

(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
11. Januar 2018 (11.01.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/007432 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01K 9/00 (2006.01) F01K 23/06 (2006.01)
F01K 23/12 (2006.01) F01K 23/14 (2006.01)

(72) Erfinder: **BUCHER, Michael**; Mehringdamm 63, 10961
Berlin (DE). **HÖTGER, Michael**; Herulerweg 16, 13595
Berlin (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/066740

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**; König-
straße 28, 70173 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

05. Juli 2017 (05.07.2017)

(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.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 212 232.0

05. Juli 2016 (05.07.2016) DE

(71) Anmelder: **MAHLE INTERNATIONAL GMBH**
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(54) Title: WASTE-HEAT RECOVERY SYSTEM

(54) Bezeichnung: ABWÄRMENUTZUNGSEINRICHTUNG

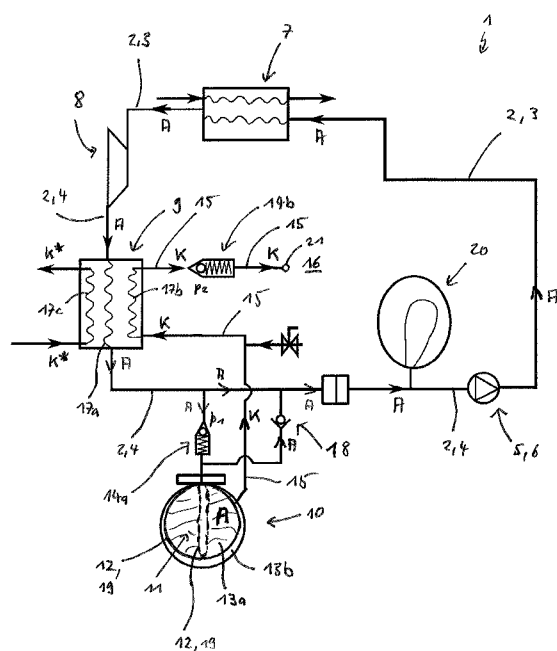


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a waste-heat recovery system (1) comprising a waste-heat recovery circuit (2), in which a working fluid (A) circulates and which is divided into a high-pressure region (3) and a low-pressure region (4). A condenser (9; 9a, 9b) for condensing the expanded working fluid (A) is located in the low-pressure region (4). A container (10) is located downstream of the condenser (9; 9a, 9b), the interior (11) of said container being provided with a divider (12) which divides the container interior (11) into a first and a second sub-chamber (13a, 13b), each chamber having a variable volume. The first sub-chamber (13a) is fluidically connected, downstream of the condenser (9), to the low pressure region (4) of the waste-heat recovery circuit (2), via a first pressure-relief valve (14a). The second sub-chamber (13b) is filled with a coolant (K) which can be introduced into the condenser (9, 9a, 9b) fluidically separately from the working fluid (A) via a fluid line (15), such that the working fluid (A) can be condensed by thermal interaction with the coolant (K). A second pressure-relief valve (14b) is located in the fluid line (15), via which valve the coolant (K) can be discharged from the fluid line (15) into the surroundings (16) of the waste-heat recovery system (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Abwärmennutzungs-
einrichtung (1) mit einem Abwärmennutzungskreislauf (2), in wel-
chen ein Arbeitsmedium (A) zirkuliert und welcher in einen Hoch-
druckbereich (3) und in einen Niederdruckbereich (4) unterteilt ist.
Im Niederdruckbereich (4) ist ein Kondensator (9; 9a, 9b) zum Kon-
densieren des expandierten Arbeitsmediums (A) angeordnet. Strom-
ab des Kondensators (9; 9a, 9b) ist ein Behälter (10) angeordnet, in
dessen Behälter-Innenraum (11) ein Trennelement (12) angeordnet
ist,

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

welche den Behältnis-Innenraum (11) in einen ersten und einen zweiten Teilraum (13a, 13b) mit jeweils variablem Volumen unterteilt. Der erste Teilraum (13a) kommuniziert über ein erstes Überdruckventil (14a) mit dem Niederdruckbereich (4) des Abwärmenutzungsreislaufs (2) stromab des Kondensators (9) fluidisch. Der zweite Teilraum (13b) ist mit einem Kühlmedium (K) befüllt, welches über eine Fluidleitung (15) fluidisch getrennt zum Arbeitsmedium (A) in den Kondensator (9, 9a, 9b) einbringbar ist, so dass das Arbeitsmedium (A) durch thermische Wechselwirkung mit dem Kühlmedium (K) kondensierbar ist. In der ist Fluidleitung (15) ein zweites Überdruckventil (14b) angeordnet ist, über welches das Kühlmedium (K) aus der Fluidleitung (15) in die Umgebung (16) der Abwärmenutzungseinrichtung (1) ausleitbar ist.

Abwärmenutzungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Abwärmenutzungseinrichtung.

Abwärmenutzungseinrichtungen mit einem Abwärmenutzungskreislauf können beispielsweise die Abwärme einer Brennkraftmaschine in einem Kraftfahrzeug nutzen. Hierzu wird ein Dampferzeuger mit besagter Abwärme beaufschlagt. Dabei wird das in dem Dampfkreisprozess umlaufende Arbeitsmedium erwärmt, verdampft und überhitzt. Das heiße und unter hohem Druck stehende Arbeitsmedium wird dann in einer Expansionsmaschine expandiert und leistet mechanische Arbeit, die etwa als zusätzlicher Fahrzeugantrieb oder zum Antrieb eines Generators oder einer Klimatisierungsanlage genutzt werden kann.

Üblicherweise wird der Dampferzeuger von einem Wärmeübertrager gebildet, durch welchen ein Arbeitsmedium zur Aufnahme von Wärme leitbar ist.

In der Expansionsmaschine, beispielsweise einer Axialkolbenmaschine, wird das Arbeitsmedium von dem hohen ersten Druckniveau auf ein niedrigeres zweites Druckniveau unter Arbeitsleistung expandiert. Dabei treiben die Kolben eine Welle an, welche beispielsweise zum Bewegen eines Fahrzeugs dient. Das expandierte Fluid wird in einem Kondensator gekühlt und verflüssigt und dem Fluidkreislauf über eine Pumpe erneut zugeführt. Je höher die Druck- und Temperaturdifferenz, umso höher ist der Wirkungsgrad der Anlage.

Als Arbeitsmedium kann Wasser verwendet werden, dessen Dampf unter Abgabe von Arbeit entspannt wird. Es können aber auch beispielsweise organische Arbeitsmedium oder Wasser mit Zusätzen verwendet werden, die wertvoll oder umweltschädlich sein können. Dann ist ein Austreten des Arbeitsmediums unerwünscht. Eine im Abwärmenutzungskreislauf stromab der Expansionsmaschine

angeordnete Kondensatoranordnung dient zur Verflüssigung des expandierten Arbeitsmediums. Typische Temperaturen des Arbeitsmediums liegen bei einigen hundert °C für den energiereichen Dampfzustand und bei Wasser bei 100°C als Kondensations-Temperatur. Das kondensierte Arbeitsmedium wird einem in dem Abwärmenutzungskreislauf vorhandenen Arbeitsmedium-Reservoir, typischerweise in Form eines geeignet realisierten Behältnisses, zugeführt, wo es ohne Verluste wieder für den Abwärmenutzungskreislauf zur Verfügung steht.

Vor diesem Hintergrund offenbaren die DE 10226445 C1 sowie die WO 2005/001248 A1 herkömmliche Abwärmenutzungskreisläufe. Als Arbeitsmedium wird Speisewasser verwendet. Das Wasser wird in einem Verdampfer verdampft. Der Dampf wird in einer Expansionsmaschine unter Arbeitsleistung expandiert. Nach der Expansion wird der Dampf in einem Kondensator kondensiert und mittels einer elektrisch oder mechanisch betriebenen Pumpe einem Reservoir zugeführt, aus welchem es für den Kreislauf erneut zur Verfügung steht. Die beschriebene Arbeitsmaschine wird zum Beispiel als Hilfsaggregat in Kraftfahrzeugen eingesetzt. Für den Einsatz auch im Winter ist es bekannt, dem Arbeitsmedium Frostschutzmittel hinzuzufügen. Es ist ferner bekannt, dem Arbeitsmedium Schmiermittel, etwa Öl, beizufügen. Je nach Temperatur im Dampferzeuger werden auch organische Arbeitsmedium, mit geringerem Siedepunkt und/oder brennbare Arbeitsmedium verwendet.

Die beschriebenen Anordnungen können überhitzen, wenn dem Dampfkreisprozess beispielsweise zu viel Wärme zugeführt wird. Dann können die Komponenten des Abwärmenutzungskreislaufs Schaden nehmen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für eine Abwärmenutzungseinrichtung mit einem Abwärmenutzungs-

kreislauf zu schaffen, der einen verbesserten Schutz gegen Überhitzen und Überdruck bei Ausfall des Kühlkreises besitzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Grundgedanke der Erfindung ist demnach, ein in einem Behältnis gespeichertes Kühlmedium über eine Fluidleitung in den Kondensator des Abwärmenutzungskreislaufs zu führen. Das Behältnis ist dabei erfindungsgemäß derart aufgebaut, dass in diesem zwei fluidisch voneinander getrennte Teilräume vorgesehen sind, wobei ein erster Teilraum fluidisch mit dem eigentlichen Abwärmenutzungskreislauf kommuniziert und daher mit dem Arbeitsmedium des Abwärmenutzungskreislaufs befüllt werden kann. In dem zweiten Teilraum ist das Kühlmedium angeordnet. Die beiden Teilräume sind volumen-variabel ausgebildet, und zwar derart, dass mit einer Volumenzunahme des ersten Teilraums eine Volumenabnahme des zweiten Teilraums einhergeht und umgekehrt. Dies kann beispielsweise realisiert werden, indem die beiden Teilräume mittels einer geeigneten Trennelements aus einem flexiblen Material getrennt werden. Ein ansteigender Fluiddruck der Dampfphase des Arbeitsmediums führt zu einer Expansion des ersten Teilraums des Behältnisses, womit eine Verringerung des Volumens des zweiten Teilraums einhergeht, so dass das Kühlmedium aus diesem herausgedrückt und über die Fluidleitung in den Kondensator geführt wird. Der dort stattfindende Wärmeaustausch mit dem Arbeitsmedium führt dazu, dass sich dessen Temperatur und somit auch dessen Fluiddruck wieder reduziert. Zumindest aber kann mit einer solchen Rückkopplung erreicht werden, dass der Fluiddruck des Arbeitsmediums nicht noch weiter ansteigt und unzulässige Werte annimmt, die zu einer Beschädigung einzelner Komponenten des Abwärmenutzungskreislaufs führen könnte.

Bei der erfindungsgemäßen Abwärmenutzungseinrichtung ist also einerseits eine besonders wirksame Kühlung des Arbeitsmediums und somit eine verbesserte Effizienz des Abwärmenutzungskreislaufs sichergestellt. Gleichzeitig wird aber auch gewährleistet, dass eine Beschädigung des Kondensators und somit des gesamten Abwärmenutzungskreislaufs durch Überdruck oder zu hohe Temperatur sowohl des Arbeitsmediums als auch des Kühlmediums vermieden wird. Im Ergebnis kann somit ein Abwärmenutzungskreislauf mit hohem Wirkungsgrad und auch mit hoher Betriebssicherheit geschaffen werden.

Eine erfindungsgemäße Abwärmenutzungseinrichtung umfasst einen Abwärmenutzungskreislauf, in welchen ein Arbeitsmedium zirkuliert und welcher in einen Hochdruckbereich und in einen Niederdruckbereich unterteilt ist. Die Abwärmenutzungseinrichtung umfasst eine im Abwärmenutzungskreislauf angeordnete Fördereinrichtung zum Antreiben des Arbeitsmediums, einen mit einem im Hochdruckbereich angeordneten Dampferzeuger zum Verdampfen des Arbeitsmediums sowie eine Expansionsmaschine zur Expansion des Arbeitsmediums unter Arbeitsleistung auf den Druck des Niederdruckbereichs. Im Niederdruckbereich ist zumindest ein Kondensator zum Kondensieren des expandierten Arbeitsmediums angeordnet. Stromab des Kondensators ist erfindungsgemäß ein Behältnis vorgesehen, in dessen Behältnis-Innenraum ein Trennelement angeordnet ist, welche den Behältnis-Innenraum in einen ersten und einen zweiten Teilraum variablen Volumens unterteilt. Dabei kommuniziert der erste Teilraum fluidisch mit dem Niederdruckbereich des Abwärmenutzungskreislaufs stromab des Kondensators. Der zweite Teilraum des Behältnisses ist mit einem Kühlmedium befüllt oder befüllbar. Besagtes Kühlmedium ist über eine Fluidleitung der Abwärmenutzungseinrichtung fluidisch getrennt zum Arbeitsmedium in den Kondensator einbringbar, so dass auf diese Weise das Arbeitsmedium durch thermische Wechselwirkung mit dem Kühlmedium kondensiert werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform kommuniziert der erste Teilraum über ein erstes Überdruckventil mit dem Niederdruckbereich des Abwärmenutzungskreislaufs. Das erste Überdruckventil ist dabei derart ausgebildet, dass es bei Überschreiten eines vorbestimmten ersten Schwellendrucks des Arbeitsmediums im ersten Überdruckventil eine Fluidverbindung zwischen dem ersten Teilraum und dem Niederdruckbereich zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium freigibt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Arbeitsmedium nur im Störfall, also bei zu hohem Fluiddruck, in das Behältnis eingeleitet wird. Das erste Überdruckventil kann als Rückschlagventil ausgebildet sein.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform umfasst das Trennelement zur Ausbildung als erstes Überdruckventil eine Trennmembran aus einem federelastischen Material, welche sich bei Überschreiten des vorbestimmten ersten Schwellendrucks des Arbeitsmediums ausdehnt, so dass das Arbeitsmedium in den ersten Teilraum einströmbar und dort aufnehmbar ist. Bei dieser Variante kann auf die Bereitstellung eines separaten Überdruckventils – etwa in der Art eines Rückschlagventils - verzichtet werden, was die Herstellungskosten der Abwärmenutzungseinrichtung verringert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist in der Fluidleitung ferner ein zweites Überdruckventil angeordnet. Das zweite Überdruckventil ist derart ausgebildet, dass es Überschreiten eines vorbestimmten, zweiten Schwellendrucks des Kühlmediums im zweiten Überdruckventil von einem geschlossenen in einen geöffneten Zustand umschaltet, also öffnet, und zwar derart, dass das Kühlmedium über einen Fluidauslass aus der Fluidleitung in die Umgebung der Abwärmenutzungseinrichtung ausleitbar ist. Das zweite Überdruckventil ist derart konzipiert, dass bei Überschreiten eines zweiten Schwellendrucks das Kühlmedium aus der Fluidleitung in die Umgebung des Abwärmenutzungskreislaufs entweichen kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass bei zu hohem Fluiddruck des Kühlmediums in der

Fluidleitung bzw. im Kondensator dieser nicht beschädigt wird, sondern zum Druckabbau eine Ausleitung des Kühlmediums aus dem Kondensator erfolgen kann.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Kondensator als dreiflutiger Kondensator mit drei Fluidpfaden ausgebildet. Bei dieser Variante ist ein erster Fluidpfad zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium ausgebildet. Ein zweiter Fluidpfad ist zum Durchströmen mit dem Kühlmedium ausgebildet, und ein dritter Fluidpfad ist zum Durchströmen mit einem zusätzlichen Kühlmedium ausgebildet. Die drei Fluidpfade verlaufen im Kondensator fluidisch getrennt voneinander und sind zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und den beiden Kühlmedien thermisch miteinander gekoppelt. Mittels des zusätzlichen Kühlmediums kann das Arbeitsmedium in einem nominellen Betriebszustand der Abwärmenutzungseinrichtung über den dritten Fluidpfad standardmäßig gekühlt werden. Mittels des Kühlmediums erfolgt über den zweiten Fluidpfad eine zusätzliche Kühlung im Störfall. Diese Variante sorgt für eine optimale Kühlung des Mediums sowohl im nominellen Betriebszustand der Abwärmenutzungseinrichtung als auch im Störfall.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist der Kondensator als zweiflutiger Kondensator mit zwei Fluidpfaden ausgebildet. Bei dieser Variante sind der erste Fluidpfad zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium und der zweite Fluidpfad zum Durchströmen mit dem Kühlmedium und, alternativ oder zusätzlich, zum Durchströmen mit dem zusätzlichen Kühlmedium ausgebildet. Die zwei Fluidpfade verlaufen zumindest im Kondensator fluidisch getrennt voneinander und sind zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium und dem Kühlmedium bzw. dem zusätzlichen Kühlmedium thermisch miteinander gekoppelt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist der zweite Fluidpfad zum simultanen Durchströmen mit dem Kühlmedium und mit dem zusätzlichen Kühlmedium ausgebildet. Hierzu mündet die Fluidleitung außerhalb des Kondensators in den zweiten Fluidpfad, so dass sich das Kühlmedium und das zusätzliche Kühlmedium vermischen können. Auf diese Weise kann der Aufbau des Kondensators einfach gehalten werden. Insbesondere kann auf die Bereitstellung eines technisch aufwändigeren, dreiflutigen Kondensators oder auf die Bereitstellung eines separaten zusätzlichen, Kondensators verzichtet werden. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten der Abwärmenutzungseinrichtung aus.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung ist der zweite Fluidpfad zum Durchströmen mit dem Kühlmedium ausgebildet. Bei dieser Variante ist im Niederdruckbereich ein weiterer, zweiflutiger Kondensator mit einem ersten und einem zweiten Fluidpfad vorgesehen. Der erste Fluidpfad dieses zusätzlichen Kondensators ist zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium und der zweite Fluidpfad zum Durchströmen mit dem zusätzlichen Kühlmedium ausgebildet. Da sich bei dieser Variante auch im Störfall das Kühlmedium und das zusätzliche Kühlmedium nicht vermischen können, ist eine Wartung der Abwärmenutzungseinrichtung im Störfall und eine damit verbundene Trennung der beiden Kühlmedium nicht erforderlich.

Zweckmäßig kann der Kondensator zwischen dem zweiten Überdruckventil und dem Behälter angeordnet sein. In einer dazu alternativen Variante kann das zweite Überdruckventil zwischen dem Kondensator und dem Behälter angeordnet sein. Beide Varianten erfordern nur sehr wenig Bauraum.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Trennelement als Trennmembran aus einem flexiblen, insbesondere aus einem federelastischen, Material ausgebildet. Auf diese Weise kann die erfindungswesentliche Variabilität der beiden Teilvolu-

mina auf technisch einfache und somit kostengünstige Art und Weise realisiert werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist das Trennelement einen gedehnten Zustand auf, in welchem der erste Teilraum ein maximales Volumen und der zweite Teilraum ein minimales Volumen besitzt. Weiterhin weist das Trennelement bei dieser Variante einen entspannten Zustand auf, in welchem der erste Teilraum ein minimales Volumen und der zweite Teilraum ein maximales Volumen besitzt. Steigt der Fluiddruck des Arbeitsmediums stromab des Kondensators an, so kann die Dampfphase des Arbeitsmediums in den ersten Teilraum einströmen, wodurch das Trennelement gedehnt wird, so dass sich der erste Teilraum vergrößert. Die damit einhergehende Verkleinerung des zweiten Teilraums führt dazu, dass das Kühlmedium aus dem Behälter in die Fluidleitung gedrückt und über diese in den Kondensator geführt wird, wo es durch Wärmeaustausch mit dem Arbeitsmedium dieses kühlen kann.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, die mit den vorangehend erläuterten Ausführungsformen kombiniert werden kann, ist fluidisch parallel zum ersten Überdruckventil ein Rückschlagventil angeordnet, welches bei aus der Fluidleitung entwichenem Kühlmedium und bei Überschreiten eines vorbestimmten dritten Drucks des Arbeitsmediums im Behälter ein Zurückströmen des Arbeitsmediums aus dem Behälter in den Abwärmenutzungskreislauf ermöglicht. Besagtes Rückschlagventil dient dazu, bei aus der Fluidleitung in die Umgebung entwichenem Kühlmedium, also bei „entleerter“ Fluidleitung, ein Zurückströmen des Arbeitsmediums aus dem Behälter in den Abwärmenutzungskreislauf zu ermöglichen. Somit ist es nicht in diesem Szenario erforderlich, den Abwärmenutzungskreislauf mit weiterem Arbeitsmedium A zu befüllen.

Besonders bevorzugt beträgt die Temperaturdifferenz zwischen einer Verdampfungstemperatur des Kühlmediums und einer Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums wenigstens 30°C, vorzugsweise wenigstens 80°C. Auf diese Weise kann ein besonders hoher Wärmeübergang zwischen dem Arbeitsmedium und dem Kühlmedium sichergestellt werden, was sich vorteilhaft auf die Effizienz der Abwärmenutzungseinrichtung auswirkt.

Zweckmäßig kann das Arbeitsmedium Ethanol, Aceton oder Cyclopentan sein und der erste Schwelldruck ungefähr 10 bar betragen. Bei geeigneter Festlegung des ersten Schwelldrucks kann auf diese Weise erreicht werden, dass das Arbeitsmedium bei ca. 150°C kondensiert. Zweckmäßig umfasst das Kühlmedium Wasser, und der zweite Schwelldruck beträgt zwischen 1 bar und 1,5 bar. Auf diese Weise kann eine Verdampfung des Kühlmediums, also Wasser, bei einer Temperatur zwischen ca. 100°C und 110°C erfolgen.

Besonders zweckmäßig kann das Kühlmedium Glykol und/oder Salz enthalten. Mittels eines solchen Zusatzes kann eine besonders hohe Frostschutzwirkung erzeugt werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist im Niederdruckbereich ein Zwischenspeicher variablen Volumens zum Zwischenspeichern des Arbeitsmediums im Abwärmenutzungskreislauf angeordnet. Auf diese Weise kann im Bedarfsfall das Arbeitsmedium und die darin enthaltene Energie des Arbeitsmediums zwischengespeichert werden.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch:

- Fig. 1 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Abwärmenutzungseinrichtung mit einem dreiflutigen Kondensator in schematischer Darstellung.
- Fig. 2 eine erste Variante des Beispiels der Figur 1 mit zwei zweiflutigen Kondensatoren in einer Teildarstellung,
- Fig. 3 eine zweite Variante des Beispiels der Figur 1 mit nur einem zweiflutigen Kondensator.

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Abwärmenutzungseinrichtung 1. Die Abwärmenutzungseinrichtung 1 umfasst einen Abwärmenutzungskreislauf 2, in welchen ein Arbeitsmedium A zirkuliert und welcher in einen Hochdruckbereich 3 und in einen Niederdruckbereich 4 unterteilt ist. Im Abwärmenutzungskreislauf 2 ist eine Fördereinrichtung 5 in Form einer Pumpe 6 angeordnet, die zum Antreiben des Arbeitsmediums A dient. Stromab der Fördereinrichtung 5, also im Hochdruckbereich 3, ist ferner ein

Dampferzeuger 7 zum Verdampfen des Arbeitsmediums A angeordnet. Stromab des Dampferzeugers 7 ist eine Expansionsmaschine 8 zur Expansion des Arbeitsmediums A unter Abgabe von mechanischer Arbeitsleistung angeordnet. Stromab der Expansionsmaschine 9, also im Niederdruckbereich 4, ist ein Kondensator 9 zum Kondensieren des expandierten Arbeitsmediums A angeordnet.

Stromab des Kondensators 9 ist im Niederdruckbereich 4 ein Behältnis 10 angeordnet, in dessen Behältnis-Innenraum 11 ein Trennelement 12 vorgesehen ist. Besagtes Trennelement 12 unterteilt den Behältnis-Innenraum 11 fluiddicht in einen ersten und einen zweiten Teilraum 13a, 13b jeweils variablen Volumens.

Stromab des Behältnisses 10 ist die bereits erwähnte Fördereinrichtung 6 angeordnet, so dass der Abwärmenutzungskreislauf 2 geschlossen ist.

Das Trennelement 12 kann als Trennmembran 19 aus einem flexiblen Material ausgebildet sein. Bevorzugt ein federelastisches Material. Das als Trennmembran 19 ausgebildete Trennelement 12 kann einen in Figur 1 gezeigten gedehnten Zustand aufweisen, in welchem der erste Teilraum 13a ein maximales Volumen und der zweite Teilraum 13b ein minimales Volumen aufweist. Das als Trennmembran 19 ausgebildete Trennelement 12 besitzt aber auch einen entspannten Zustand, in welchem der erste Teilraum 13a ein minimales Volumen und der zweite Teilraum 13b in maximales Volumen aufweist. Zur Verdeutlichung ist in Figur 1 die Trennmembran 19 bzw. das Trennelement 12 in dem entspannten Zustand in gestrichelter Darstellung angedeutet.

Der erste Teilraum 13a kommuniziert über ein erstes Überdruckventil 14a mit dem Niederdruckbereich 4 des Abwärmenutzungskreislaufs 2 stromab des Kondensators 9. Das erste Überdruckventil 14a ist derart ausgebildet, dass bei Überschreiten eines vorbestimmten ersten Schwellldrucks p_1 des Arbeitsmediums im ersten

Überdruckventil 14a dieses von einem geschlossenen Zustand, in welchem eine Fluidverbindung für das Arbeitsmedium A zwischen dem ersten Teilraum und dem Niederdruckbereich 4 geschlossen ist, in einen geöffneten Zustand umschaltet. Im geöffneten Zustand ist die Fluidverbindung zwischen dem ersten Teilraum 13a und dem Niederdruckbereich 4 zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium A freigegeben. Wird als Arbeitsmedium A Ethanol, Aceton oder Cyclopentan verwendet, so kann als erster Schwelldruck p_1 ein Wert von ungefähr 10 bar gewählt werden.

Der zweite Teilraum 13b des Behältnis-Innenraums 11 ist mit einem Kühlmedium K befüllt, welches über eine Fluidleitung 15 fluidisch getrennt zum Arbeitsmedium in den Kondensator 9 geführt werden kann. Im Kondensator 9 kann das Arbeitsmedium A durch thermische Wechselwirkung mit dem Kühlmedium K kondensiert werden. Als Kühlmedium K kann Wasser verwendet werden, welches Glykol oder ein Salz enthalten kann. Das Kühlmedium K ist dabei idealerweise derart gewählt, dass beim Verdampfen desselben möglichst viel Wärme abgeführt werden kann.

Wie die Figur 1 weiter erkennen lässt, ist in der Fluidleitung 15 ein zweites Überdruckventil 14b angeordnet. Das zweite Überdruckventil 14b ist derart ausgebildet, dass bei Überschreiten eines vorbestimmten zweiten Schwelldrucks p_2 des Kühlmediums K im zweiten Überdruckventil 14b dieses von einem geschlossenen in einen geöffneten Zustand umschaltet, so dass das Kühlmedium K über einen Fluidauslass 21 aus der Fluidleitung 15 in die Umgebung 16 der Abwärmenutzungseinrichtung 1 ausleitbar ist. In einer Variante kann auf das zweite Überdruckventil 14b verzichtet werden. In diesem Fall übernimmt der Umgebungsdruck p_2 der Umgebung 16 die Ventilfunktion des Überdruckventils 14b.

Wird als Kühlmedium K, wie bereits oben vorgeschlagen, Wasser mit Glykol oder einem Salz verwendet, so erweist sich als Wert für den zweiten Schwelldruck p_2 zwischen 1 bar und 1,5 bar als besonders empfehlenswert.

Im Beispiel der Figur 1 ist der Kondensator 9 zwischen dem zweiten Überdruckventil 14b und dem Behälter 10 angeordnet. In einer in den Figuren nicht gezeigten Variante kann das zweite Überdruckventil 14b aber auch zwischen dem Kondensator 9 und dem Behälter 10 abgeordnet sein. Im Beispiel der Figur 1 ist der Kondensator 9 weiterhin für eine simultane thermische Wechselwirkung des Arbeitsmediums A mit dem Kühlmedium K aus dem Behälter und mit einem weiteren, zusätzlichen Kühlmedium K*, beispielsweise mit Kühlwasser, ausgebildet. Der Kondensator 9 besitzt also drei fluidisch voneinander getrennte Fluidpfade 17a, 17b, 17c, für das Arbeitsmedium, das aus dem Behälter 10 in den Kondensator 9 eingebrachte Kühlmedium K und besagtes zusätzliches Kühlmedium K*.

Wie sich der Figur 1 weiter entnehmen lässt, kann fluidisch parallel zum ersten Überdruckventil 14a zwischen dem Behälter 10 und dem Abwärmenutzungskreislauf 2 ein Rückschlagventil 18 angeordnet sein. Besagtes Rückschlagventil 18 dient dazu, bei aus der Fluidleitung 15 in die Umgebung 16 entwichenem Kühlmedium K, also bei quasi „entleerter“ Fluidleitung 15, ein Zurückströmen des Arbeitsmediums A aus dem ersten Teilraum 13a des Behältnisses 10 in den Abwärmenutzungskreislauf 2 zu ermöglichen.

Somit ist es in diesem Szenario nicht erforderlich, den Abwärmenutzungskreislauf 2 mit weiterem Arbeitsmedium A zu befüllen. Hierzu öffnet das Rückschlagventil 18 bei Überschreiten eines vorbestimmten, dritten Drucks p_3 des Arbeitsmediums A im Behälter 10 und somit auch im Rückschlagventil 18, so dass ein Zurückströmen des Arbeitsmediums A in den eigentlichen Abwärmenutzungskreislauf 1

möglich wird. Im Niederdruckbereich 4 des Abwärmenutzungskreislaufs 2 kann ein Zwischenspeicher 20 variablen Volumens zum Zwischenspeichern des Arbeitsmediums A angeordnet sein. Denkbar ist insbesondere eine Anordnung des Zwischenspeichers 20 wie in Figur 1 gezeigt stromab des Behältnisses 10 bzw. des Kondensators 9 und stromauf der Fördereinrichtung 5.

Die Funktionsweise des Behältnisses 10 sowie der beiden Überdruckventile 14a, 14b im Abwärmenutzungskreislauf 2 ist folgende:

Steigt der Fluiddruck des Arbeitsmediums A stromab des Kondensator 9 über den ersten Schwelldruck p_1 hinaus an, so öffnet das erste Überdruckventil 14a und das Arbeitsmedium A kann in Dampfform den ersten Teil 13 a des Behältnisses Einströmen. Auf diese Weise wird das Trennelement 12 in Form der Trennmembran 19 gedehnt, sodass sich das Volumen des ersten Teilraums 13a vergrößert und entsprechend das Volumen des zweiten Teilraums 13b um denselben Betrag verkleinert wird. Damit einhergehend wird das im zweiten Teilraum 13b befindliche Kühlmedium K über die Fluidleitung 15 in den Kondensator 9 gedrückt, wo ein Wärmeaustausch mit dem Arbeitsmedium A auch stattfindet. Auf diese Weise wird das Arbeitsmedium A gekühlt. Aufgrund der unterschiedlichen Schwelldruck p_1 , p_2 der beiden Überdruckventile 14a, 14b strömt weiterhin, nun flüssiges Arbeitsmedium A in den ersten Teilraum 13a und verdrängt weiterhin das Kühlmedium K aus dem zweiten Teilraum 13b. Auf diese Weise ist die Kondensation des Arbeitsmediums A im Kondensator 9 weiterhin gewährleistet. Überschreitet das Kühlmedium K im zweiten Überdruckventil 14b den zweiten Schwelldruck p_2 , so öffnet das zweite Überdruckventil 14b und das Kühlmedium K kann in die Umgebung 16 des Abwärmenutzungskreislaufs 2 austreten. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des Abwärmenutzungskreislaufs 2 und insbesondere des Kondensators 9 vermieden.

Da im Beispielszenario das zweite Überdruckventil 14b bei einem Schwelldruck p_2 im Druckbereich zwischen 1 bar und 1,5 bar öffnet, wenn das Kühlmedium Wasser ist, findet eine Verdampfung des Wassers bei etwa 100 °C bis 110 °C statt.

Da zum Verdampfen des Kühlmediums Verdampfungsenthalpie benötigt wird, kann eine geringe Masse an Kühlmedium K eine relativ große Menge an Wärme aufnehmen, so dass im Kondensator 9 bzw. im Behälter 10 relativ wenig Kühlmedium K vorgehalten werden muss. Da der erste Schwelldruck p_1 des ersten Überdruckventils 14a ungefähr 10 bar beträgt, kann bei Verwendung von Ethanol, Aceton oder Cyclopentan als Arbeitsmedium A erreicht werden, dass dieses bei 150°C kondensiert, während, wie bereits erläutert, das Kühlmedium K bei etwa 100°C bis 110°C verdampft. Diese treibende Temperatur-Differenz einer Verdampfungstemperatur des Kühlmediums K und einer Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums A führt zu einem besseren Wärmeübergang zwischen Arbeitsmedium A und Kühlmedium K und somit zu einer verbesserten Effizienz des Kondensator 9 und somit des gesamten Abwärmenutzungskreislaufs 2.

Bevorzugt werden das Arbeitsmedium A und das Kühlmedium K derart gewählt sowie die beiden Schwelldrücke p_1 , p_2 derart festgelegt, dass besagte Temperaturdifferenz zwischen einer Verdampfungstemperatur des Kühlmediums K und einer Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums A wenigstens 30°C, vorzugsweise wenigstens 80°C, beträgt. Auf diese Weise kann ein besonders hoher Wärmeübergang zwischen dem Arbeitsmedium A und dem Kühlmedium K sichergestellt werden, was sich vorteilhaft auf die Effizienz der Abwärmenutzungseinrichtung 1 auswirkt und insbesondere die Betriebssicherheit erhöht, da bei einer Fehlfunktion im System ein Überdruck weitgehend gefahrlos abgebaut werden kann.

Die Figur 2 zeigt eine erste Variante der Abwärmenutzungseinrichtung 1 der Figur 1. Im Beispiel der Figur 2 sind zum Kondensieren des Arbeitsmediums A im Niederdruckbereich 4 zwei voneinander getrennte Kondensatoren 9a, 9b im Abwärmenutzungskreislauf 2 angeordnet. Beide Kondensatoren 9a, 9b sind als zweiflutige Kondensatoren realisiert. Der Kondensator 9a besitzt einen ersten Fluidpfad 17a zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium A und einen zweiten Fluidpfad 17b zum Durchströmen mit dem Kühlmedium K. Die beiden Fluidpfade 17a, 17b verlaufen im Kondensator 9a fluidisch getrennt voneinander, sind aber zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium A und dem Kühlmedium K thermisch aneinander gekoppelt.

Der zusätzliche Kondensator 9b besitzt einen ersten Fluidpfad 28a zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium A und einen zweiten Fluidpfad 28b zum Durchströmen mit dem zusätzlichen Kühlmedium. Die beiden Fluidpfade 28a, 28b verlaufen im Kondensator 9b fluidisch getrennt voneinander, sind aber zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium A und dem zusätzlichen Kühlmedium K* thermisch aneinander gekoppelt. Der erste Kondensator 9a dient zum Kühlen des Arbeitsmediums A im Störfall, also bei zu hohem Fluiddruck des Arbeitsmediums A aufgrund nicht ausreichender Kühlung. Der zusätzlich Kondensator 9b kühlt das Arbeitsmedium A auch im nominellen Betrieb der Abwärmenutzungseinrichtung 1, wenn also kein Störfall vorliegt.

Die Figur 3 zeigt eine zweite Variante der Abwärmenutzungseinrichtung 1 der Figur 1. Auch im Beispiel der Figur 3 ist der Kondensator 9 – ebenso wie im Beispiel der Figur 1 – für eine simultane thermische Wechselwirkung des Arbeitsmediums A sowohl mit dem Kühlmedium K aus dem Behälter 10 als auch mit dem weiteren, zusätzlichen Kühlmedium K*, beispielsweise mit Kühlwasser, ausgebildet. Allerdings besitzt der Kondensator 9 nur zwei – und nicht drei – Fluidpfade 17a, 17b. Der Fluidpfad 17a dient zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium A.

Der Fluidpfad 17b dient grundsätzlich zum Durchströmen mit dem zusätzlichen Kühlmedium K^* im nominellen Betrieb der Abwärmenutzungseinrichtung 1.

Die Abwärmenutzungseinrichtung 1 der Figur 3 unterscheidet sich von der Abwärmenutzungseinrichtung 1 der Figur 1 darin, dass die Fluidleitung 15 in einem Mündungspunkt 25 in den zweiten Fluidpfad 17b mündet, d.h. es besteht eine Fluidverbindung zwischen dem zweiten Teilraum 13b und dem Fluidpfad 17b. Im Störfall wird also das Kühlmedium K aus dem Behälter 10 in den zweiten Fluidpfad 17b mit dem zusätzlichen Kühlmedium K^* gedrückt. Mittels eines im Fluidpfad 17b angeordneten Rückschlagventils 26 wird sichergestellt, dass das Kühlmedium K in Strömungsrichtung des zusätzlichen Kühlmediums K^* in den Fluidpfad 17b strömt. Ein im Fluidpfad 17b angeordnetes (drittes) Überdruckventil 14c öffnet bei Überschreiten eines vorbestimmten dritten Schwellendrucks p_3 , so dass das Gemisch aus Kühlmedium K und zusätzlichem Kühlmedium K^* in analoger Weise zu den Beispielen der Figuren 1 und 2 in die Umgebung 16 abgeführt werden kann. Der dritte Schwelldruck p_3 muss dabei größer sein als der Arbeitsdruck des zusätzlichen Kühlmediums K^* im nominalen Betriebszustand der Abwärmenutzungseinrichtung 1. Das dritte Überdruckventil 14c kann als Rückschlagventil 27 ausgebildet sein.

Eine Vermischung des Kühlmediums K mit dem Kühlmedium K^* wird bei der Variante der Figur 3 in Kauf genommen, da bei Auftreten besagten Störfalls ohnehin eine Wartung der gesamten Abwärmenutzungseinrichtung 1 vorgenommen werden muss. Gegenüber der Abwärmenutzungseinrichtung 1 der Figur 1 besitzt die Abwärmenutzungseinrichtung 1 gemäß Figur 3 den Vorteil, dass der (zweite) Kondensator 9b entfallen kann.

In einer Variante der Figuren 1 bis 3 kann jeweils auf das erste Überdruckventil 14a verzichtet sein. Bei dieser Variante fungiert das Trennelement 12 als Über-

druckventil. Hierzu umfasst es eine Trennmembran 19 aus einem federelastischen Material, welche sich bei Überschreiten des vorbestimmten ersten Schwellendrucks p_1 des Arbeitsmediums A ausdehnt, so dass das Arbeitsmedium A dann in den ersten Teilraum 13a einströmen kann.

Ansprüche

1. Abwärmenutzungseinrichtung (1) mit einem Abwärmenutzungskreislauf (2), in welchen ein Arbeitsmedium (A) zirkuliert und welcher in einen Hochdruckbereich (3) und in einen Niederdruckbereich (4) unterteilt ist,
 - mit einer im Abwärmenutzungskreislauf (2) angeordneten Fördereinrichtung (5) zum Antreiben des Arbeitsmediums (A),
 - mit einem im Hochdruckbereich (3) angeordneten Dampferzeuger (7) zum Verdampfen des Arbeitsmediums (A),
 - mit einer Expansionsmaschine (8) zur Expansion des Arbeitsmediums (A) unter mechanischer Arbeitsleistung,
 - mit zumindest einem im Niederdruckbereich (4) angeordneten Kondensator (9; 9a, 9b) zum Kondensieren des expandierten Arbeitsmediums (A),
 - mit einem stromab des Kondensators (9; 9a, 9b) angeordneten Behälter (10), in dessen Behälter-Innenraum (11) ein Trennelement (12) angeordnet ist, welche den Behälter-Innenraum (11) in einen ersten und einen zweiten Teilraum (13a, 13b) mit jeweils variablem Volumen unterteilt,
 - wobei der erste Teilraum (13a) mit dem Niederdruckbereich (4) des Abwärmenutzungskreislaufs (2) stromab des Kondensators (9) fluidisch kommuniziert,
 - wobei der zweite Teilraum (13b) mit einem Kühlmedium (K) befüllt oder befüllbar ist, welches über eine Fluidleitung (15) fluidisch getrennt zum Arbeitsmedium (A) in den Kondensator (9, 9a, 9b) einbringbar ist, so dass das Arbeitsmedium (A) durch thermische Wechselwirkung mit dem Kühlmedium (K) kondensierbar ist.

2. Abwärmenutzungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der erste Teilraum (13a) über ein erstes Überdruckventil (14a) mit dem Niederdruckbereich (4) des Abwärmenutzungskreislaufs (2) kommuniziert,
 - wobei das erste Überdruckventil (14a) derart ausgebildet ist, dass bei Überschreiten eines vorbestimmten ersten Schwellendrucks (p_1) des Arbeitsmediums (A) im ersten Überdruckventil (14a) dieses öffnet und die Fluidverbindung zwischen dem ersten Teilraum (13a) und dem Niederdruckbereich (4) freigibt.
3. Abwärmenutzungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (12) zur Ausbildung als erstes Überdruckventil eine Trennmembran (19) aus einem federelastischen Material umfasst, welche sich bei Überschreiten eines vorbestimmten ersten Schwellendrucks (p_1) des Arbeitsmediums (A) ausdehnt, so dass das Arbeitsmedium (A) in den ersten Teilraum (13a) einströmbar und dort aufnehmbar ist.
4. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Fluidleitung (15) ein zweites Überdruckventil (14b) angeordnet ist, derart ausgebildet, dass bei Überschreiten eines vorbestimmten zweiten Schwellendrucks (p_2) des Kühlmediums (K) im zweiten Überdruckventil (14b) dieses öffnet, so dass das Kühlmedium (K) über einen Fluidauslass (21) aus der Fluidleitung (15) in die Umgebung (16) der Abwärmenutzungseinrichtung (1) ausleitbar ist.
5. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Kondensator (9) als dreiflutiger Kondensator (9) mit drei Fluidpfaden (17a, 17b, 17c) ausgebildet ist,
 - wobei ein erster Fluidpfad (17a) zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium (A) ausgebildet ist und ein zweiter Fluidpfad (17b) zum Durchströmen mit dem Kühlmedium (K) ausgebildet ist und ein dritter Fluidpfad (17c) zum Durchströmen mit einem zusätzlichen Kühlmedium (K*) ausgebildet ist,
 - wobei die drei Fluidpfade (17a, 17b, 17c) im Kondensator (9) fluidisch getrennt voneinander verlaufen und zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium (A) und den beiden Kühlmedien (K, K*) thermisch miteinander gekoppelt sind.
6. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Kondensator (9a) als zweiflutiger Kondensator (9a) mit zwei Fluidpfaden (17a, 17b) ausgebildet ist,
 - wobei der erste Fluidpfad (17a) zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium (A) und der zweite Fluidpfad (17b) zum Durchströmen mit dem Kühlmedium (K) und/oder mit dem zusätzlichen Kühlmedium (K*) ausgebildet ist,
 - wobei die zwei Fluidpfade (17a, 17b) im Kondensator (9a) fluidisch getrennt voneinander verlaufen und zum Wärmeaustausch zwischen dem Arbeitsmedium (A) und dem zusätzlichen Kühlmedium (K) thermisch miteinander gekoppelt sind.
7. Abwärmenutzungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- der zweite Fluidpfad (17b) zum Durchströmen mit dem Kühlmedium (K) und mit dem zusätzlichen Kühlmedium (K*) ausgebildet ist,
 - die Fluidleitung (15) außerhalb des Kondensators (9a) in den zweiten Fluidpfad (17b) mündet.

8. Abwärmenutzungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der zweite Fluidpfad (17b) zum Durchströmen mit dem Kühlmedium (K) ausgebildet ist,
 - im Niederdruckbereich (4) ein zusätzlicher zweiflutiger Kondensator (9b) mit einem ersten und einem zweiten Fluidpfad (28a, 28b) vorgesehen ist, wobei der erste Fluidpfad (28a) zum Durchströmen mit dem Arbeitsmedium (A) und der zweite Fluidpfad (28b) zum Durchströmen mit dem zusätzlichen Kühlmedium (K*) ausgebildet ist.
9. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass fluidisch parallel zum zweiten Überdruckventil (14b) ein Rückschlagventil (18) angeordnet ist, welches bei aus der Fluidleitung (15) entwichenem Kühlmedium (K) zwischen dem Behälter (10) und bei Überschreiten eines vorbestimmten dritten Drucks (p_3) des Arbeitsmediums (A) im Behälter (10) ein Zurückströmen des Arbeitsmediums (A) aus dem Behälter (10) in den Abwärmenutzungskreislauf (2) ermöglicht.
10. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturdifferenz zwischen einer Verdampfungstemperatur des Kühlmediums (K) und einer Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums (A) wenigstens 30°C, vorzugsweise wenigstens 80°C, beträgt.
11. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Arbeitsmedium (A) Ethanol, Aceton oder Cyclopentan ist und der erste Schwelldruck (p_1) ungefähr 10 bar beträgt.

12. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K) Wasser umfasst und der zweite Schwelldruck zwischen 1 bar und 1,5 bar beträgt.
13. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium (K), insbesondere das Wasser, Glykol und/oder Salz enthält.
14. Abwärmenutzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Niederdruckbereich (4) ein Zwischenspeicher (20) variablen Volumens zum Zwischenspeichern des Arbeitsmediums (A) im Abwärmenutzungskreislauf (2) angeordnet ist.

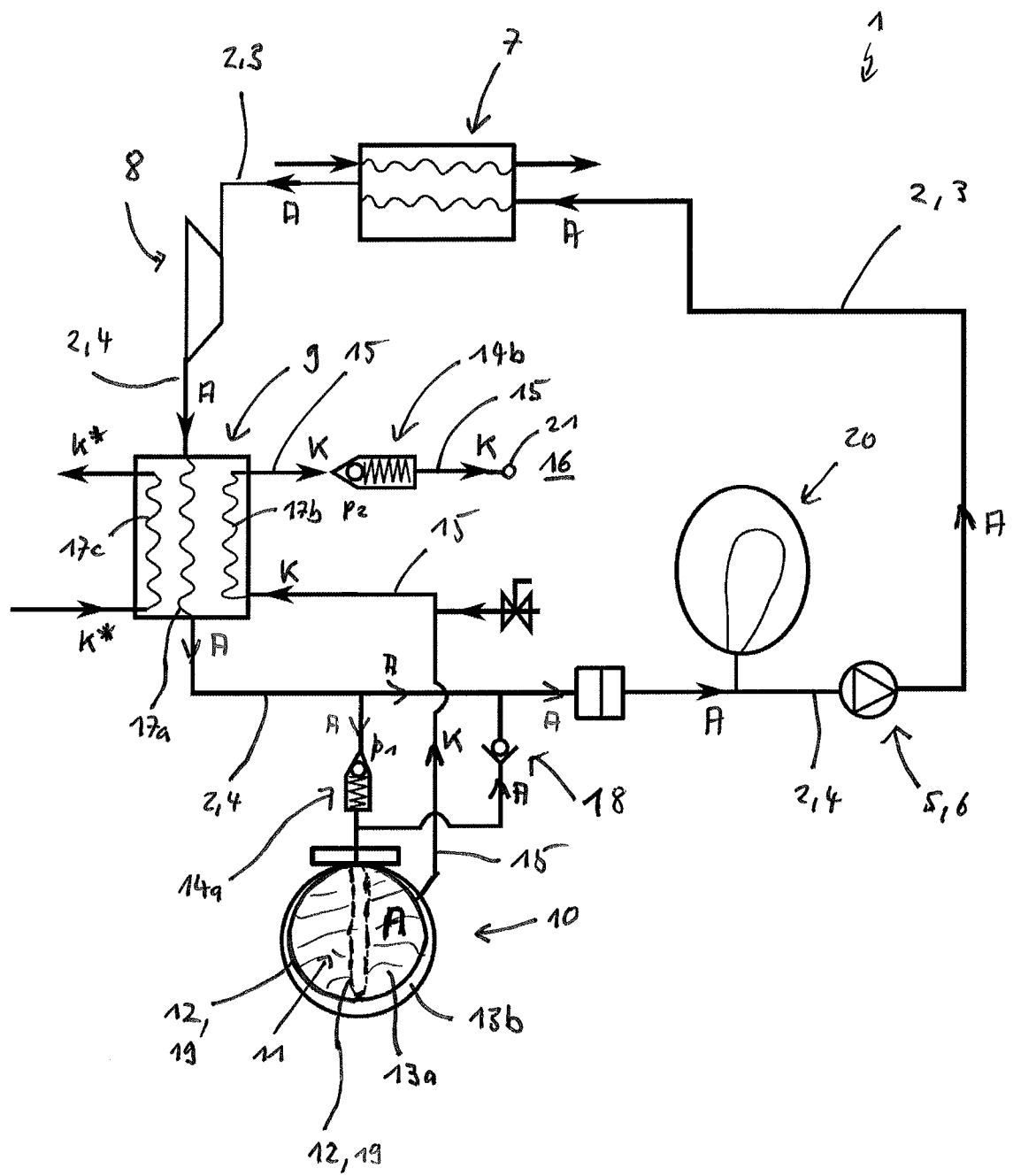


Fig. 1

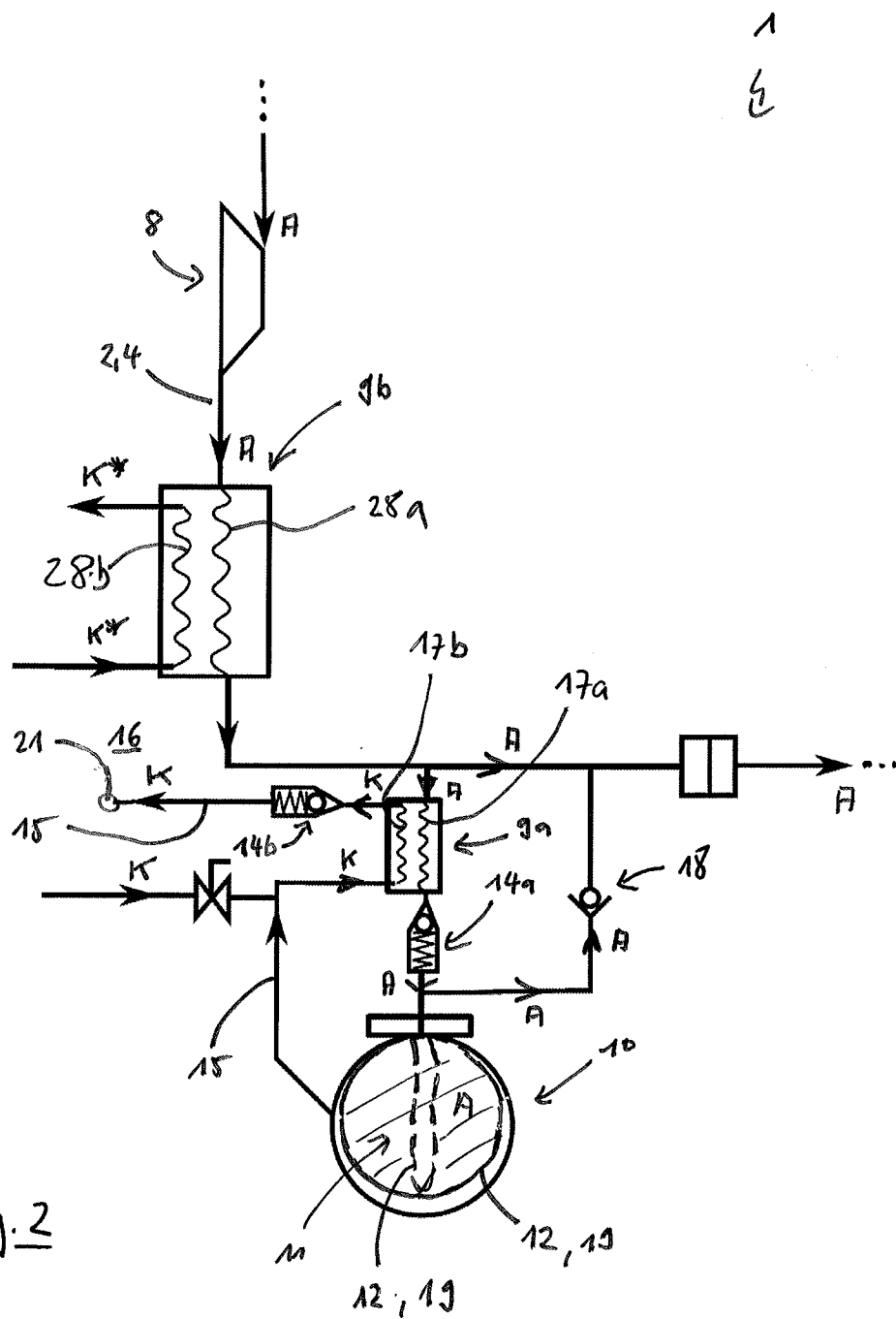


Fig. 2

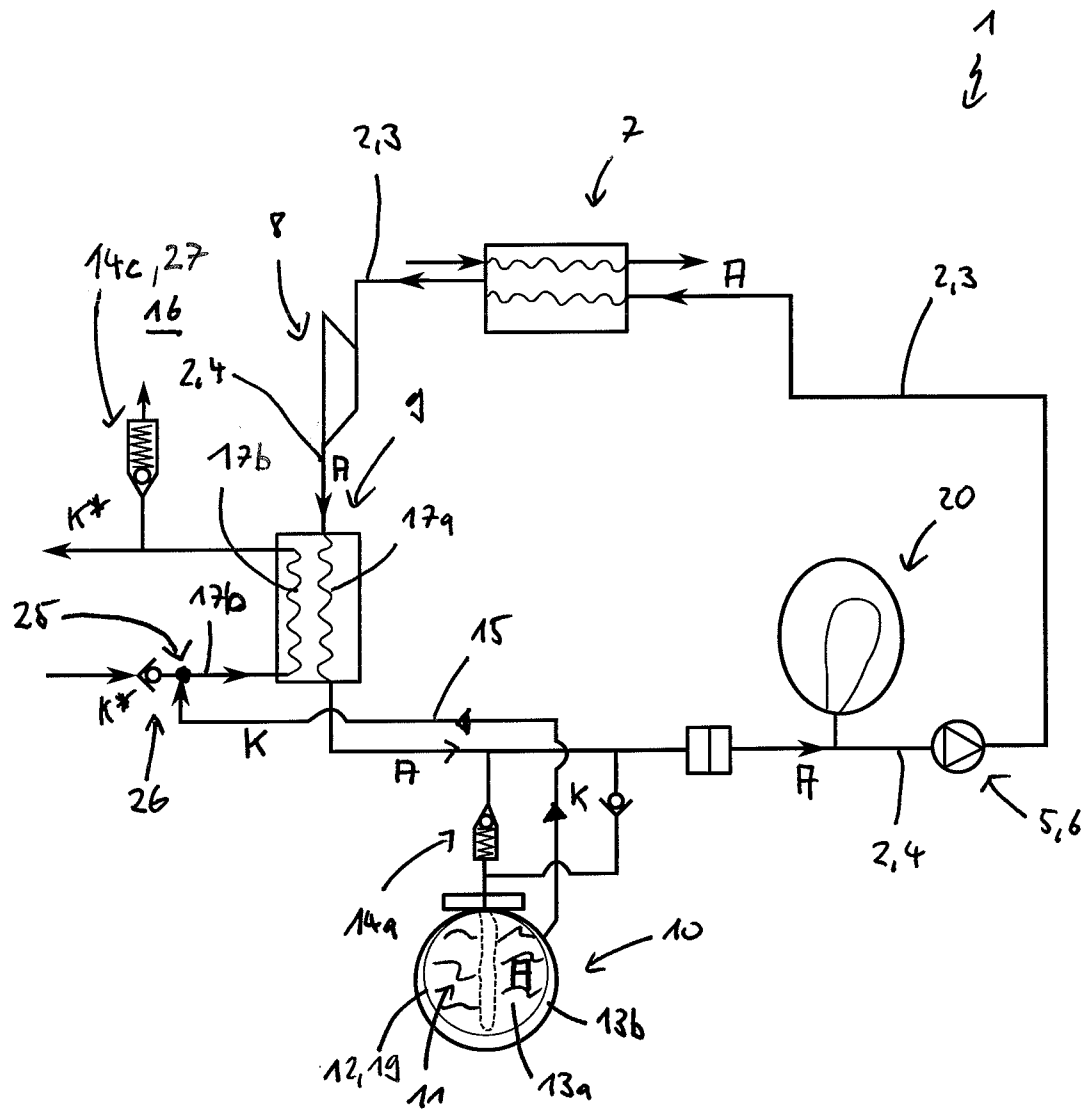


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/066740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01K9/00 F01K23/12 F01K23/06 F01K23/14
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2009 050068 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21 April 2011 (2011-04-21) paragraph [0013] - paragraph [0018]; claims; figure 1 abstract	1-14
A	DE 10 2013 211875 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8 January 2015 (2015-01-08) paragraph [0016] - paragraph [0023]; claims; figures abstract	1-14
A	DD 136 280 A1 (WAGENLEHNER GUENTER) 27 June 1979 (1979-06-27) page 3, last paragraph - page 4, paragraph 4; claims 1-4; figures abstract	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2017

Date of mailing of the international search report

12/12/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zerf, Georges

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/066740

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009050068 A1	21-04-2011	NONE	
DE 102013211875 A1	08-01-2015	DE 102013211875 A1	08-01-2015
		WO 2014206708 A1	31-12-2014
DD 136280	A1	27-06-1979	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01K9/00 F01K23/12 F01K23/06 F01K23/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 050068 A1 (DAIMLER AG [DE]) 21. April 2011 (2011-04-21) Absatz [0013] - Absatz [0018]; Ansprüche; Abbildung 1 Zusammenfassung -----	1-14
A	DE 10 2013 211875 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Januar 2015 (2015-01-08) Absatz [0016] - Absatz [0023]; Ansprüche; Abbildungen Zusammenfassung -----	1-14
A	DD 136 280 A1 (WAGENLEHNER GUENTER) 27. Juni 1979 (1979-06-27) Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, Absatz 4; Ansprüche 1-4; Abbildungen Zusammenfassung -----	1-14
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. November 2017		12/12/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zerf, Georges

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/066740

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009050068 A1	21-04-2011	KEINE	
DE 102013211875 A1	08-01-2015	DE 102013211875 A1	08-01-2015
		WO 2014206708 A1	31-12-2014
DD 136280	A1 27-06-1979	KEINE	