

(19)



(11)

EP 2 963 299 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.01.2016 Patentblatt 2016/01

(51) Int Cl.:
F04C 18/344 ^(2006.01) **F04C 29/02** ^(2006.01)
F04C 18/348 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15001841.4**

(22) Anmeldetag: **22.06.2015**

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

(71) Anmelder: **Knut, Denecke**
38690 Goslar (DE)

(72) Erfinder: **Knut, Denecke**
38690 Goslar (DE)

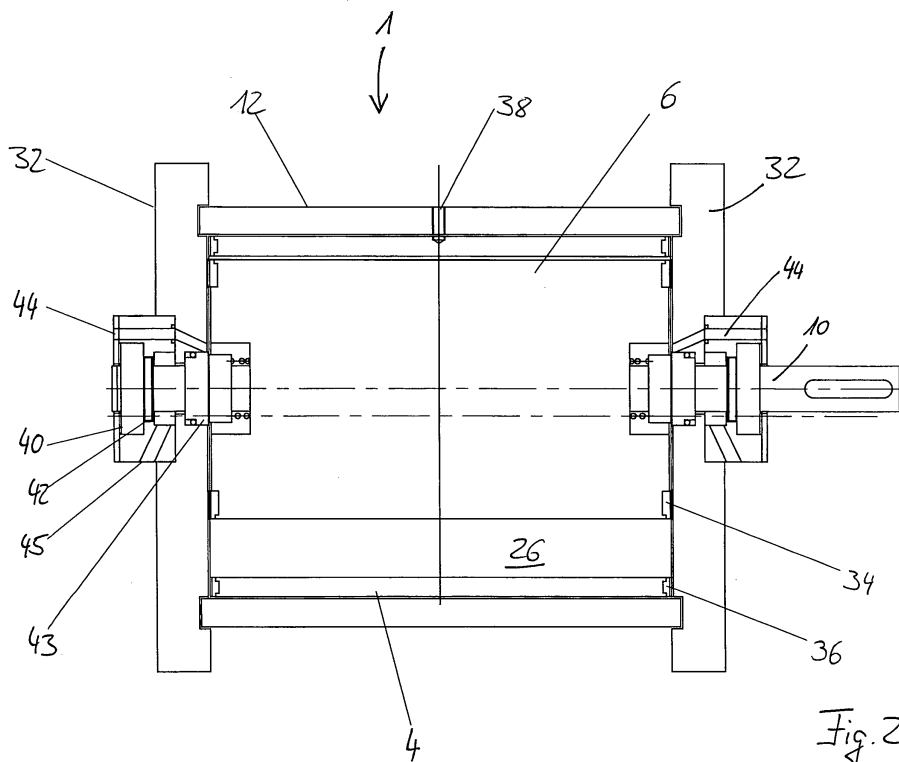
(74) Vertreter: **Friedrich, Andreas et al**
Gramm, Lins & Partner
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB
Theodor-Heuss-Straße 1
38122 Braunschweig (DE)

(30) Priorität: **03.07.2014 DE 102014010149**

(54) VERFAHREN ZUM VERDICHTEN EINES DAMPFES UND DAMPFVERDICHTER

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums mittels eines Drehschieber-Dampfverdichters (1), der einen um eine Antriebswelle (10) drehbar gelagerten Rotor (6) mit wenigstens einem Schieber (14) und wenigstens eine Verdichterkammer (26) aufweist, die durch ein Gehäuse (2) und zumindest auch durch den wenigstens einen Schie-

ber (14) begrenzt wird, wobei sich das Verfahren dadurch auszeichnet, dass das Medium in flüssiger Form als Schmiermittel verwendet wird, das durch wenigstens eine Zuführung (44) in der Lagerung in einen Spaltraum zwischen dem Gehäuse (2) und dem Rotor (6) geleitet wird.

**EP 2 963 299 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums mittels eines Drehschieber-Dampfverdichters, der einen um eine Antriebswelle drehbar gelagerten Rotor mit wenigstens einem Schieber und wenigstens eine Verdichterkammer aufweist, die durch ein Gehäuse und zumindest auch durch den wenigstens einen Schieber begrenzt wird. Die Erfindung betrifft zudem einen Drehschieber-Dampfverdichter zum Durchführen eines derartigen Verfahrens.

[0002] Hauptanwendungsbereich für ein derartiges Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums und des dazu verwendeten Dampfverdichters ist das Verdichten von Wasserdampf. Aber auch andere Medien, wie beispielsweise Alkohole oder andere Kohlenwasserstoffe können verwendet werden. Dabei soll die Sattdampftemperatur angehoben werden, sodass eine effektivere Wärmenutzung und Wärmerückgewinnung beispielsweise für nach dem Wärmepumpenprinzip arbeitende Vorrichtungen erreicht wird. Verdichter können jedoch auch zur allgemeinen Gasverdichtung als Kompressor oder zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Durch das Verfahren und den Dampfverdichter können insbesondere auch Brüden verdichtet werden. Unter Brüden werden dabei alle Gase verstanden, die beim ein- oder mehrstufigen Destillieren von Flüssigkeitsgemischen, beim Verdampfen, Entgasen oder beim Trocknen entstehen. Zur Verdichtung von Brüden werden unter anderem Kolbenverdichter, Drehkolben oder Rootsgebläse, Seitenkanal- oder Dampfstrahlverdichter verwendet. Auch die Verwendung von axialer oder radialer Ventilator Technik ist bekannt. Für die Vakuumherzeugung werden häufig Flüssigkeitsringpumpen, trockene oder ölgeschmierte Drehschieberpumpen, Drehkolbengebläse, Membranpumpen, Hubkolben oder Ventilatoren verwendet.

[0003] Beim Verdichten von Luft zum Herstellen von Pressluft sind Verdichter bekannt, die über eine Wassereinspritzung verfügen, wobei das Wasser zum Dichten, Kühlen und Schmieren verwendet wird. Eine derartige Anlage ist beispielsweise aus der DE 10 2004 053 895 A1 bekannt. Das Wasser wird an unterschiedlichen Positionen in die Verdichterkammer eingespritzt und später von dem verdichteten Gas wieder getrennt. Beim Verdichten kommt es dabei nicht zu einer nennenswerten Temperaturerhöhung, so dass die verdichtete Pressluft kaum Wasser aufgenommen hat.

[0004] Bei der Verdichtung von Gas führt die an dem Gas geleistete mechanische Arbeit beim Komprimieren zu einer Temperaturerhöhung. Dies ist insbesondere beim Verdichten von Wasserdampf problematisch, da der Dampf während der Verdichtung überhitzt und sich die Temperatur des Dampfes dann oftmals weit über der Sattdampftemperatur befindet. Jegliche Feuchtigkeit, die sich dann in einem Dampfverdichter befindet, verdampft und liegt nicht mehr in flüssiger Form vor, sodass keine Schmierung der beweglichen Teile des Verdichters mehr vorliegt. Der Dampf ist vollkommen trocken. In diesem Zustand ist der Dampfverdichter jedoch immensen Verschleiß ausgesetzt, da die Verdichterkammer bei sehr hohen Temperaturen dichtend abgeschlossen sein muss.

[0005] Eine Schmierung mit beispielsweise herkömmlicher Pumpentechnik bekannten Ölen, beispielsweise einem Hydrauliköl, kann nicht in wirtschaftlich sinnvoller Weise eingesetzt werden, da dieses Öl nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand von dem verdichteten Dampf trennbar wäre, nachdem er den Verdichter beziehungsweise die Verdichterkammer verlassen hat.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums sowie einen Drehschieber-Dampfverdichter so weiter zu entwickeln, dass der Verschleiß reduziert und gleichzeitig das Verfahren mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand möglichst kostengünstig durchführbar wird.

[0007] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums mittels eines Drehschieber-Dampfverdichters, der einen um eine Antriebswelle drehbar gelagerten Rotor mit wenigstens einen Schieber und wenigstens eine Verdichterkammer aufweist, die durch ein Gehäuse und zumindest auch durch den wenigstens einen Schieber begrenzt wird, wobei sich das Verfahren dadurch auszeichnet, dass das Medium in flüssiger Form als Schmiermittel verwendet wird, das durch wenigstens eine Zuführung in der Lagerung in einen Spaltraum zwischen dem Gehäuse und dem Rotor geleitet wird.

[0008] Diese Ausgestaltung des Verfahrens hat gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren eine Reihe von Vorteilen. So dient das in flüssiger Form in den Spaltraum eingebrachte Medium als Schmiermittel und gleichzeitig als Abdichtung des Spaltraumes, sodass die Verdichterkammer für den Dampf des Mediums dichtend abgeschlossen und gleichzeitig der Verschleiß durch Reibung zwischen dem beweglichen Schieber und dem Gehäuse verringert wird. Soll durch das Verfahren beispielsweise Wasserdampf verdichtet werden, wird Wasser in flüssiger Form als Schmiermittel verwendet. Dies hat den weiteren Vorteil, dass das Schmiermittel nicht in aufwändigen Verfahren von dem Dampf des Mediums getrennt werden muss, nachdem dieser den Dampfverdichter verlassen hat. Da es sich vorzugsweise um das gleiche Medium handelt, das lediglich in unterschiedlichen Aggregatzuständen in den Verdichter eingebracht wird, ist eine Trennung nicht nötig. Sollte beispielsweise ein Teil des in flüssiger Form eingebrachten Wassers verdampfen, wird dieser Teil einfach vom Dampf des Mediums, der sich ohnehin in der Verdichterkammer des Dampfverdichters befindet, aufgenommen. Gleiches gilt für andere verwendete Medien. Der Teil des in flüssiger Form eingebrachten Mediums, der während des Verdichtens des Dampfes des Mediums verdampft, wird von dem später verdichteten Dampf des Mediums aufgenommen und muss daher nicht von diesem getrennt werden.

[0009] In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung handelt es sich bei dem Dampfverdichter um einen Drehschieber-

Dampfverdichter, der einen Rotor mit wenigstens einem Schieber aufweist. Der Rotor ist dabei um eine Antriebswelle drehbar gelagert. Der wenigstens eine Schieber ist dabei an dem Rotor so positioniert, dass er verschiebbar gelagert ist, sodass er je nach Verschiebung innerhalb seiner Lagerung mehr oder weniger weit über den äußeren Umfang des Rotor hinausragt und mit dem über diesen Umfang hinausragenden Ende an der Innenwand des Gehäuses anliegt.

Das Gehäuse kann vorteilhafterweise um eine Gehäuseachse rotationssymmetrisch, beispielsweise in Form eines Hohlzylinders, ausgebildet sein. Die Antriebswelle, um die der Rotor drehbar gelagert ist, ist dabei vorteilhafterweise relativ zu der Gehäuseachse verschoben angeordnet, wobei beide jedoch parallel verlaufen. Der wenigstens eine Schieber bewegt sich dabei mit seinem aus dem Rotor herausragenden Ende entlang der Innenwand des Gehäuses und mit seinem in radialer Richtung verlaufenden Seitenflächen entlang von Abschlussplatten oder Gehäuseflanschen, die das Gehäuse in axialer Richtung begrenzen. In beiden Bereichen kommt es insbesondere bei großen Rotationsgeschwindigkeiten und Drehzahlen des Rotor zu starken Reibungen, sodass vorteilhafterweise auch an allen diesen Positionen jeweils ein Spaltraum vorhanden ist. In diesem Spaltraum kann das Medium in flüssiger Form eingeleitet werden, sodass es die Reibung als Schmiermittel reduziert.

[0010] Die Antriebswelle des Rotors ist vorteilhafterweise über Gleitringdichtungen gelagert, die von dem flüssigen Medium, das über die wenigstens eine Zuführung in die Lagerung geleitet wird, geschmiert werden. Die Gleitringdichtungen dichten an der Antriebsachse die Verdichterkammer gegen die äußere Atmosphäre ab. Zusätzlich können weitere Dichtelemente, wie beispielsweise ein Wellendichtring, vorgesehen sein, die jedoch lediglich als Sicherheitsabdichtung, beispielsweise bei einer Leckage, die Lagerung der Antriebswelle schützen.

[0011] Vorteilhafterweise sind das Gehäuse und/oder der Rotor derart ausgebildet, dass das flüssige Medium in dem Spaltraum unter einem Gegendruck steht, der größer als ein Kammerdruck ist, unter dem der Dampf des Mediums in der Verdichterkammer steht. Dies kann durch entsprechende Abdichtungsmaßnahmen des Spaltraums, die prinzipiell aus dem Stand der Technik bekannt sind, wie beispielsweise eine gegenläufige Profilierung, beispielsweise nach dem Kreispumpenprinzip, oder eine umlaufende Abdichtung des Rotors gegen die Wände des Gehäuses erreicht werden, die beispielsweise aus Teflon (PTFE) bestehen kann. Der Gegendruck ist dabei von Vorteil, um zu erreichen, dass das eingeleitete flüssige Medium nicht sofort verdampft, sondern zumindest eine gewisse Zeit in flüssiger Form zwischen dem Gehäuse und dem Rotor und insbesondere dessen beweglich ausgestalteten Schieber vorliegt und so den Spaltraum abdichten und schmieren kann. Der Gegendruck muss dabei größer sein als der Kammerdruck, unter dem der Dampf des Mediums in der Verdichterkammer steht. Vorzugsweise ist der Gegendruck dabei größer als der maximale Kammerdruck, der bei einem Umlauf des Dampfverdichters erreicht werden kann. Da der Verdichter den Dampf des Mediums verdichten und komprimieren soll, muss der Druck im innern der Kammer erhöht werden. Der Gegendruck ist vorteilhafterweise größer als der maximale auf diese Weise erreichbare Kammerdruck.

[0012] Insbesondere bei Drehschieber-Dampfverdichtern ist es von Vorteil, das flüssige Medium bei einem sich zumindest auch in radialer Richtung erstreckenden Spaltraum möglichst nah an der Rotorachse in den Spaltraum einzuleiten. Aufgrund der Rotationsbewegung des Rotors und der dadurch auftretenden Fliehkräfte wird das in flüssiger Form eingebrachte Medium radial nach außen bewegt und füllt so den gesamten Spaltraum aus. Gleichzeitig wird das flüssige Medium durch den wenigstens einen Schieber, der mit dem Rotor rotiert und eine zumindest auch radiale Bewegung ausführt, verteilt. Erfindungsgemäß wird das eingeleitete flüssige Medium auch verwendet, um beispielsweise die Gleitringdichtung der Antriebswelle, die für die Abdichtung nach außen sorgt, zu schmieren. Auch die Abdichtung der Antriebswelle kann auf diese Weise beispielsweise in Form einer Gleitringwellenabdichtung erfolgen. Auf diese Weise ist nur ein Schmier- und Abdichtmittel nötig, das sich zudem problemlos mit dem zu verdichtenden Dampf des Mediums verbinden kann und nicht nach dem Verlassen des Verdichters in aufwändigen Verfahren von diesem Dampf getrennt werden muss.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens verdampft wenigstens ein Teil des flüssigen Mediums, wenn es aus dem Spaltraum in die Verdichterkammer eintritt. Dies gilt vorteilhafterweise auch für den Teil des flüssigen Mediums, der aus einem Bereich zwischen der Antriebswelle des Rotors und der Gehäusewand in die Verdichterkammer eintritt, sofern in diesem Bereich Wasser in flüssiger Form eingeleitet wird. Der Dampf des Mediums soll möglichst viel des flüssigen Mediums aufnehmen. Dafür ist die gleichmäßige Verteilung des Mediums auf der Gehäuse-Innenwand von Vorteil. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn Wasserdampf verdichtet und flüssiges Wasser als Schmiermittel verwendet wird. Da das flüssige Medium vorteilhafterweise unter dem erhöhten Gegendruck steht, der größer ist als der Kammerdruck innerhalb der Verdampfungskammer, wird es zu einer sogenannten "Flashverdampfung" kommen, die eine nahezu schlagartige Verdampfung eines relativ großen Anteils des flüssigen Mediums bezeichnet. Dabei wird einerseits die Verdampfungsleistung erhöht und gleichzeitig der Dampfüberhitzung des Dampfes des Mediums entgegengewirkt. Durch die Verdampfung des in flüssiger Form eingeleiteten Mediums wird dem dampfförmigen Medium Energie entzogen und somit die Temperatur gesenkt. Bei bestimmten Prozessparametern des Verfahrens kann es dazu kommen, dass der gesamte flüssige Anteil des Mediums verdampft, sobald er in die Verdichterkammer eintritt. In diesem Fall ist es möglich, beispielsweise durch Versprühen oder Einspritzen weiteres flüssiges Medium in die Verdichterkammer einzubringen, um so die Temperatur des Dampfes zu reduzieren und einer Dampfüberhitzung entgegenzuwirken.

[0014] Vorzugsweise verlässt ein nicht verdampfter Anteil des in die Verdichterkammer eingetretenen flüssigen Me-

diums durch wenigstens eine Auslassöffnung die Verdichter­kammer, durch die auch der verdichtete Dampf die Kammer verlässt. In einer Mantelfläche des Gehäuses kann eine zusätzliche Bohrung angeordnet sein und mit einem Ventil verschlossen sein. Durch diese Bohrung kann zusätzliches flüssiges Medium in die Verdichter­kammer einge­leitet werden.

[0015] Das nicht verdampfte flüssige Medium sammelt sich insbesondere durch die Rotationsbewegung des Rotors an der Innenwandung des Gehäuses und kann auf diese Weise insbesondere bei einem Drehschieber-Dampfverdichter die Schieber bei ihrem Kontakt mit der Gehäusewand schmieren.

[0016] Um die an dieser Stelle auftretende Reibung zu vermindern, kann vorteilhafterweise zumindest ein Teil des Gehäuses durch einen rotierenden Hohlzylinder ausgebildet werden. Der Hohlzylinder dreht sich dabei um eine Gehäuseachse, die eine Rotationssymmetrieachse des Gehäuses und damit auch des Hohlzylinders ist. Er weist vorteilhafterweise die gleiche Rotationsgeschwindigkeit oder Drehzahl auf wie der Rotor. Dadurch wird die Relativbewegung zwischen dem radial äußeren Ende des wenigstens einen Schiebers und der Gehäusewand beziehungsweise dem Gehäuse reduziert und somit auch die Reibung verringert. Vorzugsweise ist dieser rotierende Hohlzylinder in einem weiteren Mantelring des Gehäuses gelagert. Vorzugsweise steht ein Zwischenraum zwischen dem Hohlzylinder und dem Mantelring mit der Verdichter­kammer in einer Fluidverbindung. Auf diese Weise kann das flüssige Medium, das durch die Zuführung in den Spaltraum gedrückt wird und so in die Verdichter­kammer gelangt, in einen Zwischenraum zwischen dem rotierenden Hohlzylinder und den ihn umgebenden Mantelring gelangen. Dort wird er vorteilhafterweise unter Druck gehalten, sodass der rotierende Hohlzylinder und der ihn umgebende Mantelring gemeinsam die Funktion ähnlich der eines Gleitlagers erfüllen. Dadurch kann auch in diesem Bereich der auftretende Reibungsverlust verringert werden. Zudem wird auf diese Weise aus der Verdichter­kammer austretendes flüssiges Medium sinnvoll verwendet. Insbesondere ist es bei dieser Ausgestaltung gegebenenfalls nicht mehr nötig, eine separate Auslassöffnung im Gehäuse der Verdichter­kammer vorzusehen, um die Fracht an flüssigem Medium zu entsorgen. Vielmehr tritt sie in den Zwischenraum zwischen dem Hohlzylinder und dem Mantelring ein und wird hier sinnvoll benutzt.

[0017] Auch in diesem Bereich zwischen dem rotierenden Hohlzylinder und dem Mantelring kann eine zusätzliche Zuführung für weiteres flüssiges Medium vorgesehen sein. Dies kann über Einspritzöffnungen oder -düsen geschehen, durch die weiteres flüssiges Medium in diesen Zwischenraum gelangen kann.

[0018] Vorteilhafterweise kann der rotierende Hohlzylinder in Bereichen, in denen beispielsweise die radial äußeren Enden der Drehschieber an den rotierenden Hohlzylinder anliegen, mit Vertiefungen versehen werden. Hier würde sich beispielsweise ein Anteil des flüssigen Mediums sammeln, sodass sich hier die Abdichtungs- und Schmierwirkung bei gleicher Gesamtmenge an flüssigem Medium innerhalb der Verdichter­kammer erhöht.

[0019] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe zudem durch einen Drehschieber-Dampfverdichter zum Durchführen eines hier beschriebenen Verfahrens. Erfindungsgemäß ist der Dampfverdichter ein Drehschieber-Dampfverdichter, der ein Gehäuse und einen um eine Antriebswelle drehbar gelagerten Rotor aufweist, wobei an dem Rotor wenigstens ein Schieber angeordnet ist, der derart verschiebbar ist, dass er den Rotor bezüglich einer Rotorachse nach radial außen überragt. Vorteilhafterweise wird zwischen dem Gehäuse und dem Rotor, zu dem auch der wenigstens eine Schieber gehört, ein Spaltraum gebildet, in den über die Zuführung das Medium in flüssiger Form einge­leitet werden kann.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind zwei, drei, besonders bevorzugt vier Schieber am Rotor angeordnet. Es ist auch möglich eine größere Anzahl Schieber am Rotor anzuordnen. Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn der Schieber nicht bezüglich der Rotorachse exakt nach radial außen beziehungsweise innen verschiebbar ist, sondern wenn zwischen der radialen Richtung bezüglich der Rotorachsen und der Verschieberichtung der jeweiligen Schieber ein Winkel eingeschlossen wird, der von 0° verschieden ist. Auch eine Ausrichtung der Verschieberichtung in radialer Richtung ist möglich.

[0021] Vorteilhafterweise sind mehrere Schieber an dem Rotor angeordnet. Das Einleiten des flüssigen Mediums in den Spaltraum erfolgt durch die wenigstens eine Zuführung, durch die das flüssige Medium vorzugsweise auch in die Lagerung der Antriebswelle zur Schmierung der Gleitringdichtung eingebracht wird. Das Medium tritt nach der Schmierung der Gleitringdichtungen insbesondere an wenigstens einer Stirnseite der Verdichter­kammer in die Kammer ein und wird durch die Bewegung des Rotors mit dem Schieber entlang dieser Stirnfläche, die beispielsweise durch einen Gehäuseflansch gebildet wird, in den Spaltraum zwischen dem Rotor und dem Gehäuse geleitet. Eine separate Zuleitung beispielsweise innerhalb des Schiebers oder innerhalb einer Stirnfläche des Gehäuses ist nicht nötig.

[0022] Als vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn zumindest ein Teil des Gehäuses durch einen um eine Gehäuseachse drehbar gelagerten Hohlzylinder gebildet ist, wobei die Gehäuseachse parallel und verschoben zu der Rotorachse, die insbesondere in der Längs- und Symmetrieachse der Antriebswelle verläuft, verläuft.

[0023] Eine beispielhafte Ausgestaltung eines derartigen Drehschieber-Dampfverdichters hat ein hohlzylinderförmiges Gehäuse mit einem Gehäuse-Innendurchmesser von beispielsweise 180 mm. Die axiale Länge des Gehäuses beträgt beispielsweise 200 mm. Innerhalb des Gehäuses ist exzentrisch der Rotor angeordnet, der einen Außendurchmesser von beispielsweise 150 mm aufweist. Dies ergibt ein Gesamtkammervolumen von 1,56 dm³, wobei bei jeder Umdrehung des Rotors etwa das Doppelte dieses Kammervolumens angesaugt wird. Wird mit einem derartigen Verdichter Wasserdampf mit einem Absolutdruck von beispielsweise 0,5 bar angesaugt, bedeutet dies eine Verdichtungs­masse von

0,96 g pro Umdrehung und bei 1.000 Umdrehungen pro Minute eine Verdichtungs­masse von 58 kg pro Stunde.

[0024] Damit wäre theoretisch eine Verdichterleistung von 50 kg pro Stunde erreichbar, wenn im Ansaugbereich ein Dampfdruck von 0,5 bar absolut erreicht werden soll.

[0025] Wenn die Verdichtungsleistung einen Druckunterschied von einem bar erreichen soll, kann die aufzubringende Verdichterleistung errechnet werden. Die freie Fläche des Schiebers, die die Verdichtungsleistung aufbringt, also in der Position, bei der der Schieber maximal weit aus dem Rotor herausverschoben wird, beträgt in diesem Fall beispielsweise 6.000 mm². Die erforderliche Kraft für diese Verdichtung beträgt 600 N, sodass sich bei einer Umfangsgeschwindigkeit des Schiebers bei 1.000 Umdrehungen pro Minute von 8,64 m pro Sekunde eine Verdichterleistung von 5.184 W ergibt. Bei einem adiabaten System würde diese Verdichterleistung vollständig in die Temperaturerhöhung des Dampfes einfließen. Bei der Verwendung des Wasserdampfes führt dies zu einer Temperaturerhöhung von 196° K.

[0026] Die erforderliche zu verdampfende Wassermenge im Verdichterraum zur Erlangung einer Satttdampf­temperatur von beispielsweise 111° C bei 1,5 bar absolut am Druckaustritt liegt bei einer Verdichtungsleistung von beispielsweise 50 kg pro Stunde bei circa 8,3 Litern pro Stunde. Hier bei handelt es sich jedoch lediglich um eine beispielhafte Ausgestaltung des Dampfverdichters. Andere Abmessungen, Druckunterschiede, Eingangs- und Ausgangsdruck sind ebenso möglich. Zudem führt die Verwendung eines anderen Mediums zu anderen Temperaturerhöhung und Verdichterleistungen.

[0027] Bei den hier beschriebenen Ausführungsformen wird folglich das flüssige Medium, insbesondere Wasser, in den Spaltraum zwischen dem Gehäuse und dem Rotor geleitet. Die Schieber, die Teile des Rotors sind, werden von der in diesem Bereich unter Druck stehenden Flüssigkeit geschmiert. Dabei liegen die Schieber vorzugsweise so dicht wie möglich an der Gehäusewand, insbesondere an den Stirnwänden, an, was beispielsweise durch Kraftaufbringe­elemente, beispielsweise Federelemente, unterstützt werden kann. Die Schieber gleiten in diesem Fall lediglich auf der Gehäusewand ab und werden durch den sich darauf befindenden Film aus flüssigem Medium geschmiert.

[0028] Vorteilhafterweise sind an den Stirnflächen des Rotors Dichtelemente angeordnet, die eine Abdichtung der Stirnfläche des Rotors zum Gehäuse bewirken. Vorzugsweise sind Dichtelemente an den Stirnflächen des Hohlzylinders angebracht, der rotierend ausgebildet werden kann. Diese sind beispielsweise in Form von Dichtringen ausgebildet, die vorteilhafterweise den gleichen Durchmesser wie der Hohlzylinder aufweisen. Alle diese Dichtelemente befinden sich im Kontakt mit der jeweiligen Seitenwand und können vorteilhafterweise aus PTFE hergestellt sein, so dass sie über gute Gleiteigenschaften verfügen. Dadurch wird die Gleiteigenschaft des Schmiermittels unterstützt.

[0029] Vorzugsweise sind die Dichtungen derart beispielsweise mit schräg verlaufenden kleinen Rillen versehen, also profiliert, dass ein Flüssigkeitsdruck in Richtung des äußeren Gehäuse­ringes zwischen dem rotierenden Hohlzylinder und dem äußeren Gehäuse­ring, der den Hohlzylinder umgibt, erreicht wird. Die Wirkung dieser Profilierung ist der einer Kreiselpumpe sehr ähnlich. Der dadurch aufgebaute Druck sorgt unter anderem dafür, dass das flüssige Medium, das als Schmiermittel wirkt, in dem Zwischenraum zwischen dem Gehäuse­ring und dem rotierenden Hohlzylinder unter Druck gehalten wird. Überschüssiges Schmiermittel tritt auf der Seite wieder aus, auf der der Druck in der Verdichterkammer geringer ist. Das ist die Seite, auf der sich die Ansaugöffnung befindet. Dadurch entsteht eine gewollte Zirkulation des Schmiermittels, die durch die interne Reibung zwischen dem sich drehenden Hohlzylinder und dem Gehäuse­ring unterstützt wird.

[0030] Mit Hilfe der beiliegenden Figuren wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigt

Figur 1 - die schematische Querschnittsdarstellung durch einen Dampfverdichter gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 - die schematische Längsschnittsdarstellung durch einen Dampfverdichter und

Figur 3 - die schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0031] Figur 1 zeigt eine Querschnittsdarstellung durch einen Dampfverdichter 1, der über ein Gehäuse 2 verfügt, das im gezeigten Ausführungsbeispiel teilweise durch einen rotierenden Hohlzylinder 4 gebildet wird. Im Innern des Hohlzylinders 4 ist ein Rotor 6 angeordnet, der um eine Rotorachse 8 drehbar gelagert ist. Dabei verfügt er über eine Antriebswelle 10, die von einem nicht dargestellten Motor angetrieben wird.

[0032] Außerhalb des Hohlzylinders 4 befindet sich ein Mantelring 12. An dem Rotor 6 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel vier Schieber 14 mit einem Schieberkern 16 positioniert, die mit einem radial äußeren Ende 18 an dem Hohlzylinder 4 anliegen. Dafür sind in dem Hohlzylinder 4 Vertiefungen 20 angeordnet, in denen das radial äußere Ende 18 der Schieber 16 am Hohlzylinder 4 anliegt. In diesen Vertiefungen 20 kann sich Schmier- und Dichtmittel sammeln und so die Dicht- und Schmierwirkung erhöhen.

[0033] Die Schieber 14 sind in jeweils einer Schiebernut 22 gelagert, in der sie entlang der Schiebernut 22 verschieblich

sind. Man erkennt im gezeigten Ausführungsbeispiel, dass die Schiebernuten 22 und die Schieber 14 nicht exakt in radialer Richtung angeordnet und verschiebbar sind, sondern dass sich zwischen der Verschieberichtung der Schieber 14 in den Schiebernuten 22 und der exakt nach radial außen weisenden Radialrichtung ein Winkel befindet.

[0034] Im Betrieb wird der Rotor 6 um die Rotorachse 8 und der Hohlzylinder 4 um eine Gehäuseachse 24 gedreht. Dabei gleiten die äußeren Enden 18 der Schieber 14 in den Vertiefungen 20 entlang.

[0035] Durch die mehreren Schieber 14 werden Verdichterkammern 26 in Umfangsrichtung begrenzt. Der Dampfverdichter 1 verfügt über mindestens eine Austrittsöffnung 28 und mindestens eine Ansaugöffnung 30.

[0036] Figur 2 zeigt eine Längsschnittdarstellung durch den Dampfverdichter 1. Man erkennt den Mantelring 12, den Hohlzylinder 4 und den Rotor 6, der durch die Antriebswelle 10 drehbar ist. In axialer Richtung wird das Gehäuse 2 durch zwei Gehäuseflansche 32 begrenzt, die mit dem Mantelring 12 starr verbunden sind. Zwischen dem Gehäuseflansch 32 und dem Rotor 6 befindet sich eine Rotordichtung 34, durch die die Verdichterkammer 26 nach radial innen abgedichtet wird. Nach radial außen übernimmt dies eine Hohlzylinderdichtung 36, die zwischen dem drehbar gelagerten Hohlzylinder 4 und dem Gehäuseflansch 32 positioniert ist. Im Mantelring 12 befindet sich wenigstens eine Einlassöffnung 38, durch die zusätzlich flüssiges Medium, insbesondere Wasser, zur Schmierung des Hohlzylinders 4 zugeführt werden kann.

[0037] Die Antriebswelle 10 ist über ein Lager 40 gelagert, und wird über Wellendichtringe 42 nach außen abgedichtet. Über Zuführungen 44 kann das Medium, das im dampfförmigen Zustand durch die Anlage verdichtet werden soll, in flüssiger Form zugeführt werden. Dadurch wird eine Abdichtung der Antriebswelle 10 und der Kontaktbereiche zwischen beispielsweise den Schiebern 14 und den Gehäuseteilen beziehungsweise dem Hohlzylinder 4 und eine Schmierung der jeweiligen Reibflächen erreicht.

[0038] Man erkennt in Figur 2, dass um die Antriebswelle 10 Gleitringdichtungen 43 angeordnet sind, die die Verdichterkammer 26 gegen die äußere Atmosphäre abdichten. Über das durch die Zuführung 44 zugeführte flüssige Medium werden diese Gleitringdichtungen 43 abgedichtet und geschmiert. Über Leckageöffnungen 45 kann eingetretenes Wasser abgeführt werden.

[0039] Das über die Zuführungen 44 eingeleitete flüssige Medium wird durch die Rotation des Rotors 6 nach radial außen an den Innenseiten des Gehäuseflansches bewegt und schmiert somit den Spaltraum zwischen dem Gehäuseflansch 32 als Teil des Gehäuses 2 und dem Rotor 6. Radial außen am Rotor 6 befindet sich die Rotordichtung 34, die für einen ausreichenden Druck des flüssigen Mediums im Spaltraum sorgt. Das flüssige Medium wird weiter nach radial außen getragen und tritt so in die Verdichterkammer 26 ein. Der Anteil des flüssigen Mediums, der in der Verdichterkammer 26 nicht verdampft, tritt zwischen der Hohlzylinderdichtung 36 und dem Gehäuseflansch 32 in einen Zwischenraum zwischen dem Hohlzylinder 4 und dem Mantelring 12 ein. Durch die Hohlzylinderdichtung 36 wird auch hier ein ausreichender Druck aufgebaut, der ein weiteres Verdampfen des nun wieder als Schmiermittel wirkenden flüssigen Mediums verhindert.

[0040] Figur 3 zeigt die schematische Ansicht einer Anlage zum Durchführen des Verfahrens. Man erkennt den Dampfverdichter 1 mit dem Gehäuse 2 wobei über eine Dampfzuleitung 46 Dampf eines Medium mit relativ geringem Druck in die Verdichterkammer des Dampfverdichters 1 eingeführt wird. Über einen Motor 48 wird die Antriebswelle 10 des Rotors 6 angetrieben. Nach der Verdichtung verlässt der verdichtete Dampf über eine Dampfableitung 50 den eigentlichen Dampfverdichter 1 und wird einem Wasserabscheider 52 zugeführt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel soll Wasserdampf verdichtet werden, sodass als Dicht- und Schmiermedium flüssiges Wasser verwendet wird. Dies wird über eine Wasserzuleitung 54 der Zuführung 44 zugeleitet und tritt so in den Dampfverdichter 1 ein. Über ein Speiseventil 56 und eine Pumpe 58 kann die Menge des zugeführten Wassers eingestellt werden. Im Wasserabscheider 52 wird Wasserdampf vom flüssigen Wasser getrennt, wobei der Wasserdampf der Verwendung zugeführt wird und das abgeschiedene Wasser erneut in den Dampfverdichter 1 eingeleitet wird.

[0041] Das Wasser aus dem Wasserabscheider 52 wird in einen Vorratsbehälter 60 eingeleitet, dessen Füllstand über einen Füllstandssensor 62 ermittelt wird. In der Wasserzuleitung 54 befindet sich ein Drucksensor 64, ein Leitwertsensor 66 sowie ein Aufbereitungsfilter 68, mit dem eine für die weitere Anlage optimale Wasserqualität erreicht werden kann.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Dampfverdichter	52	Wasserabscheider
2	Gehäuse	54	Wasserzuleitung
4	Hohlzylinder	56	Speiseventil
6	Rotor	58	Pumpe
8	Rotorachse	60	Vorratsbehälter
10	Antriebswelle	62	Füllstandssensor

(fortgesetzt)

	12	Mantelring	64	Drucksensor
	14	Schieber	66	Leitwertsensor
5	16	Schieberkern	68	Aufbereitungsfilter
	18	äußeres Ende		
	20	Vertiefung		
	22	Schiebernut		
10	24	Gehäuseachse		
	26	Verdichterammer		
	28	Austrittsöffnung		
	30	Ansaugöffnung		
	32	Gehäuseflansch		
15	34	Rotordichtung		
	36	Hohlzylinderdichtung		
	38	Einlassöffnung		
	40	Lager		
20	42	Wellendichtring		
	43	Gleitringdichtung		
	44	Zuführung		
	45	Leckage-Öffnung		
	46	Dampfzuleitung		
25	48	Motor		
	50	Dampfableitung		

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zum Verdichten eines Dampfes eines Mediums mittels eines Drehschieber-Dampfverdichters (1), der einen um eine Antriebswelle (10) drehbar gelagerten Rotor (6) mit wenigstens einem Schieber (14) und wenigstens eine Verdichterammer (26) aufweist, die durch ein Gehäuse (2) und zumindest auch durch den wenigstens einen Schieber (14) begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium in flüssiger Form als Schmiermittel verwendet wird, das durch wenigstens eine Zuführung (44) in der Lagerung in einen Spaltraum zwischen dem Gehäuse (2) und dem Rotor (6) geleitet wird.
- 35 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) und/oder der Rotor (6) derart ausgebildet sind, dass das flüssige Medium in dem Spaltraum unter einem Gegendruck steht, der größer als ein Kammerdruck ist, unter dem der Dampf des Mediums in der Verdichterammer (26) steht.
- 40 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil des flüssigen Mediums verdampft, wenn es aus dem Spaltraum in die Verdichterammer (26) eintritt.
- 45 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein nicht verdampfter Anteil des in die Verdichterammer (26) eingetretenen flüssigen Mediums durch wenigstens eine Austrittsöffnung (28) die Verdichterammer (26) verlässt.
- 50 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Gehäuses (2) durch einen rotierenden Hohlzylinder (4) gebildet wird.
6. Drehschieber-Dampfverdichter (1) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche.
- 55 7. Drehschieber-Dampfverdichter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schieber (14) derart verschiebbar gelagert ist, dass er den Rotor (6) bezüglich einer Rotorachse (8) nach radial außen überragt.
8. Drehschieber-Dampfverdichter (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Schieber (14) an dem Rotor (6) angeordnet sind.

EP 2 963 299 A1

9. Drehschieber-Dampfverdichter (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil des Gehäuses (2) durch einen um eine Gehäuseachse (24) drehbar gelagerten Hohlzylinder (4) gebildet wird, wobei die Gehäuseachse (24) parallel und verschoben zu der Rotorachse (8) verläuft.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

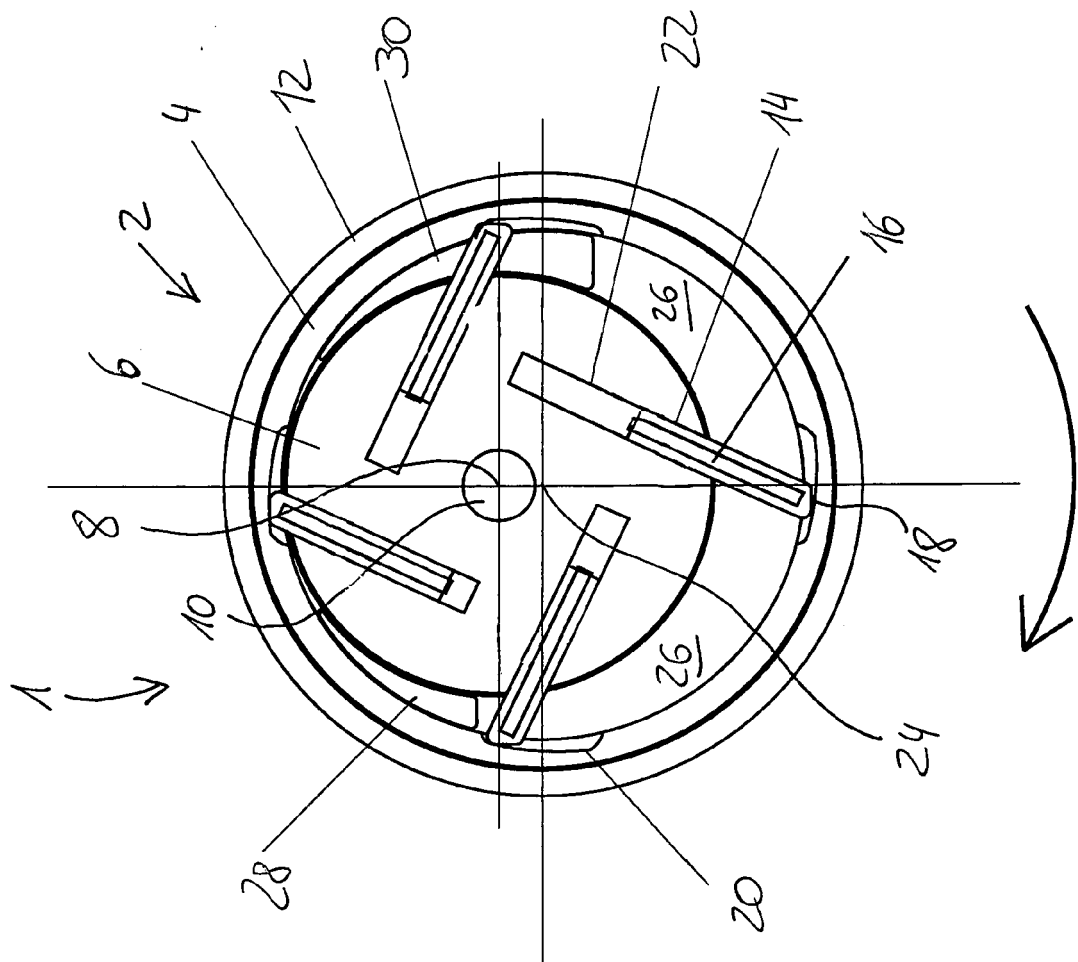
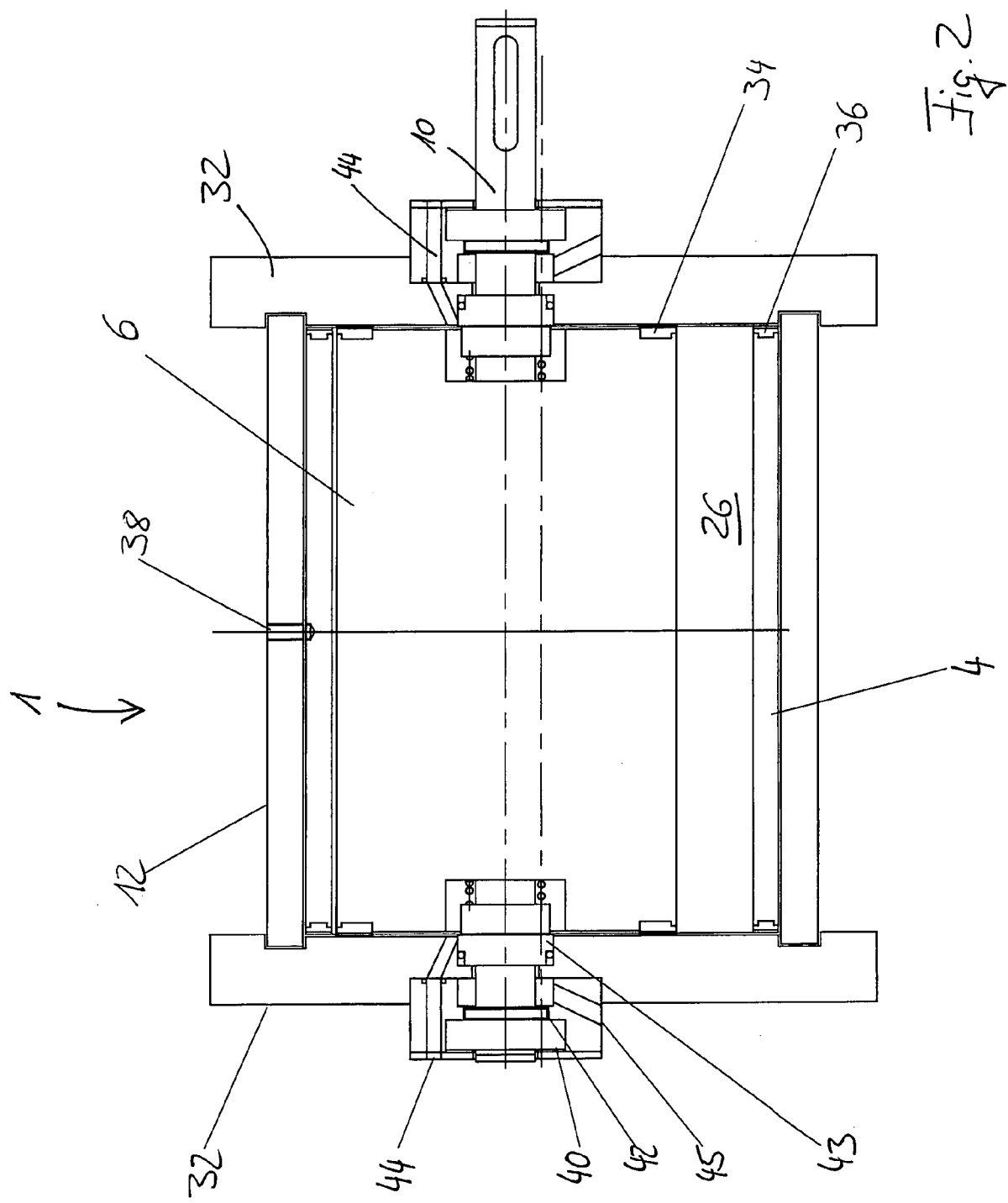
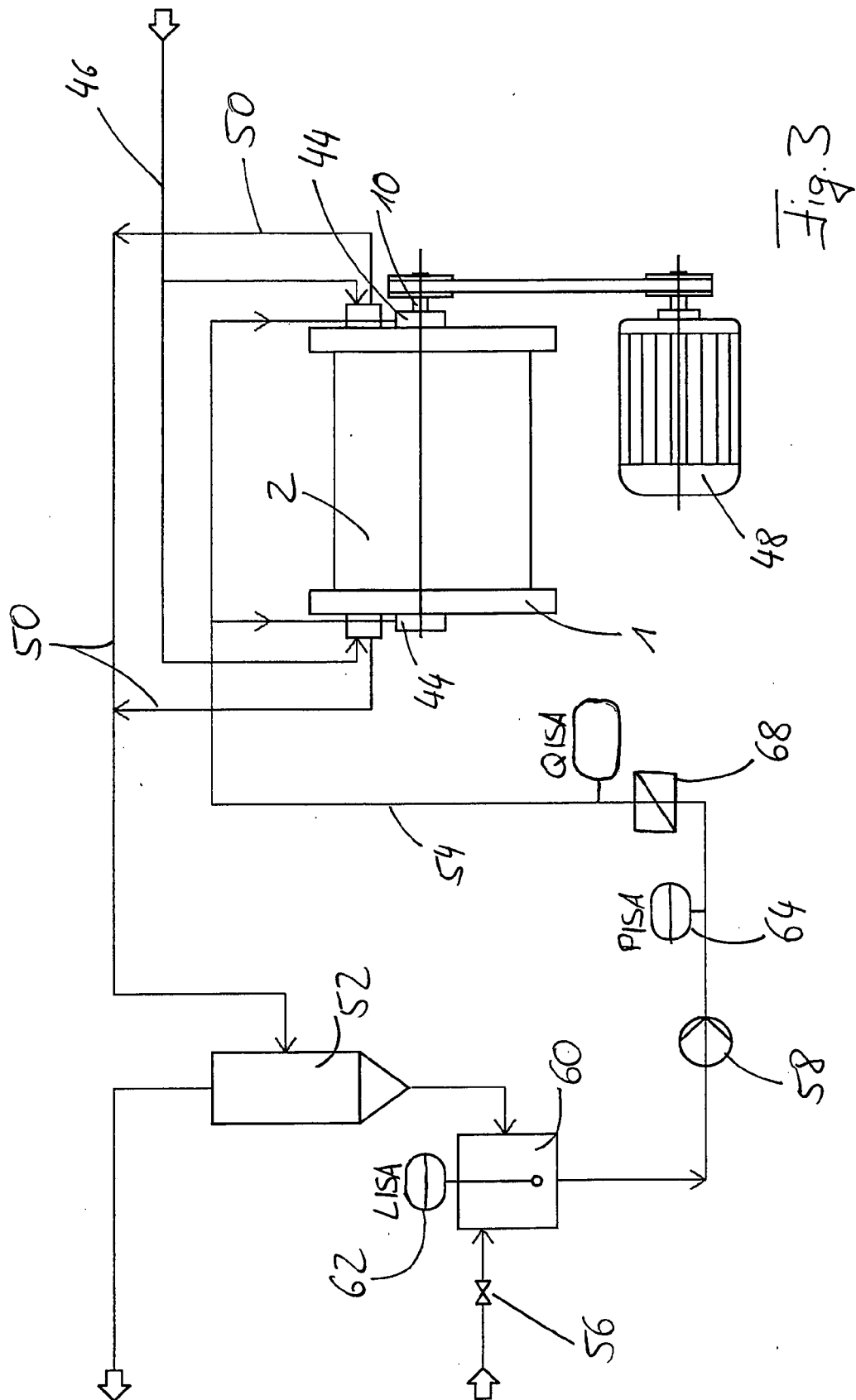


Fig. 1







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 1841

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 428 978 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 16. Juni 2004 (2004-06-16) * Abbildungen 2-9 * * Absatz [0022] - Absatz [0026] * * Absatz [0043] - Absatz [0055] * * Absatz [0070] *	1-9	INV. F04C18/344 F04C29/02 F04C18/348
A	GB 2 477 777 A (UNIV CITY [GB]) 17. August 2011 (2011-08-17) * das ganze Dokument *	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. November 2015	Prüfer Durante, Andrea
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 00 1841

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1428978	A1	16-06-2004	EP	1428978 A1	16-06-2004
			JP	2003097202 A	03-04-2003
			US	2005031479 A1	10-02-2005
			WO	03027440 A1	03-04-2003

GB 2477777	A	17-08-2011	CN	102834618 A	19-12-2012
			EP	2534339 A2	19-12-2012
			GB	2477777 A	17-08-2011
			JP	2013519820 A	30-05-2013
			KR	20120140659 A	31-12-2012
			US	2013052072 A1	28-02-2013
			WO	2011098835 A2	18-08-2011

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004053895 A1 [0003]