

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
07. März 2019 (07.03.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/042825 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F25B 30/02 (2006.01) F25B 31/02 (2006.01)
F25B 31/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/072548

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. August 2018 (21.08.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 215 085.8
29. August 2017 (29.08.2017) DE

(71) Anmelder: EFFICIENT ENERGY GMBH [DE/DE];
Hans-Riedl-Str. 5, 85622 Feldkirchen (DE).

(72) Erfinder: KNIFFLER, Oliver; Lanzenhaarer Weg 10a,
82054 Sauerlach (DE).

(74) Anwalt: ZINKLER, Franz et al.; Schoppe, Zimmermann,
Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB, Radlkofenstr. 2,
81373 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: HEAT PUMP COMPRISING A COOLING DEVICE FOR COOLING A GUIDE SPACE OR A SUCTION MOUTH

(54) Bezeichnung: WÄRMEPUMPE MIT EINER KÜHLVORRICHTUNG ZUM KÜHLEN EINES LEITRAUMS ODER EINES
SAUGMUNDS

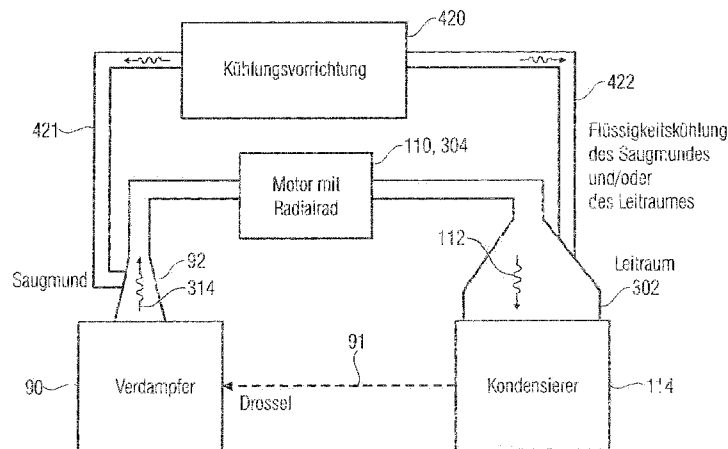


Fig. 2

420 Cooling device
110 Motor with radial impeller
Saugmund = Suction mouth
90 Evaporator
Drossel = Throttle
114 Condenser
302 Guide space
422 Liquid cooling of the suction mouth and/or the guide space

(57) Abstract: The invention relates to a heat pump having the following features: an evaporator (90) for evaporating working liquid; a condenser (114) for condensing compressed working steam; a compressor motor (110) having a suction mouth (92), on which a radial impeller (304) is mounted in order to convey working steam (314) evaporated in the evaporator (90) through the suction mouth (92); a guide space (302) which is arranged to guide a working steam (112) conveyed by the radial impeller (304) into the condenser (114); and a cooling device (420) for cooling the guide space (302) or the suction mouth (92) with a liquid, wherein the cooling device (420) is designed to guide (421, 422) the liquid on an outer side of the guide space (302) or the suction mouth (92), wherein the outer side is not in contact with the working steam (314, 112), and wherein an inner side of the guide space (302) or the suction mouth (92) is



WO 2019/042825 A2



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

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

in contact with the working steam (314, 112).

(57) **Zusammenfassung:** Wärmepumpe mit folgenden Merkmalen: einem Verdampfer (90) zum Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit; einem Verflüssiger (114) zum Kondensieren von komprimiertem Arbeitsdampf; einem Verdichtermotor (110) mit einem Saugmund (92), an dem ein Radialrad (304) angebracht ist, um einen in dem Verdampfer (90) verdampften Arbeitsdampf (314) durch den Saugmund (92) zu fördern; einem Leitraum (302), der angeordnet ist, um einen von dem Radialrad (304) geförderten Arbeitsdampf (112) in den Kondensierer (114) zu leiten; und einer Kühlvorrichtung (420) zum Kühlen des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) mit einer Flüssigkeit, wobei die Kühlvorrichtung (420) ausgebildet ist, um auf eine Außenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) die Flüssigkeit zu leiten (421, 422), wobei die Außenseite nicht mit dem Arbeitsdampf (314, 112) in Berührung ist, und wobei eine Innenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) in Berührung mit dem Arbeitsdampf (314, 112) ist.

Wärmepumpe mit einer Kühlvorrichtung zum Kühlen eines Leitraums oder eines Saugmunds

5

Beschreibung

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.

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.

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 enthaltene 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.

Gemäß dem o.g. Beispiel 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.

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.

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 Schütttschicht besteht, die innerhalb einer Kühlwassersprüheinrichtung an einer Oberseite, die durch eine Wasserzirkulationspumpe versorgt wird, vorgesehen ist. Der komprimierte Wasserdampf steigt in dem Kondensor durch die Schütttschicht 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 Kondensor wird kontinuierlich mit nicht kondensierbaren Gasen mittels einer Vakuumpumpe über eine Rohrleitung gespült.

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.

Generell problematisch bei Wärmepumpen ist die Tatsache, dass bewegliche Teile und insbesondere schnell bewegliche Teile zu kühlen sind. Hier sind insbesondere der Verdichtermotor und speziell die Motorwelle problematisch. Speziell für Wärmepumpen, bei denen als Verdichter Radialräder verwendet werden, die zum Erreichen einer kleinen Bauform sehr schnell betrieben werden, beispielsweise in Regionen größer als 50.000 Umdrehungen pro Minute, können Wellentemperaturen Werte erreichen, die problematisch sind, da sie zu einer Zerstörung der Bauteile führen können.

Ein weiterer generell problematischer Nachteil bei Wärmepumpen, die einen Verdichtermotor mit einem Radialrad verwenden, besteht darin, dass durch die Aktivität des Radialrads und des nachgeordneten Leitraums eine starke Überhitzung des Arbeitsmitteldampfes stattfindet. Überhitzter Arbeitsmitteldampf und insbesondere überhitzter Wasserdampf, wenn Wasser als Arbeitsmittel eingesetzt wird, hat eine höhere Viskosität und damit einen größeren Strömungswiderstand als Sattdampf.

Überhitzter Arbeitsmitteldampf muss prinzipiell seine Überhitzung erst abbauen, um dann besonders gut und effizient kondensieren zu können. Eine effiziente Kondensierung ist jedoch besonders wichtig, um eine Wärmepumpe zu erreichen, die zum einen hohe Leistungswerte zum Heizen oder Kühlen, je nach Einsatz der Wärmepumpe schafft. Darüber hinaus soll eine Wärmepumpe einen möglichst kleinen Raum einnehmen, was Begrenzungen für die Dimensionierung des Kondensierers mit sich bringt. Je kleiner der Kondensierer dimensioniert wird, umso kleiner wird auch der „Fußabdruck“ bzw. insgesamt das Volumen bzw. der Raum sein, den die Wärmepumpe einnimmt. Daher ist es von großer Be-

deutung, eine hocheffiziente Kondensierung im Kondensierer einer Wärmepumpe zu erreichen. Erst dann kann eine Wärmepumpe mit gutem Wirkungsgrad einerseits und mit nicht zu großem Volumen bzw. Fußabdruck andererseits geschaffen werden.

- 5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine effizientere Wärmepumpe zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Wärmepumpe nach Patentanspruch 1 oder ein Verfahren zum Pumpen von Wärme nach Patentanspruch 22 oder ein Verfahren zum Herstellen
10 einer Wärmepumpe nach Patentanspruch 23 gelöst.

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass zur Vermeidung einer reduzierten Kondensierereffizienz aufgrund von überhitztem Arbeitsmitteldampf eine Kühlung des Leitraums und/oder des Saugmunds mit einer Flüssigkeit eingesetzt wird. Damit wird die
15 Temperatur des Leitraums und/oder des Saugmunds möglichst nahe an die Sattdampf-temperatur des im Verflüssiger herrschenden Drucks gebracht und gehalten. Damit wird Energie/Wärme aus der Dampfströmung über das Material bzw. die Wand des Saugmunds bzw. Leitraums eingekoppelt. Das an den Saugmund bzw. Leitraum herangeführte Wasser, wenn Wasser als Arbeitsflüssigkeit verwendet wird, was bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der Fall ist, fängt dann zu kochen an und gibt damit die Energie wieder ab. Der Leitraum und/oder der Saugmund werden dadurch sehr nahe an der Sattdampf-temperatur des Dampfdrucks gehalten, der durch das Radialrad zunächst über den Saugmund angesaugt wird, und von dort in den Leitraum eingespeist wird. Im Leitraum wird der Arbeitsdampf dann auf seinen beabsichtigten Verflüssiger- bzw. Kondensieredruck
25 verdichtet. Durch die Kühlung des Leitraums und/oder des Saugmunds wird also vermieden, dass der Arbeitsmitteldampf zu stark überhitzt ist. Damit muss der Arbeitsmitteldampf, wenn er in den Verflüssiger eintritt, die Überhitzung nicht mehr abbauen, um leicht kondensieren zu können. Stattdessen kann der Arbeitsmitteldampf unmittelbar ohne weitere Verluste an Zeit- bzw. Volumen oder Laufstrecke im Kondensierer kondensieren.
30 Damit kann ein effizienter Kondensierer erreicht werden, selbst wenn das Kondensierervolumen kleiner gemacht wird, und zwar im Vergleich zu einer Ausführungsform, bei der keine entsprechende Leitraum/Saugmund-Kühlung eingesetzt worden wäre.

Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist der Leitraum aus
35 einem thermisch gut leitenden Material ausgebildet. Damit entzieht der Leitraum aus dem an ihm vorbeiströmenden Dampf Energie und gibt diese unmittelbar an das Kühlungs-

wasser ab, das den Leitraum bzw. den Saugmund umströmt. Damit wird der Leitraum noch besser an der Sattdampf temperatur des Dampfdrucks gehalten. Dagegen wird eine Verflüssigung im Leitraum aufgrund des verbleibenden Wärmewiderstands des Materials des Leitraums vermieden, da die Überhitzung nicht vollständig reduziert wird, sondern nur
5 zum großen Teil. Diese restliche Überhitzung stellt jedoch sicher, dass nicht bereits eine Kondensierung im Leitraum stattfindet, sondern erst dann im Verflüssiger, wo sie dann jedoch besonders effizient stattfindet.

Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die Kühlflüssigkeit für den Leitraum zuvor durch ein Motorkugellager und/oder durch eine ferner vorzugsweise verwendete offene Motorkühlung geleitet. Durch die offene Motorkühlung kühlt die Kühlflüssigkeit durch Teilverdunstung wieder auf Sattdampf temperatur ab. Bei der Kaskade aus Kugellagerkühlung und Motorkühlung gibt die Kühlflüssigkeit in der Motorkühlung bereits die durch die Kugellagerkühlung aufgenommene Energie ab. Damit steht
10 ein optimal temperiertes flüssiges Mittel für die offene Leitraumkühlung zur Verfügung.

Bei bevorzugten Implementierungen wird zunächst der obere Teil der Außenseite des Leitraums mit Flüssigkeit gefüllt. Bei einer solchen einseitigen Leitraumkühlung wird die Arbeitsflüssigkeit dann einfach überlaufen, was unproblematisch und sogar gewünscht ist,
20 weil die Arbeitsflüssigkeit dann einfach in den Kondensierer läuft, in den ohnehin bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung in Machart einer „Dusche“ Arbeitsflüssigkeit eingeführt wird. Bei bevorzugten weiteren Ausführungsbeispielen wird die Kühlflüssigkeit ferner aus der oberen Leitraumkühlung, also aus der Kühlung der Oberseite des Leitraums, in eine zusätzlich untere Leitraum- und/oder Saugmundkühlung geleitet. Am Ende des Leitraums existiert dann ein offener Bereich mit Überlauf. Durch Verdampfung kühlt sich die Arbeitsflüssigkeit ständig selbst auf die Sattdampf temperatur ab. Auch übrige Arbeitsflüssigkeit läuft über und fließt ohne weiteres in das Kondensierervolumen, um dort entsprechend weiterverarbeitet zu werden. Alternativ kann jedoch die
25 Arbeitsflüssigkeit auch eine Arbeitsflüssigkeit sein, die nicht die Arbeitsflüssigkeit der Wärmepumpe ist, zumal die Arbeitsflüssigkeit je nach Implementierung nicht unbedingt in Kontakt mit dem verdichteten Arbeitsdampf kommen muss.

Die vorliegende Erfindung ist ferner dahin gehend vorteilhaft, dass durch die Leitraumkühlung und/oder die Saugmundkühlung, welche typischerweise relativ große Oberflächen in
35 einer Wärmepumpe einnehmen, die nahe am Verdichter angeordnet sind, thermische Bauteilbelastungen weiter reduziert werden. Durch die eingesetzte Flüssigkeitskühlung,

die vorzugsweise auf dem Druckniveau stattfindet, das im Kondensierer herrscht, wird eine hocheffiziente Verdampfungskühlung erreicht. Durch diese Verdampfungskühlung kann der gesamte Verdichter nahe der Sattdampftemperatur gehalten werden. Über die Verdampfung werden Motorverluste, Lagerverluste und die Überhitzung bei der Verdichtung bei bevorzugten Ausführungsbeispielen im Wesentlichen abgebaut, um dadurch nicht nur eine hocheffiziente Wärmepumpe, sondern auch eine im Betrieb sichere und stabile Wärmepumpe zu erreichen.

Weitere Aspekte und Vorteile bevorzugter Ausführungsbeispiele werden nachfolgend dargestellt.

Die Wärmepumpe gemäß einem weiteren Aspekt umfasst eine spezielle konvektive Wellenkühlung. Diese Wärmepumpe hat einen Kondensierer mit einem Kondensierergehäuse, einen Verdichtermotor, der an dem Kondensierergehäuse angebracht ist und einen Rotor und einen Stator aufweist, wobei der Rotor eine Motorwelle aufweist, an der ein Radialrad angebracht ist, das sich in eine Verdampferzone erstreckt, und einen Leitraum, der ausgebildet ist, um durch das Radialrad verdichteten Dampf aufzunehmen und in den Kondensierer zu leiten. Darüber hinaus hat diese Wärmepumpe ein Motorgehäuse, das den Verdichtermotor umgibt und vorzugsweise ausgebildet ist, um einen Druck zu halten, der wenigstens gleich dem Druck in dem Kondensierer ist. Es reicht aber auch bereits ein Druck aus, der größer als der Druck hinter dem Radialrad ist. Dieser Druck stellt sich bei bestimmten Ausführungen auf einen Druck ein, der in der Mitte zwischen dem Kondensiererdruk und dem Verdampferdruck liegt. Darüber hinaus ist eine Dampfzuführung in dem Motorgehäuse vorgesehen, um Dampf in dem Motorgehäuse zu einem Motorspalt zwischen dem Stator und der Motorwelle zuzuführen. Ferner ist der Motor dahin gehend ausgebildet, dass sich ein weiterer Spalt von dem Motorspalt zwischen dem Stator und der Motorwelle entlang des Radialrads bis hin zu dem Leitraum erstreckt.

Dadurch wird erreicht, dass in dem Motorgehäuse ein relativ hoher Druck, der höher als der mittlere Druck aus dem Kondensierer und dem Verdampfer und vorzugsweise gleich oder höher als der Kondensiererdruk ist, herrscht, während in dem weiteren Spalt, der sich entlang des Radialrads zu dem Leitraum erstreckt, ein geringerer Druck befindet. Dieser Druck, der gleich dem mittleren Druck aus dem Kondensierer und dem Verdampfer ist, existiert aufgrund der Tatsache, dass das Radialrad bei der Kompression des Dampfes aus dem Verdampfer einen Bereich mit hohem Druck vor dem Radialrad und einen Bereich mit kleinem Druck oder Unterdruck hinter dem Radialrad erzeugt. Insbesondere

ist der Bereich mit hohem Druck vor dem Radialrad immer noch kleiner als der hohe Druck in dem Kondensator und der kleine Druck gewissermaßen „hinter“ dem Radialrad ist noch kleiner als der hohe Druck am Ausgang des Radialrads. Erst am Ausgang des Leitraums existiert dann der hohe Kondensatordruck.

5

Dieses Druckgefälle, das an den Motorspalt „angekoppelt“ ist, sorgt dafür, dass von dem Motorgehäuse über die Dampfzuführung Arbeitsdampf entlang des Motorspalts und des weiteren Spalts in den Kondensierer gezogen wird. Dieser Dampf ist zwar auf dem Temperaturniveau des Kondensierer-Arbeitsmittels oder darüber. Dies ist allerdings gerade von Vorteil, weil damit sämtliche Kondensationsprobleme innerhalb des Motors und insbesondere innerhalb der Motorwelle, die Korrosionen etc. unterstützen würden, vermieden werden.

10

So wird bei diesem Aspekt gerade nicht die kälteste Arbeitsflüssigkeit, die nämlich im Verdampfer vorhanden ist, zur konvektiven Wellenkühlung genutzt. Es wird auch nicht der kalte Dampf im Verdampfer eingesetzt. Stattdessen wird zur konvektiven Wellenkühlung der Dampf auf Kondensierer oder Kondensatortemperatur, den es in der Wärmepumpe gibt, eingesetzt. Damit wird nach wie vor eine ausreichende Wellenkühlung erreicht, und zwar aufgrund der konvektiven Natur, d.h. dass die Motorwelle aufgrund der Dampfzuführung, des Motorspalts und des weiteren Spalts von einer signifikanten und insbesondere einstellbaren Menge an Dampf umspült wird. Gleichzeitig wird aufgrund der Tatsache, dass dieser Dampf im Vergleich zu dem Dampf im Verdampfer relativ warm ist, sichergestellt, dass keine Kondensation entlang der Motorwelle in dem Motorspalt bzw. dem weiteren Spalt stattfindet. Stattdessen wird hier immer eine Temperierung geschaffen, die höher ist als die kälteste Temperatur. Kondensation entsteht immer an der kältesten Temperatur in einem Volumen und damit nicht innerhalb des Motorspalts und des weiteren Spalts, da diese ja von dem warmen Dampf umspült werden.

15

20

25

Damit wird eine ausreichende konvektive Wellenkühlung erreicht. Dies verhindert zu hohe Temperaturen in der Motorwelle und damit einhergehende Verschleißerscheinungen. Darüber hinaus wird effektiv vermieden, dass eine Kondensation in dem Motor, z.B. bei Stillstand der Wärmepumpe, auftritt. Damit werden auch sämtliche Betriebssicherheitsprobleme und Korrosionsprobleme, die mit einer solchen Kondensation einhergehen würden, ebenfalls wirksam eliminiert. Die vorliegende Erfindung führt gemäß dem Aspekt der konvektiven Wellenkühlung zu einer signifikant betriebssicheren Wärmepumpe.

30

35

Bei einem weiteren Aspekt, der sich auf eine Wärmepumpe mit Motorkühlung bezieht, umfasst die Wärmepumpe einen Kondensierer mit einem Kondensierergehäuse, einen Verdichtermotor, der an dem Kondensierergehäuse angebracht ist und einen Rotor und einen Stator aufweist. Der Rotor umfasst eine Motorwelle, an der ein Verdichterrad zum
5 Verdichten von Arbeitsmitteldampf angebracht ist. Ferner hat der Verdichtermotor eine Motorwand. Die Wärmepumpe umfasst ein Motorgehäuse, das den Verdichtermotor umgibt und vorzugsweise ausgebildet ist, um einen Druck zu halten, der wenigstens gleich dem Druck in dem Kondensator ist, und der einen Arbeitsmittelzulauf hat, um flüssiges Arbeitsmittel aus dem Kondensierer zur Motorkühlung an die Motorwand zu führen.
10 Der Druck im Motorgehäuse kann hier jedoch ebenfalls niedriger sein, da die Wärmeabfuhr von dem Motorgehäuse durch Sieden bzw. Verdunsten stattfindet. Die Wärmeenergie an der Motorwand wird also hauptsächlich durch den Dampf von der Motorwand weggebracht, wobei dieser erwärmte Dampf dann abgeführt wird, wie beispielsweise in den Kondensierer. Alternativ kann der Dampf von der Motorkühlung aber auch in den Ver-
15 dampfer oder nach außen gebracht werden. Bevorzugt wird aber die Leitung des erwärmten Dampfes in den Kondensierer. Im Gegensatz zu einer Wasserkühlung, bei der ein Motor durch vorbeiströmendes Wasser gekühlt wird, findet die Kühlung bei diesem Aspekt der Erfindung durch Verdampfen statt, so dass durch die bereitgestellte Dampfabfuhr die abzutransportierende Wärmeenergie weggebracht wird. Ein Vorteil ist, dass zur Kühlung
20 weniger Flüssigkeit gebraucht wird und der Dampf einfach weggeleitet werden kann, z. B. automatisch in den Kondensierer, in dem der Dampf dann wieder kondensiert und die Wärmeleistung des Motor damit an die Kondensiererflüssigkeit abgibt.

Das Motorgehäuse ist daher ausgebildet, um in dem Betrieb der Wärmepumpe einen
25 Dampfraum zu bilden, in dem sich das aufgrund der Blasensiedung oder Verdunstung befindliche Arbeitsmedium befindet. Das Motorgehäuse ist ferner ausgebildet ist, um den Dampf aus dem Dampfraum in dem Motorgehäuse durch eine Dampfableitung abzuleiten. Diese Ableitung findet vorzugsweise in den Kondensierer statt, so dass die Dampfableitung durch eine gasdurchlässige Verbindung zwischen dem Kondensierer und dem Mo-
30 torgehäuse erreicht wird.

Das Motorgehäuse ist vorzugsweise ferner ausgebildet, um in einem Betrieb der Wärmepumpe einen maximalen Pegel an flüssigem Arbeitsmittel in dem Motorgehäuse zu halten, und um ferner oberhalb des maximalen des Pegels einen Dampfraum zu bilden. Das
35 Motorgehäuse ist ferner ausgebildet, um Arbeitsmittel oberhalb des maximalen Pegels in den Kondensierer zu leiten. Diese Ausführung erlaubt es, die Kühlung durch Dampfer-

zeugung sehr robust zu halten, da der Pegel an Arbeitsflüssigkeit immer sicherstellt, dass an der Motorwand genug Arbeitsflüssigkeit zur Blasensiedung vorhanden ist. Alternativ kann statt des Pegels an Arbeitsflüssigkeit, der immer gehalten wird, auch Arbeitsflüssigkeit auf die Motorwand gesprüht werden. Die gesprühte Flüssigkeit ist dann so dosiert,
5 dass sie beim Kontakt mit der Motorwand verdampft und dadurch die Kühlleistung für den Motor erreicht.

Der Motor wird somit an seiner Motorwand mit flüssigem Arbeitsmittel effektiv gekühlt. Dieses flüssige Arbeitsmittel ist jedoch nicht das kalte Arbeitsmittel aus dem Verdampfer, sondern das warme Arbeitsmittel aus dem Kondensierer. Die Verwendung des warmen Arbeitsmittels aus dem Kondensierer schafft dennoch eine ausreichende Motorkühlung. Gleichzeitig wird jedoch sichergestellt, dass der Motor nicht zu stark gekühlt wird und insbesondere nicht dahin gehend abgekühlt wird, dass er der kälteste Teil im Kondensierer bzw. auf dem Kondensierergehäuse ist. Dies würde nämlich dazu führen, dass z.B. bei
10 Stillstand des Motors aber auch im Betrieb eine Kondensation von Arbeitsmitteldampf außen am Motorgehäuse stattfinden würde, die zu Korrosions- und weiteren Problemen führen würde. Stattdessen wird sichergestellt, dass der Motor zwar gut gekühlt ist, jedoch gleichzeitig immer das wärmste Teil der Wärmepumpe ist, dahin gehend, dass eine Kondensation, die ja immer am kältesten „Ende“ stattfindet, gerade an dem Verdichtermotor
15 nicht stattfindet.
20

Vorzugsweise wird das flüssige Arbeitsmittel im Motorgehäuse auf nahezu demselben Druck gehalten, auf dem der Kondensierer ist. Dies führt dazu, dass das Arbeitsmittel, das den Motor kühlt, nahe an seiner Siedegrenze ist, da dieses Arbeitsmittel Kondensierearbeitsmittel ist und auf ähnlicher Temperatur wie im Kondensierer ist. Wird nun die Motorwand aufgrund einer Reibung wegen des Motorbetriebs erwärmt, so geht die thermische Energie in das flüssige Arbeitsmittel über. Aufgrund der Tatsache, dass das flüssige Arbeitsmittel nahe am Siedepunkt ist, startet nun in dem Motorgehäuse in dem flüssigen Arbeitsmittel, das das Motorgehäuse bis zu dem maximalen Pegel auffüllt, eine Blasen-
25 siedung.
30

Diese Blasensiedung ermöglicht eine außerordentlich effiziente Kühlung aufgrund der sehr starken Durchmischung des Volumens an flüssigem Arbeitsmittel in dem Motorgehäuse. Diese durch Siedung unterstützte Kühlung kann ferner durch ein vorzugsweise
35 vorgesehene Konvektionselement signifikant unterstützt werden, so dass am Ende eine sehr effiziente Motorkühlung mit einem relativen kleinen Volumen oder gar keinem ste-

henden Volumen an flüssigem Arbeitsmittel, die zudem nicht weiter gesteuert werden muss, weil sie selbststeuernd ist, erreicht wird. Damit wird mit einem geringen technischen Aufwand eine effiziente Motorkühlung erreicht, die wiederum zu einer Betriebssicherheit der Wärmepumpe signifikant beiträgt.

5

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

10

Fig. 1 zeigt eine Wärmepumpe mit verschränkter Anordnung;

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Wärmepumpe mit einer Kühlvorrichtung zum Kühlen des Leitraums oder des Saugmunds;

15

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Wärmepumpe mit konvektiver Wellenkühlung einerseits und Motorkühlung andererseits;

Fig. 4a eine Draufsicht auf einen Leitraum mit vertieftem Bereich;

20

Fig. 4b eine Ansicht von unten des Saugmunds und des Leitraums mit dem Kühlungskanal und dem Kühlflüssigkeitsüberlauf;

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

25

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

30

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

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

35

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

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Wärmepumpe mit Motorkühlung gemäß dem zweiten Aspekt;

5 Fig. 10 eine Wärmepumpe gemäß einem Ausführungsbeispiel mit einer konvektiven Wellenkühlung gemäß dem ersten Aspekt und einer Motorkühlung gemäß dem zweiten Aspekt, wobei besonderer Wert auf die Motorkühlung gelegt ist;

10 Fig. 11 eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit kombinierter Kugellagerkühlung, Motorkühlung, Leitraumkühlung und Saugmundkühlung; und

Fig. 12 einen Querschnitt durch eine Motorwelle mit einem Lagerabschnitt.

15

Fig. 1 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. 1 gezeigt ist, die
20 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
25 ist oberhalb am Verdampferraum 102 oder an anderer Stelle ein Kompressor 110 vorgesehen, der in Fig. 1 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
30 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. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel vollständig von der Kondensatorraumwand 114 umgeben ist. Dies bedeutet, dass sich der Kondensatorraum, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, bis zum Verdampferboden erstreckt, und dass sich der Verdampferraum gleichzeitig sehr weit nach
35 oben, typischerweise nahezu durch fast den gesamten Kondensatorraum 104 erstreckt.

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.

Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Betriebsrichtung der Wärmepumpe so ist, wie sie in Fig. 1 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.

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 ge-

5 samte 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.

25 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.

35 Ein Verdampferboden, der mit dem Kondensatorboden verbunden ist, ist vorzugsweise so ausgebildet, dass er den Kondensator-Zu- und Ablauf und den Verdampfer-Zu- und Ab-

lauf 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.

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.

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.

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.

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
5 Kondensator zugeführte Flüssigkeit, die jedoch immer noch bei typischen Betriebssituationen kühl genug ist, um den Motor der Wärmepumpe zu kühlen.

Der Verdampferboden zeichnet sich dadurch aus, dass er eine Kombinationsfunktionalität hat. Zum einen stellt er sicher, dass keine Kondensatorzuleitungen durch den unter sehr
10 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 Ver-
15 dampferbodens 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
20 insbesondere dem niedrigen Verdampferdruck ohne weiteres standhalten kann.

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.

25 Fig. 2 zeigt eine Wärmepumpe gemäß der vorliegenden Erfindung, die entweder, was bevorzugt wird, in Verbindung mit der bezüglich der Fig. 1 beschriebenen verschränkten Anordnung implementiert wird, die jedoch alternativ in einer anderen als der verschränkten Anordnung implementiert werden kann, wie sie schematisch in Fig. 2 dargestellt ist.

30 Die Wärmepumpe umfasst einen Verdampfer 90 zum Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit. Darüber hinaus umfasst die Wärmepumpe einen Kondensierer bzw. Verflüssiger 114 zum Kondensieren von verdampfter und komprimierter Arbeitsflüssigkeit.

Die Wärmepumpe umfasst ferner einen Verdichtermotor mit Radialrad 110, 304, der mit
35 einem Saugmund 92 gekoppelt ist, um einen in dem Verdampfer 90 verdampften Arbeitsdampf durch den Saugmund zu fördern. Darüber hinaus umfasst die Wärmepumpe einen

Leitraum 302, der angeordnet ist, um einen von dem Radialrad geförderten Arbeitsdampf in den Kondensierer 114 zu leiten. Der im Verdampfer 90 verdampfte Arbeitsdampf ist bei 314 schematisch angedeutet, und der in den Leitraum geförderte Arbeitsdampf 112, der im Kondensierer 114 verdichtet ankommt, ist schematisch bei 112 dargestellt.

5

Erfindungsgemäß umfasst die Wärmepumpe eine Kühlungsvorrichtung 420, die ausgebildet ist, um den Leitraum 302 oder den Saugmund 92 oder den Leitraum 302 und den Saugmund 92 mit einer Flüssigkeit zu kühlen. Zu diesem Zweck umfasst die Kühlungsvorrichtung 420 eine Flüssigkeitsleitung 421 zum Saugmund 92 und/oder eine Flüssigkeitsleitung 422 zum Leitraum 302. Alternativ kann auch nur eine einzige Flüssigkeitsleitung vorhanden sein, um den Leitraum und den Saugmund z. B. sequenziell nacheinander mit Kühlflüssigkeit zu versorgen. Die Kühlungsvorrichtung ist ferner ausgebildet, um auf eine Außenseite des Leitraums 302 oder des Saugmunds 92 die Flüssigkeit vorzugsweise über Leitungen 421, 422 oder sequenziell über eine Leitung zu leiten, wobei die Außenseite nicht mit dem Arbeitsdampf 314, 112 in Berührung ist, während die Innenseite des Leitraums 302 oder des Saugmunds 92 in Berührung mit diesem Arbeitsdampf 314 bzw. 112 ist.

Vorzugsweise wird als Arbeitsflüssigkeit Wasser eingesetzt, und insbesondere Kondensierewasser, also Arbeitsflüssigkeit, die gleich der Arbeitsflüssigkeit der Wärmepumpe ist. Der Dampf der Flüssigkeit ist also derselbe Dampf wie der Arbeitsmitteldampf 314, 112, so dass ein offenes Konzept erhalten wird. Alternativ kann jedoch auch ein geschlossenes Konzept mit Kühlflüssigkeit eingesetzt werden, dahin gehend, dass die Kühlflüssigkeit von der Arbeitsflüssigkeit getrennt behandelt wird. Dann würde die Kühlungsvorrichtung 420 ausgebildet sein, um ebenfalls einen Rücklauf der Kühlflüssigkeit zu haben, wobei ferner die zurückgelaufene erwärmte Kühlflüssigkeit separat zu kühlen ist, um dann eine gekühlte Kühlflüssigkeit wieder dem Leitraum bzw. dem Saugmund zuzuführen. Es wird allerdings aufgrund der Einfachheit der Konstruktion eine offene Leitraum/Saugmund-Kühlung bevorzugt.

30

Fig. 3 zeigt eine Wärmepumpe mit einem Kondensierer mit einem Kondensierergehäuse 114, der einen Kondensiererraum 104 umfasst. Ferner ist der Verdichtermotor angebracht, welcher durch den Stator 308 schematisch in Fig. 4 dargestellt ist. Dieser Verdichtermotor ist auf in Fig. 3 nicht gezeigte Art und Weise an dem Kondensierergehäuse 114 angebracht und umfasst den Stator und einen Rotor 306, wobei der Rotor 306 eine Mo-

35

torwelle aufweist, an der ein Radialrad 304 angebracht, das sich in eine Verdampferzone hinein erstreckt. Ferner umfasst die Wärmepumpe einen Leitraum 302, der ausgebildet ist, um durch das Radialrad verdichteten Dampf aufzunehmen und in den Kondensierer zu leiten, wie es bei 112 schematisch dargestellt ist.

5

Ferner umfasst der Motor ein Motorgehäuse 300, das den Verdichtermotor umgibt und vorzugsweise ausgebildet ist, um einen Druck zu halten, der wenigstens gleich dem Druck in dem Kondensierer ist. Alternativ ist das Motorgehäuse ausgebildet, um einen Druck zu halten, der höher als ein mittlerer Druck aus dem Verdampfer und dem Kondensierer ist, oder der höher als der Druck in dem weiteren Spalt 313 zwischen dem Radialrad und dem Leitraum 302 ist, oder der größer oder gleich dem Druck in dem Kondensierer ist. Das Motorgehäuse ist also derart ausgebildet, damit ein Druckabfall vom Motorgehäuse entlang der Motorwelle in Richtung des Leitraums stattfindet, durch den Arbeitsdampf durch den Motorspalt und den weiteren Spalt an der Motorwelle vorbeigezogen wird, um die Welle zu kühlen.

10

15

Dieses Gebiet in dem Motorgehäuse mit dem nötigen Druck ist in Fig. 3 bei 312 dargestellt. Außerdem ist eine Dampfzuführung 310 ausgebildet, um Dampf in dem Motorgehäuse 300 zu einem Motorspalt 311 zuzuführen, der zwischen dem Stator 308 und der Welle 306 vorhanden ist. Ferner umfasst der Motor einen weiteren Spalt 313, der sich von dem Motorspalt 311 entlang des Radialrads zu dem Leitraum 302 erstreckt.

20

25

30

35

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung herrscht im Kondensierer ein relativ großer Druck p_3 . Dagegen herrscht im Leitweg oder Leitraum 302 ein mittlerer Druck p_2 . Der kleinste Druck herrscht, abgesehen vom Verdampfer, hinter dem Radialrad, und zwar dort, wo das Radialrad an der Motorwelle befestigt ist, also in dem weiteren Spalt 313. In dem Motorgehäuse 300 existiert ein Druck p_4 , der entweder gleich dem Druck p_3 oder größer als der Druck p_3 ist. Dadurch existiert ein Druckgefälle vom Motorgehäuse zu dem Ende des weiteren Spalts. Dieses Druckgefälle führt dazu, dass eine Dampfströmung durch die Dampfzuführung hindurch in den Motorspalt und den weiteren Spalt bis in den Leitweg 302 stattfindet. Diese Dampfströmung nimmt Arbeitsdampf aus dem Motorgehäuse an der Motorwelle vorbei in den Kondensierer. Diese Dampfströmung sorgt für die konvektive Wellenkühlung der Motorwelle durch den Motorspalt 311 und den weiteren Spalt 313, der sich an den Motorspalt 311 anschließt. Das Radialrad saugt also Dampf nach unten heraus, an der Welle des Motors vorbei. Dieser Dampf wird über die Dampfzuführung, die typischer-

weise als spezielle ausgeführte Bohrungen implementiert sind, in den Motorspalt hinein gezogen.

Es sei an dieser Stelle generell darauf hingewiesen, dass die beiden Aspekte konvektive Wellenkühlung einerseits und Motorkühlung andererseits auch separat voneinander eingesetzt werden. So führt eine Motorkühlung ohne eine spezielle separate konvektive Wellenkühlung bereits zu einer erheblich erhöhten Betriebssicherheit. Darüber hinaus führt auch eine konvektive Motorwellenkühlung ohne die zusätzliche Motorkühlung zu einer erhöhten Betriebssicherheit der Wärmepumpe. Die beiden Aspekte können jedoch, wie es nachfolgend in Fig. 3 dargestellt ist, besonders günstig miteinander verbunden werden, um mit einer besonders vorteilhaften Konstruktion des Motorgehäuses und des Verdichtermotors sowohl die konvektive Wellenkühlung als auch die Motorkühlung zu implementieren, welche zusätzlich noch bei einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel jeweils oder gemeinsam durch eine spezielle Kugellagerkühlung ergänzt werden können.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit kombinierter Verwendung von konvektiver Wellenkühlung und Motorkühlung, wobei bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel die Verdampferzone bei 102 gezeigt ist. Die Verdampferzone wird von der Kondensiererzone, also von dem Kondensiererbereich 104 durch den Kondensiererboden 106 getrennt. Arbeitsdampf, der schematisch bei 314 dargestellt ist, wird durch das sich drehende schematisch und im Schnitt dargestellte Radialrad 304 angesaugt und in den Leitweg 302 hinein „gepresst“. Der Leitweg 302 ist bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel so ausgebildet, dass sich sein Querschnitt nach außen hin leicht vergrößert, so dass die im Arbeitsdampf noch befindliche kinetische Energie in Druck umgewandelt werden kann, ohne dass sich die Strömung von der Wandung ablöst und durch Verwirbelungen Verluste entstehen. Durch das radiale Strömen nach außen vergrößert sich der Strömungsquerschnitt ständig solange der Radius schneller wächst als das Ober- und Unterteil vom Leitraum aufeinander zukommen. Damit findet eine weitere Dampfkompansion statt. Die erste „Stufe“ der Dampfkompansion findet bereits durch die Drehung des Radialrads und das „Ansaugen“ des Dampfs durch das Radialrad statt. Dann jedoch, wenn das Radialrad den Dampf in den Eingang des Leitwegs einspeist, also dort, wo das Radialrad betrachtet nach oben „aufhört“, stößt der bereits vorkomprimierte Dampf gewissermaßen auf einen Dampfstau. Dies führt zu einer weiteren Dampfkompansion, so dass schließlich der komprimierte und damit erwärmte Dampf 112 in den Kondensierer strömt.

Fig. 3 zeigt ferner die Dampfzuführungsöffnungen 320, die in einer schematisch dargestellten Motorwand 309 in Fig. 3 ausgeführt sind. Diese Motorwand 309 hat bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel Bohrungen für die Dampfzuführungsöffnungen 320 im oberen Bereich, wobei diese Bohrungen jedoch an beliebigen Stellen ausgeführt sein können, an denen Dampf in den Motorspalt 311 und damit auch in den weiteren Motorspalt 313 eindringen kann. Die dadurch verursachte Dampfströmung 310 führt zu dem gewünschten Effekt der konvektiven Wellenkühlung.

Das in Fig. 3 gezeigte Ausführungsbeispiel umfasst ferner zur Implementierung der Motorkühlung einen Arbeitsmittelzulauf 330, der ausgebildet ist, um flüssiges Arbeitsmittel aus dem Kondensierer zur Motorkühlung an die Motorwand zu führen. Ferner ist das Motorgehäuse ausgebildet, um in dem Betrieb der Wärmepumpe einen maximalen Flüssigkeitspegel 322 an flüssigem Arbeitsmittel zu halten. Darüber hinaus ist das Motorgehäuse 300 ebenfalls ausgebildet, um oberhalb des maximalen Pegels einen Dampfraum 323 zu bilden. Ferner hat das Motorgehäuse Vorkehrungen, um flüssiges Arbeitsmittel oberhalb des maximalen Pegels in den Kondensierer 104 zu leiten. Diese Ausführung wird bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel durch einen z. B. flach ausgeführten kanalförmigen Überlauf 324 ausgebildet, der die Dampfableitung bildet und irgendwo in der oberen Kondensierierwand angeordnet ist und eine Länge hat, die den maximalen Pegel 322 definiert. Wird durch die Kondensiererflüssigkeitszuführung 330 zu viel Arbeitsflüssigkeit in das Motorgehäuse, also den Flüssigkeitsbereich 328 eingeführt, so läuft das flüssige Arbeitsmittel durch den Überlauf 324 hindurch in das Kondensierervolumen. Darüber hinaus stellt der Überlauf auch bei der in Fig. 3 gezeigten passiven Anordnung, die z.B. auch alternativ ein Röhrchen mit einer entsprechenden Länge sein kann, einen Druckausgleich zwischen dem Motorgehäuse und insbesondere dem Dampfraum 323 des Motorgehäuses und dem Kondensierer-Innenraum 104 her. Damit ist der Druck im Dampfraum 323 des Motorgehäuses immer nahezu gleich oder höchstens aufgrund eines Druckverlusts entlang des Überlaufs etwas höher als der Druck im Kondensierer. Damit wird der Siedepunkt der Flüssigkeit 328 im Motorgehäuse ähnlich dem Siedepunkt im Kondensierergehäuse sein. Dadurch führt eine Erwärmung der Motorwand 309 aufgrund einer im Motor erzeugten Verlustleistung dazu, dass eine Blasensiedung in dem Flüssigkeitsvolumen 328 stattfindet, die später noch erläutert wird.

Fig. 3 zeigt ferner diverse Abdichtungen in schematischer Form beim Bezugszeichen 326 und an ähnlichen Stellen zwischen dem Motorgehäuse und dem Kondensierergehäuse einerseits oder aber auch zwischen der Motorwand 309 und dem Kondensierergehäuse

114 andererseits. Diese Abdichtungen sollen symbolisieren, dass hier eine flüssigkeits- und druckdichte Verbindung sein soll.

5 Durch das Motorgehäuse wird ein separater Raum definiert, der jedoch ein nahezu gleiches Druckgebiet wie der Kondensator darstellt. Dies unterstützt aufgrund einer Erwärmung des Motors und der damit abgegebenen Energie an der Motorwand 309 eine Blasensiedung im Flüssigkeitsvolumen 328, die wiederum eine besonders effiziente Verteilung des Arbeitsmittels im Volumen 328 und damit eine besonders gute Kühlung mit einem kleinen Volumen an Kühlflüssigkeit zur Folge hat. Ferner wird sichergestellt, dass mit
10 dem Arbeitsmittel gekühlt wird, das auf der günstigsten Temperatur, nämlich der wärmsten Temperatur in der Wärmepumpe ist. Dadurch wird sichergestellt, dass sämtliche Kondensationsprobleme, die immer an kalten Oberflächen auftreten, sowohl für die Motorwand als auch für die Motorwelle und die Bereiche im Motorspalt 311 und dem weiteren Spalt 313 ausgeschlossen sind. Ferner ist bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel der für die konvektive Wellenkühlung verwendete Arbeitsmitteldampf 310 Dampf, der
15 sonst im Dampfraum 323 des Motorgehäuses ist. Dieser Dampf hat ebenfalls wie die Flüssigkeit 328 die optimale (warme) Temperatur. Ferner wird durch den Überlauf 324 sichergestellt, dass der Druck im Bereich 323 aufgrund der Blasensiedung, die durch die Motorkühlung bzw. die Motorwand 309 bewirkt wird, nicht über den Kondensieredruck steigen kann. Ferner wird durch die Dampfableitung die Wärmeenergie aufgrund der
20 Motorkühlung abgeführt. Damit wird die konvektive Wellenkühlung immer gleich arbeiten. Würde nämlich der Druck zu stark ansteigen, so könnte zu viel Arbeitsmitteldampf durch den Motorspalt 311 und den weiteren Spalt 313 gepresst werden.

25 Die Bohrungen 320 für die Dampfzuführung werden typischerweise in einem Array ausgebildet sein, das regelmäßig oder unregelmäßig angeordnet sein kann. Die einzelnen Bohrungen sind vom Durchmesser her nicht größer als 5 mm und können bei etwa einer minimalen Größe von 1 mm liegen.

30

Fig. 3 zeigt ferner die Flüssigkeitsleitungen 421 bzw. 422 zum Leitraum 302 bzw. zum Saugmund 92, über den das Radialrad 304 Dampf vom Verdampfer 102 ansaugt und in den Leitraum 302 abgibt. Die schematischen Leitungen 421, 422 sind ausgebildet, um die Flüssigkeit direkt auf die Oberfläche der entsprechenden Elemente zu führen. Wie es
35 noch Bezug nehmend auf Fig. 10 bzw. Fig. 11 dargestellt wird, können diese Leitungen auch in einer einzigen Leitung implementiert sein, derart, dass eine sequenzielle Flüssig-

keitsversorgung der Oberseite, des Saugmunds und der Unterseite des Leitraums 302 stattfindet.

Insbesondere können die Leitungen 422 als Kanäle, die fest ausgebildet sind oder als
5 flexible Leitungen, wie beispielsweise Schlauchelemente implementiert sein.

Fig. 4a zeigt eine Draufsicht auf den Leitraum 302 von Fig. 3 oder auf den Leitraum 302 von Fig. 10 oder von Fig. 11. Insbesondere umfasst der Leitraum 302 in der Draufsicht von oben eine Öffnung 374 zur Aufnahme der Motorachse, wobei sich durch diese Öff-
10 nung 374 die Achse vom Motor in den Leitraum hinein erstreckt, um dort das Radialrad 304 zu tragen, das durch Drehung der Motorachse ebenfalls in Drehung versetzt wird.

Darüber hinaus umfasst der Leitraum einen vertieften Bereich 372, der für eine Flüssigkeitsansammlung ausgebildet ist und in Fig. 11 im Querschnitt dargestellt ist. Dabei ist
15 insbesondere, zur Herstellung des vertieften Bereichs das obere Ende des Leitraums 302, wie er beispielsweise in Fig. 3 gezeigt ist, mit einem nach oben stehenden Rand versehen, so dass sich in dem vertieften Bereich, der sich über den gesamten Leitraum erstreckt, Flüssigkeit ansammeln kann und damit gewissermaßen Flüssigkeit „steht“, die z. B. über eine Flüssigkeitszuleitung 422 zugeführt worden ist, die in Fig. 11 beispielswei-
20 se als die Durchgangsöffnung 372 vom Motorraum ausgebildet ist, und die dann über einen Fließbereich 376 fortgesetzt wird, über den dann die Flüssigkeit in den vertieften Bereich 372 läuft. Der vertiefte Bereich hat eine Ableitungsleitung 373 bzw. einen Anschlussbereich 373, an dem dann eine schlauchartige Ableitungsleitung 378 angeschlossen ist, die ebenfalls in Fig. 11 gezeigt ist.

25

Fig. 4b zeigt eine Ansicht von unten des Kombinationselements aus Saugmund 92 und Leitraum 302. Insbesondere ist die Saugmundöffnung in der Mitte von Fig. 4b gezeigt. Neben der Saugmundöffnung befindet sich der Boden 380 eines Kühlungskanals 379 (in Fig. 11 gezeigt), in den Kühlflüssigkeit über die Ableitungsleitung 378, die in Fig. 11 ge-
30 zeigt ist, eingespeist wird. Aufgrund des Höhenunterschieds des Reservoirs im vertieften Bereich 372 fließt die Kühlflüssigkeit in dem Kühlungskanal an der Außenseite des Saugmunds 92 vorbei und ebenfalls an der unteren Außenseite des Leitraums 302. Das Ende des unteren Leitraums 381 ist gepunktet in Fig. 4b gezeigt. Dies soll verdeutlichen, dass diese Linie in der Ansicht von unten nicht zu sehen ist, weil sie durch das untere
35 Ende 382 des Kühlungskanals verdeckt wird. Insbesondere wird zwischen der Linie 381 und der Linie 382 in Fig. 4b die Überlauf-Vorlandstrecke gebildet, die einen offenen Be-

reich an Flüssigkeit darstellt, der direkt in den Dampfkanal hineinragt, und der oben von der oberen Außenseite des Leitraums 302 überdeckt wird.

Am Ende des Kühlungskanals befindet sich der Vorstand 382, der so weit vorsteht, dass
5 sich ein gewisses Niveau bildet. Über diesen Vorstand läuft dann überschüssige Arbeitsflüssigkeit einfach nach unten in den Kondensierer bzw. in das Kondensierervolumen hinein.

Es sei darauf hingewiesen, dass Fig. 4a und Fig. 4b nicht maßstäblich gezeichnet sind,
10 sondern lediglich schematisch eine bevorzugte Ausführungsform des Leitraums 302 zeigen, wobei in dieser Anmeldung mit Leitraum je nach Erklärung der Leitraum in dem Leitraumgehäuse oder aber das Gehäuse des Leitraums selbst, also das den Dampfkanal umgebende Gehäuse gemeint ist, wie es in Fig. 4a als oberes Leitraumgehäuse und in Fig. 4b als unteres Leitraumgehäuse dargestellt ist.

15

Fig. 6 zeigt einen Verflüssiger, wobei der Verflüssiger in Fig. 6 eine Dampfeinleitungszone
102 aufweist, die sich vollständig um die Kondensationszone 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,
20 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
25 205, 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
30 100 wird nach außen durch einen korbartigen Begrenzungsgegenstand 207 begrenzt, der ebenso wie das äußere Gehäuseteil 202 durchsichtig gezeichnet ist und normalerweise korbartig ausgebildet ist.

Ferner ist ein Gitter 209 angeordnet, das ausgebildet ist um Füllkörper, die in Fig. 6 nicht
35 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 vor-

gesehen, 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.

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.

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 Dampfzuführungsbereich 213 zusammensetzt. In dem Dampfleitungsbereich 213 wird vorzugsweise ein Rad eines Radialkompressors eingesetzt und die Radialkompression 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.

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.

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 hindurch-

5 getreten 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

10 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.

15 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 vorzugs-

20 weise verwendete Radialrad des Motors den im Verdampferraum 102 erzeugten Dampf absaugt.

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

25 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

30 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 7 bei den Bezugszeichen 102, 207 bis 250

35 gezeigt ist. Ferner hat der Kondensator vorzugsweise eine Kondensatorflüssigkeitsverteilungsanordnung, die zwei oder auch mehr Einspeisepunkte aufweist. Ein erster Einspei-

sempunkt 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 Kondensatorflüssigkeitsverteilungseinrichtung vorhanden sein, so wird der Kondensatorzulauf in weitere Abschnitte aufgeteilt sein.

5

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.

Fig. 10 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Wärmepumpe und insbesondere eines Wärmepumpenabschnitts, der den „oberen“ Bereich der Wärmepumpe, wie sie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt ist, zeigt. Insbesondere entspricht der Motor M 110 von Fig. 5 dem Bereich, der von einer Motorwand 309 umgeben ist, die bei der Querschnittsdarstellung in Fig. 10 in dem Flüssigkeitsbereich 328 außen vorzugsweise mit Kühlrippen ausgebildet ist, um die Oberfläche der Motorwand 309 zu vergrößern. Ferner entspricht der Bereich des Motorgehäuses 300 in Fig. 4 dem entsprechenden Bereich 300 in Fig. 5. In Fig. 10 ist ferner das Radialrad 304 in einem detaillierteren Querschnitt dargestellt. Das Radialrad 304 ist an der Motorwelle 306 in einem im Querschnitt gabelförmigen Befestigungsbereich angebracht. Die Motorwelle 306 hat einen Rotor 307, der dem Stator 308 gegenüberliegt. Der Rotor 307 umfasst schematisch in Fig. 10 dargestellte Permanentmagnete. Der Motorspalt 311 erstreckt sich zwischen dem Rotor und dem Stator und mündet in dem weiteren Spalt 313, der entlang des im Querschnitt gabelförmigen Befestigungsbereichs der Welle 306 bis zum Leitraum 302 verläuft, wie es bei 346 ebenfalls dargestellt ist.

35

Darüber hinaus ist in Fig. 10 ein Notlager 344 dargestellt, das im Normalbetrieb die Welle nicht lagert. Stattdessen wird die Welle durch den Lagerabschnitt, der bei 343 gezeigt ist, gelagert. Das Notlager 344 ist lediglich vorhanden, um im Falle eines Schadens die Welle und damit das Radialrad zu lagern, damit das sich schnell drehende Radialrad im Falle eines Schadens keinen größeren Schaden in der Wärmepumpe anrichten kann. Fig. 10 zeigt ferner verschiedene Befestigungselemente, wie Schrauben, Muttern, etc. und verschiedene Abdichtungen in Form von diversen O-Ringen. Darüber hinaus zeigt Fig. 10 ein zusätzliches Konvektionselement 342, auf das später noch Bezug nehmend auf Fig. 10 eingegangen wird.

Fig. 10 zeigt ferner einen Spritzschutz 360 im Dampfraum oberhalb des maximalen Volumens im Motorgehäuse, das normal mit flüssigem Arbeitsmittel gefüllt ist. Dieser Spritzschutz ist ausgebildet, um bei der Blasensiedung in den Dampfraum geschleuderte Flüssigkeitstropfen abzufangen. Vorzugsweise ist der Dampfweg 310 so ausgebildet, dass er von dem Spritzschutz 360 profitiert, d.h. dass aufgrund der Strömung in den Motorspalt und den weiteren Spalt lediglich Arbeitsmitteldampf, nicht aber Flüssigkeitstropfen aufgrund der Siedung im Motorgehäuse angesaugt werden.

Die Wärmepumpe mit konvektiver Wellenkühlung hat vorzugsweise eine Dampfzuführung, die so ausgebildet ist, dass eine Dampfströmung durch den Motorspalt und den weiteren Spalt einen Lagerabschnitt, der ausgebildet ist, um die Motorwelle bezüglich des Stators zu lagern, nicht durchtritt. Der Lagerabschnitt 343, der im vorliegenden Fall zwei Kugellager umfasst, ist von dem Motorspalt abgedichtet, und zwar z. B. durch O-Ringe 351. Damit kann der Arbeitsdampf lediglich, wie es durch den Weg 310 dargestellt ist, durch die Dampfzuführung in einen Bereich innerhalb der Motorwand 309 eintreten, von dort in einem freien Raum nach unten laufen und an dem Rotor 307 entlang durch den Motorspalt 311 in den weiteren Spalt 313 gelangen. Vorteilhaft daran ist, dass die Kugellager nicht von Dampf umströmt werden, dass also eine Lagerschmierung in den abgeschlossenen Kugellagern verbleibt und nicht durch den Motorspalt hindurchgezogen wird. Ferner wird auch sichergestellt, dass das Kugellager nicht befeuchtet wird, sondern immer in dem definierten Zustand beim Einbau verbleibt.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Motorgehäuse in der Betriebsposition der Wärmepumpe oben auf dem Kondensierergehäuse 114 angebracht, so dass sich der Stator oberhalb des Radialrads befindet und die Dampfströmung 310 durch den Motorspalt und den weiteren Spalt von oben nach unten verläuft.

Ferner umfasst die Wärmepumpe den Lagerabschnitt 343, der ausgebildet ist, um die Motorwelle bezüglich des Stators zu lagern. Ferner ist der Lagerabschnitt so angeordnet, dass zwischen dem Lagerabschnitt und dem Radialrad 304 der Rotor 307 und der Stator 308 angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass der Lagerabschnitt 343 im Dampfbereich innerhalb des Motorgehäuses angeordnet werden kann und der Rotor/Stator, dort wo die größte Verlustleistung entsteht, unterhalb des maximalen Flüssigkeitspegels 322 (Fig. 3) angeordnet werden kann. Damit ist eine optimale Anordnung geschaffen, durch die jeder Bereich in dem Medium ist, das für den Bereich am besten ist, um die Zwecke zu erreichen, nämlich die Motorkühlung einerseits und die konvektive Wellenkühlung andererseits und gegebenenfalls eine Kugellagerkühlung, auf die noch Bezug nehmend auf Fig. 10 eingegangen wird.

Das Motorgehäuse umfasst ferner den Arbeitsmittelzulauf 330, um flüssiges Arbeitsmittel aus dem Kondensierer zur Motorkühlung an eine Wand des Verdichtermotors zu führen. Fig. 10 zeigt eine spezielle Implementierung dieses Arbeitsmittelzulaufs 362, der dem Zulauf 330 von Fig. 3 entspricht. Dieser Arbeitsmittelzulauf 362 verläuft in ein geschlossenes Volumen 364, das eine Kugellagerkühlung darstellt. Aus der Kugellagerkühlung tritt eine Ableitung heraus, die ein Röhrchen 366 umfasst, das das Arbeitsmittel nicht oben auf das Volumen des Arbeitsmittels 328, wie in Fig. 3 gezeigt, führt, sondern das das Arbeitsmittel unten an die Wand des Motors, also das Element 309, führt. Insbesondere ist das Röhrchen 366 ausgebildet, um innerhalb des Konvektionselements 342 angeordnet zu sein, das um die Motorwand 309 herum angeordnet ist, und zwar in einem gewissen Abstand, so dass innerhalb des Konvektionselements 342 und außerhalb des Konvektionselements 342 innerhalb des Motorgehäuses 300 ein Volumen an flüssigem Arbeitsfluid existiert.

Durch eine Blasensiedung aufgrund des Arbeitsmittels, das in Kontakt mit der Motorwand 309 insbesondere im unteren Bereich ist, wo der frische Arbeitsmittelzulauf 366 endet, entsteht eine Konvektionszone 367 innerhalb des Volumens an Arbeitsflüssigkeit 328. Insbesondere werden die Siedebblasen durch das Blasensieden von unten nach oben gerissen. Dies führt zu einem laufenden „Umrühren“, dahin gehend, dass heiße Arbeitsflüssigkeit von unten nach oben gebracht wird. Die Energie aufgrund des Blasensiedens geht dann in die Dampfblase über, die dann im Dampfvolument 323 oberhalb des Flüssigkeitsvolumens 328 landet. Der dort entstehende Druck wird unmittelbar durch den Überlauf 324, die Überlauffortsetzung 340 und den Ablauf 342 in den Kondensierer gebracht. Da-

mit findet ein dauernder Wärmeabtrag vom Motor in den Kondensierer statt, der hauptsächlich aufgrund der Ableitung von Dampf und nicht aufgrund der Ableitung von erwärmter Flüssigkeit stattfindet.

- 5 Dies bedeutet, dass die Wärme, die ja eigentlich die Abwärme des Motors ist, durch die Dampfableitung vorzugsweise genau dort hingelangt, wo sie hin soll, nämlich in das zu wärmende Kondensierewasser. Damit wird die komplette Motorwärme im System gehalten, was insbesondere für Heizanwendungen der Wärmepumpe besonders günstig ist. Aber auch für Kühlungsanwendungen der Wärmepumpe ist die Wärmeableitung vom
10 Motor in den Kondensierer günstig, weil der Kondensierer typischerweise mit einer effizienten Wärmeableitung, z.B. in Form eines Wärmetauschers oder einer direkten Wärmeableitung im zu wärmenden Gebiet gekoppelt ist. Es muss also keine eigene Motorabwärmeverrichtung geschaffen werden, sondern die von der Wärmepumpe ohnehin existierende Wärmeableitung vom Kondensierer nach außen wird durch die Motorkühlung
15 gewissermaßen „mit benutzt“.

- Das Motorgehäuse ist ferner ausgebildet, um in einem Betrieb der Wärmepumpe den Maximalpegel an flüssigem Arbeitsmittel zu halten und um oberhalb des Pegels an flüssigem Arbeitsmittel den Dampfraum 323 zu schaffen. Die Dampfzuführung ist ferner derart aus-
20 gebildet, dass sie mit dem Dampfraum kommuniziert, so dass der Dampf im Dampfraum zur konvektiven Wellenkühlung durch den Motorspalt und den weiteren Spalt in Fig. 4 geleitet wird.

- Bei der in Fig. 10 gezeigten Wärmepumpe ist der Ablauf als Überlauf im Motorgehäuse angeordnet, um flüssiges Arbeitsmittel oberhalb des Pegels in den Kondensierer zu leiten und um ferner einen Dampfweg zwischen dem Dampfraum und dem Kondensierer zu schaffen. Vorzugsweise ist der Ablauf 324 beides, nämlich sowohl Überlauf als auch Dampfweg. Diese Funktionalitäten können jedoch durch eine alternative Ausführung des Überlaufs einerseits und eines Dampftraums andererseits auch unter Verwendung ver-
30 schiedener Elemente implementiert werden.

- Die Wärmepumpe umfasst bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel eine besondere Kugellagerkühlung, die insbesondere dadurch ausgebildet ist, dass um den Lagerabschnitt 343 das abgedichtete Volumen 364 mit flüssigem Arbeitsmittel ausgebildet ist.
35 Der Zulauf 362 tritt in dieses Volumen ein und das Volumen hat einen Ablauf 366 von der Kugellagerkühlung in das Arbeitsmittelvolumen zur Motorkühlung. Damit wird eine separa-

te Kugellagerkühlung geschaffen, die jedoch außen um das Kugellager herum verläuft und nicht innerhalb des Lagers, so dass durch diese Kugellagerkühlung zwar effizient gekühlt wird, jedoch nicht die Schmierfüllung des Lagers beeinträchtigt wird.

- 5 Wie es ferner in Fig. 10 gezeigt ist, umfasst der Arbeitsmittelzulauf 362 insbesondere den Leitungsabschnitt 366, der sich nahezu bis zum Boden des Motorgehäuses 300 bzw. bis zum Grund des flüssigen Arbeitsmittels 328 im Motorgehäuse erstreckt oder aber wenigstens bis zu einem Bereich unterhalb des maximalen Pegels erstreckt, um insbesondere flüssiges Arbeitsmittel aus der Kugellagerkühlung heraus zu führen und das flüssige Arbeitsmittel der Motorwand zuzuführen.
- 10

Fig. 10 zeigen ferner das Konvektionselement, das von der Wand des Verdichtermotors 309 beabstandet in dem flüssigen Arbeitsmittel angeordnet ist, und das in einem unteren Bereich durchlässiger für das flüssige Arbeitsmittel als in einem oberen Bereich ist. Insbesondere ist bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel der obere Bereich nicht durchlässig und der untere Bereich relativ stark durchlässig, und das Konvektionselement ist bei der Ausführung in Form einer „Krone“ ausgebildet, die umgekehrt in das Flüssigkeitsvolumen gesetzt ist. Damit kann die Konvektionszone 367 ausgebildet werden, wie sie in Fig. 10 dargestellt ist. Es können jedoch alternative Konvektionselemente 342 verwendet werden, die in irgendeiner Weise oben weniger durchlässig als unten sind. So könnte beispielsweise ein Konvektionselement genommen werden, das unten Löcher hat, die in Form oder Anzahl einen größeren Durchlassquerschnitt aufweisen als Löcher im oberen Bereich. Alternative Elemente zur Erzeugung der Konvektionsströmung 367, wie sie in Fig. 10 dargestellt ist, sind ebenfalls verwendbar.

15

20

25

Zur Motorsicherung im Falle eines Lagerproblems ist das Notlager 344 vorgesehen, das ausgebildet ist, um die Motorwelle 306 zwischen dem Rotor 370 und dem Radialrad 304 abzusichern. Insbesondere erstreckt sich der weitere Spalt 313 durch einen Lagerspalt des Notlagers oder vorzugsweise durch absichtlich in dem Notlager eingebrachte Bohrungen. Bei einer Implementierung ist das Notlager mit einer Vielzahl von Bohrungen versehen, so dass das Notlager selbst einen möglichst geringen Strömungswiderstand für die Dampfströmung 10 zu Zwecken der konvektiven Wellenkühlung darstellt.

30

Fig. 12 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Motorwelle 306, wie sie für bevorzugte Ausführungsformen einsetzbar ist. Die Motorwelle 306 umfasst einen schraffierten Kern, wie er in Fig. 12 dargestellt ist, der in seinem oberen Abschnitt, der den Lager-

35

abschnitt 343 darstellt, von vorzugsweise zwei Kugellagern 398 und 399 gelagert ist. Weiter unten an der Welle 306 ist der Rotor mit Permanentmagneten 307 ausgebildet. Diese Permanentmagnete sind auf der Motorwelle 306 aufgesetzt und werden oben und unten durch Stabilisierungsbandagen 397 gehalten, die vorzugsweise aus Karbon sind. Ferner werden die Permanentmagnete durch eine Stabilisierungshülse 396 gehalten, die ebenfalls als Karbonhülse vorzugsweise ausgebildet ist. Diese Sicherungs- oder Stabilisierungshülse führt dazu, dass die Permanentmagnete sicher auf der Welle 306 bleiben und sich nicht aufgrund der sehr starken Fliehkräfte aufgrund der hohen Drehzahl der Welle von der Welle lösen können.

10

Vorzugsweise ist die Welle aus Aluminium ausgebildet und hat einen im Querschnitt gabelförmigen Befestigungsabschnitt 395, der eine Halterung für das Radialrad 304 darstellt, wenn das Radialrad 304 und die Motorwelle nicht einstückig, sondern mit zwei Elementen ausgebildet sind. Ist das Radialrad 304 mit der Motorwelle 306 einstückig ausgebildet, so ist der Radhalterungsabschnitt 395 nicht vorhanden, sondern dann schließt das Radialrad 304 unmittelbar an die Motorwelle an. In dem Bereich der Radhalterung 395 befindet sich auch, wie es aus Fig. 10 ersichtlich ist, das Notlager 344, das vorzugsweise ebenfalls aus Metall und insbesondere Aluminium ausgebildet ist.

15

Ferner ist das Motorgehäuse 300 aus Fig. 10, das auch in Fig. 3 dargestellt ist, ausgebildet, um einen Druck zu erhalten, der höchstens um 20 % größer als der Druck im Kondensierergehäuse in einem Betrieb der Wärmepumpe ist. Ferner kann das Motorgehäuse 300 ausgebildet sein, um einen Druck zu erhalten, der so niedrig ist, dass bei einer Erwärmung der Motorwand 309 durch den Betrieb des Motors eine Blasensiedung in dem flüssigen Arbeitsmittel 328 und in dem Motorgehäuse 300 stattfindet.

25

Vorzugsweise ist ferner der Lagerabschnitt 343 oberhalb des maximalen Flüssigkeitspegels angeordnet, so dass selbst bei einer Undichtigkeit der Motorwand 309 kein flüssiges Arbeitsmittel in den Lagerabschnitt kommen kann. Dagegen ist der Bereich des Motors, der zumindest teilweise den Rotor und den Stator umfasst, unterhalb des maximalen Pegels, da typischerweise im Lagerbereich einerseits, aber auch zwischen Rotor und Stator andererseits die größte Verlustleistung anfällt, die durch die konvektive Blasensiedung optimal weg transportiert werden kann.

30

In Fig. 10 ist ferner dargestellt, wie eine Zuführung von bei der Motorkühlung verwendete Arbeitsflüssigkeit über den Zulauf 324 oben auf den Leitraum 302 stattfinden kann. Hierzu

35

ist der Durchgang 377 vorgesehen, der in der oberen Platte des Kondensierervolumens ausgebildet ist, und der je nach Implementierung einen einzigen Kanal auf einer Seite oder zwei Kanäle auf beiden Seiten oder sogar sektorförmige Kanäle umfassen kann, um möglichst viel überlaufende Arbeitsflüssigkeit, die über den Zulauf 362 der Kugellagerkühlung 5 zugeführt wird und von der Kugellagerkühlung 366 an die Motorwand hinzugeführt wird, überlaufen zu lassen, wie es durch die Pfeile 367 dargestellt ist. Das flüssige Medium läuft dann in den Bereich aus der Motorkühlung heraus und dann, wenn ein bestimmtes Level erreicht ist, über den Zulauf 324 ab. Alternativ kann der Ablauf 324 jedoch auch im Volumen der Motorkühlung enthalten sein, also in dem Bereich, in dem auch das Konvektionselement 342 angeordnet ist. Es wird jedoch bevorzugt, den gesamten Bereich 10 innerhalb und außerhalb des Konvektionselements mit Flüssigkeit zu füllen, um dann über den Überlauf 324 die überlaufende Flüssigkeit abzuführen, durch die Durchführung 377 hindurchzuführen und von dort auf den Leitraum bzw. die Oberseite des Leitraums zu führen, wonach dann die Flüssigkeit herabläuft. Damit stellt Fig. 10 eine Implementierung 15 dar, bei der lediglich die Oberseite des Leitraums gekühlt wird, wobei dann die spezielle Formung des äußeren Bereichs des Leitraums, um den vertieften Bereich 362 zu schaffen, nicht erforderlich ist.

Fig. 9 zeigt ferner eine schematische Darstellung der Wärmepumpe zur Motorkühlung. Insbesondere ist der Arbeitsmittelablauf 324 alternativ zu Fig. 4 oder Fig. 20 ausgebildet. Der Ablauf muss nicht unbedingt ein passiver Ablauf sein, sondern kann auch ein aktiver Ablauf sein, der z.B. durch eine Pumpe oder ein anderes Element gesteuert wird und abhängig von einer Pegelerfassung des Pegels 322 etwas Arbeitsmittel aus dem Motorgehäuse 300 absaugt. Alternativ könnte auch statt des röhrenförmigen Ablaufs 324 eine 25 wiederverschließbare Öffnung am Boden des Motorgehäuses 300 sein, um durch kurzes Öffnen der wiederverschließbaren Öffnung eine gesteuerte Menge an Arbeitsmittel von dem Motorgehäuse in den Kondensierer ablaufen zu lassen.

Fig. 9 zeigt ferner das zu erwärmende Gebiet bzw. einen Wärmetauscher 391, von dem 30 ein Kondensiererzulauf 204 in den Kondensierer verläuft, und aus dem ein Kondensiererablauf 203 austritt. Ferner ist eine Pumpe 392 vorgesehen, um den Kreislauf aus Kondensierer-Zulauf 204 und Kondensierer-Ablauf 203 zu treiben. Diese Pumpe 392 hat vorzugsweise eine Abzweigung zu dem Zulauf 362, wie es schematisch dargestellt ist. Damit wird keine eigene Pumpe benötigt, sondern die ohnehin vorhandene Pumpe für den Kondensiererablauf treibt auch einen kleinen Teil des Kondensiererablaufs in die Zulaufleitung 35 362 und damit in das Flüssigkeitsvolumen 328.

Darüber hinaus zeigt Fig. 9 eine allgemeine Darstellung des Kondensierers 114, des Verdichtermotors mit Motorwand 309 und des Motorgehäuses 300, wie sie auch anhand von Fig. 3 beschrieben worden ist.

5

Fig. 9 zeigt ferner den Überlauf 324 als alternative Implementierung, bei dem Flüssigkeit z. B. aktiv abgesaugt werden kann und direkt dem Leitraum 302 bzw. dem Saugmund 92 zugeführt werden kann und zwar wieder über Leitungen 421, 422. Darüber hinaus ist, wie bereits dargestellt in Fig. 9 gezeigt, dass als Kühlflüssigkeit bevorzugt erwärmte Flüssigkeit aus dem Kondensiererablauf 203 eingesetzt wird.

10

Fig. 11 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform, die die Funktionalitäten verschiedener anderer dargestellter Ausführungsbeispiele vereint. Arbeitsflüssigkeit bzw. Kühlflüssigkeit, die vorzugsweise Wasser ist, wird über den Zulauf 330 bzw. 362, wie er in Fig. 9 dargestellt ist, zunächst der Kugellagerkühlung, die als geschlossenes Volumen 364 gezeigt ist, zugeführt. In das geschlossene Volumen 364 eingetretene Kühlflüssigkeit fließt an dem Kugellager, das durch das geschlossene Volumen umgeben wird, vorbei und tritt aus dem Kugellager aus. Die Kühlflüssigkeit fließt über die Verbindungsleitung bzw. das Röhrchen 366 in den Motorkühlungsraum, der auf einem Pegel 322 an Arbeitsflüssigkeit gehalten wird. Der Pegel 322 wird hier durch eine Wand 321 gehalten. Insbesondere wird die Arbeitsflüssigkeit über die Leitung 366 vorzugsweise unten in den Bereich innerhalb der Wand 321 zugeführt, wie es auch in Fig. 10 dargestellt ist. Damit wird eine gute Konvektionszone erhalten, wobei insbesondere an der erwärmten Motorwand eine Blasensiedung stattfindet. Die Arbeitsflüssigkeit läuft ferner an der Wand über, wie es bei 324 gezeigt ist. 324 kann einen kanalförmigen Überlauf darstellen, kann jedoch auch ein freier Überlauf sein. Dann läuft die Flüssigkeit außen an der Wand 321 herunter und dann über den Durchführungsbereich bzw. die Durchführungsöffnung 377 auf den Flussbereich 376. Dann fließt sie von diesem Flussbereich 376 herunter, um schließlich auf der Oberseite des Leitraums im vertieften Bereich zu landen.

15

20

25

30

Fig. 11 zeigt somit eine Ausführungsform, bei der mit derselben Flüssigkeitsströmung eine Kugellagerkühlung, eine Motorkühlung, eine Kühlung der Oberseite des Leitraums, eine Kühlung des Saugmunds und eine Kühlung der Unterseite des Leitraums sowie zusätzlich noch eine offene Kühlung des Dampfstroms durch die Überlauf-Vorstand-Strecke zwischen dem Ende des Elements 381 und dem Element 382 erhalten wird, wobei sich dieser offene Bereich vorzugsweise kreisförmig erstreckt.

35

Der Verlauf der Kühlflüssigkeit geht also über die Einspeiseleitung 422, 324, 377, 376 auf die obere Außenseite 372 des Leitraums 302. Von dort läuft die Flüssigkeit über die Ableitungsleitung 378 von der Außenseite des Leitraums 302 an die Außenseite des Saugmunds 92. Von dort läuft die Flüssigkeit über den Kühlungskanal 379 entlang der Außen-

5 seite des Saugmunds zu der unteren Außenseite des Leitraums und entlang der unteren Außenseite des Leitraums zum Überlauf 382 und von dort nach unten in den Kondensierere.

10 Erfindungsgemäß wird dadurch erreicht, dass nach dem Verdichten die sonst im ungekühlten Leitraum entstehende starke Überhitzung des Wasserdampfs vermieden wird. Ein Teil des Druckaufbaues findet im Leitraum statt, in dem ebenfalls durch die Kühlung Überhitzung abgebaut wird, was den Wirkungsgrad und die Prozessgüte des Verdichtungsprozesses steigert. Überhitzter Wasserdampf hat eine höhere Viskosität und damit

15 einen größeren Strömungswiderstand als Sattdampf. Überhitzter Wasserdampf muss daher erst Überhitzung abbauen, um leicht kondensieren zu können. Vorzugsweise ist der Leitraum 302 und ist auch der Saugmund 92 aus einem gut wärmeleitenden Material, wie beispielsweise Metall gebildet. Dann kann die Wärme aus der Dampfströmung besonders gut abgebaut werden, obgleich jedoch auch mit schlechter wärmeleitenden Materialien

20 gute Erfolge erzielt werden. Durch Abbau der Überhitzungswärme aus dem Dampfstrom sinkt der Strömungswiderstand und die Kondensierungsfähigkeit des komprimierten Dampfes verbessert sich.

Um die Temperatur des Leitraums möglichst nahe an der Sattdampf Temperatur des im

25 Verflüssiger herrschenden Drucks zu halten, ist der Leitraum aus einem Metall ausgebildet und umgeben von Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, das mit dem Verflüssiger einen Druckausgleich vollzieht. Wird Energie/Wärme aus der Dampfströmung eingekoppelt, fängt das umgebende Wasser an zu kochen und gibt die Energie wieder ab. Der Leitraum wird dadurch sehr nahe an der Sattdampf Temperatur des Dampfdrucks gehalten.

30 Eine Verflüssigung im Leitraum wird durch den verbleibenden Wärmewiderstand der Materialien und die darauf resultierende geringe Überhitzung verhindert.

Das Kühlwasser für den Leitraum wird zuvor durch die Lager und ebenfalls offene Motorkühlung geleitet. Durch die offene Motorkühlung kühlt das Wasser durch Teilverdunstung

35 wieder auf Sattdampf Temperatur ab und steht für die offene Leitraumkühlung zur Verfügung. Zunächst wird der obere Leitraumteil mit Wasser gefüllt. Bei einer einseitigen Leit-

raumkühlung würde das Wasser einfach überlaufen, wie es bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel der Fall ist. Das Wasser aus der oberen Leitraumkühlung wird jedoch bei einem Ausführungsbeispiel, das in Fig. 11 gezeigt ist, in die untere Leitraum- und Saugmundkühlung geleitet. Am Ende des Leitraums kommt noch ein offener Bereich mit Überlauf. Durch Verdampfung kühlt sich das Wasser ständig selbst auf Sattedampftemperatur. Das übrige Wasser läuft über und fließt in ein Auffangbecken. Ein Ausgleich zwischen dem Kondensierer 114 und dem Verdampfer 90 kann, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, über eine Drossel 91 erfolgen. Bei einem offenen System ist jedoch auch eine Drossel nicht nötig.

10

Neben den genannten Vorteilen ist auch die reduzierte thermische Bauteilbelastung ein weiterer Vorteil. Durch die Verdampfungskühlung kann der gesamte Verdichter trotz Verlusten nahe der Sattedampftemperatur gehalten werden. Über die Verdampfung werden Motorverluste, Lagerverluste bei der Verdichtung abgebaut.

15

Bezugszeichenliste

	10	Verdampfer
	12	Saugrohr
5	14	Verdichter/Verflüssiger-System
	16	Strömungsmaschine
	18	Verflüssiger
	20a	Vorlauf
	20b	Rücklauf
10	22	Ablauf
	90	Verdampfer
	91	Drossel
	92	Saugmund
	100	Wärmepumpe
15	102	Verdampferraum
	106	Kondensatorboden
	108	Verdampferboden
	110	Motor
	112	komprimierter Arbeitsdampf
20	114	Kondensierergehäuse
	115	Absaugöffnung bzw. Ansaugmund
	200	Verflüssigerboden
	201	Dichtungsgummi
	202	Verflüssigergehäuseabschnitt
25	203	Flüssigkeitsablauf
	204	Flüssigkeitszulauf
	205	Dampfzuführung
	207	schematische Begrenzung
	210	Flüssigkeitstransportbereich
30	212	Flüssigkeitsverteilerelement
	213	Dampfführungsbereich
	215	Dampfeinlassspalt
	217	seitliche Begrenzung
	220	Dampfflussrichtungen
35	300	Motorgehäuse
	302	Leitraum

	304	Radialrad
	306, 307	Rotor
	308	Stator
	309	Motorwand
5	310	Dampfzuführung
	311	Motorspalt
	312	Druckgebiet
	313	weiterer Spalt
	314	Arbeitsdampf
10	315	Kühlrippen
	317, 320	Dampfzuführung
	322	Pegel
	323	Dampfraum
	324	Arbeitsmittelablaufdichtung
15	328	Flüssigkeitsvolumen
	330	Arbeitsmittelzulauf
	342	Ablauf
	343	Lagerabschnitt
	344	Notlager
20	346	Verlauf des weiteren Spalts
	351	O-Ringe
	360	Spritzschutz
	362	Zulauf
	364	Abgedichtetes Volumen
25	366	Leitungsabschnitt
	367	Konvektionszone
	370	Rotor
	391	Wärmetauscher
	372	vertiefter Bereich
30	373	Bereich für die Ableitungsleitung
	374	Ableitungsleitung
	376	Fließbereich
	377	Motorgehäusedurchtritt
	379	Kühlungskanal
35	380	Boden des Kühlungskanals
	381	Unteres Leitraumende

	382	Vorstand
	392	Pumpe
	395	Befestigungsabschnitt
	396	Sicherungshülse
5	397	Stabilisierungsbandagen
	398	Kugellager
	399	Kugellager
	402	Kondensatorwasserzuführung
	404	Tropfenabscheider
10	405	Schaufeln
	406	Nuten
	408	Kondensatorwasser
	409	Rand
	410	schematische Begrenzung
15	420	Kühlungsvorrichtung
	421	Saugmund-Flüssigkeitsleitung
	422	Leitraum-Flüssigkeitsleitung

Patentansprüche

1. Wärmepumpe mit folgenden Merkmalen:

5 einem Verdampfer (90) zum Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit;

einem Verflüssiger (114) zum Kondensieren von komprimiertem Arbeitsdampf;

10 einem Verdichtermotor (110) mit einem Saugmund (92), an dem ein Radialrad (304) angebracht ist, um einen in dem Verdampfer (90) verdampften Arbeitsdampf (314) durch den Saugmund (92) zu fördern;

einem Leitraum (302), der angeordnet ist, um einen von dem Radialrad (304) geförderten Arbeitsdampf (112) in den Kondensierer (114) zu leiten; und

15

einer Kühlungsanordnung (420) zum Kühlen des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) mit einer Flüssigkeit, wobei die Kühlungsanordnung (420) ausgebildet ist, um auf eine Außenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) die Flüssigkeit zu leiten (421, 422), wobei die Außenseite nicht mit dem Arbeitsdampf (314, 112) in Berührung ist, und wobei eine Innenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) in Berührung mit dem Arbeitsdampf (314, 112) ist.

20

2. Wärmepumpe nach Anspruch 1,

25

bei der der Leitraum (302) eine untere Außenseite und eine obere Außenseite aufweist, und

bei der die Kühlungsanordnung (420) ausgebildet ist, um die Flüssigkeit auf die obere Außenseite, die untere Außenseite oder die obere Außenseite und die untere Außenseite des Leitraums 302 zu leiten.

30

3. Wärmepumpe nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Außenseite des Saugmunds (92) und eine untere Oberfläche des Leitraums miteinander dampfdicht miteinander verbunden sind, wobei die Kühlungsanordnung (420) ausgebildet ist, um die Flüssigkeit in einer Strömung sequenziell an der Außenseite des Saugmunds (92) und dann an der unteren Außenseite des Leitraums (302) vorbeizuführen oder um

35

die Flüssigkeit in einer Strömung sequenziell an der unteren Außenseite des Leit-
raums und dann an der Außenseite des Saugmunds vorbeizuführen.

4. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5

bei der die Flüssigkeit zum Kühlen die Arbeitsflüssigkeit der Wärmepumpe ist.

5. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein Druck in
dem Kondensierer (114) im Betrieb der Wärmepumpe im Wesentlichen gleich ei-
nem Druck ist, der an der Außenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds
(92) vorliegt.

10

6. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15

bei der die Kühlungsanordnung folgende Merkmale aufweist:

eine Einspeiseleitung (422, 324, 377, 376) zum Einspeisen der Flüssigkeit auf eine
obere Außenseite (372) des Leitraums (302);

20

eine Ableitungsleitung (378) zum Ableiten der Flüssigkeit von der Außenseite des
Leitraums (302) an eine Außenseite des Saugmunds (92);

einem Kühlungskanal (379) zum Leiten der Flüssigkeit, die von der Ableitungslei-
tung (378) ausgegeben wird, entlang der Außenseite des Saugmunds zu einer un-
teren Außenseite des Leitraums und entlang der unteren Außenseite des Leit-
raums;

25

und einen Überlauf (382) zum Leiten der Flüssigkeit von der unteren Außenseite
des Leitraums (114).

30

7. Wärmepumpe nach Anspruch 6, bei der der Überlauf (382) ausgebildet ist, um
über ein Ende (381) der unteren Außenseite des Leitraums (302) einer Strecke
vorzustehen, die größer als 1 cm ist und einen Vorstand hat, um in der Strecke,
um die der Überlauf (382) vorsteht, einen Pegel an Flüssigkeit zu halten, der grö-
ßer als 2 mm ist.

35

8. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 6 bis 7, bei der die obere Außenseite des Leitraums (302) eine Vertiefung (372) hat, die ausgebildet ist, um von der Einspeiseleitung (324, 377, 376) zugeführte Arbeitsflüssigkeit zu halten, wobei die Ableitungsleitung (378) an einem Bereich (373) in der Vertiefung angebracht ist, der in Betrieb der Wärmepumpe unter einem vorhandenen Flüssigkeitspegel in der Vertiefung (372) ist.
9. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
- bei der ein Niveau (324, 377, 376) höher ist als ein Niveau des Überlaufs (382), so dass im Betrieb der Wärmepumpe eine Flüssigkeitsströmung durch die Einspeiseleitung (422, 324, 377, 376), die Ableitungsleitung (378) und den Kühlungskanal (379) aufgrund der Schwerkraft stattfindet.
10. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- die ausgebildet ist, um eine Dampfströmung durch den Saugmund (92) in einer bezüglich des Betriebs der Wärmepumpe senkrechten Richtung nach oben zu fördern, und bei der der Leitraum (302) ausgebildet ist, um eine Dampfströmung von einer waagerechten Strömung am Ende des Radialrads in eine nach unten gerichtete Dampfströmung in den Verflüssiger (114) umzuleiten.
11. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- bei der der Leitraum (302) in der Draufsicht eine Kreisform aufweist und an seiner Außenkante eine kreisrunde Vertiefung (372) aufweist, und
- wobei die Kühlungsanordnung (420) ausgebildet ist, um die Vertiefung (372) mit der Flüssigkeit zu füllen.
12. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- bei der der Leitraum (302) und der Saugmund (92) in einer Ansicht von unten kreisringförmig sind, wobei der Saugmund (92) in den Leitraum (302) übergeht, wobei die Kühlungsanordnung einen Kühlungskanal (379) aufweist, der durch eine von der Unterseite des Saugmunds (92) und des Leitraums beabstandete Küh-

lungskanalwand gebildet wird, die ebenfalls kreisringförmig ausgebildet ist und so angeordnet, dass durch die Kühlungs Vorrichtung in den Kühlkanal eingespeiste Flüssigkeit von der Kühlungskanalwand gehalten wird und in Berührung mit der Unterseite des Saugmunds (92) und des Leitraums (302) ist.

5

13. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der der Kondensierer (114) ein Kondensierergehäuse aufweist,

10

wobei der Verdichtermotor (110) an dem Kondensierergehäuse (114) angebracht ist und ein Rotor und einen Stator (308) aufweist, wobei der Rotor eine Motorwelle (306) aufweist, an der das Radialrad (304) zum Verdichten des Arbeitsmitteldampfes angebracht ist, wobei der Verdichtermotor eine Motorwand (309) aufweist,

15

wobei ein Motorgehäuse (300) ausgebildet ist, das den Verdichtermotor umgibt und einen Arbeitsmittelzulauf (362, 330) aufweist, um die Flüssigkeit zur Motorkühlung an die Motorwand (309) zu führen, und

20

wobei das Motorgehäuse (300) ferner ausgebildet ist, um in dem Betrieb der Wärmepumpe die Flüssigkeit zur Motorkühlung über einen Durchgang (377) von dem Motorgehäuse zu der Außenseite des Leitraums (302) abzuleiten.

14. Wärmepumpe nach Anspruch 13,

25

bei der der Verdichtermotor ferner einen Lagerabschnitt (343) aufweist, durch den der Rotor (307) bezüglich des Stators (308) gelagert ist, wobei der Verdichtermotor so in dem Motorgehäuse angeordnet ist, dass der Lagerabschnitt (343) oberhalb des maximalen Pegels (322) an flüssigem Arbeitsmittel ist, oder

30

wobei der Verdichtermotor so in dem Motorgehäuse (300) angebracht ist, dass ein Bereich des Motors, der zumindest teilweise den Rotor (307) und den Stator (308) umfasst, unterhalb des maximalen Pegels (322) des flüssigen Arbeitsmittels (328) angeordnet ist.

35

15. Wärmepumpe nach Anspruch 13 oder 14,

der einen Überlauf (324) aufweist, der in das Motorgehäuse (300) vorsteht und einen maximalen Pegel (322) an Arbeitsflüssigkeit definiert, wobei der Überlauf (324) sich von dem Motorgehäuse über den Durchlauf (377) in den Kondensierer (114) erstreckt, und wobei der Überlauf ferner einen Dampfdurchgang für Dampf aus dem Dampfraum (323) in den Kondensierer (114) darstellt, so dass der Druck in dem Motorgehäuse und in dem Kondensierergehäuse im Wesentlichen gleich ist.

16. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

bei der der Überlauf ausgebildet ist, um in dem Motorgehäuse flüssiges Arbeitsmittel oberhalb des Pegels (322) in den Kondensierer (114) zu leiten und um gleichzeitig einen Dampfweg zwischen dem Dampfraum (323) und den Kondensierer (114) zu schaffen.

17. Wärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 16,

bei der der Verdichtermotor ein Kugellager aufweist,

bei der ferner ein abgedichtetes Volumen (364) um das Kugellager herum vorhanden ist,

bei der die Kühlungs Vorrichtung (420) ausgebildet ist, um die Flüssigkeit in das abgedichtete Volumen (364) hinein und wieder herauszuführen und von dort dem Leitraum (302) oder dem Saugmund (92) zuzuführen, wobei die Zuführung entweder direkt oder über eine Motorkühlung erfolgt.

18. Wärmepumpe nach Anspruch 17,

bei der die Kühlungs Vorrichtung (420) ausgebildet ist, um flüssiges Arbeitsmittel aus einem abgedichteten Volumen (364) um ein Kugellager des Motors herum herauszuleiten und anzuführen, wobei das flüssige Arbeitsmittel einem Boden des Motorgehäuses zugeführt wird.

19. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der die Motorwelle folgende Merkmale aufweist.

einen Wellenkern (306');
5

einen Magnetbereich mit Permanentmagneten (307), die auf dem Wellenkern (306') befestigt sind;
10

einer um den Magnetbereich (307) herum angeordneten Sicherungshülse (396) zum Sichern der Permanentmagnete,
15

wobei der Verdichtermotor so in einem Motorgehäuse (300) angebracht ist, dass der Magnetbereich unterhalb des maximalen Pegels an flüssigem Arbeitsmittel positioniert ist.
20

20. Wärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25

bei der der Verdichtermotor ein Kugellager und eine Kugellagerkühlungsvorrichtung und eine Motorkühlungsvorrichtung aufweist,
30

wobei die Kugellagerkühlungsvorrichtung ausgebildet ist, um die Flüssigkeit in ein geschlossenes Volumen, das sich an dem Kugellager befindet, einzuspeisen,
35

wobei die Motorkühlungsvorrichtung ausgebildet ist, um aus dem geschlossenen Volumen abgeleitete Flüssigkeit an eine Motorwand (309) zu führen,
40

wobei die Motorkühlungsvorrichtung ausgebildet ist, um einen Flüssigkeitsüberlauf zu haben, über den die Flüssigkeit überläuft, und
45

wobei die Kühlungsvorrichtung für den Leitraum oder den Saugmund ausgebildet ist, um von der Motorkühlungsvorrichtung übergelaufene Flüssigkeit aufzufangen und zur Kühlung des Leitraums oder des Saugmunds zu verwenden.
50

21. Wärmepumpe nach Anspruch 20,

wobei die Motorkühlungsvorrichtung und die Kühlungsvorrichtung ausgebildet sind, um auf demselben Druck zu arbeiten, der in dem Kondensierer (114) der Wärmepumpe vorhanden ist.

- 5 22. Verfahren zum Pumpen von Wärme mit einem Verdampfer (90) zum Verdampfen
von Arbeitsflüssigkeit; einem Verflüssiger (114) zum Kondensieren von kompri-
miertem Arbeitsdampf; einem Verdichtermotor (110) mit einem Saugmund (92), an
dem ein Radialrad (304) angebracht ist, um einen in dem Verdampfer (90) ver-
dampften Arbeitsdampf (314) durch den Saugmund (92) zu fördern; und einem
10 Leitraum (302), der angeordnet ist, um einen von dem Radialrad (304) geförderten
Arbeitsdampf (112) in den Kondensierer (114) zu leiten, mit folgenden Schritten:

15 Kühlen des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92) mit einer Flüssigkeit, wobei
die Flüssigkeit auf eine Außenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds (92)
geleitet wird (421, 422), wobei die Außenseite nicht mit dem Arbeitsdampf (314,
112) in Berührung ist, und wobei eine Innenseite des Leitraums (302) oder des
Saugmunds (92) in Berührung mit dem Arbeitsdampf (314, 112) ist.

- 20 23. Verfahren zum Herstellen einer Wärmepumpe mit einem Verdampfer (90) zum
Verdampfen von Arbeitsflüssigkeit; einem Verflüssiger (114) zum Kondensieren
von komprimiertem Arbeitsdampf; einem Verdichtermotor (110) mit einem Saug-
mund (92), an dem ein Radialrad (304) angebracht ist, um einen in dem Verdamp-
fer (90) verdampften Arbeitsdampf (314) durch den Saugmund (92) zu fördern;
und einem Leitraum (302), der angeordnet ist, um einen von dem Radialrad (304)
25 geförderten Arbeitsdampf (112) in den Kondensierer (114) zu leiten, mit folgenden
Schritten:

30 Anbringen einer Kühlungsvorrichtung (420) zum Kühlen des Leitraums (302) oder
des Saugmunds (92) mit einer Flüssigkeit, wobei die Kühlungsvorrichtung (420)
angeordnet ist, um auf eine Außenseite des Leitraums (302) oder des Saugmunds
(92) die Flüssigkeit zu leiten (421, 422), wobei die Außenseite nicht mit dem Ar-
beitsdampf (314, 112) in Berührung ist, und wobei eine Innenseite des Leitraums
(302) oder des Saugmunds (92) in Berührung mit dem Arbeitsdampf (314, 112) ist.

1/12

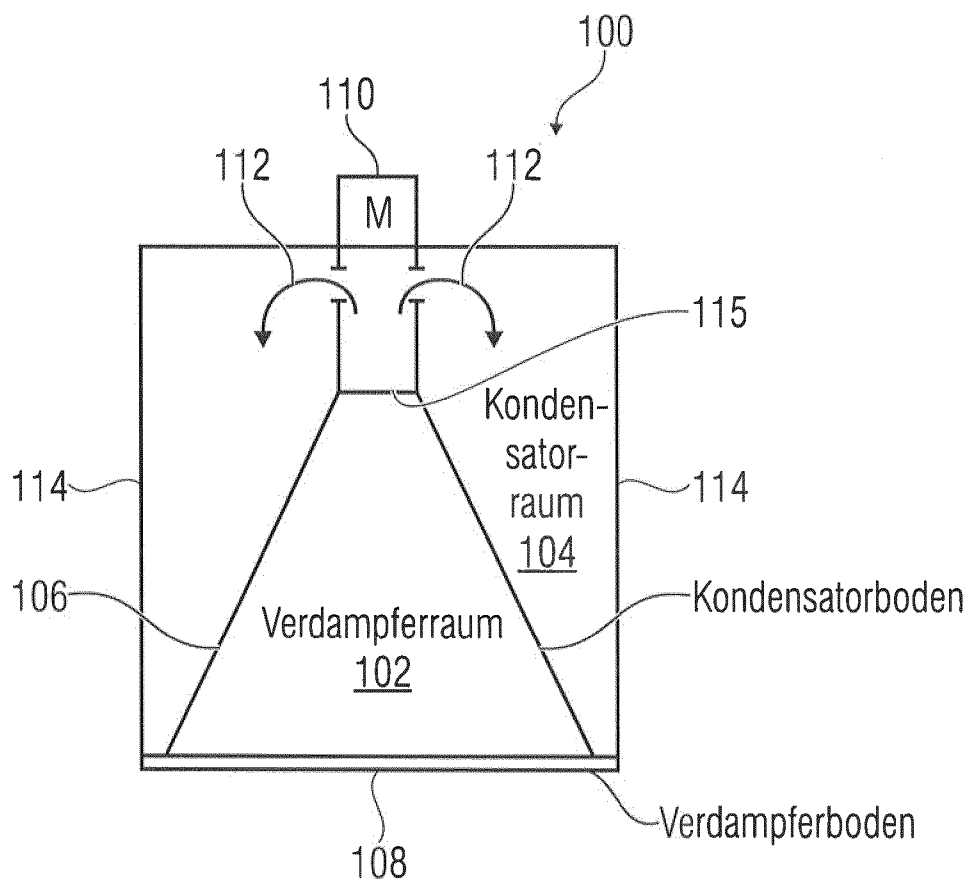


Fig. 1

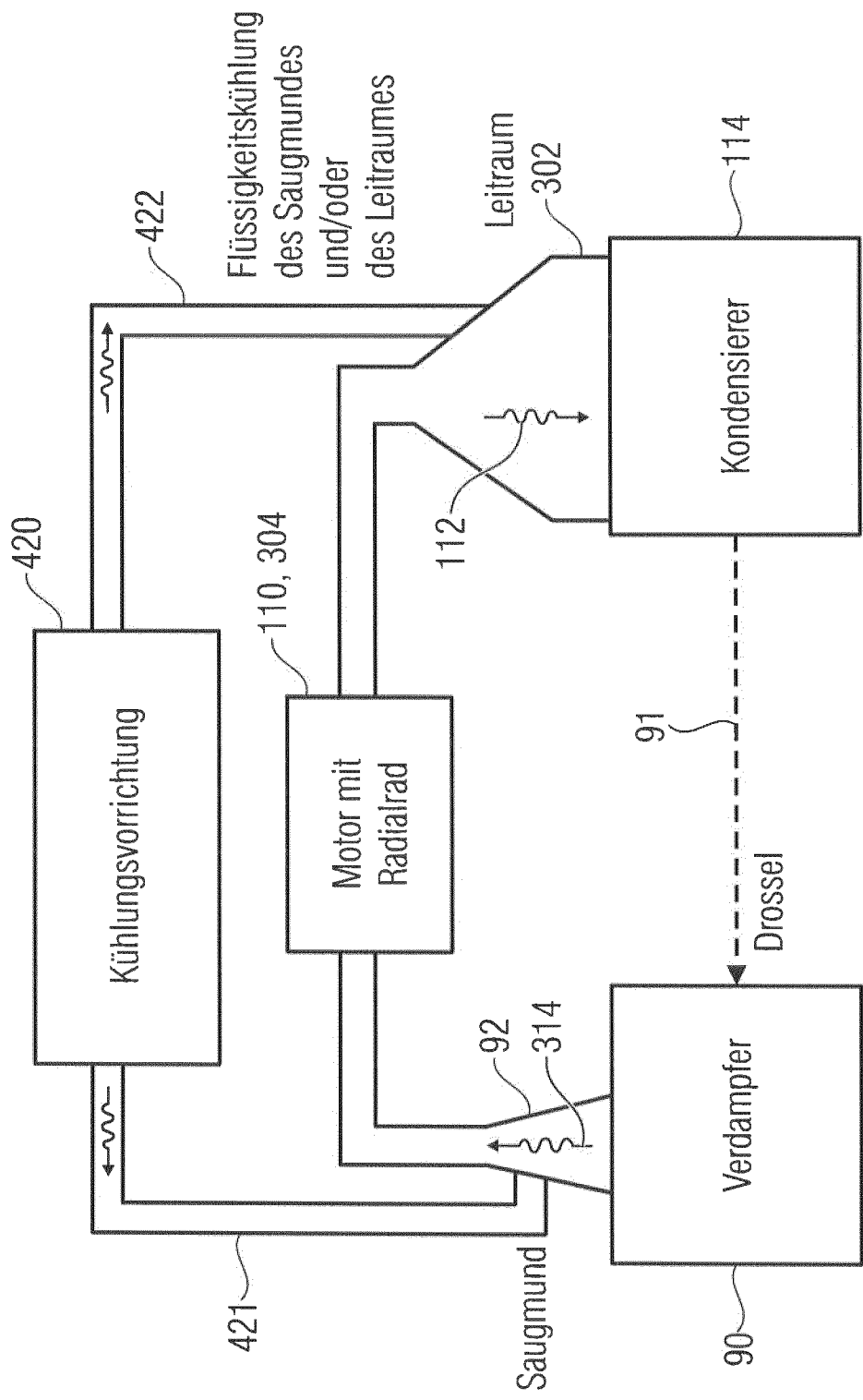


Fig. 2

3/12

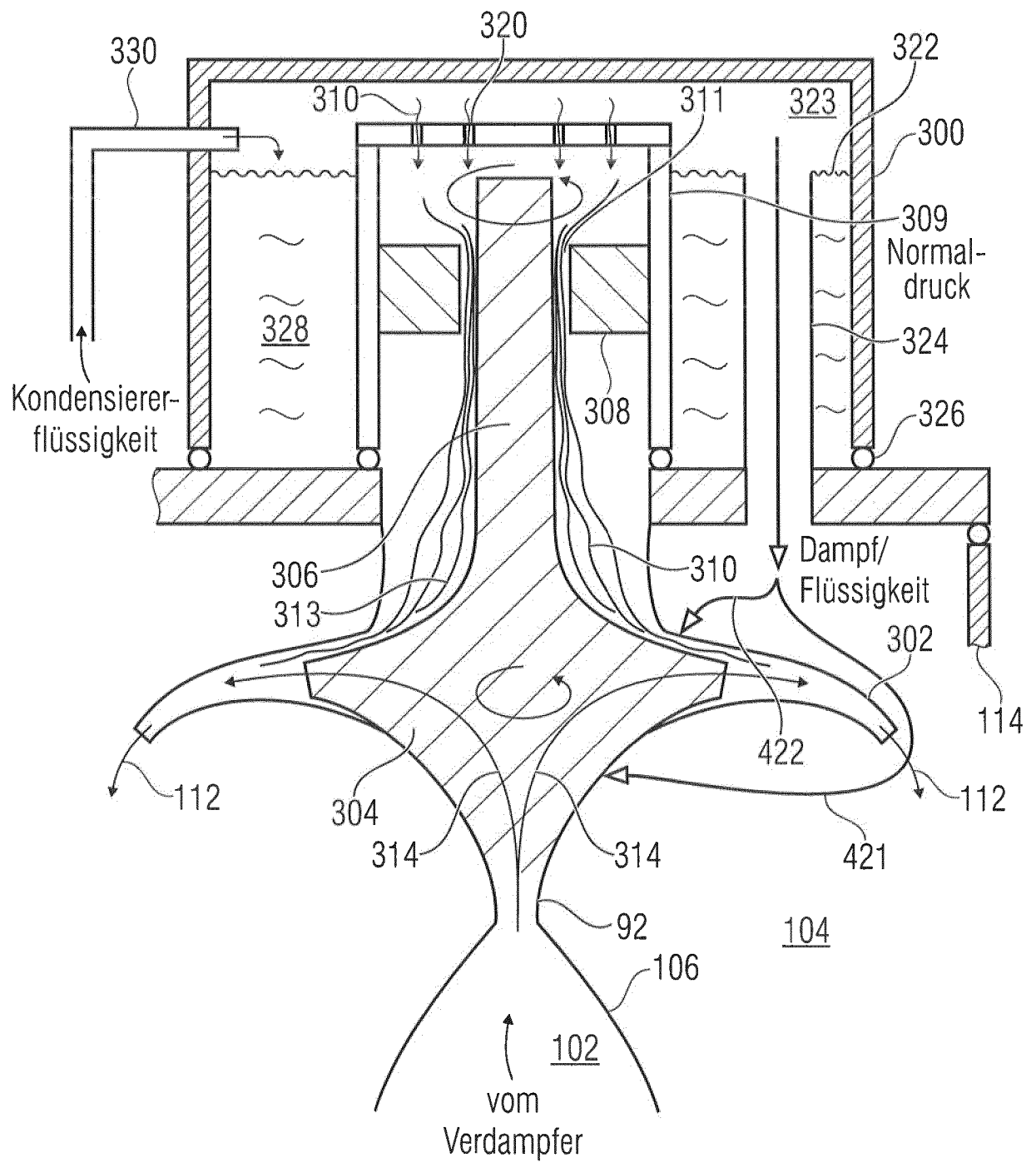
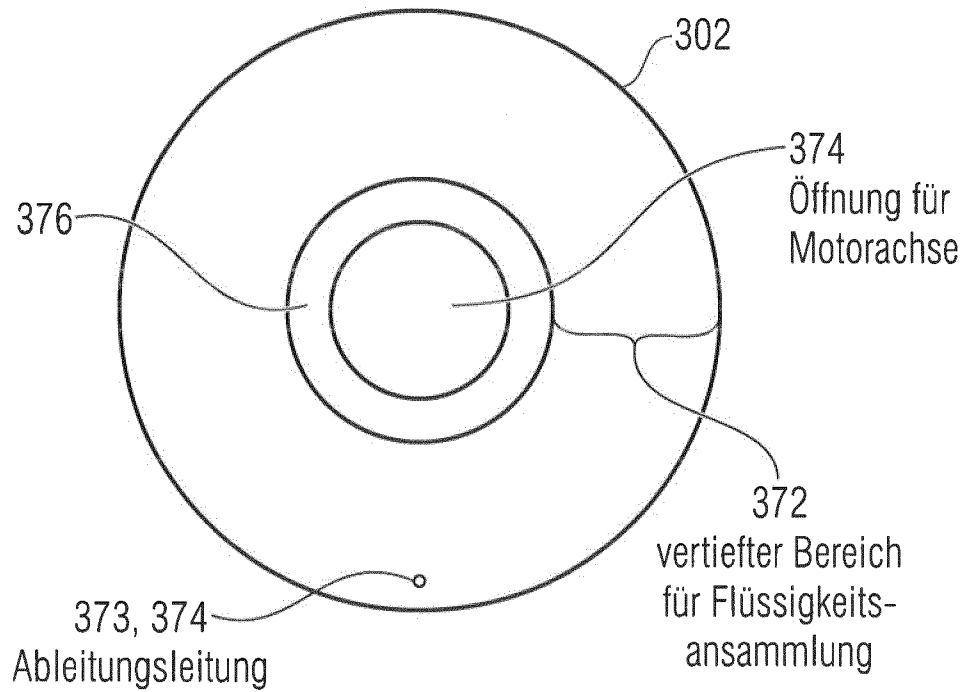


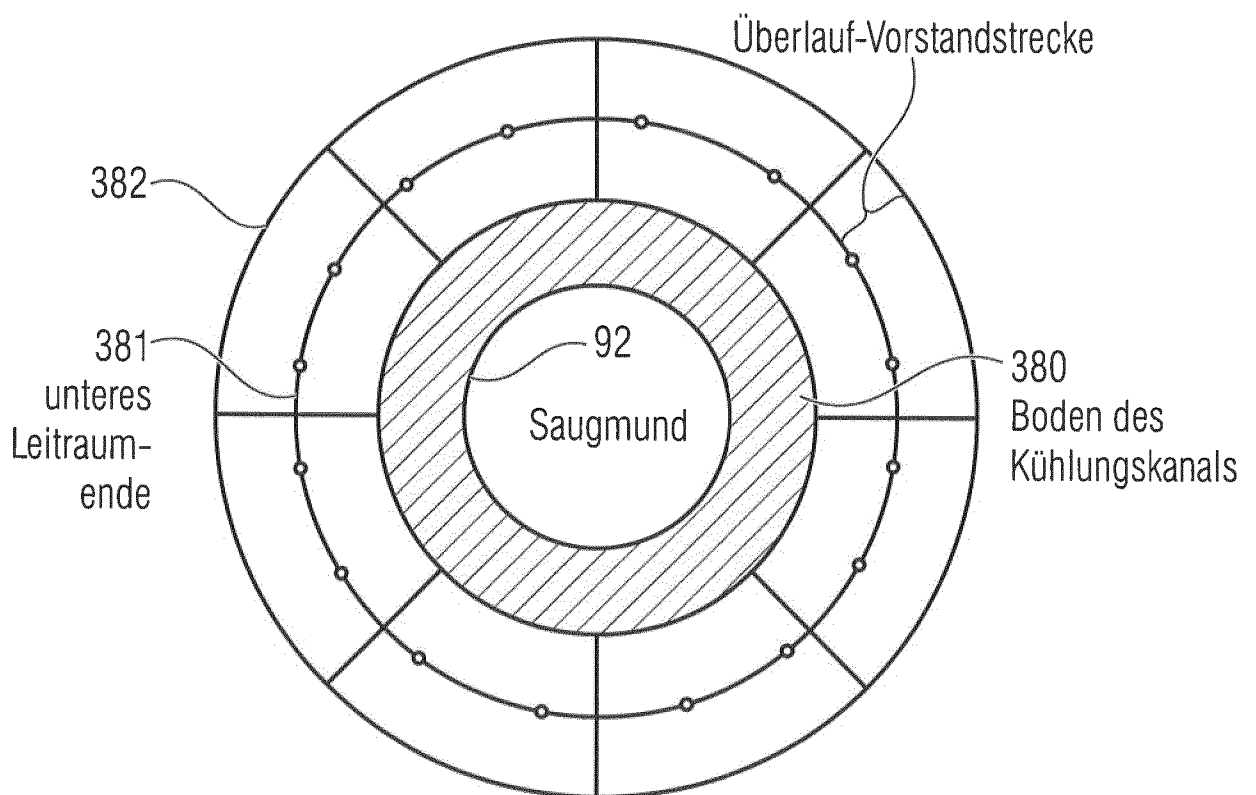
Fig. 3

4/12



(Draufsicht auf Leitraum)

Fig. 4a



(Ansicht des Saugmundes/Leitraums von unten)

Fig. 4b

5/12

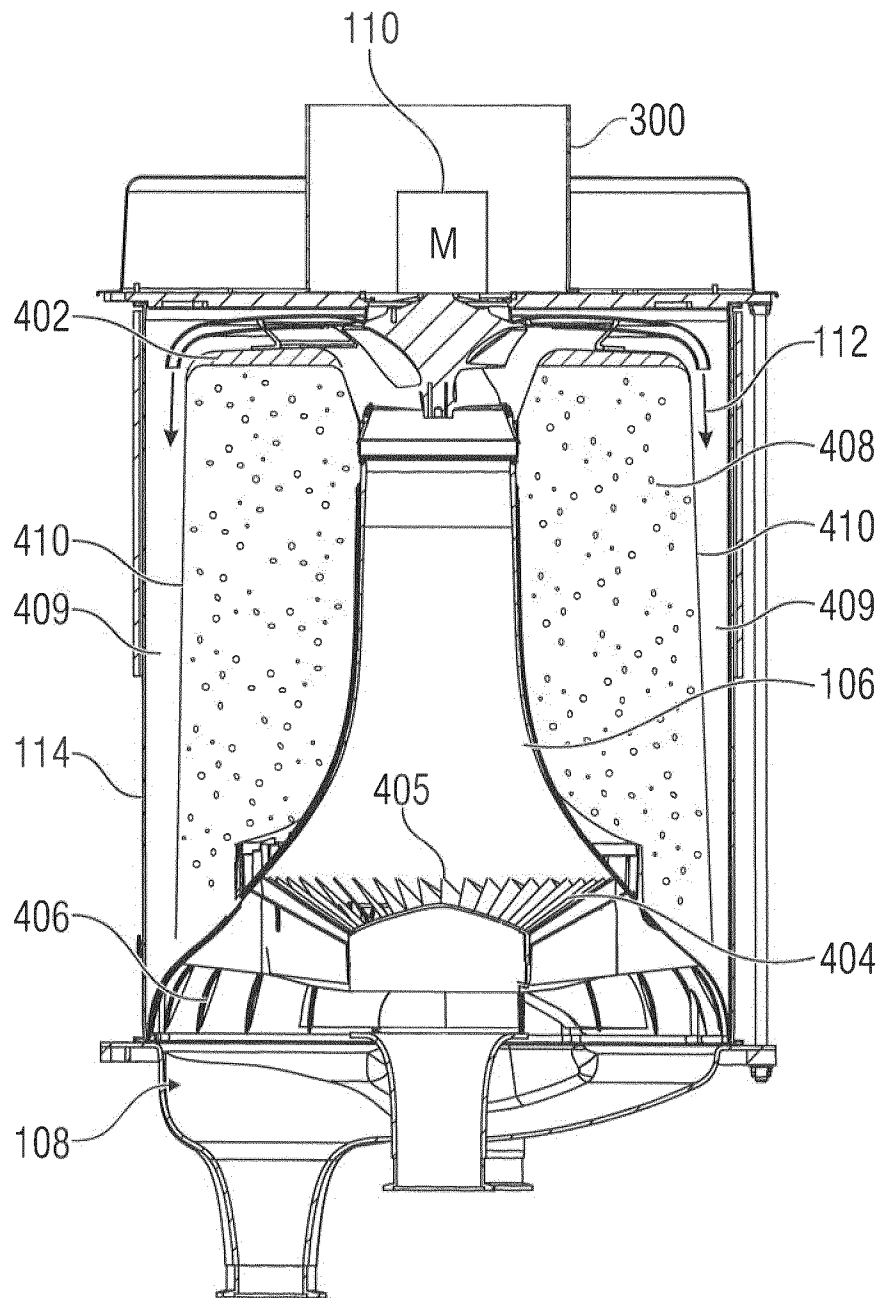


Fig. 5

6/12

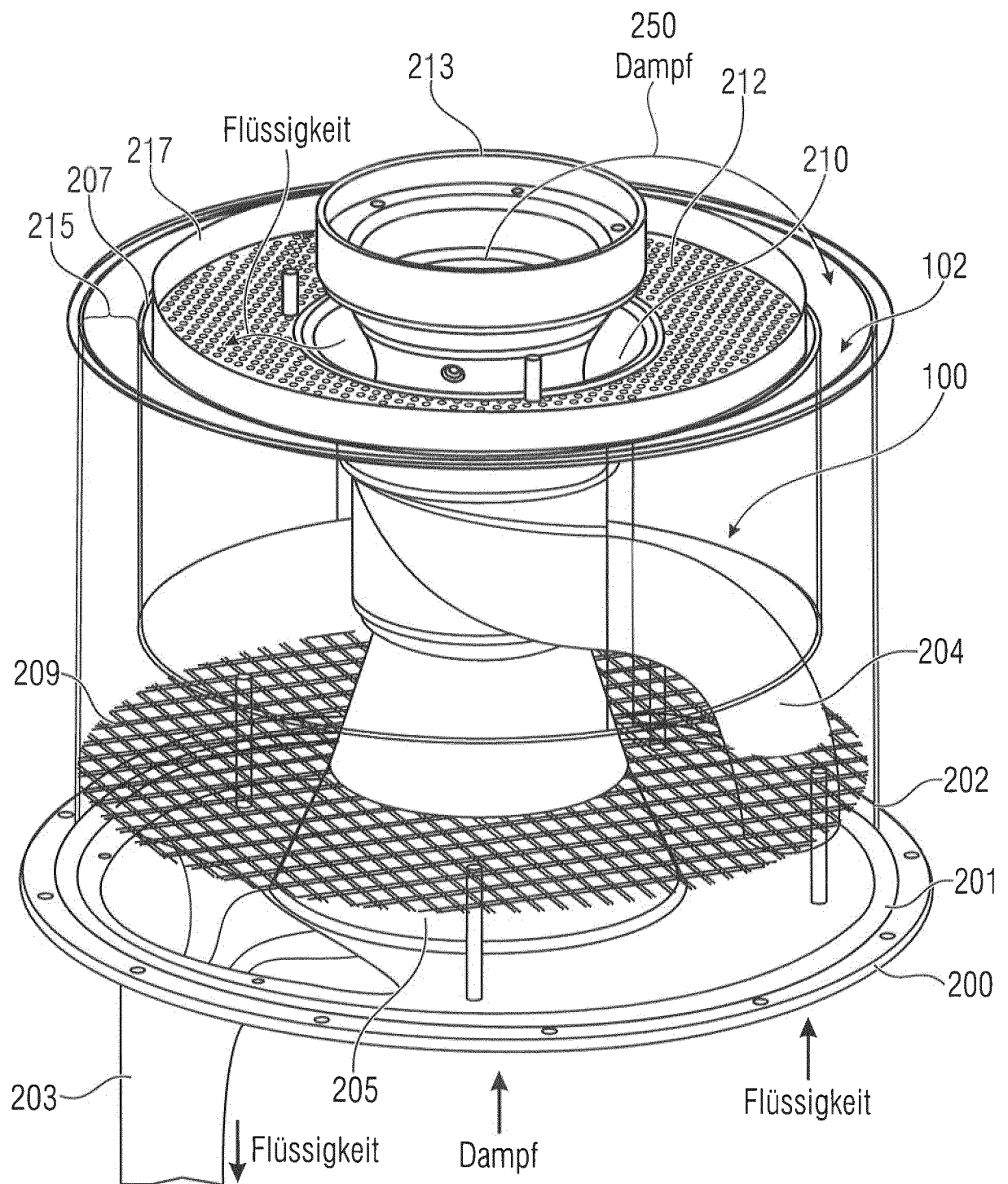
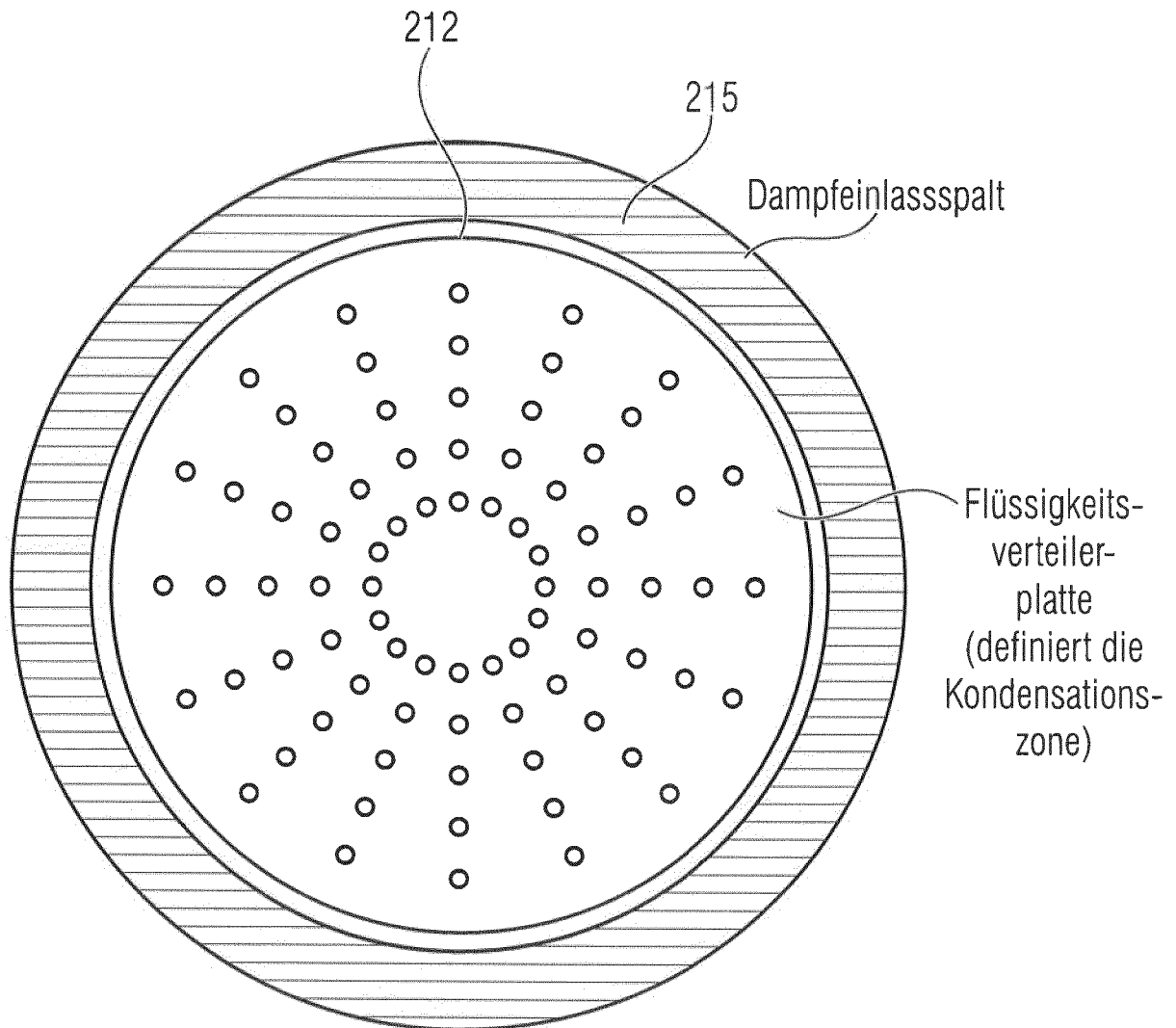


FIG 6
(STAND DER TECHNIK)

7/12



schematische Ansicht des Deckels von unten

Fig. 7
(STAND DER TECHNIK)

8/12

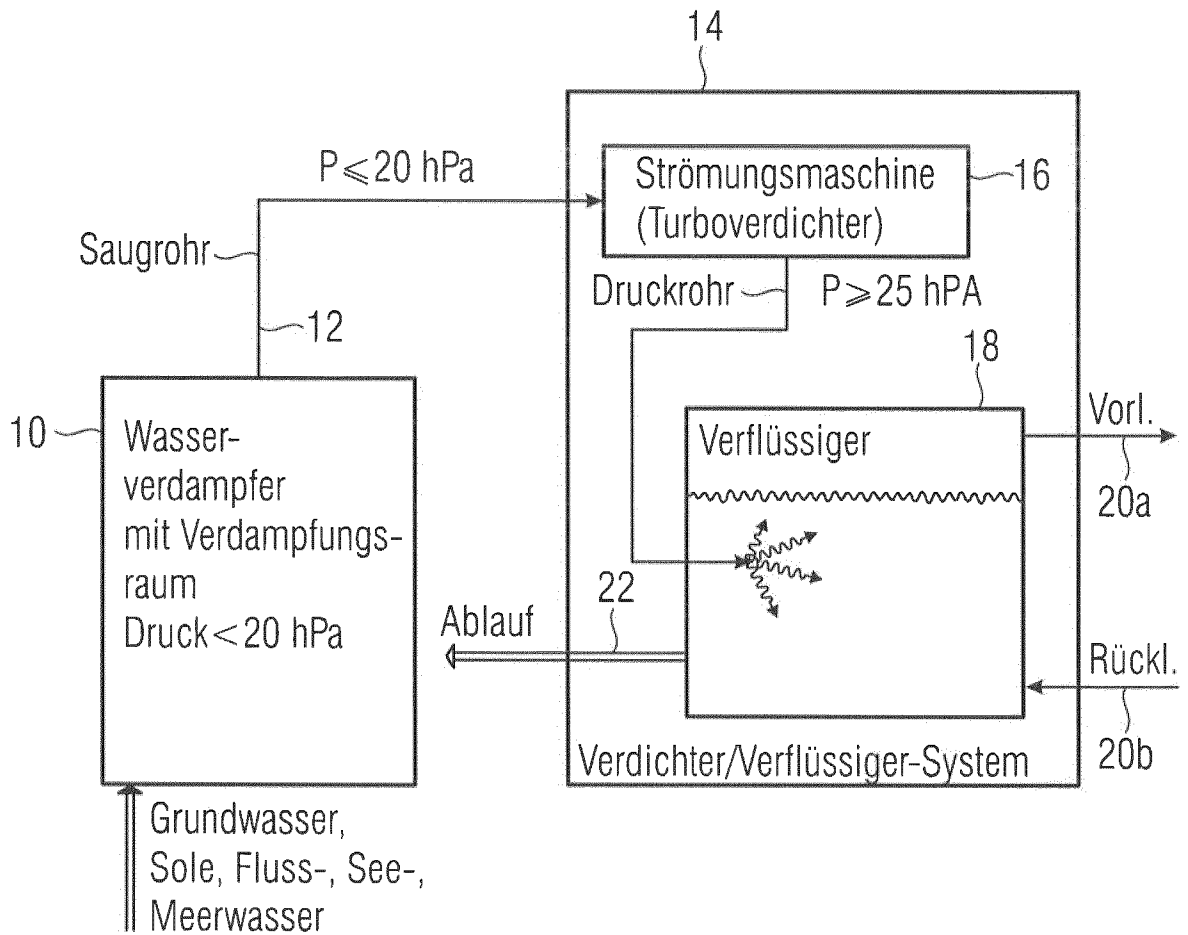


Fig. 8a
(STAND DER TECHNIK)

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

Fig. 8b

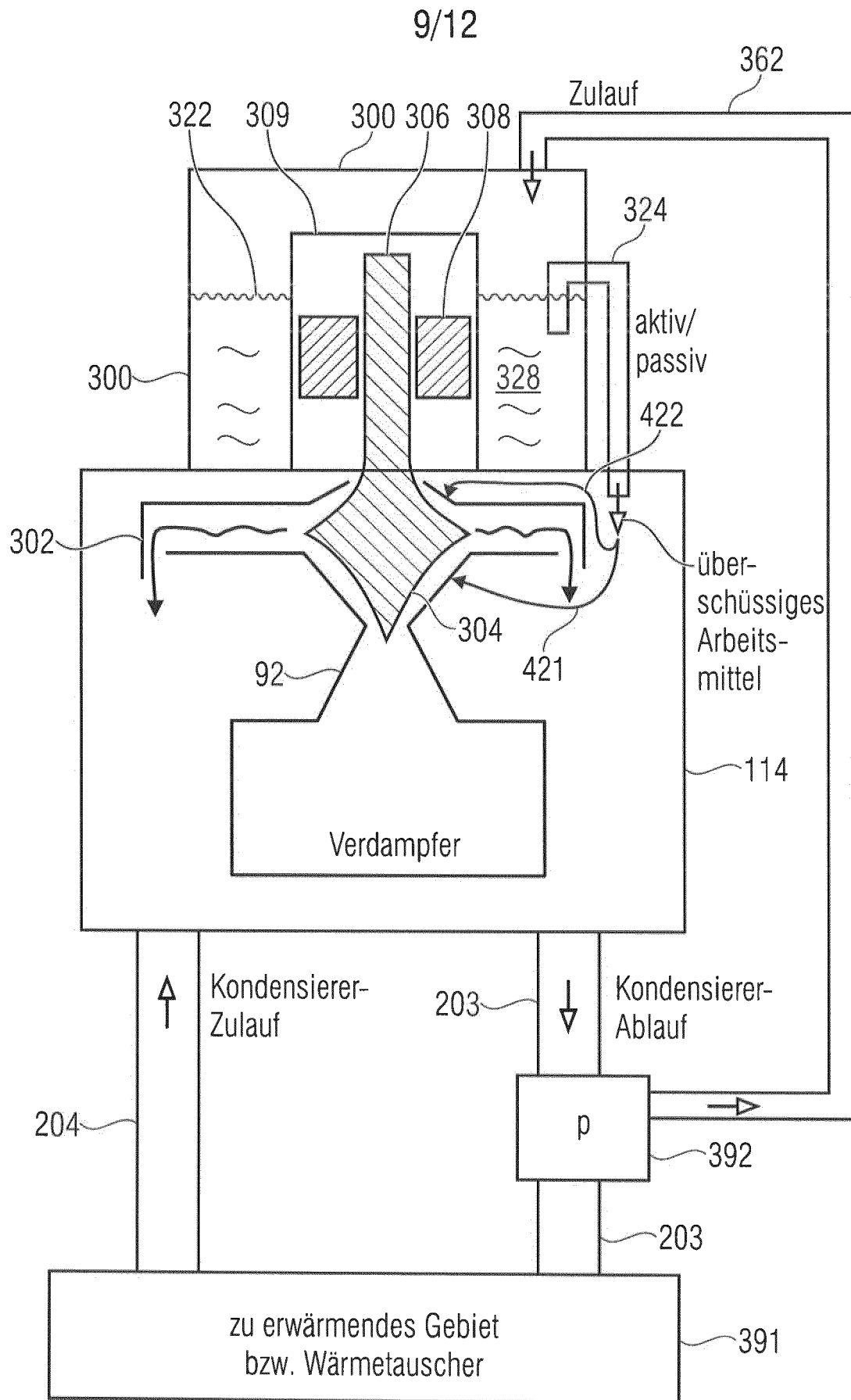
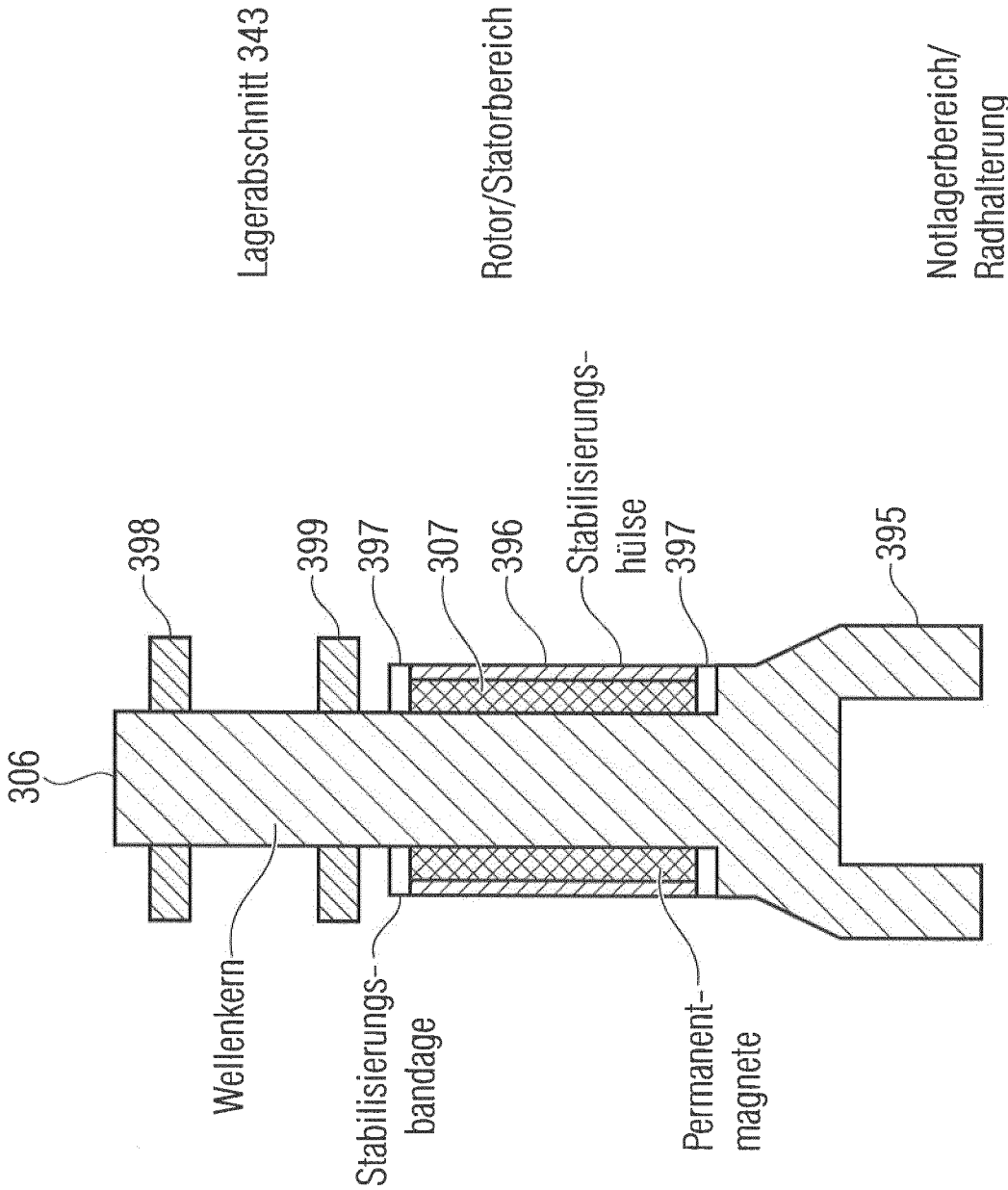


Fig. 9



Lagerabschnitt 343

Rotor/Statorbereich

Notlagerbereich/
Radhalterung

Fig. 12