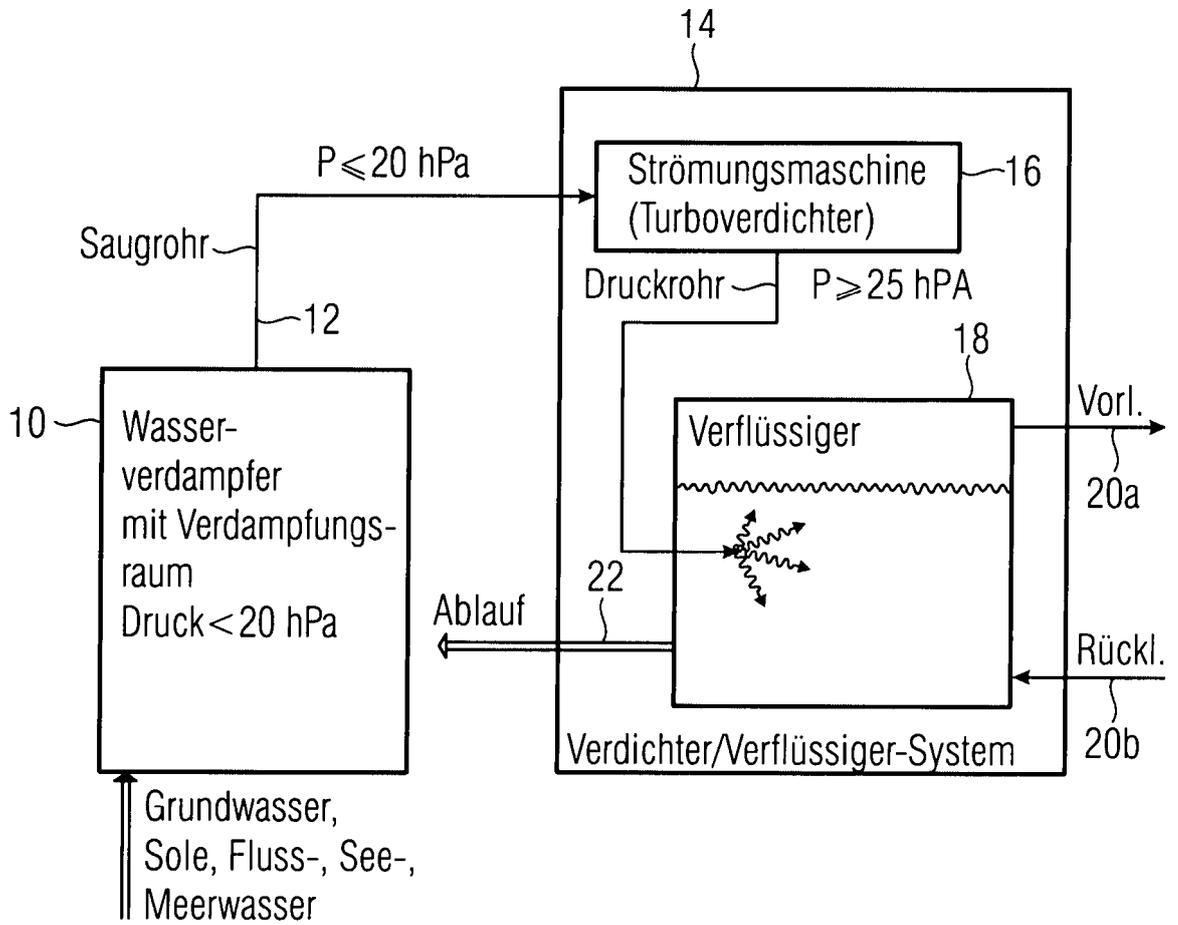


Fig. 8A
(STAND DER TECHNIK)

P[hPa]	8	12	30	60	100	1000
Verd.- Temp	4°C	12°C	24°C	36°C	45°C	100°C

Fig. 8B

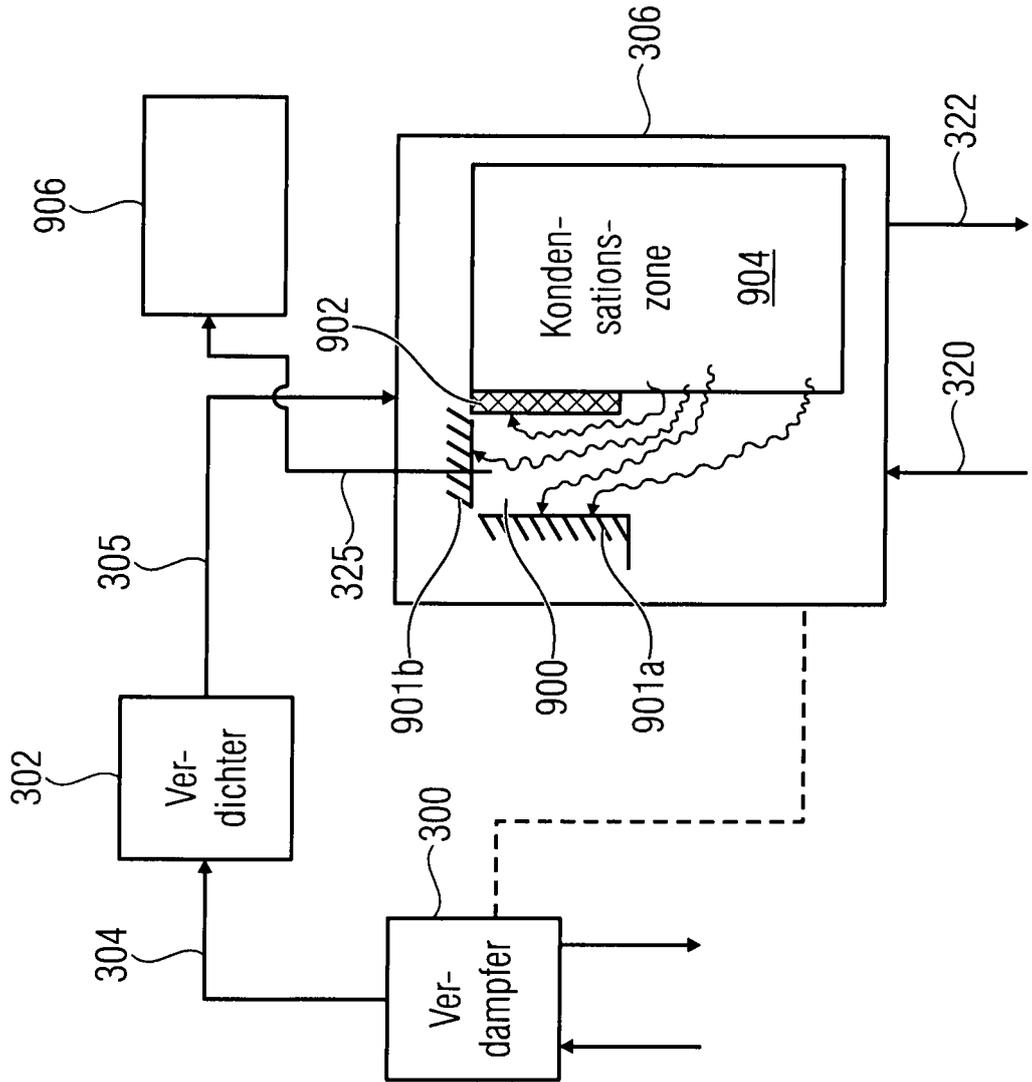


Fig. 9

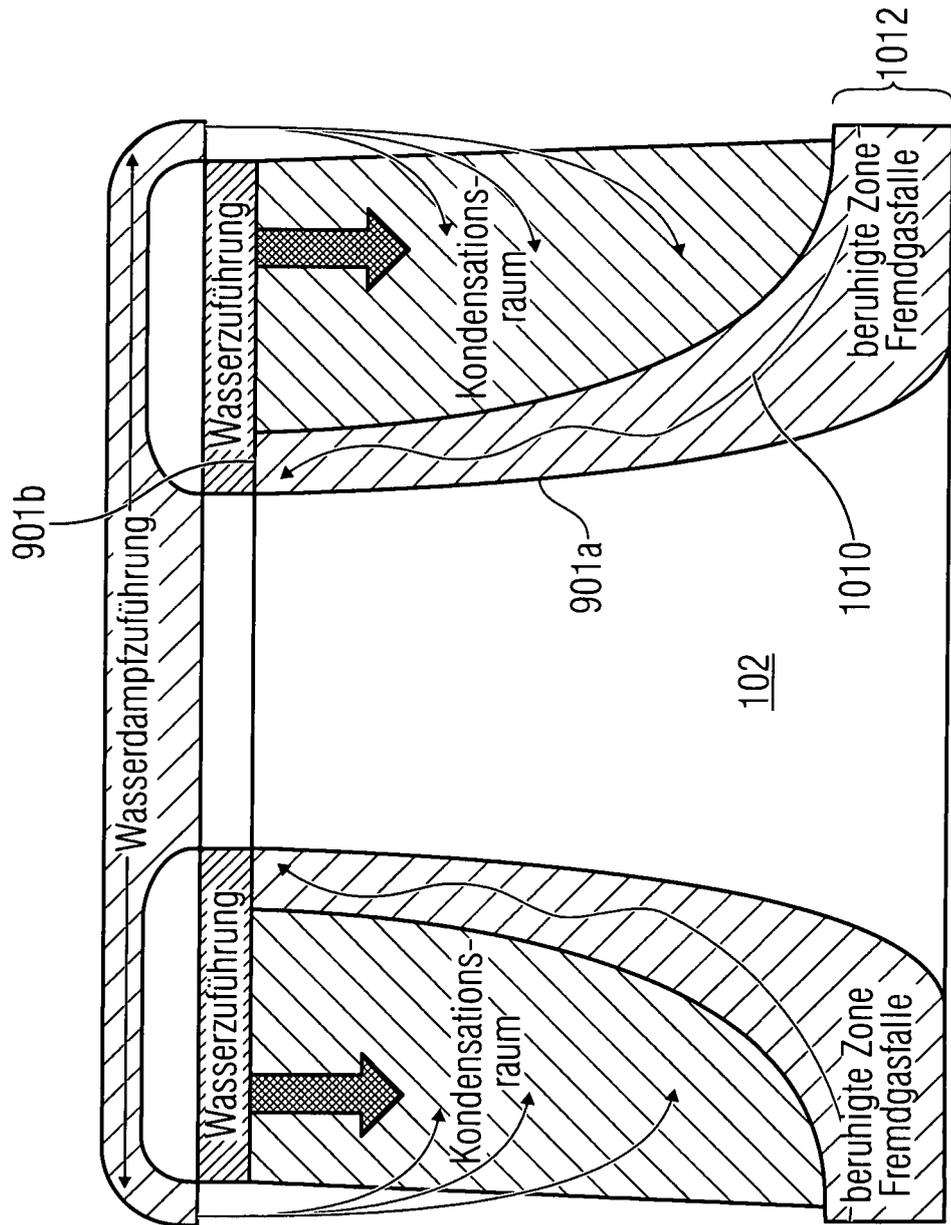


Fig. 11

