

**Veröffentlicht:**

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

Eine Vorrichtung (1) zur Abwärmenutzung umfasst einen Dampfkreis (2) und einen Gasspeicher (15). Dabei ist der Gasspeicher (15) über eine Verbindungsleitung (16) mit einem Absperrventil (17) mit einem Hochdruckbereich (11) des Dampfkreises (2) verbunden. Durch Öffnen des Absperrventils (17) kann im Betrieb Luft aus dem Hochdruckbereich (11) des Dampfkreises (2) in den Gasspeicher (15) eingespeichert werden.

5 Beschreibung

Titel

Vorrichtung zur Abwärmenutzung

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abwärmenutzung. Speziell betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Abwärmenutzung, die bei einer luftverdichtenden, selbstzündenden Brennkraftmaschine oder einer gemischverdichtenden, fremdgezündeten

15 Brennkraftmaschine zum Einsatz kommt.

Bei einem Dampfkreis zur Erzeugung mechanischer Leistung ist es denkbar, dass dieser nicht hermetisch dicht ausgelegt ist, sondern eine Differenzdruck abhängige Leckage besitzt. Hierdurch kann je nach Druckgefälle zwischen dem Dampfkreis und der Umgebung

20 Arbeitsfluid verloren gehen oder Luft in die Anlage eintreten. Dies hat den Nachteil, dass entweichendes Arbeitsfluid regelmäßig nachgefüllt werden muss, was Kosten verursacht und eine Nachfülleinrichtung erforderlich macht. Außerdem können je nach Arbeitsfluid auch gesetzlich Emissionsbestimmungen betroffen sein oder das Schmiermittel eines gegebenenfalls an der Dichtstelle vorgesehenen Lagers und anderer Schmierstellen

25 verunreinigt werden. Eintretende Luft kann hierbei eine Kondensatorleistung deutlich verschlechtern, weil diese sich dort ansammelt und große Teile des Kondensatorvolumens füllt, die dann nicht mehr zur Kondensation zur Verfügung stehen. Deshalb ist eine Vakuumpumpe erforderlich, die die Luft vor einer Inbetriebnahme und auch während des Betriebs abpumpt. Denkbar ist es auch, dass die Luft aus dem Dampfkreis verdrängt wird,

30 indem der Dampfkreis im Stillstand vollständig mit Arbeitsfluid gefüllt wird. Beim Erwärmen der Anlage wird die Flüssigkeit durch den sich bildenden Dampf teilweise in einen dafür vorgesehenen Tank verdrängt. Dies hat allerdings den Nachteil, dass große Fluidmengen im Dampfkreis erforderlich sind, die den Warmlauf und Betriebspunktwechsel deutlich verlangsamen, und dass ein zusätzliches Bauvolumen für den Fluidtank erforderlich ist und

35 ein entsprechendes Zusatzgewicht besteht. Außerdem besteht bei diesem Konzept auch der Nachteil, dass bei abgestellter Anlage keine ausreichenden Luftpolster in den Leitungen und Komponenten vorhanden sind, so dass beim Einfrieren Beschädigungen möglich sind.

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Abwärmenutzung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass ein verbesserter Aufbau und eine verbesserte Funktionsweise ermöglicht sind. Speziell kann ein Austreten von Arbeitsfluid aus dem Dampfkreis verringert werden und es können gegebenenfalls zusätzliche Komponenten eingespart werden. Insbesondere bei einem auf Wasser basierenden Arbeitsfluid können außerdem Beschädigungen durch Einfrieren vermieden werden und es kann zudem ein schnelles Auftauen beim erneuten Anfahren der Vorrichtung zur Abwärmenutzung ermöglicht werden.

Durch den Gasspeicher kann in vorteilhafter Weise Luft oder ein anderes Gas gespeichert werden. Hierdurch können Vakuumpumpen zum Abpumpen der Luft aus der Anlage eingespart werden, so dass sich eine Kosteneinsparung ergibt. Außerdem geht beim Abpumpen der Luft aus der Anlage auch ein Teil des Arbeitsfluids verloren, was durch den Verzicht auf die Vakuumpumpe von vornherein vermieden wird. Ein Austreten des Arbeitsfluids kann dadurch minimiert werden. Als Arbeitsfluid kann insbesondere Wasser oder ein Gemisch aus Wasser und einem Zusatzstoff zum Einsatz kommen. Hierbei kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen eine Ausdehnung des gefrierenden Wassers erfolgen. Hierbei kann auf geeignete Weise ein Gaspolster durch das in dem Gasspeicher gespeicherte Gas in den Komponenten des Gaskreises realisiert werden, so dass diese Ausdehnung ohne eine Beschädigung der Komponenten des Dampfkreises möglich ist. Außerdem kann ein schnelles Auftauen beim erneuten Anfahren ermöglicht werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der im Anspruch 1 angegebenen Vorrichtung zur Abwärmenutzung möglich.

Vorzugsweise wird der Dampfkreis nicht vollständig mit dem Arbeitsfluid gefüllt, um die gesamte Luft aus diesem zu verdrängen, sondern es wird nur so viel Arbeitsfluid eingefüllt, wie zum Betrieb des Dampfprozesses und zur Leckagekompensation erforderlich ist. Das verbleibende Volumen des Dampfkreises bleibt mit Luft gefüllt. Somit herrscht im Stillstand nahezu Umgebungsdruck in dem Dampfkreis, wodurch die Leckage und der Abdichtaufwand minimiert sind.

Außerdem wird die im Kondensator befindliche Luft bei einer Inbetriebsetzung in vorteilhafter Weise durch eine Pumpe, insbesondere eine Fluidpumpe, in den Hochdruckbereich des Dampfkreises gefördert. Hier wird die Luft in den Gasspeicher

abgeschieden, in dem sie während des Betriebs der Vorrichtung verbleibt. Sinkt der Druck beim Abschalten der Vorrichtung wieder ab, dann dehnt sich die Luft wieder aus und verhindert so ein nennenswertes Druckgefälle zwischen dem Dampfkreis und der Umgebung. Hierdurch ist die Leckage minimiert.

5

Vorteilhaft ist es, dass der Gasspeicher über eine Verbindungsleitung mit dem Hochdruckbereich verbunden ist und dass ein mittlerer Durchmesser der Verbindungsleitung viel kleiner ist als eine Länge der Verbindungsleitung. Hierdurch kann erreicht werden, dass sich im Betrieb möglichst wenig Luft in dem am Reservoir vorbeiströmenden Arbeitsfluid anreichert und so in den Kondensator gelangt, von wo die Luft erneut abgepumpt werden müsste. Durch den Anschluss des Gasspeichers über die im Vergleich zum mittleren Durchmesser lange Verbindungsleitung mit dem kleinen Innenquerschnitt wird die Oberfläche (Grenzfläche) zwischen der Luft und der Flüssigkeit möglichst klein. Eine weitere vorteilhafte Maßnahme, um die Oberfläche zwischen der Luft und der Flüssigkeit möglichst klein zu halten, besteht darin, dass der Gasspeicher einen mittleren Durchmesser aufweist, der viel kleiner ist als eine Länge des Gasspeichers.

10

15

20

25

Ferner ist es vorteilhaft, dass in der Verbindung zwischen dem Gasspeicher und dem Hochdruckbereich zumindest ein Ventil angeordnet ist. Eine vollständige Medientrennung kann hierbei durch ein Absperrventil in der Verbindung zwischen dem Gasspeicher und dem Hochdruckbereich erzielt werden. Das Absperrventil wird dann nur zum gewollten Einspeichern oder Ablassen der Luft in beziehungsweise aus dem Gasspeicher geöffnet. Beispielsweise kann das Absperrventil bei der Inbetriebnahme während der Entlüftungsphase geöffnet und im Betrieb nach abgeschlossener Entlüftung geschlossen werden. Sammelt sich nach längerem Betrieb wieder Luft vor dem Absperrventil an, dann kann diese Luft durch kurzes Öffnen in einer Betriebsphase, in der der Betriebsdruck höher als der Einspeicherdruck im Gasspeicher ist, in den Gasspeicher eingespeichert werden.

30

Ferner ist es vorteilhaft, dass das Ventil in der Verbindung zwischen dem Gasspeicher und dem Hochdruckbereich als Medien-trennendes Ventil ausgestaltet ist. Hierdurch kann eine noch bessere Medientrennung erreicht werden. Beispielsweise kann das Medien-trennende Ventil als Schwimmerventil entsprechend einem automatischen Entlüftungsventil für Heizungsanlagen ausgestaltet sein.

35

Ferner ist es vorteilhaft, dass zumindest eine Trenneinrichtung vorgesehen ist und dass der Gasspeicher über die Trenneinrichtung mit dem Hochdruckbereich verbunden ist. Hierbei kann die Trenneinrichtung in vorteilhafter Weise als Beruhigungskammer ausgestaltet sein. Das Abscheiden der Luft kann hierbei durch die Schwerkraft erfolgen, wobei die

Beruhigungskammer beispielsweise durch einen nach oben gerichteten Trichter in einer erweiterten Fluidleitung ausgestaltet ist. Vorteilhaft ist es auch, dass die Trenneinrichtung als Abscheideeinrichtung ausgebildet ist. Hierbei kann beispielsweise ein Zyklonprinzip, eine gasdurchlässige, aber flüssigkeitssperrende Membran, eine Klimamembran oder dergleichen zum Einsatz kommen. Somit kann das Abscheiden der Luft durch die Abscheideeinrichtung begünstigt werden.

Vorteilhaft ist es auch, dass der Dampfkreis eine Expansionseinrichtung aufweist und dass ein Schluckvolumen der Expansionseinrichtung so begrenzt ist, dass ein vorgegebener Einspeicherdruck für den Hochdruckbereich eingestellt werden kann. Hierdurch kann ohne zusätzliche Komponenten der zum Einspeichern der Luft in den Gasspeicher erforderliche Einspeicherdruck erzeugt werden. Vorteilhaft ist es hierfür auch, dass der Dampfkreis einen Verdampfer und ein Ventil aufweist, das im Hochdruckbereich, insbesondere vor dem Verdampfer, angeordnet ist und über das ein Einspeicherdruck für den Hochdruckbereich einstellbar ist. Ein spezieller Vorteil des vor dem Verdampfer angeordneten Ventils ist, dass im Verdampfer ein relativ niedriger Druck herrscht und dadurch im Wasser angereicherte Luft ausgasen kann. In vorteilhafter Weise kann dadurch ein Schluckvolumen begrenzt werden. Die Anordnung des Ventils vor dem Verdampfer hat den Vorteil, dass ein relativ kleines Ventil zum Einsatz kommen kann.

Außerdem ist es vorteilhaft, dass der Dampfkreis einen Kondensator aufweist, dass eine Pumpe vorgesehen ist, dass eine Saugseite der Pumpe mit dem Kondensator verbunden ist, dass eine Förderseite der Pumpe mit dem Gasspeicher verbunden ist und dass die Saugseite der Pumpe so mit dem Kondensator verbunden ist, dass Gas aus einem sich bei einer Kondensation eines Arbeitsfluids bildenden Gaspolster in den Gasspeicher absaugbar ist. Hierdurch kann sich im Kondensator bildendes Gas, insbesondere Luft, direkt in den Gasspeicher geführt werden. Hierbei wird zugleich die für die Kondensation zur Verfügung stehende Kondensationsleistung optimiert, da das Gaspolster reduziert wird. Im Stillstand der Vorrichtung ist der Dampfkreis weitgehend mit Luft gefüllt, wobei wenig gesammeltes Wasser vorgesehen ist. Allerdings ist es bei Betriebsbeginn ungünstig, wenn Luft im Kondensator ist, da dort dann auch an den Wänden des Kondensators Luft ist. Deshalb ist es auch vorteilhaft, dass bei der Inbetriebnahme Luft aus dem Kondensator abgesaugt wird. Die Luft kann auch in vorteilhafter Weise bei der Inbetriebsetzung der Vorrichtung und auch im Betrieb durch die Fluidpumpe, die auch Gase fördern kann, oder durch eine zusätzliche Vakuumpumpe in den Gasspeicher befördert werden.

Vorteilhaft ist es auch, dass der Dampfkreis einen Kondensator und eine dem Kondensator nachgeordnete Saugereinrichtung aufweist, dass eine Saugleitung der Saugereinrichtung in

den Kondensator mündet und dass eine Mündungsstelle der Saugleitung so an dem Kondensator angeordnet ist, dass Gas aus einem sich bei einer Kondensation eines Arbeitsfluids bildenden Gaspolster in den Dampfkreis saugbar ist. Hierdurch kann in einfacher Weise eine Absaugung der sich im Kondensator sammelnden Luft erfolgen.

- 5 Hierbei kann beispielsweise ein Saugstrahlprinzip ausgenutzt werden. Somit wird die Kondensationsleistung des Kondensators optimiert.

Vorteilhaft ist es, dass die Vorrichtung zumindest im wesentlichen mit einem Arbeitsfluid und einem Gas als Füllung gefüllt ist. Beispielsweise kann das Gas Luft und/oder Stickstoff
10 aufweisen. Die Vorrichtung enthält dann neben dem Arbeitsfluid ein Gas, das den Unterdruck bei einem Anlagenstillstand begrenzt. Die Begrenzung erfolgt vorzugsweise auf den Umgebungsdruck.

Vorteilhaft ist es auch, dass das Arbeitsfluid in einem Abgaswärmetauscher und/oder in
15 einem beheizbaren Reservoir sammelbar ist. Das Arbeitsfluid sammelt sich dann im Anlagenstillstand in dem Abgaswärmetauscher beziehungsweise in dem beheizbaren Reservoir. Im Anlagenstillstand wird das Arbeitsfluid, zum Beispiel Wasser, in einem Bereich gesammelt, in dem es schnell aufgewärmt beziehungsweise aufgetaut werden kann. Hierfür eignen sich besonders der Abgaswärmetauscher, der frostsicher ausgeführt
20 ist, oder das beheizbare Reservoir.

Das Arbeitsfluid, insbesondere das Wasser, kann durch eine geeignete Anordnung der Komponenten der Vorrichtung in den Verdampfer, insbesondere in einen Abgaswärmetauscher, laufen, von einer Pumpe, insbesondere der Fluidpumpe, abgepumpt
25 werden oder von dem Gas, insbesondere der Luft, im Gasspeicher in den Verdampfer geblasen werden, was durch Öffnen des zugehörigen Ventils möglich ist. Vorteilhaft ist es daher, dass das Arbeitsfluid in einer Einbaulage durch die Schwerkraft in einen Abgaswärmetauscher fließt und/oder dass das Arbeitsfluid zumindest teilweise mittels einer Fluidpumpe in den Abgaswärmetauscher förderbar ist und/oder das Gas aus dem
30 Gasspeicher nutzbar ist, um das Arbeitsfluid aus zumindest einer Komponente, insbesondere einem Kondensator und/oder einer Fluidpumpe, auszublasen. Beim Ausblasen strömt aufgrund des Druckunterschieds Gas aus dem Gasspeicher in den Dampfkreis. Hierbei kann das Gas auch in den beiden möglichen Richtungen durch den Dampfkreis strömen. Hierdurch können besonders verbleibende Fluidreste, die sich
35 beispielsweise in Form von kleinen Pfützen im Dampfkreis sammeln, wegtransportiert werden. Speziell können empfindliche Komponenten, die durch gefrierendes Wasser oder dergleichen in ihrer Funktion gestört oder beschädigt werden, freigeblasen werden. Beispielsweise ist es vorteilhaft, die Fluidpumpe oder den Kondensator freizublasen. Das

Ausströmen von Gas endet, wenn sich die Drücke im Dampfkreis und im Gasspeicher aneinander angeglichen haben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

5

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung anhand der beigefügten Zeichnungen, in denen sich entsprechende Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen sind, näher erläutert. Es zeigt:

10 Fig. 1 eine Vorrichtung zur Abwärmenutzung in einer schematischen Darstellung entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine Vorrichtung zur Abwärmenutzung in einer schematischen Darstellung entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung und

15

Fig. 3 einen Gasspeicher und eine Verbindungsleitung einer Vorrichtung zur Abwärmenutzung in einer auszugsweisen, schematischen Darstellung entsprechend einer möglichen Ausgestaltung.

20 Ausführungsformen der Erfindung

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung in einer schematischen Darstellung entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung kann insbesondere für eine Brennkraftmaschine dienen. Hierbei kann
25 beispielsweise den von der Brennkraftmaschine ausgestoßenen Abgasen Energie entzogen werden. Speziell eignet sich die Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung für Anwendungen bei Kraftfahrzeugen. Die Brennkraftmaschine kann hierbei insbesondere als luftverdichtende, selbstzündende oder gemischverdichtende, fremdgezündete Brennkraftmaschine ausgestaltet sein. Die Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung der Erfindung eignet sich
30 allerdings auch für andere Anwendungsfälle.

Die Vorrichtung 1 weist einen Dampfkreis 2 mit einem Verdampfer 3, einer Expansionseinrichtung 4 und einem Kondensator 5 auf. Der Verdampfer 3 kann beispielsweise als Abgaswärmetauscher ausgestaltet sein. In dem Verdampfer 3 wird ein
35 flüssiges Arbeitsfluid verdampft. Hierbei wird beispielsweise die Abwärme der Brennkraftmaschine, insbesondere die Energie der heißen Abgase, zum Verdampfen des Arbeitsfluids genutzt. Die Expansionseinrichtung 4 ist dem Verdampfer 3 nachgeordnet. Über eine Leitung 6 wird das verdampfte Arbeitsfluid zu der Expansionseinrichtung 4

geführt. Hierdurch wird die Expansionseinrichtung 4 angetrieben. Beispielsweise kann die Expansionseinrichtung 4 eine Turbine aufweisen, die einen elektrischen Generator zum Erzeugen von elektrischer Energie antreibt. Der Kondensator 5 ist der Expansionseinrichtung 4 nachgeordnet. Das über die Expansionseinrichtung entspannte, gasförmige Arbeitsfluid wird über eine Leitung 7 in den Kondensator 5 geführt. In dem Kondensator kondensiert das Arbeitsfluid. Hinter dem Kondensator 5 ist eine Pumpe 8 des Dampfkreises 2 angeordnet. Hierbei wird über eine Saugleitung 9 das flüssige Arbeitsfluid aus dem Kondensator 5 durch die Pumpe 8 angesaugt. Die Pumpe 8 fördert in eine Leitung 10, die das Arbeitsfluid zurück in den Verdampfer 3 führt. Hierdurch ist der Dampfkreis 2 geschlossen.

Der Dampfkreis 2 kann eine oder mehrere Leckagestellen aufweisen. Ein Beispiel für solch eine Leckagestelle ist eine Wellenabdichtung der Expansionseinrichtung 4. Durch solche Leckagestellen befindet sich in der Regel Luft in dem Dampfkreis 2. Hierdurch wird der sich bei einem Stillstand der Vorrichtung 1 ausbildende Unterdruck begrenzt. Im Extremfall stellt sich innerhalb des Dampfkreises 2 hierbei der gleiche Druck ein wie außerhalb. Hierdurch wird eine Fluidleckage nach außen minimiert. Bei der Inbetriebnahme der Vorrichtung 1 wird zuerst die Luft durch die Pumpe 8, die neben dem Arbeitsfluid auch gasförmige Medien fördern kann, aus dem Kondensator 5 in einen Hochdruckbereich 11 der Leitung 10 des Dampfkreises 2 gefördert. Hierbei wird in dem Hochdruckbereich 11 ein Einspeicherdruck eingestellt.

Der Einspeicherdruck im Hochdruckbereich 11 kann auf unterschiedliche Weise eingestellt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass ein Schluckvolumen der Expansionseinrichtung 4 begrenzt wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass in der Leitung 10 ein Ventil 12 vor dem Verdampfer 3 angeordnet ist. Über das Ventil 12 kann dann der gewünschte Einspeicherdruck erzeugt und eingestellt werden. Ein Vorteil des Ventils 12 vor dem Verdampfer 3 ist, dass im Verdampfer 3 ein niedrigerer Druck herrscht und somit im Arbeitsfluid angereicherte Luft ausgasen kann.

Die Vorrichtung 1 weist einen Gasspeicher 15 auf, der zum Speichern eines Gases, insbesondere von Luft, dient. Der Gasspeicher 15 ist so groß bemessen, dass die gesamte Luft in der Vorrichtung 1, beispielsweise die bei einem Druck von etwa 100 kPa (1 bar) gegebene Luftfüllmenge, bei dem gewählten Einspeicherdruck aufgenommen werden kann. Das Druckniveau zum Einspeichern sollte dabei etwas niedrigerer gewählt werden als der Betriebsdruck bei den häufig angefahrenen Betriebspunkten, damit auch während des Betriebs noch restliche Luft eingespeichert werden kann.

Die Auslegung der Vorrichtung 1 erfolgt so, dass im Betrieb erreicht werden kann, dass sich möglichst wenig Luft in dem am Gasspeicher 15 vorbeiströmenden Arbeitsfluid anreichert. Wenn sich nämlich Luft in dem durch die Leitung 10 strömenden Arbeitsfluid anreichert, dann gelangt diese Luft zurück in den Kondensator, von wo sie erneut abgepumpt werden müsste. Um die Anreicherung des Arbeitsfluids zu vermeiden, wird die Grenzfläche zwischen der Luft und dem Arbeitsfluid möglichst klein gehalten. Der Gasspeicher 15 wird über eine Leitung 16 an den Hochdruckbereich 11 angeschlossen. Dabei ist der Innendurchmesser der Leitung 16 viel kleiner als die Länge der Leitung 16 zu wählen. Hierbei kann der Gasspeicher 15 über die Leitung 16 direkt an die Leitung 10 angeschlossen werden.

Außerdem ist es möglich, dass in der Leitung 16 ein Absperrventil 17 angeordnet ist. Hierdurch kann eine weitgehende Trennung der Medien Luft und Arbeitsfluid erfolgen. Das Absperrventil 17 wird dann nur zum gewollten Einspeichern oder Ablassen von Luft in beziehungsweise aus dem Gasspeicher 15 geöffnet. Im Betrieb bleibt das Absperrventil 17 nach abgeschlossener Entlüftung in der Regel geschlossen. Sammelt sich allerdings nach einer längeren Betriebsdauer wieder Luft vor dem Absperrventil 17, dann kann diese Luft durch kurzes Öffnen in einer Betriebsphase, in der der Betriebsdruck höher als der Einspeicherdruck im Gasspeicher 15 ist, zusätzlich in den Gasspeicher 15 eingespeichert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Medientrennung besteht darin, dass der Gasspeicher 15 zusätzlich oder alternativ über ein Medien-trennendes Ventil 18 mit dem Hochdruckbereich 11 verbunden ist. Als Ventil 18 kann beispielsweise ein Schwimmerventil dienen.

Der Dampfkreis 2 kann außerdem eine Abscheideeinrichtung 19 aufweisen. Die Abscheideeinrichtung 19 kann hierbei die Schwerkraft zur Trennung der Medien ausnutzen. Beispielsweise kann die Abscheideeinrichtung 19 einen nach oben gerichteten Trichter 20 umfassen, der in Strömungsrichtung des Arbeitsfluids hinter der Pumpe 8 angeordnet ist. Durch den Trichter 20 ist eine erweiterte Fluidleitung gebildet, die als Beruhigungskammer wirkt. Die mitgeführte Luft kann dann nach oben aus dem Arbeitsfluid zu der Leitung 16 gelangen.

Zusätzlich oder alternativ kann die Abscheideeinrichtung 19 auch ein anderes Prinzip, insbesondere ein Zyklonprinzip, ausnutzen. Ferner kann auch eine gasdurchlässige, aber flüssigkeitsperrende Membran oder dergleichen in die Abscheideeinrichtung 19 integriert sein.

In diesem Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung 1 außerdem eine Saugeinrichtung 21 auf. Die Saugeinrichtung 21 ist in dem Dampfkreis 2 angeordnet. Hierbei führt eine Saugleitung 22 der Saugeinrichtung 21 zu dem Kondensator 5. Die Saugleitung 22 mündet dabei an einer geeigneten Mündungsstelle 23 in den Kondensator 5. Ferner ist ein Ende 24 der Saugleitung 22 vor der Pumpe 8 in der Saugleitung 9 angeordnet. Über die Saugleitungen 9, 22 ist eine Saugpumpe realisiert. Die Saugeinrichtung 21 arbeitet hierbei nach dem Saugstrahlprinzip. Über die Saugleitung 9 wird durch die Pumpe 8 flüssiges Arbeitsfluid aus dem Kondensator 5 angesaugt. Die Mündungsstelle 23 der Saugleitung 22 ist an einer Stelle des Kondensators 5 angeordnet, an der sich bevorzugt Luft ansammelt. Dies kann zum Beispiel der Bereich oberhalb des Flüssigkeitspegels des Arbeitsfluids sein. Durch das an dem Ende 24 der Saugleitung 22 vorbeiströmende Arbeitsfluid wird ein Unterdruck in der Saugleitung 22 erzeugt. Somit wird die Luft aus dem Kondensator 5 an der Mündungsstelle 23 der Saugleitung 22 angesaugt und in die Saugleitung 9 geführt. Die Pumpe 8 ermöglicht somit, dass neben dem Arbeitsfluid auch die Luft mit abgesaugt wird.

In diesem Ausführungsbeispiel dient die Saugleitung 9 zumindest im Wesentlichen als Saugleitung 9 für flüssiges Arbeitsfluid, während die Saugleitung 22 zumindest im Wesentlichen als Luftsaugleitung 22 dient. Die Pumpe 8 ist hierbei sowohl zum Fördern von flüssigem Arbeitsfluid als auch zur Gasförderung geeignet.

Beim Abstellen der Vorrichtung 1 wird das Arbeitsfluid des Dampfkreises 2 vorzugsweise an einer Stelle gesammelt, an der es bei einer Wiederinbetriebnahme möglichst schnell wieder erwärmt beziehungsweise aufgetaut werden kann. Hierfür eignet sich besonders der Verdampfer 3. Daher ist der Verdampfer 3 konstruktiv vorzugsweise so ausgelegt, dass dieser durch das einfrierende Arbeitsfluid nicht beschädigt wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass beim Abstellen der Vorrichtung 1 Luft aus dem Gasspeicher 15 ausgelassen wird, die zumindest teilweise in den Verdampfer 3 gelangt. Entsprechend kann auch in anderen Komponenten, in denen es durch einfrierendes Arbeitsfluid zu Beschädigungen kommen kann, ein Gaspolster geschaffen werden, das eine Ausdehnung des gefrierenden Arbeitsfluids ermöglicht.

Die Vorrichtung 1 kann konstruktiv so ausgelegt werden, dass der Verdampfer 3 an der tiefsten Stelle angeordnet ist und das Arbeitsfluid bei einer entsprechenden Leitungsführung durch die Schwerkraft in den Verdampfer 3 abläuft. Ist dies konstruktiv nicht möglich, dann kann das Arbeitsfluid durch die als Fluidpumpe 8 dienende Pumpe 8 in den Verdampfer 3 gepumpt werden. Noch verbleibende Fluidreste in den Leitungen oder Komponenten des Dampfkreises 2 können durch Öffnen des Absperrventils 17 nach dem Absinken des Dampfdrucks in dem Dampfkreis 2 ausgeblasen werden.

Um einen Abschaltvorgang möglichst schnell abzuschließen, kann die Kondensatorkühlung durch den Kondensator 5 solange aufrechterhalten werden, bis die Restwärme aus der Vorrichtung 1 weitestgehend abgeführt ist und kein Arbeitsfluid mehr kondensiert, das von
5 der Pumpe 8 abgepumpt werden müsste.

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung in einer schematischen Darstellung entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Pumpe 30 vorgesehen, über die Luft aus dem Kondensator 5 abpumpbar ist. Hierfür ist eine
10 Saugseite 31 der Pumpe 30 über die Saugleitung 22 an der Mündungsstelle 23 mit dem Kondensator 5 verbunden. Eine Förderseite 32 der Pumpe 30 ist über eine Gasleitung 33, die insbesondere zum Durchführen von Luft dient, mit der Leitung 16 verbunden. Die Gasleitung 33 ist hierbei vorzugsweise zwischen dem Absperrventil 17 und dem Gasspeicher 15 mit der Leitung 16 verbunden. Die Gasleitung 33 kann aber auch zwischen
15 dem Hochdruckbereich 11 und dem Absperrventil 17 mit der Leitung 16 verbunden sein. Bei einer Ausgestaltung, bei der kein Absperrventil 17 vorgesehen ist, ist die Gasleitung 33 auf geeignete Weise mit der Leitung 16 verbunden.

Im Betrieb der Vorrichtung 1 kann Luft aus einem sich in dem Kondensator 5 bildenden
20 Luftpolster abgesaugt werden und direkt in den Gasspeicher 15 gepumpt werden. Die Pumpe 30 kann hierbei als Vakuumpumpe 30 ausgestaltet sein.

Vorteilhaft ist es, dass der Gasspeicher 15 über die Verbindungsleitung 16 mit dem Hochdruckbereich 11 verbunden ist und dass ein mittlerer Durchmesser der
25 Verbindungsleitung 16 viel kleiner ist als eine Länge der Verbindungsleitung 16. Zusätzlich oder alternativ ist es vorteilhaft, wenn der Gasspeicher 15 einen mittleren Durchmesser aufweist, der viel kleiner ist als eine Länge des Gasspeichers 15.

Vorteilhaft ist es auch, dass der Gasspeicher 15 so ausgestaltet ist, dass für ein Volumen
30 des Gasspeichers 15 und eine Länge des Gasspeichers 15 die folgende Relation (1) erfüllt ist:

$$(1) \text{ Volumen} < (x/2)^2 * \text{Länge}^3 * \text{Pi},$$

35 wobei für den positiven Faktor x gilt, dass dieser viel kleiner als 1 ist:

$$(2) 0 < x \ll 1,$$

und wobei π die Ludolfsche Zahl (3,1415...) ist.

Hierbei können sowohl das Volumen als auch die Länge relativ einfach bestimmt werden, so dass in einfacher Weise eine geeignete Ausgestaltung ausgewählt und überprüft werden kann. Die Bedingung (1) mit der Nebenbedingung (2) kann sowohl für eine geeignete Auswahl des Volumens des Gasspeichers 15 und der Länge des Gasspeichers 15 als auch für eine geeignete Auswahl des Volumens der Verbindungsleitung 16 und der Länge der Verbindungsleitung 16 dienen. Somit können der Gasspeicher 15 und/oder die Verbindungsleitung 16 vorteilhaft ausgestaltet sein, wenn diese jeweils der Bedingung (1) mit der Nebenbedingung (2) genügen.

Für den Sonderfall eines zylinderförmigen Volumens ist dann der Durchmesser kleiner als das x-fache der Länge, wobei x weiterhin der Bedingung (2) genügt:

(3) $\text{Durchmesser} < x \cdot \text{Länge}$.

Andererseits besteht auch die Möglichkeit, aus einem beliebigen Volumen einen mittleren Durchmesser zu bestimmen:

(4) $\text{Volumen} = \text{Länge} \cdot \pi \cdot (\text{mittlerer Durchmesser} / 2)^2$.

Fig. 3 zeigt einen Gasspeicher 15 und eine Verbindungsleitung 16 einer Vorrichtung 1 zur Abwärmenutzung in einer auszugsweise, schematischen, nicht maßstabsgetreuen Darstellung entsprechend einer möglichen Ausgestaltung. Hierbei ist der Gasspeicher 15 als zylinderförmiger Gasspeicher 15 ausgestaltet. Die Verbindungsleitung 16 ist als zylinderförmige Verbindungsleitung 16 ausgestaltet.

Der Gasspeicher 15 weist einen mittleren Durchmesser 40 auf, der aufgrund der zylinderförmigen Ausgestaltung gleich dem Durchmesser (Innendurchmesser) 40 des Gasspeichers 15 ist. Entsprechend ist auch ein mittlerer Durchmesser 41 der Verbindungsleitung 16 gleich dem Durchmesser (Innendurchmesser) 41 der Verbindungsleitung 16.

Der Gasspeicher 15 weist außerdem eine Länge 42 auf. Ferner weist die abschnittsweise dargestellte Verbindungsleitung 16 eine Länge 43 auf. Aufgrund der Schwerkraft befindet sich in einem oberen Teil 44 des Gasspeichers 15 Luft, während sich in einem unteren Teil 45 des Gasspeichers 15 eine Flüssigkeit befindet. Auch die Verbindungsleitung 16 ist mit

der Flüssigkeit gefüllt. Vorzugsweise ist der Gasspeicher 15 zu 2/3 mit Luft gefüllt. Zwischen der Luft und der Flüssigkeit ergibt sich eine Grenzfläche 46. Die Luft kann an der Grenzfläche 15 in der Flüssigkeit in Lösung gehen. Die Schwerkraft wirkt aber einer Diffusion der gelösten Luft zu und durch die Verbindungsleitung 16 entgegen.

5

Im Fall der zylinderförmigen Ausgestaltung ist die Größe der Grenzfläche 46 unabhängig von der Größe des mit der Flüssigkeit gefüllten Teils 45 konstant. Der Gasspeicher 15 ist hierfür so dimensioniert, dass dieser im Betrieb nie ganz voll Luft ist. Im Stillstand wird die Flüssigkeit allerdings aus dem Gasspeicher 15 gedrückt.

10

Die Geometrie des Gasspeichers 15 ist so gewählt, dass die Bedingung (3) mit der Nebenbedingung (2) erfüllt ist und somit die Grenzfläche 46 klein ist. Dadurch wird die Lösung von Luft in der Flüssigkeit möglichst reduziert.

15

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere können die anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen Ausgestaltungen der Vorrichtung 1 auch durch einen Entfall, einen Austausch, eine Ergänzung oder eine Kombination von Komponenten abgewandelt werden. Hierdurch ist eine Anpassung an den jeweiligen Anwendungsfall möglich.

5 Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Abwärmenutzung mit einem Dampfkreis (2) und einem Gasspeicher (15), wobei der Gasspeicher (15) mit einem Hochdruckbereich (11) des Dampfkreises (2) verbunden ist.

10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Gasspeicher (15) über eine Verbindungsleitung (16) mit dem Hochdruckbereich (11) verbunden ist und dass ein mittlerer Durchmesser (41) der Verbindungsleitung (16) viel
15 kleiner ist als eine Länge (43) der Verbindungsleitung (16).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

dass in der Verbindung zwischen dem Gasspeicher (15) und dem Hochdruckbereich (11)
20 zumindest ein Ventil (17, 18) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Ventil als Absperrventil (17) oder als Medien-trennendes Ventil (18) ausgestaltet
25 ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Gasspeicher (15) einen mittleren Durchmesser (40) aufweist, der viel kleiner ist als
30 eine Länge (42) des Gasspeichers (15).

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eine Trenneinrichtung (19) vorgesehen ist und dass der Gasspeicher (15)
35 über die Trenneinrichtung (19) mit dem Hochdruckbereich (11) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Trenneinrichtung (19) als Beruhigungskammer oder als Abscheideeinrichtung ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

5 dadurch gekennzeichnet,

dass der Dampfkreis (2) eine Expansionseinrichtung (4) aufweist und dass ein Schluckvolumen der Expansionseinrichtung (4) so begrenzt ist, dass ein vorgegebener Einspeicherdruck für den Hochdruckbereich (11) eingestellt werden kann, und/oder

10 dass der Dampfkreis (2) einen Verdampfer (3) und ein Ventil (12) aufweist, das im Hochdruckbereich (11), insbesondere vor dem Verdampfer (3), angeordnet ist und über das ein Einspeicherdruck für den Hochdruckbereich (11) einstellbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass der Dampfkreis (2) einen Kondensator (5) aufweist, dass eine Pumpe (30) vorgesehen ist, dass eine Saugseite (31) der Pumpe (30) mit dem Kondensator (5) verbunden ist, dass eine Förderseite (32) der Pumpe (30) zumindest mittelbar mit dem Gasspeicher (15) verbunden ist und dass die Saugseite (31) der Pumpe (30) so mit dem Kondensator (5) verbunden ist, dass Gas aus einem sich bei einer Kondensation eines Arbeitsfluids bildenden Gaspolster in den Gasspeicher (15) absaugbar ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

25 dass die Pumpe (30) bei einer Inbetriebnahme des Dampfkreises (2) ein Absaugen von Luft aus dem Kondensator (5) ermöglicht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

30 dass der Dampfkreis einen Kondensator (5) und eine dem Kondensator (5) nachgeordnete Saugereinrichtung (21) aufweist, dass eine Saugleitung (22) der Saugereinrichtung (21) in den Kondensator (5) mündet und dass eine Mündungsstelle (23) der Saugleitung (22) so an dem Kondensator (5) angeordnet ist, dass Gas aus einem sich bei einer Kondensation eines Arbeitsfluids bildenden Gaspolster in den Dampfkreis (2) saugbar ist.

35

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorrichtung zumindest im wesentlichen mit einem Arbeitsfluid und einem Gas gefüllt ist

und/oder

dass das Gas Luft und/oder Stickstoff aufweist.

5

13. Vorrichtung nach Anspruche 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Arbeitsfluid in einem Verdampfer (3) und/oder in einem beheizbaren Reservoir (3) sammelbar ist.

10

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Arbeitsfluid in einer Einbaulage durch die Schwerkraft in einen Verdampfer (3) fließt

15

und/oder

dass das Arbeitsfluid zumindest teilweise mittels einer Fluidpumpe (8) in den Verdampfer (3) förderbar ist

und/oder

dass das Gas aus dem Gasspeicher (15) nutzbar ist, um das Arbeitsfluid aus zumindest einer Komponente, insbesondere einem Kondensator (5) und/oder einer Fluidpumpe (8), auszublasen.

20

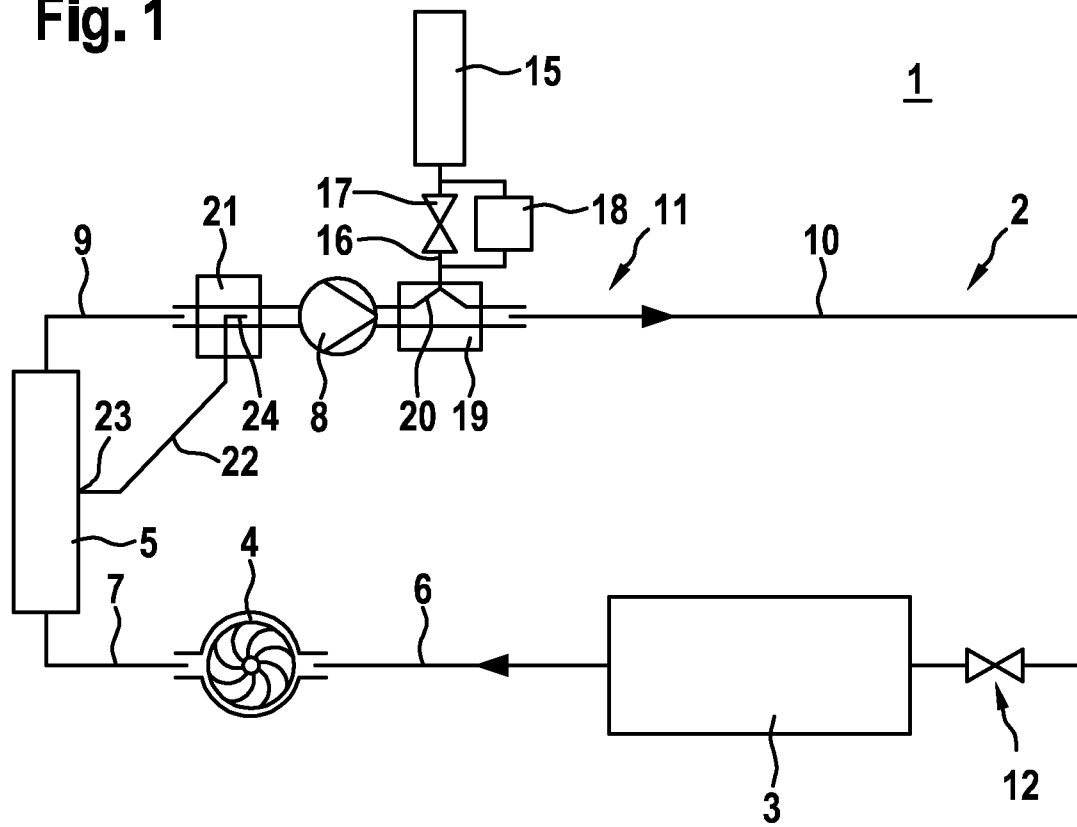
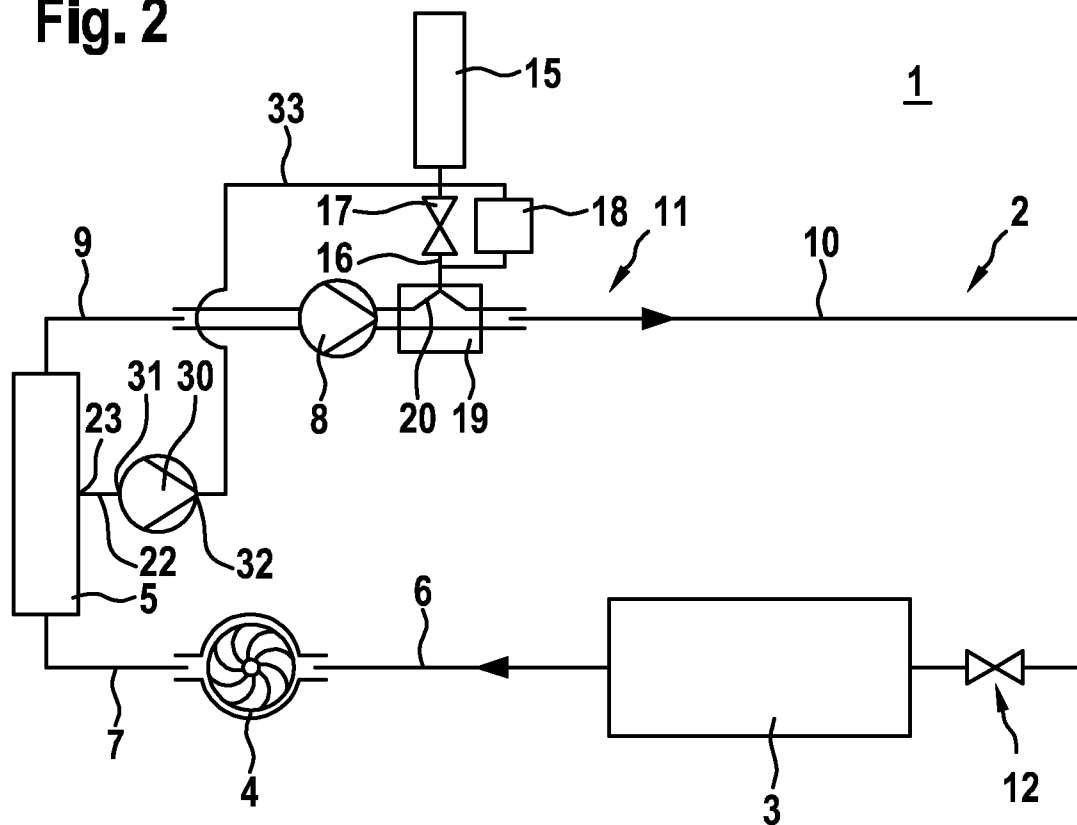
Fig. 1**Fig. 2**

Fig. 3