

(19)



(11)

EP 3 032 049 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.06.2016 Patentblatt 2016/24

(51) Int Cl.:
F01K 21/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15196397.2**

(22) Anmeldetag: **26.11.2015**

(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 MD

(71) Anmelder: **Wissing, Volker**
48155 Münster (DE)

(72) Erfinder: **Wissing, Volker**
48155 Münster (DE)

(30) Priorität: **08.12.2014 DE 102014018115**

(54) **HEATPIPE-WÄRMEDIA-MASCHINE**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) mit mindestens einem Zylinder (21), mit mindestens einer in dem Zylinder (21) beweglich geführten Doppelbundhülse (22) sowie mindestens einem in der Doppelbundhülse (22) beweglich geführten Kolben (13) und einem in geschlossenem thermodynamischen Kreisprozess verwendeten Arbeitsmedium (16). Die Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) weist mindestens eine warme Zone (18) zur Verdampfung sowie mindestens eine kalte Zone (9) zur Kondensation des Arbeitsmedium (16) auf. Die zwischen der warmen und der kalten Zone angebrachten Überströmkanäle (23) sind mit der Kolben-in-Doppelbundhülse-Kombination (22,13) als Strömungssteuerung sowie der Feder (29) zur direkten Erzeugung mechanischer Arbeit beispielsweise zur Nutzung für Kompression zur Erzielung erhöhten Temperaturpotentials oder zur Produktion elektrischer Energie beispielsweise mit Lineargenerator/-en geeignet.

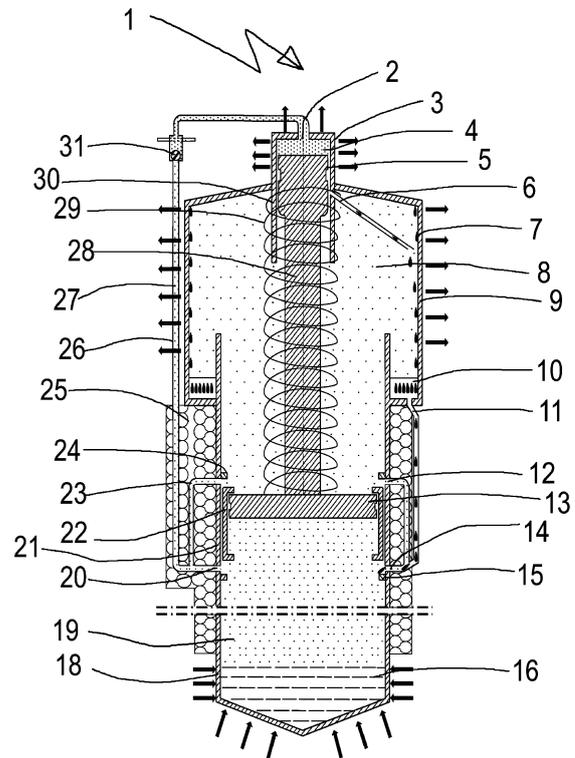


Fig. 1

EP 3 032 049 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das oberbegrifflich Beanspruchte und bezieht sich somit darauf, wie mit Wärmeenergie in einer kapillarkraftgetriebenen Heatpipe-Konstruktion oder alternativ einem schwerkraftgetriebenen Wärmerohr mechanische oder elektrische Arbeit verrichtet werden kann.

[0002] Heatpipes sowie Wärmerohre werden in bekannten Formen vorzugsweise zum Transport von Wärmeenergie eingesetzt. Als Hauptunterschied der verfügbaren Bauformen sind die Typen mit Kapillarstruktur zum Flüssigkeitstransport, in Grenzen auch gegen die Schwerkraft, im Gegensatz zu den schwerkraftgetriebenen Wärmerohren (auch ZweiPhasen-Thermosiphon genannt) zu nennen.

[0003] Die zuvor genannten Wärmerohre bzw. Heatpipes, nachfolgend allgemein als Heatpipes bezeichnet, laufen ausnahmslos in einem geschlossenen thermodynamischen Kreisprozess ab. Die Vorteile hoher spezifischer Kreis-Prozessarbeit werden bei bekannten Heatpipes im thermodynamischen Kreisprozess, je nach Einsatztemperatur, unter Verwendung unterschiedlicher Fluid-Arbeitsmedien wie beispielsweise Wasser, Natrium, Kältemittel R134a, R600a genutzt. Voraussetzung für einen Wärmetransport mit Heatpipes ist ein Temperaturunterschied zwischen der kalten und der warmen Zone. Die vorstehend genannten bekannten Heatpipes arbeiten in der Regel ausschließlich als Wärmetransport-Mittel.

[0004] Die Voraussetzung eines Temperaturunterschiedes sind in unserer Umwelt nahezu in unbegrenzter Vielfalt vorhanden. Der Energietransport innerhalb von Heatpipes basiert, wie bekannt, auf der Verdampfung, Kondensation und dem Dampf- sowie Flüssigkeits-Transport zwischen der warmen und der kalten Zone. Die Auswahl geeigneter Materialien sowie Arbeitsmedien zur Heatpipe-Konstruktion werden als Stand der Technik betrachtet.

[0005] Der für den Transport des dampfförmigen Medium notwendige Druckunterschied basiert auf der Verdampfung des flüssigen Medium und somit Expansion an der warmen sowie der Kondensation und somit Volumenverringern des dampfförmigen Medium an der kalten Zone. Dieser Prozess dauert im geschlossenen System an, solange ein Temperaturunterschied zwischen kalter und warmer Zone besteht. Er ist unter anderem abhängig von der Temperaturdifferenz der kalten und warmen Zone, dem gewählten Arbeitsmedium und Wärmeleitwerten verwendeter Materialien vor allem im Bereich der Wärmequelle sowie der Wärmesenke. Neben dem gewählten Arbeitsmedium befinden sich idealerweise keine weiteren Fremdgase im geschlossenen System.

[0006] Es ist wünschenswert dieses bisher lediglich als Wärmetransport genutzte Verfahren zur Generierung von mechanischer, elektrischer Energie oder der Anhebung von Temperaturniveaus nutzbar zu machen. Idealerweise ist neben der zugeführten Wärmeenergie keine weitere Energieform notwendig. Heutige Verfahren zur Anhebung von Temperaturniveaus werden beispielsweise unter Zuführung elektrischer Energie unter Verwendung von Kompressoren realisiert.

5

Stand der Technik

[0007] Andersartige Erfindungen zur Umwandlung von Wärmeenergie in elektrische oder mechanische Energie sind in den Patentschriften DE 10 2005 040 866 B3 und WO 2014/012586 A1 offenbart.

[0008] Es ist ebenfalls wünschenswert eine Heatpipe-Konstruktion bereit zu stellen, die über eine beliebige externe Wärmequelle, also ohne interne Verbrennung und somit Ausstoß klimaschädlicher Gase, mechanische oder elektrische Arbeit verrichten oder alternativ die Anhebung von Temperaturniveaus erzielen kann.

[0009] Es ist ebenfalls wünschenswert, die Heatpipe-Konstruktion als möglichst wartungsarme, idealerweise wartungsfreie, Konstruktion bereit zu stellen.

[0010] Es ist wünschenswert, zumindest eines der angesprochenen Probleme einer mindestens partiellen Linderung zuzuführen.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Neues zur gewerblichen Anwendung einer gattungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine bereit zu stellen.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe wird in unabhängiger Form beansprucht. Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den Unteransprüchen.

[0013] Die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine weist mindestens einen Zylinder und mindestens einen in dem Zylinder beweglich geführten Kolben auf. Idealerweise wird dieser bewegliche Kolben innerhalb einer ebenfalls in dem Zylinder beweglich eingebrachten Doppelbundhülle geführt. An dem Zylinder ist mindestens eine warme Zone vorgesehen. Die für den thermodynamischen Kreisprozess notwendige kalte Zone (mindestens eine) zur Kondensation des Arbeitsmedium liegt ebenfalls, zumindest zeitweise, in dem für das dampfförmige Arbeitsmedium erreichbaren Bereich der Heatpipe-Wärmekraftmaschine.

[0014] Vorzugsweise wird die dem System zu zuführende Wärmeenergie an der warmen Zone durch eine Materialschicht, wie beispielsweise Aluminium, mit hohem Wärmeleitwert bereit gestellt. Gleiches gilt ebenfalls für die Ableitung der Wärmeenergie an der kalten Zone, der sogenannten Wärmesenke. Die Transportzone ist idealerweise wärmeisoliert auszuführen.

[0015] Es ist weiterhin bevorzugt, wenn der beweglich geführte Kolben der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine mindestens eine Einrichtung, wie beispielsweise eine Feder, auf Seiten der kalten Zone zur Speicherung von mechanischer Energie als Vorspannung für den Rücktransport des Kolben und der Doppelbundhülle erhält. Alternativ oder auch in Kombination sind magnetische Varianten möglich, um die Kolben-Doppelbundhüllen-Kombination aus Sicht der kalten Zo-

ne in Richtung warmer Zone zurück zu drängen.

[0016] Es ist bevorzugt den Kolbenhub im Bereich der Transportzone des Zylinder der Heatpipe-Wärme­kraftmaschine durch Endanschläge zu begrenzen. Zwischen dem oberen und unteren Endanschlag für die Kolben-Doppelbundhülsenkombination sind mindestens ein, idealerweise jedoch mehrere Überströmkanäle für das dampfförmige Arbeitsmedium angebracht. Die Bauhöhe der Doppelbundhülse ist dabei kleiner als der Abstand zwischen Einlass und Auslass der Überströmkanäle. Der innerhalb der Doppelbundhülse beweglich geführte Kolben hat seinerseits eine geringere Bauhöhe als der Abstand zwischen den innenliegenden Kanten der Doppelbundhülse aus vertikaler Sicht. Der maximale Gesamthub der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination ergibt sich somit aus dem freien Bewegungsspiel der Doppelbundhülse zwischen den Endanschlägen addiert zum axialen Bewegungsspiel des Kolben innerhalb der Doppelbundhülse.

[0017] Vorzugsweise kommen für Kolben und Doppelbundhülse Materialien mit geringem Eigengewicht, der Verträglichkeit mit dem eingesetzten Arbeitsmedium, einer der Einsatztemperatur der Heatpipe-Wärme­kraftmaschine gewählten Temperaturbeständigkeit sowie geringen Reib- und Slipstick-Werten zum Einsatz. Neben möglichen metallischen Materialien stellen hier wegen guter Bearbeitungseigenschaften auch Kunststoffe, wie beispielweise unter den Markennamen "Iglidur®" vom Hersteller igus oder "VespeI®" von DuPont™, ideale Alternativen dar.

[0018] Weiterhin sollte das Kolben- sowie Doppelbundhülsen-Zylinderspiel der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärme­kraftmaschine eine Spaltbreite von beispielsweise 0,1 bis 0,15 mm betragen, um oberhalb der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination anfallendes Arbeitsmedium in flüssiger Form in Richtung warmer Zone passieren zu lassen und dieses gleichzeitig als Gleitfilm zu nutzen. Idealerweise verringert das Einbringen von Nuten in den Umfang des Kolben dessen Reibungsverluste und stellt den Gleitfilm sicher. Eine schlitzen, beispielsweise in schräger Form, der Doppelbundhülse erleichtert dabei die Produktion der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination.

[0019] Vorzugsweise wird das an der kalten Zone der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärme­kraftmaschine kondensierende Arbeitsmedium durch eine Verbindung außerhalb des Zylinder zur Unterseite der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination in der Form geleitet, dass die Öffnung der Verbindungsleitung unmittelbar oberhalb des unteren Endanschlag in den Zylinder eingebracht ist. Die aus Sicht der kalten Zone untere Öffnung des oder der Überströmkanäle sollte dabei aus axialer Sicht geringfügig, beispielsweise 1-2 mm, weiter unten beginnen. Durch diese Variante der Kondensat-Rückführung wird eine unkontrollierte Ansammlung von Kondensat oberhalb des Kolben unterbunden. Weiterhin ist sichergestellt, dass ein Druckausgleich über die Kondensat-Leitung zum oberen Raum der Heatpipe-Wärme-

kraftmaschine nicht frühzeitig erfolgt, sondern idealerweise erst dann, wenn der Kolben mit der beweglichen Doppelbundhülse die obere Position erreicht hat.

[0020] Idealerweise wird die Strömungssteuerung der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärme­kraftmaschine in der Art ausgeführt, dass zu Beginn des zyklischen Prozess die Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination auf dem unteren, der warmen Zone zugewandten Endanschlag, als Ausgangsposition aufliegt. Zu diesem Zeitpunkt sind alle Überströmkanäle sowie sonstige Zu- oder Ableitungen des Raums der warmen Zone zugewandten Kolbenunterseite verschlossen. Somit entsteht durch die Verdampfung des flüssigen Arbeitsmedium an der warmen Zone ein entsprechender Dampfdruck in Abhängigkeit des gewählten Arbeitsmedium und der Temperatur der heißen Zone. Gleichzeitig nimmt der Dampfdruck oberhalb des Kolben durch Kondensation des dampfförmigen Arbeitsmedium an der kalten Zone ab.

[0021] Diese zeitweise Trennung der Räume der kalten sowie warmen Zone stellt einen entscheidenden Unterschied zur ursprünglichen als reines Wärmeleitrohr eingesetzten Heatpipe-Prinzip dar, welches häufig auch als quasi isotherm im Bereich der adiabatischen Zone zwischen Wärmequelle und Wärmesenke betrachtet wird. Die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärme­kraftmaschine unterbricht die Verbindung der Räume der kalten sowie warmen Zone zyklisch und erlaubt hierdurch das Entstehen einer nennenswerten Temperaturdifferenz der beiden Dampf­räume, was entsprechend der Dampfdruckkurve des eingesetzten Arbeitsmedium in einem Druckunterschied beider Räume resultiert. Diese Druckdifferenz wird erfindungsgemäß zur Erzeugung von Bewegung durch einem Kolben genutzt.

[0022] Der Dampfdruckunterschied der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärme­kraftmaschine zwischen der warmen Zone sowie der kalten Zone zugewandten Kolbenseite starten die Kolbenbewegung in Richtung kalter Zone. Für die in dieser Ausführungsvariante gewählte Feder, welche zwischen der oberen Kolbenseite und der Zylinderwand der kalten Zone leicht vorgespannt installiert ist, wird eine Federkonstante gewählt, welche bezogen auf den Gesamthub des Kolben beispielsweise eine Federkraft von ca. 10 % in Bezug auf die Kraft des Kolben bei den erwarteten Betriebsbedingungen hat. Diese ergeben sich annähernd durch die Auswahl des Arbeitsmedium, der Kolbenfläche in axialer Richtung sowie den Temperaturen der kalten sowie der warmen Zone. Als Basis dient unter anderem die Dampfdruckkurve des gewählten Arbeitsmedium.

[0023] Die Kolbenbewegung in Richtung kalter Zone spannt idealerweise die Feder und speichert somit Bewegungsenergie bis zum Endpunkt der Bewegung des Kolben in Richtung kalter Zone. Aufgrund des größeren Slipstick der Doppelbundhülse im Zylinder gegenüber des Gleitreibungshafwertes des Kolben innerhalb der Doppelbundhülse verbleibt die Hülse solange in ihrer Ausgangsposition, bis der Kolben seine Aufwärtsbewegung bis an den oberen der kalten Zone zugewandten

Bundsteg der Doppelbundhülle ausgeführt hat.

[0024] Anschließend wird auch die Doppelbundhülle durch den immer noch auf die Kolbenunterseite wirkenden Überdruck durch den Kolben in Richtung kalter Zone bewegt. Diese Bewegung dauert an, bis die der warmen Zone zugewandte/n Überströmungs-Kanalöffnungen des Zylinder durch die Doppelbundhülle freigegeben werden. Ein oberer Endanschlag der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine sowie eine Phase an der dem Zylinder zugewandten Kante der Doppelbundhülle auf Seiten der kalten Zone verhindern ein vollständiges Schließen der Überströmkanäle durch die Doppelbundhülle.

[0025] Erfindungsgemäß wird durch die Freigabe der Überströmkanäle ein Druckausgleich in Richtung kalter Zone ausgeführt. Während dieses Druckausgleiches nimmt die Druckdifferenz zwischen dem Raum an der Kolbenober- sowie Kolbenunter-Seite ab. Die in der Feder gespeicherte Bewegungsenergie wird nun aufgrund des geringer werdenden Gegendruck von der Kolbenunterseite durch Druckausgleich dazu genutzt, den Kolben in der Doppelbundhülle in Richtung warmer Zone zu drängen. Dies führt zu einem weiter anhaltenden Druckausgleich durch die Überströmkanäle durch den durch die Federkraft anhaltenden Überdruck auf der der warmen Zone zugewandten Kolbenseite. Durch den Anschlag des Kolben an dem der warmen Zone zugewandten Bundsteg der Doppelbundhülle wird diese Hülle ebenfalls in Richtung warmen Zone bewegt und verschließt somit schließlich die Überströmkanäle.

[0026] Das Schließen der Überströmkanäle der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine trennt somit die Verbindung der Räume ober- sowie unterhalb des Kolben, so dass die Kolben-Doppelbundhüllen-Kombination ihren unteren Endpunkt sowohl durch Druckanstieg auf der Unterseite, Druckabfall auf der der kalten Zone zugewandten Kolbenseite sowie den unteren Endanschlag erreicht. Der Bewegungszyklus ist somit abgeschlossen und beginnt von Neuem.

[0027] Der Grundgedanke der Erzeugung von Bewegung eines in einer geschlossenen Heatpipe-Konstruktion zyklisch ablaufenden Prozess auf Basis von Temperaturunterschieden ist somit durch die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine umgesetzt. Grundsätzlich ist die Funktion bei geeigneter Wahl der Materialien und des Arbeitsmedium in einem weiten Temperaturbereich möglich, der beispielsweise auch weit unterhalb von 0°C oder weit darüber liegen kann. Nachfolgende Varianten basieren auf dieser bisher beschriebenen Grundvariante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine.

[0028] Eine weitere bevorzugte Variante der Erfindung ist es, die Bewegungsenergie des Kolben, nachfolgend Kolben 1 genannt, zu nutzen, um eine Zone erhöhten Temperaturniveaus an der Heatpipe-Wärmekraftmaschine zu erzeugen, welche oberhalb der Temperatur der warmen Zone liegt, um diese beispielsweise für Heizzwecke zu nutzen. Hier ist keine weitere Zufuhr von En-

ergieformen wie elektrischer oder mechanischer Energie notwendig außer der an der Wärmequelle sowie Wärmesenke der Heatpipe-Wärmekraftmaschine bestehenden Temperaturdifferenz.

[0029] Es ist bevorzugt hierzu im Bereich der kalten Zone einen weiteren, im Durchmesser kleineren Zylinder als den der Grundvariante, beispielsweise in axialer Richtung aus Sicht des Kolben 1 der Grundvariante, zusätzlich in die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine einzubringen.

[0030] Weiterhin wird in dieser bevorzugten Variante der Erfindung ein zusätzlicher, im Durchmesser auf den kleineren Zylinder angepasster, Kolben, nachfolgend Kolben 2 genannt, mit einer Verbindung zum ursprünglichen Kolben 1 in der Art angebracht, dass in der obersten Position des Kolben 1 auch der kleine Kolben 2 im neuen zusätzlichen Zylinder an seiner obersten Position steht und der Zylinderraum oberhalb des kleineren Kolben 2 zu diesem Zeitpunkt sein minimales Volumen während des zyklischen Prozess aufweist.

[0031] Idealerweise ragt der kleinere zusätzlich eingebrachte Zylinder soweit in den Raum der kalten Zone, dass der zusätzliche eingebrachte bewegliche Kolben 2 zum dem Zeitpunkt, an dem sich der größere Kolben 1 der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine am unteren, der warmen Zone am nächsten liegenden, Endanschlag befindet, mit seiner gesamten Lauffläche des Kolben 2 gerade noch vom zusätzlichen kleineren Zylinder umhüllt ist. Dies stellt sowohl die Aufrechterhaltung eines Gleitfilm sicher und verhindert ebenfalls eine Blockade der Doppelkolben-Konstruktion. Zur Führungshilfe der Feder kann es hilfreich sein diesen Zylinder auch noch weiter in Richtung warmer Zone zu verlängern.

[0032] Der Kolben 2 der erfindungsgemäßen Variante der Heatpipe-Wärmekraftmaschine weist ebenfalls ein Kolben-Zylinderspiel von beispielsweise 0,1 mm auf, um geringe Mengen Kondensat als Gleitfilm zwischen Zylinderwand und Kolben 2 passieren zu lassen und gleichzeitig eine ausreichende Abdichtung des oberhalb vom Kolben 2 vorhandenen Raum zu gewährleisten.

[0033] Erfindungsgemäß wird innerhalb der geschlossenen Heatpipe-Wärmekraftmaschine mindestens ein Kondensat-Ablauf seitlich in den zusätzlichen kleineren Zylinder eingebracht, um eine Ansammlung verflüssigten Arbeitsmediums oberhalb des Kolben 2 zu verhindern. Die Position des Kondensat-Ablauf wird so gewählt, dass bei Erreichen der unteren Position des Kolben 2 die Öffnung des Kondensat-Ablauf zum Ablauf von verflüssigtem Arbeitsmedium freigegeben wird. Je nach Dimension und Einsatzbedingungen sind mehr als ein Kondensat-Ablauf am kleineren Zylinder anzubringen, um die Ableitung des Kondensat sicher zu stellen. Das kondensierte Arbeitsmedium wird über einen Stehkragen des Zylinder des Kolben 1 zur Kondensat-Sammelstelle geleitet. Somit wird einer Ansammlung von Kondensat auch oberhalb des Kolben 1 entgegen gewirkt.

[0034] Der Raum oberhalb vom kleineren Kolben 2,

welcher angetrieben wird durch die Kraft des größeren Kolben 1, dient zur Kompression von Teilen des, über mindestens eine über ein Kugelventil selbsttätig gesteuerte Ansaugleitung, zugeführten dampfförmigen Arbeitsmedium. Die Öffnung der Ansaugleitung in der Zylinderwand unmittelbar oberhalb des unteren Endanschlag der Doppelbundhülse wird ebenfalls, wie die Überströmkannäle auch, durch die Doppelbundhülse realisiert. Dies sichert erfindungsgemäß ab, dass der Ansaugkanal nicht ungewollt sondern erst kurz vor Eintreten der Abwärtsbewegung des Kolben 1 und 2 in Richtung warmer Zone öffnet.

[0035] Eine weitergehende Verbesserung der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine wird durch das Einsetzen eines Kugelventil möglichst nahe dem Raum oberhalb Kolben 2 erreicht. Das zu Beginn der Aufwärtsbewegung von Kolben 2 selbsttätig durch die Schwerkraft der Kugel sowie die Dampfströmung schließende Kugelventil verkleinert den Kompressionsraum oberhalb des Kolben 2 und erlaubt somit die Konzentration der durch die Kompression des oberhalb des kleinen Kolben 2 eingeschlossenen dampfförmigen Arbeitsmedium auf kleinerem Raum hauptsächlich oberhalb des Kolben 2. Hier kann somit Wärmeenergie erhöhten Temperaturpotentials durch Kompression beispielsweise mit Flüssigkeitswärmetauschern entnommen werden.

[0036] Eine weitere bevorzugte Variante der Erfindung ist der Betrieb zur Stromerzeugung mit Hilfe einer mit dem Kolben 1 gekoppelten Vorrichtung zum Betrieb eines Stromgenerator beispielsweise in Form mindestens eines Lineargenerator. Hierbei werden Permanentmagneten nahe der äußeren Zylinderwand in der Heatpipe durch den Kolbentrieb zyklisch hin und her bewegt. Außerhalb der hermetisch geschlossenen Heatpipe-Wärmekraftmaschine werden erfindungsgemäß beispielsweise die Wicklungen mit Joch zur Induktion elektrischer Energie angebracht. Der weitgehend druckdichte Kolben 2 entfällt in der vorher genannten Form und wird entsprechend lediglich als zweiter Führungskolben mit ausreichend großen Öffnungen für das Durchströmen des dampfförmigen Arbeitsmedium im Zylinder der Transportzone realisiert. Die Federkonstante der eingesetzten Feder muss hier neu bestimmt und berücksichtigt werden.

[0037] Allen bisher aufgeführten Varianten der Heatpipe-Wärmekraftmaschine ist einschränkend gemeinsam, dass die für den Kreisprozess erforderliche kalte und warme Zone direkt ober- bzw. unterhalb der Kolben-Doppelbund-Hülse-Kombination in axialer Richtung angebracht ist, was konstruktiv aufwendig sein kann. Weiterhin bedingt die für die kalte Zone erforderliche Kondensationsfläche ein sich auf die Effizienz der Heatpipe-Wärmekraftmaschine negativ auswirkendes, relativ großes, Volumen der dem Kolben 1 zugewandten kalten Zone. Ebenfalls wären flexiblere Positionen von kalter und warmer Zone für den praktischen Einsatz von Vorteil. Die für den Rücktransport des flüssigen Arbeitsmedium

zur warmen Zone erforderliche Höhendifferenz in axialer Richtung zwischen der Flüssigkeitsgrenze des sich im unteren Bereich der kalten Zone eingesetzten Stehkragen sammelnden flüssigen Arbeitsmedium und dem vor dem unteren Endanschlag der Doppelbundhülse, aus axialer Sicht, in den Raum eintretenden Flüssigkeits-Einlass bedingt, unter Berücksichtigung der Federkonstante der eingesetzten Feder sowie der Dichte des Arbeitsmedium, eine Mindestbauhöhe zwischen den unteren Endanschlüssen der Doppelbundhülse und dem Stehkragen, addiert zur Bauhöhe der kalten Zone. Dies verursacht ein hohes Gewicht der Doppel-Kolben-Konstruktion und resultiert in einem großen Volumen auf Seiten der kalten Zone des Kolben 1.

[0038] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine stellt daher die Verwendung von externen Wärmetauschern sowohl für die kalte wie auch für die warme Zone dar. Eine Dimensionierung von Verdampfungs- sowie Kondensations-Fläche und somit von Leistungs-Parametern der Heatpipe-Wärmekraftmaschine ist so einfach und kostengünstig möglich. Während der oder die Verdampfer der warmen Zone, aus vertikaler Sicht, etwa auf Höhe der Flüssigkeitsgrenze der warmen Zone zu positionieren sind und das dampfförmige Arbeitsmedium unterhalb des Kolben 1 im Bereich der warmen Zone zugeführt wird, kann der oder die Kondensator/-en der kalten Zone horizontal und vertikal frei positioniert sein, solange die Flüssigkeitssäule in der Rücklaufleitung vom Kondensator hin zum Flüssigkeits-Einlass, oberhalb des unteren Endanschlag der Doppelbundhülse, ihre Mindesthöhe, unter Berücksichtigung der Federkonstante der eingesetzten Feder sowie der Dichte des Arbeitsmedium, von beispielsweise 40 cm aus vertikaler Sicht erreichen kann, ohne das sich Kondensat im Kondensator aufstaut. Der Kondensator ist dabei idealerweise in Richtung der Flüssigkeitsleitung geneigt.

[0039] Zur weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Verbindung vom Volumen, aus axialer Sicht, oberhalb des Kolben 1 zum Kondensator für die Zuführung des gasförmigen Arbeitsmedium zum Kondensator angebracht. Durch den Kondensations-Prozess im externen Kondensator wird somit der Dampfdruck entsprechend der Dampfdruckkurve des Arbeitsmedium im Bereich des Kondensator verringert, was sich und über die Verbindung zum Raum oberhalb des Kolben 1 dort ebenfalls in Form der Verringerung des Dampfdruck auswirkt.

[0040] Der, aus axialer Sicht, oberhalb des Kolben direkt im Gehäuse der Erfindung fehlende Kondensator, welcher in dieser Variante nach extern verlagert ist, ermöglicht es, das Volumen oberhalb des Kolben 1, in seiner obersten Position aus axialer Sicht, auf ein Minimum zu reduzieren sowie das Verbindungselement zu einem beispielsweise Kolben 2 zu verkürzen und im Gewicht zu verringern, was insgesamt die Effizienz der Heatpipe-Wärmekraftmaschine erfindungsgemäß erhöht.

[0041] Auch in dieser Variante der Erfindung stellt sich

über den Temperaturunterschied des/der Verdampfer der warmen Zone sowie des/der Kondensator/-en der kalten Zone somit ein Dampfdruckunterschied zwischen den beiden Arbeitsräumen des Kolben 1 ein, welcher über die dann ausgelöste Aufwärtsbewegung des Kolben 1 aus axialer Sicht anschließend über den Anschlag des Kolben 1 am oberen Rand der Doppelbundhülse diese ebenfalls aufwärts drückt und somit den/die Überströmkanal/-äle freigibt. Während der gesamten Aufwärtsbewegung der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination wird mechanische Arbeit zur Spannung der Feder sowie mechanische Energie am, mit dem Kolben 1 verbundenen, Verbindungselement bereit gestellt, welche erfindungsgemäß genutzt wird.

[0042] Weiterhin ist auch in dieser Variante der Heatpipe-Wärmekraftmaschine die Kondensat-Leitung, aus axialer Sicht etwas oberhalb, beispielsweise 1 bis 2mm höher als der untere Auslass des/der Überströmkanal/-äle am Zylinder angebracht, so dass der Druckausgleich zum Raum oberhalb des Kolben 1 und somit eine Druckzunahme im Kondensator erfolgen kann und bei anschließender Öffnung der Kondensat-Leitung, bei Aufwärtsbewegung der Doppelbundhülse, Kondensat unterhalb des Kolben 1 einlaufen kann.

[0043] Erfindungsgemäß wird der absolute obere Endanschlag für die Aufwärtsbewegung der Doppelbundhülse, in dieser Variante der Heatpipe-Wärmekraftmaschine, durch das sich im Durchmesser verkleinerte Zylindergehäuse, aus axialer Sicht oberhalb des Kolben 1, realisiert. Der beginnende Druckausgleich bei Freigabe des/der Überströmkanal/-äle sowie der Gegendruck der Feder sollten idealerweise in der Form abgestimmt werden, dass ein Anschlag der Doppelbundhülse am oberen Endanschlag möglichst unterbleibt.

[0044] Der nun über den/die Überströmkanal/-äle beginnende Druckausgleich des bestehenden Druckunterschied zwischen den Räumen oberhalb und unterhalb des Kolben 1 wird erfindungsgemäß ausgeführt, bis die Federkraft der Feder ausreicht, um den Kolben 1 innerhalb der Doppelbundhülse solange in Richtung warmer Kolbenseite zu drängen, bis dieser die, aus axialer Sicht, untere Kante der Doppelbundhülse erreicht und diese ebenfalls nach unten drängt, bis der/die Überströmkanal/-äle verschlossen sind.

[0045] Idealerweise sind die der Unterseite des Kolben 1 zugewandten Endanschlüsse in einem solchen Abstand zum Auslass des/der Überströmkanal/-äle angebracht, dass bei anhaltendem Temperaturunterschied zwischen warmer und kalter Zone der Heatpipe-Wärmekraftmaschine die Doppelbundhülse die unteren Endanschlüsse nicht erreicht, sondern bereits vor Erreichen dieser Endanschlüsse durch den sich wieder aufbauenden Druckunterschied zwischen Kolben-Ober- und Kolben-Unterseite von Kolben 1, der Kolben 1 in Richtung kalter Zone innerhalb der Doppelbundhülse gedrängt wird.

[0046] Erfindungsgemäß unterbleiben so im Regelbetrieb der Heatpipe-Wärmekraftmaschine direkte Anschlüsse der Doppelbundhülsen-Kolbenkombination an

Gehäuse-Teilen, was in Kombination mit dem Verzicht auf bewegte Ventiltteile einen geräuscharmen Betrieb ermöglicht.

[0047] Auch in dieser Variante der Erfindung ist somit ein durch Temperaturunterschied von warmer und kalter Zone der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine selbsttätig ablaufender Prozess realisiert und der Zyklus abgeschlossen, so dass dieser bei bestehendem Temperaturunterschied zwischen kalter und warmer Zone von vorne beginnt.

[0048] Eine erfindungsgemäße Variante der Nutzung der durch die Erfindung bereit gestellten mechanischen Energie an Kolben 1 besteht in der in einem zweiten Kreislauf über den Kolben 2 realisierten Kreislauf zur Kompression von gasförmigen Arbeitsmedium. Über 2 Ventile, wie beispielsweise Kugelventile, angebracht an Einlass und Auslass des Arbeitsraum oberhalb des Kolben 2, mindestens einen Verdampfer, mindestens ein Drosselorgan, mindestens ein Kondensator sowie der Verbindung der genannten Komponenten, wie in Kältekreisläufen beispielsweise von Kühlmaschinen oder Wärmepumpen bekannt, wird die von Kolben 1 gelieferte mechanische Energie zur Verrichtung von Kompressionsarbeit mit Kolben 2 im genannten Kreislauf, nachfolgend Kreislauf 2 genannt, genutzt.

[0049] Somit besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit die Heatpipe-Wärmekraftmaschine zu Kühlzwecken mit Hilfe der am Verdampfer des Kreislauf 2 zur Verfügung gestellten Kälteleistung zu nutzen oder alternativ die am Kondensator von Kreislauf 2 bereit gestellte Wärmeenergie, beispielsweise zu Heizzwecken, zu nutzen.

[0050] Weiterhin kann, je nach genanntem Einsatzzweck, Kühlung oder Heizung, aufgrund des Verdichtungs-Übersetzungsverhältnis der Kolben 1 und 2 am Verdampfer des Kreislauf 2 eine geringere Temperatur als die an der kalten Zone und am Kondensator des Kreislauf 2 eine höhere Temperatur als die am Verdampfer der Heatpipe-Wärmekraftmaschine abgegriffen werden. Somit kann den Wirkungsgrad steigernd, beim Einsatz zu Kühlzwecken, die Wärmeleistung am Kondensator des Kreislauf 2 über Wärmetauscher dem Verdampfer der Heatpipe-Wärmekraftmaschine zugeführt werden. Beim Einsatzzweck Heizen kann Wirkungsgrad steigernd die Kälteleistung des Verdampfer von Kreislauf 2 dem Kondensator der Heatpipe-Wärmekraftmaschine zugeführt werden.

[0051] Die Verlagerung von Kondensator und Verdampfer der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach extern erlaubt es, den thermischen Wirkungsgrad steigernd, weiterhin die thermische Isolierung aller übrigen Komponenten außer den Verdampfer- sowie Kondensator-Elementen.

[0052] Eine weitere bevorzugte Variante der Erfindung ist die Ausführung als Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport. Dabei ist eine Kapillarstruktur, welche beispielsweise an der Innenseite des Zylinder von Kolben 1, wie unter den Bezeichnungen "Mesh", "Groove" oder "Sinter" bekannt,

realisiert wird, für den Kondensat-Transport, in Grenzen auch gegen die Schwerkraft, verantwortlich. Die kapillarkraftgetriebene Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine wird, wie die Grundvariante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine oder ihrer Untervarianten betrieben. Unterschiedlich ist hier lediglich der Kondensattransport durch den beispielsweise Einzug eines glatten Innen-Zylinderrohr zur Sicherstellung eines druckdichten und verschleißarmen Betrieb der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination im Zylinderbereich. Die Konstruktion des Innenrohr muss den Flüssigkeits- sowie Dampf-Transport gerade im Bereich der Wärmesenke sowie der Wärmequelle, wie bei kapillarkraftgetriebenen Heatpipes bekannt, sicher stellen.

[0053] Weiterhin muss, systembedingt, bei umgekehrter Lage der kalten und warmen Zone einer erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport, auch die Konstruktion aus Kolben-Doppelbundhülse und Feder in umgekehrter Richtung in der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine eingebracht sein. Die Feder und/oder weitere Maßnahmen zum Rückstellen der Kolben-Doppelbundhülsen-Kombination liegen üblicherweise somit auf Seiten der kalten Zone der Heatpipe-Wärmekraftmaschine. Die Vorspannung in Ausgangslage von Kolben 1 sowie Federkonstante der eingesetzten Feder ist je nach Einsatzzweck der Erfindung in der Form anzupassen, dass die Rückstellung der Kolben-Doppelbundhülse-Kombination in ihre Ausgangslage bei den jeweiligen Betriebsbedingungen des vorgesehenen Einsatzzweck sicher gestellt ist.

[0054] Als weitere Variante sind auch Mechanismen wie beispielweise Zugfedern auf Seiten der warmen Zone möglich. Der konstruktive Aufwand steigt hier jedoch, wobei durch eine Verlagerung des Rückstellmechanismus, in Form beispielsweise mindestens einer Zugfeder auf Seite der warmen Zone, das sogenannte Totraumvolumen des Gasraum auf der der Wärmesenke zugewandten Kolbenseite idealerweise verringert ist.

[0055] In einer weiteren bevorzugten Variante einer Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport wird die Wärmesenke als externer Kondensator ausgeführt, was sich auch in dieser Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine in der Verringerung des Totraumvolumen des Gasraum auf der der Wärmesenke zugewandten Kolbenseite und dadurch wirkungsgradsteigernd auswirkt. Der externe Kondensator ist auch in dieser Variante der Erfindung in Richtung Kondensat-Einlass-Öffnung zu neigen, um den Kondensatablauf sicher zu stellen.

[0056] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport stellt die Verwendung eines externen Kondensator als Wärmesenke dar, welcher im Bereich der Kondensationsfläche des Kondensator und der Verbindung zur Kapillarstruktur

zwischen Innen- und Außenwand der kapillarkraftgetriebenen Heatpipe-Wärmekraftmaschine ebenfalls eine Kapillarstruktur, wie beispielsweise unter den Bezeichnungen "Mesh", "Groove" oder "Sinter" bekannt, aufweist. Diese Variante der Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport ermöglicht, bei entsprechender Dimensionierung der Kapillarstruktur, einen lage- sowie schwerkraft-unabhängigen Betrieb.

[0057] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport stellt die Variante mit externem Verdampfer als Wärmequelle dar. Der an der Kondensationsfläche mit Kapillarstruktur ausgestattete Kondensator ist über die in dieser Variante der Erfindung komplett mit Kapillarstruktur gefüllte Verbindung mit dem ebenfalls mit Kapillarstruktur ausgestatteten Verdampfer verbunden. Der Verdampfer ist seinerseits mit dem Gasraum der der Wärmequelle zugewandten Seite des Kolben 1 verbunden. Ein direkter Dampfdruckausgleich zwischen kalter Zone in Form des Kondensator und warmer Zone in Form des Verdampfer ist in dieser Variante der Erfindung durch die beispielsweise unter "Mesh" oder "Sinter" bekannte Kapillarstruktur in der Verbindung zwischen Kondensator und Verdampfer unterbunden.

[0058] Die Verlagerung auch der warmen Zone, in Form eines ebenfalls mit der Kapillarstruktur verbundenen Verdampfer, nach extern macht den Einzug eines Innen-Zylinder und der zwischen Innen- und Außen-Zylinder sonst für den Kondensat-Transport notwendigen Kapillarstruktur überflüssig. Die Verdampfungs- sowie Kondensations-Leistung kann so flexibel dimensioniert werden und der Aufbau der Gesamt-Konstruktion, trotz lage- sowie schwerkraft-unabhängiger Einsatzmöglichkeit, stark vereinfacht werden. Die Dimensionierung des Volumen der Kapillarstruktur in Verdampfer, Kondensator und deren Verbindung ist zu berücksichtigen, um im gesamten Temperatureinsatzbereich der Erfindung eine ausreichende Kondensatmenge zur fortlaufenden Verdampfung sicher zu stellen. Die Möglichkeit der Zuführung von beispielsweise durch Kompressionsarbeit zusätzlich anfallender Wärmeenergie im oder am der warmen Zone zugewandten Gasraum bleibt weiterhin bestehen.

[0059] Eine weitergehende Verbesserung der Effizienz der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine wird bei Varianten mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport durch das Verlegen der Öffnung der Verbindung zum externen Kondensator aus dem Gasraum der kalten Zone an eine Position seitlich am Hauptzylinder, nahe den aus axialer Sicht der kalten Zone zugewandten Endanschläge, erreicht. Die während der Überströmphase geleistete Kondensationsleistung im externen Kondensator bleibt durch diese Maßnahme für die anschließende Arbeitsphase in Form von Unterdruck gegenüber dem Gasraum der kalten Zone im Hauptzylinder im Bereich des extern verlagerten Kon-

densator gespeichert, bis die Doppelbundhülse die Öffnung zum Kondensator zum Ende der Überströmphase freigibt.

[0060] Auch in den Varianten der Erfindung mit kapillarkraftgetriebenem Kondensattransport besteht die Möglichkeit, die erzeugte mechanische Energie, über beispielsweise Lineargeneratoren, zur Erzeugung elektrischer Energie auf Basis thermischer Energie zu nutzen.

[0061] Unabhängig der Varianten der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine gelten auch für diese Erfindung die Gesetze des Carnot Kreisprozess und die in diesem Zusammenhang definierten Zusammenhänge möglichen Wirkungsgrades von Wärmekraftmaschinen sowie den Definitionen von Exergie und Anergie-Anteilen unter Berücksichtigung von Temperaturdifferenzen sowie absoluter Temperatur. Allgemein erhöht sich danach, wie üblich bei Wärmekraftmaschinen, der mögliche Wirkungsgrad mit Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Zone. Bei geeigneter Wahl des Arbeitsmedium ist bei gleicher Temperaturdifferenz aber niedrigerer absoluter Einsatz-Temperatur noch eine Steigerung des Wirkungsgrad erreichbar. Unabhängig vom Wirkungsgrad liegt die Leistungsausbeute aufgrund der durch Heatpipes übertragbaren Leistungsdichte in einer für den gewerblich nutzbaren Bereich.

[0062] Der Grundgedanke einer kostengünstigen, mit wenig bewegten Teilen, auf bestehenden Prinzipien beruhenden und mit gewöhnlichen Komponenten zu realisierenden Heatpipe-Wärmekraftmaschine für den gewerblichen Einsatz kann in allen Ausführungen der vorgeschlagenen Erfindung umgesetzt werden. Die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine kann vorzugsweise als schwerkraftgetriebene Zwei-Phasen-Thermosiphon- oder aber als kapillarkraftgetriebene Heatpipe-Wärmekraftmaschine ausgeprägt und hergestellt werden. Die Kombination der Merkmale kostengünstiger Aufbau, brauchbare Leistungsdichte sowie ein durch lediglich thermische Energie gekennzeichneter Antrieb kennzeichnen die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine.

[0063] Die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine, welche vom Grundsatz als eine Wärmekraftmaschine betrachtet werden kann, eignet sich idealerweise für Wärme-Kraft-Kopplung in kleinen wie auch mittelgroßen Anlagen, dezentrale Energieversorgungen sowohl thermischer wie auch elektrischer Art in einem weiten Temperatureinsatzbereich. Beispielsweise seien Heizanlagen in Verbindung mit Erdwärme, jegliche Abwärme-Nutzung auch zur Stromproduktion, die Nutzung von Sonnenenergie beispielsweise mit Zwischenspeicherung thermischer Energie oder der Einsatz zu Kühlzwecken sogar lage- sowie schwerkraft-unabhängig genannt. Die möglichen Einsatzgebiete sind extrem vielfältig. Die Rentabilität ist durch prinzipiell wartungsfreien Betrieb und Nutzung vorhandener Temperaturdifferenzpotentiale sicher gestellt.

[0064] Anhand nachfolgender Zeichnungen wird die Erfindung an den dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, der Erfindung sowie den beigefügten Zeichnungen mit den Ansprüchen.

Fig. 1 eine Heatpipe-Wärmekraftmaschine der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 eine Anordnung einer Heatpipe-Wärmekraftmaschine der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 eine Anordnung einer Heatpipe-Wärmekraftmaschine der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 eine Anordnung einer Heatpipe-Wärmekraftmaschine der vorliegenden Erfindung.

[0065] Die **Fig. 1** zeigt die Anordnung einer hermetisch geschlossenen als Kolbenmotor ausgebildeten erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, mit einem Zylinder **21** und einer in dem Zylinder **21** beweglich gelagerten Doppelbundhülse **22**, in welcher der beweglich geführte Kolben **13** gelagert ist. Der Kolben **13** ist über eine feste Verbindung **28** mit dem im Durchmesser kleineren als Kolben **13** ausgeprägten Kolben **5** verbunden. Die Kombination der Doppelbundhülse **22** sowie der Kolben **13** und **5** mit Verbindung **28** werden von Feder **29** unter definiertem Federdruck im Bereich der Endanschläge **15** und **24** in Richtung Wärmequelle **18** gedrückt.

[0066] Die in **Fig. 1** dargestellte erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** weist einen weiteren Zylinder **30**, welcher im Durchmesser kleiner als der Haupt-Zylinder **21** ist sowie den Zylinderkopf **3** auf, in dem der Kolben **5** im Arbeitsraum **4** das durch Ansaugöffnung **2** eintretende dampfförmige Arbeitsmedium **16** verdichtet. In der Transportzone zwischen den Endanschlägen **24** und **15** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** sind die Überströmkanäle **23** mit den Öffnungen **12**, **14** sowie **20** zum Überströmen des dampfförmigen Arbeitsmedium **16** eingebracht. Nahe den unteren der Wärmequelle nächstgelegenen Öffnungen **14** und **20** sind der Ansaugkanal **26** für dampfförmiges Arbeitsmedium **27** zur Füllung des Zylinderraum **4** sowie die Kondensat-Leitung **11** zur Rückführung des durch Kondensation verflüssigten Arbeitsmedium **16** aus der Kondensat-Sammelrinne **10**, angebracht.

[0067] In **Fig. 1** ist dargestellt, dass sowohl am Zylinderkopf **3** wie auch an der Wärmesenke **9** während des Kondensationsprozess Wärmeenergie frei wird und Kondensat **7** entsteht. Das Kondensat von Zylinderraum **4** wird dabei über Leitung **6** der Sammelrinne **10** zugeführt. Die sogenannte Transportzone der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** und die Ansaugleitung **26** mit Kugelventil **31** ist mit Isoliermaterial **25** thermisch isoliert. Die erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** setzt eine Volumenänderung eines im Zylinder

derinneren **19** zwischen dem Kolben **13** und der Wärmequelle **18** befindlichen Arbeitsmedium **16** über den axial verschiebbaren Kolben **13** und der axial verschiebbaren Doppelbundhülse **22** in eine Aufwärtsbewegung der verbundenen Kolben **13** und **5** sowie der Doppelbundhülse **22** um.

[0068] **Fig. 1** zeigt, dass die Aufwärtsbewegung von Kolben **13** und **5** zuerst erfolgt bis der Kolben **13** an den oberen Anschlag innerhalb der Doppelbundhülse **22** anstößt und diese dann ebenfalls in Richtung Wärmesenke **9** drückt. Feder **29** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** wird während der Bewegung des Kolben **13** in Richtung kalter Zone **9** gespannt. Die Aufwärtsbewegung des Kolben **13** und der Doppelbundhülse **22** wird beendet, sobald die Doppelbundhülse **22** die unteren Öffnungen **14** und **20** der Überströmungskanäle **23** durch seine Aufwärtsbewegung in Richtung kalter Zone **9** freigibt. Der Ausgleich der zwischen dem Raum **8** der kalten Zone und dem Raum **19** der warmen Zone zu diesem Zeitpunkt bestehenden Druckdifferenz beginnt durch die Öffnung der Überströmungskanäle **23**. Die durch diesen Ausgleich abnehmende Druckdifferenz senkt den Druck auf die der warmen Zone **18** zugewandten Seite des Kolben **13** bis der Druck auf die Kolbenoberseite durch die Feder **29** überwiegt und diesen innerhalb der Doppelbundhülse **22** in Richtung warmer Zone **18** drängt.

[0069] Ist der Kolben **13** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** in **Fig. 1** am unteren Bund der Doppelbundhülse **22** angelangt, wird diese ebenfalls durch die Federkraft der Feder **29** sowie den Schwung der Masse der Kolben **13** sowie **5** und deren Verbindung **28** in Richtung warmer Zone **18** bis zur Schließung der unteren Öffnungen **14** und **20**, jedoch maximal bis zum Endanschlag **15** gedrückt. Die Zuführung externer Wärmeenergie an der Wärmequelle **18** erzeugt bei bestehender Temperaturdifferenz zwischen Wärmesenke **9** und Wärmequelle **18** fortlaufend Dampf im Raum **19** während in Raum **8** ständig dampfförmiges Arbeitsmedium **16** kondensiert und somit der Dampfdruck abgebaut wird, was zu einer Druckdifferenz zwischen den Räumen **19** und **8** führt. Dieser anhaltende thermodynamische Kreisprozess innerhalb der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** startet den Vorgang von Neuem, so dass ein zyklischer und selbstständig anlaufender Bewegungsprozess realisiert ist.

[0070] Die **Fig. 2** zeigt die Anordnung einer hermetisch geschlossenen, als Kolbenmotor ausgebildeten erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, mit einem Zylinder **21** und einer in dem Zylinder **21** beweglich gelagerten Doppelbundhülse **22**, in welcher der beweglich geführte Kolben **13** gelagert ist. Der Kolben **13** ist über eine feste Verbindung **28** mit dem im Durchmesser kleineren als Kolben **13** ausgeprägten Kolben **5** verbunden. Die Kombination der Doppelbundhülse **22** sowie der Kolben **13** und **5** mit Verbindung **28** werden von Feder **29** unter definiertem Federdruck im Bereich der Endanschläge **15** und **53** in Richtung des Gasraum **19** der war-

men Zone gedrückt.

[0071] Die in **Fig. 2** dargestellte erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** weist einen weiteren Zylinder **30**, welcher im Durchmesser kleiner als der Haupt-Zylinder **21** ist sowie den Zylinderkopf **3** auf, in dem der Kolben **5** im Arbeitsraum **4** das durch Ansaugöffnung **2** eintretende dampfförmige Arbeitsmedium **37** verdichtet. Im Bereich der Transportzone, nahe den Endanschlägen **53** und **15**, der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** ist/sind der/die Überströmkanal/-äle **23** mit den Öffnungen **20** sowie **32** zum Überströmen des dampfförmigen Arbeitsmedium aus Raum **19** in den Raum **8** eingebracht.

[0072] **Fig. 2** zeigt, aus axialer Sicht oberhalb der höchstgelegenen Position des Kolben **13** im Bereich des Raum **8**, die Öffnung **46** der Verbindung **45** zur Zuleitung des gasförmigen Arbeitsmedium **41** zum externen Kondensator **42** als kalte Zone der Erfindung. Das im zur Verbindung **11** hin geneigten Kondensator **42** kondensierende Arbeitsmedium läuft in die Verbindung **11** ein und sammelt sich in dieser als Flüssigkeitssäule des kondensierten Arbeitsmedium **7** mit dem Flüssigkeitspegel **43**. Bei Freigabe der Öffnung **14** durch die Doppelbundhülse **22** strömt somit, durch den zuvor ausgeführten Druckausgleich an Öffnung **46** sowie den Druck der Flüssigkeitssäule in Verbindung **11**, das flüssige Arbeitsmedium **7** in den Raum unterhalb des Kolben **13** ein.

[0073] In **Fig. 2** weiterhin dargestellt ist das im, aus axialer Sicht unteren Bereich **18** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** gesammelte flüssige Arbeitsmedium **16**, welches über die Verbindung **51** dem externen Verdampfer **50** zur Verdampfung mit Hilfe zugeführter Wärme-Energie zu dampfförmigem Arbeitsmedium **49** verdampft und über die Verbindung **48** und Öffnung **47** dem Raum **19**, unterhalb des Kolben **13**, zugeführt wird. Der Kreislauf des Arbeitsmedium **16** ist damit geschlossen.

[0074] **Fig. 2** zeigt weiterhin, dass das sogenannte Totraum-Volumen von Volumen **8** oberhalb von Kolben **13** durch die Verlagerung der kalten Zone nach extern, in Form von Kondensator **42**, reduziert wird und die Verbindung **28** in Länge und somit Gewicht ebenfalls reduziert ist, was die Effizienz der Heatpipe-Wärmekraftmaschine erfindungsgemäß steigert. Weiterhin kann durch Verlagerung von Kondensator **42** und Verdampfer **50** nach extern die Erfindung flexibel eingesetzt werden.

[0075] In **Fig. 2** ist ebenfalls dargestellt, dass durch den Kolben **5**, angetrieben von Kolben **13** über die Verbindung **28**, den Zylinderraum **4**, die Ventile **31** und **38**, welche beispielweise als Rückschlagventile in Form von Kugelventilen ausgeprägt sind, die Verbindungen **40** und **26**, ein Drosselorgan **34**, die Öffnungen **2** und **36** sowie Kondensator **35** und Verdampfer **33**, je nach konstruktiver Auslegung, eine Kompressionskälte-Maschine oder alternativ auch eine Wärmepumpe realisiert werden kann, welche mit Wärmeenergie als Energiequelle angetrieben wird. Die nicht genutzte Energie von Kondensator **35** oder Verdampfer **36** wird dabei, je nach Einsatz-

zweck, wie in Kältemittelkreisläufen bekannt, über Wärmetauscher dem Verdampfer **50** oder Kondensator **42** wirkungsgradsteigernd zugeführt.

[0076] **Fig. 2** zeigt, dass die Aufwärtsbewegung von Kolben **13** und **5** zuerst erfolgt bis der Kolben **13** an den oberen Anschlag innerhalb der Doppelbundhülse **22** anstößt und diese dann ebenfalls in Richtung oberer Endanschlag **53** drückt. Feder **29** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** wird während der Bewegung des Kolben **13** in Richtung oberer Endanschlag **53** gespannt. Die Aufwärtsbewegung des Kolben **13** und der Doppelbundhülse **22** wird beendet, sobald die Doppelbundhülse **22** die unteren Öffnungen **20** und **14** des/der Überströmungskanal/-äle **23** sowie Kondensatzulauf **11** durch seine Aufwärtsbewegung in Richtung oberer Endanschlag **53** freigibt. Der Ausgleich der zwischen dem Raum **8** und dem Raum **19** zu diesem Zeitpunkt bestehenden Druckdifferenz beginnt durch die Öffnung des/der Überströmungskanal/-äle **23**. Der Ausgleich der zu diesem Zeitpunkt bestehenden Druckdifferenz zwischen Kolbenoberseite und Kolbenunterseite von Kolben **13** wird fortgeführt, bis der Druck auf die dem Raum **8** zugewandten Kolbenoberseite des Kolben **13** durch die Feder **29** überwiegt und diesen innerhalb der Doppelbundhülse **22** in Richtung Raum **19** drängt.

[0077] Ist der Kolben **13** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** in **Fig. 2** am unteren Bund der Doppelbundhülse **22** angelangt, wird diese ebenfalls durch die Federkraft der Feder **29** sowie den Schwung der Masse der Kolben **13** sowie **5** und deren Verbindung **28** in Richtung Raum **19** bis zur Schließung der unteren Öffnungen **14** und **20**, jedoch maximal bis zum Endanschlag **15**, gedrückt. Die Zuführung externer Wärmeenergie an Verdampfer **50** erzeugt bei bestehender Temperaturdifferenz zwischen Wärmesenke **42** und Wärmequelle **50** fortlaufend Dampf im Raum **19**, während in Kondensator **42** ständig dampfförmiges Arbeitsmedium **41** kondensiert und somit der Dampfdruck über Verbindung **45** auch in Raum **8** abgebaut wird, was zu einer Druckdifferenz zwischen den Räumen **19** und **8** führt. Dieser thermodynamische Kreisprozess innerhalb dieser Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** startet den Bewegungs-Vorgang von Neuem, so dass ein zyklischer und selbstständig anlaufender Bewegungsprozess realisiert ist.

[0078] Die **Fig. 3** zeigt die Anordnung einer hermetisch geschlossenen, als Kolbenmotor mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Transport ausgebildeten, erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, mit einem Außen-Zylinder **21**, einem Innen-Zylinder **54** und einer in dem Innen-Zylinder **54** beweglich gelagerten Doppelbundhülse **22**, in welcher der beweglich geführte Kolben **13** gelagert ist. Der Kolben **13** ist über eine feste Verbindung **28** mit dem im Durchmesser kleineren als Kolben **13** ausgeprägten Kolben **5** verbunden. Die Kombination der Doppelbundhülse **22** sowie der Kolben **13** und **5** mit Verbindung **28** werden von Feder **29** unter definiertem Federdruck im Bereich der Endanschläge **15** und **53** in

Richtung des Gasraum **19** der warmen Zone gedrückt. Federkonstante sowie Vorspannung von Feder **29** sind in dieser Variante der Erfindung neu zu bestimmen, wobei die Vorspannung von Feder **29** einen Wert aufweist, welcher es zu lässt, Kolben **13** und damit verbunden Kolben **5** gegen den Kompressionswiderstand des zu verdichtenden Arbeitsmedium **37** in die Ausgangslage von Kolben **13** zu drängen, bis Doppelbundhülse **22** die Öffnung **20** verschließt.

[0079] Die in **Fig. 3** dargestellte erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** weist einen weiteren Zylinder **30**, welcher im Durchmesser kleiner als der Innen-Zylinder **54** ist sowie den Zylinderkopf **3** auf, in dem der Kolben **5** im Arbeitsraum **4** das durch Ansaugöffnung **2** eintretende dampfförmige Arbeitsmedium **37** verdichtet. In der Betriebsart Kältemaschine ist Zylinderkopf **3** im Gasraum **19** eingebracht. Die Positionen **36**, **38**, **52**, **40**, **35**, **33**, **26**, **37**, **31** sowie **2** stellen beispielhaft die aus Kältemittelkreisläufen bekannten Komponenten dar. Im Bereich der Transportzone, nahe den Endanschlägen **53** und **15** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, ist/sind der/die Überströmkanal/-äle **23** mit den Öffnungen **20** sowie **32** zum Überströmen des dampfförmigen Arbeitsmedium aus Raum **19** in den Raum **8** eingebracht.

[0080] **Fig. 3** zeigt weiterhin, aus axialer Sicht unterhalb der tiefst gelegenen Position des Kolben **13** im Bereich des Raum **8**, die Öffnung **46** der Verbindung **45** zur Zuleitung des gasförmigen Arbeitsmedium zum externen Kondensator **42** als kalte Zone der Erfindung. Die Kondensationsfläche des Kondensator **42**, die Verbindung **11**, die dem Gasraum **19** zugewandte Seite des Zylinderkopf **3** sowie der Raum zwischen Außen-Zylinder **21** und Innen-Zylinder **54** weisen eine Kapillarstruktur **55**, **55'**, **55''**, wie von Heatpipes beispielsweise unter den Bezeichnungen "Mesh" oder "Sinter" bekannt, auf. Das an der Kapillarstruktur **55'** im Kondensator **42** kondensierende Arbeitsmedium wird durch die Kapillarkräfte entlang der Kapillarstruktur in Verbindung **11**, durch Öffnung **14** zu den Kapillarstrukturen **55** und **55''** transportiert. Unabhängig von einer Ausstattung des Kondensator **42** und Verbindung **11** mit einer Kapillarstruktur findet der kapillarkraftgetriebene Kondensat-Transport in den Kapillarstrukturen **55** und **55''** unabhängig von der Position der Doppelbundhülse **22** statt, solange an Öffnung **14** flüssiges Arbeitsmedium anliegt und durch Zufuhr von Wärmeenergie an der warmen Zone **18** flüssiges Arbeitsmedium durch die Öffnungen **57** verdampft. Weisen auch Kondensator **42** und Verbindung **11** eine Kapillarstruktur auf, ist diese Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** lage- sowie schwerkraft-unabhängig einsetzbar.

[0081] In **Fig. 3** weiterhin dargestellt ist, dass das im, aus axialer Sicht, oberen Bereich **18** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** über die Kapillarstruktur **55**, **55'**, **55''** der warmen Zone **18** sowie dem durch Kompressionsarbeit erwärmten Zylinderkopf **3** zugeführte flüssige Arbeitsmedium verdampft und so, bei

bestehender Temperaturdifferenz zwischen Wärmesenke **42** und Wärmequelle **18**, fortlaufend Dampfdruck gemäß Dampfdruck-Kurve des Arbeitsmedium entsteht. Auch in dieser Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** wird in, aus axialer Sicht, oberer Ausgangslage von Kolben **13** und Doppelbundhülse **22** durch Kondensation des dampfförmigen Arbeitsmedium in Kondensator **42** der Dampfdruck in Gasraum **8**, gemäß Dampfdruckkurve, verringert. Dies führt zur Abwärtsbewegung des Kolben **13** in Doppelbundhülse **22**, aus axialer Sicht, bis dieser den unteren Endanschlag der Doppelbundhülse **22** erreicht und diese mit in Richtung Endanschlag **53** drängt. Dabei wird die Feder **29**, welche in oberer Ausgangslage bereits eine Vorspannung aufweist, unter Zuführung mechanischer Energie gespannt.

[0082] In **Fig. 3** ebenfalls dargestellt ist, dass die Abwärtsbewegung der Doppelbundhülse **22** ausgeführt wird, bis Öffnung **20** des/der Überströmungskanal/-äle **23** durch Doppelbundhülse **22** freigegeben wird und ein Druckausgleich der zu diesem Zeitpunkt bestehenden Druckdifferenz zwischen den Gasräumen **19** und **8** beginnt. Der Ausgleich der zu diesem Zeitpunkt bestehenden Druckdifferenz zwischen Kolbenoberseite und Kolbenunterseite von Kolben **13** wird fortgeführt, bis der Druck auf die Kolbenunterseite des Kolben **13** durch die Feder **29** überwiegt und diesen innerhalb der Doppelbundhülse **22** in Richtung Raum **19** drängt. Ist der Kolben **13** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** am oberen Bund der Doppelbundhülse **22** angelangt, wird diese ebenfalls durch die Federkraft der Feder **29** sowie den Schwung der Masse der Kolben **13** sowie **5** und deren Verbindung **28** in Richtung Raum **19** bis zur Schließung der Öffnung/en **20**, jedoch maximal bis zum Endanschlag **15** gedrückt. Auch in dieser Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** ist somit über den anhaltenden thermodynamischen Kreisprozess ein zyklischer und selbstständig anlaufender Bewegungsprozess realisiert.

[0083] **Fig. 3** zeigt weiterhin, dass das sogenannte Totraum-Volumen von Volumen **8**, aus axialer Sicht unterhalb von Kolben **13**, durch die Verlagerung der kalten Zone nach extern, in Form von Kondensator **42**, auch in dieser Variante der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** reduziert wird. Die erfindungsgemäße Ausführungsform mit kapillarkraftgetriebenem Kondensattransport erlaubt weiterhin effizienzsteigernd eine verkürzte Verbindung **45**. Idealerweise ist das Volumen des Gasraum **8** durch konstruktive Maßnahmen wie beispielsweise **56**, an der, aus axialer Sicht, untersten, der kalten Zone am nächsten liegenden Position des Kolben **13**, möglichst gering. Dabei ist sicher zu stellen, dass Kolben **13** nicht durch Haftung an Gehäuseteilen am, durch Federkraft der Feder **29**, ausgeübten Rückkehrprozess in seine Ausgangsposition gehindert wird.

[0084] Die **Fig. 4** zeigt die Anordnung einer hermetisch geschlossenen, als lage- sowie schwerkraft-unabhängigen Kolbenmotor ausgebildeten erfindungsgemäßen

Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, mit einem Zylinder **21**, und einer in dem Zylinder **21** beweglich gelagerten Doppelbundhülse **22**, in welcher der beweglich geführte Kolben **13** gelagert ist. Der Kolben **13** ist über eine feste Verbindung **28** mit dem im Durchmesser kleineren als Kolben **13** ausgeprägten Kolben **5** verbunden. Die Kombination der Doppelbundhülse **22** sowie der Kolben **13** und **5** mit Verbindung **28** werden von Feder **29** unter definiertem Federdruck im Bereich der Endanschläge **15** und **53** in Richtung des Gasraum **19** gedrückt.

[0085] Die in **Fig. 4** dargestellte erfindungsgemäße Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** weist einen weiteren Zylinder **30**, welcher im Durchmesser kleiner als der Haupt-Zylinder **21** ist sowie den Zylinderkopf **3** auf, in dem der Kolben **5** im Arbeitsraum **4** das durch Ansaugöffnung **2** eintretende dampfförmige Arbeitsmedium **37** verdichtet. In der Betriebsart Kältemaschine ist Zylinderkopf **3** im Gasraum **19** eingebracht. Die Positionen **36**, **38**, **52**, **40**, **35**, **33**, **26**, **37**, **31** sowie **2** stellen beispielhaft die aus Kältemittelkreisläufen bekannten Komponenten dar. Im Bereich der Transportzone, nahe den Endanschlägen **53** und **15** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1**, ist/sind der/die Überströmkanal/-äle **23** mit den Öffnungen **20** sowie **32** zum Überströmen des dampfförmigen Arbeitsmedium aus Raum **19** in den Raum **8** eingebracht.

[0086] **Fig. 4** zeigt weiterhin, aus axialer Sicht seitlich der tiefst gelegenen Position des Kolben **13** im Bereich des Raum **8**, die Öffnung **46** der Verbindung **45** zur Zuleitung des gasförmigen Arbeitsmedium zum externen Kondensator **42**, als kalte Zone der Erfindung, welcher auf der Kondensationsfläche eine Kapillarstruktur **55'** aufweist, die Verbindung **58**, welche über den gesamten Querschnitt und das gesamte Volumen die Kapillarstruktur **55'** aufweist, den nach extern verlagerten Verdampfer **50**, als warme Zone der Erfindung, welcher auf der Verdampfungsfläche die Kapillarstruktur **55'** aufweist, sowie Verbindung **48**, welche in Öffnung **47** zu Gasraum **19** mündet. Das an der Kapillarstruktur **55'** im Kondensator **42** kondensierende Arbeitsmedium wird durch die Kapillarkräfte entlang der Kapillarstruktur **55'** in Verbindung **58** zur Kapillarstruktur **55'** in Verdampfer **50** transportiert, wo es unter Zufuhr von Wärmeenergie verdampft und über Verbindung **48** dampfförmig in Gasraum **19** gelangt.

[0087] In **Fig. 4** ebenfalls dargestellt ist, die Verlagerung der Öffnung **46** der erfindungsgemäßen Heatpipe-Wärmekraftmaschine **1** an eine, aus axialer Sicht, oberhalb von Endanschlag **53** gelegene Position in Zylinder **21**, welche durch die Verwendung einer Verbindung **58**, die über den gesamten Querschnitt die Kapillarstruktur **55'** aufweist, möglich ist und sich effizienzsteigernd in Bezug auf das zu kondensierende Dampf-Volumen des Arbeitsmedium je Arbeitszyklus sowie den Rückstellprozess von Kolben **13** in seine Ausgangslage während der Überströmphase auswirkt. Die Endanschläge **53** werden in dieser Variante zur weiteren Effizienzsteigerung ohne Aufbau ausgeführt, da durch die Materialstärke der Doppelbundhülse **22** ein ausreichend großer Ab-

stand zwischen, aus axialer Sicht, unterer Gehäusewand und Kolben **13** an unterster, den Endanschlägen **53** nächstgelegener, Position von Kolben **13** besteht und das Totraum-Volumen von Gasraum **8** somit minimiert ist.

Genannte Patentliteratur

[0088]

- DE 10 2005 040 866 B3
- WO 2014/012586 A1

Patentansprüche

1. Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) mit mindestens einem Zylinder (21), mit einer in dem Zylinder (21) beweglich geführten Doppelbundhülse (22), mit einem in der Doppelbundhülse (22) beweglich geführten Kolben (13), mit mindestens einer Verbindung (28) und mindestens einem weiteren Kolben (5), mit mindestens einer Feder (29), mit mindestens einer kalten Zone (9), mit mindestens einer warmen Zone (18) und Endanschlägen (15, 24) für die Doppelbundhülse (22). Weiterhin weist die Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) mindestens ein Arbeitsmedium (16) in flüssiger Form, mindestens einen Raum (19) mit Verbindung zur der warmen Zone (18) zugewandten Seite des Kolben (13) zur Expansion des verdampfenden Arbeitsmittel (16) auf. Weiterhin weist die Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) mindestens einen Überströmungskanal (23) mit den Öffnungen (12, 14) zwischen den Endanschlägen (15, 24) auf. Die Feder (29) weist bereits an der untersten, der warmen Zone (18) am nächsten liegenden, Position des Kolben (13) eine geringe Vorspannung auf.
2. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) als schwerkraftgetriebene Variante am, aus vertikaler Sicht, unteren Ende der Wärmesenke (9) eine Kondensat-Sammelrinne (10) und mindestens eine Verbindung (11) von der Kondensat-Sammelrinne (10) zur am unteren Endanschlag (15) in den Zylinder (21) eintretenden Öffnung (14) aufweist.
3. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Zylinderwandöffnung (20) eine Verbindung (26) in ein Ventil (31) mündet, welches bei Überdruck in Raum (4) selbstständig schließt und bei Unterdruck in Raum (4) selbsttätig öffnet, um dampfförmiges Arbeitsmedium (27) in den Arbeitsraum (4) des Zylinder (30) über Einlassöffnung (2) bei Abwärtsbewegung des Kolben (5) einströmen zu lassen. Leitung

(26), Ventil (31) sowie die gesamte Transportzone von Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) sind thermisch isoliert durch ein Isolier-Material (25). Weiterhin weist der Zylinder (30) mindestens eine Kondensat-Ablaufvorrichtung (6) zur Ableitung in Raum (4) entstehenden Kondensats in Richtung der Kondensat-Rinne (10) auf.

4. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer Variante eine kalte Zone in Form mindestens eines Kondensator (42) sowie die warme Zone in Form mindestens eines Verdampfer (50) nach außerhalb und somit extern der Gehäuse-Konstruktion verlagert aufweist und somit der Raum (8) ein geringes Totraum-Volumen aufweist. Weiterhin weist die Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) mindestens eine Verbindung (45) von Raum (8) zu Kondensator (42) sowie mindestens eine Verbindung (11) von Kondensator (42) zu Öffnung (14) auf.
5. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie die Endanschläge (15, 53) für die Doppelbundhülse (22) und mindestens einen Überströmungskanal (23) mit den Öffnungen (20, 32) aufweist, wobei Öffnung (32) in Raum (8) mündet.
6. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer Variante das in Raum (4) über Öffnung (2) angesaugte gasförmige Arbeitsmedium (37) verdichtet und in einem wahlweise als Kältemaschine oder Wärmepumpe auslegbaren, vorzugsweise externen, Kreislauf mit den Komponenten Ventil (38), Verbindung (40), Kondensator (35), Drosselorgan (34), Verdampfer (33), Verbindung (26) und Ventil (31), nutzt. Wirkungsgradsteigernd wird im Fall der Auslegung als Kältemaschine die an Kondensator (35) anfallende Kondensationswärme über Wärmetauscher an Verdampfer (50, 18) oder bei Auslegung als Wärmepumpe die an Verdampfer (33) anfallende Kälteleistung über Wärmetauscher an Kondensator (42, 9) übertragen.
7. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (5) im Bereich des Gasraum (19) der warmen Zone über Verbindung (28) mit Kolben (13) verbunden ist und die Feder (29) unter, in dem Endanschlag (15) nächstgelegener Ausgangslage von Kolben (13), definierter Vorspannung, im Bereich des Gasraum (8) der kalten Zone, Druck in Richtung warmer Zone auf Kolben (13) ausübt.
8. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer Variante mit kapillarkraftgetriebenem Kondensat-Trans-

- port zwischen Zylinder (21) und dem, im Bereich der warmen Zone (18), dampfdurchlässigen Innenzylinder (54) sowie am Zylinderkopf (3) eine Kapillarstruktur (55, 55') aufweist. Weiterhin weist sie eine kalte Zone in Form mindestens eines Kondensator (42) nach außerhalb und somit extern der Gehäuse-Konstruktion verlagert auf, welcher zwecks Kondensatablauf in Richtung Verbindung (11) geneigt ist, die ihrerseits mit Gefälle zu Öffnung (14) geneigt ist.
9. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer lage- und schwerkraft-unabhängigen Variante in Gesamtvolumen und Querschnitt von Verbindung (11) sowie an der Kondensationsfläche des Kondensator (42) eine Kapillarstruktur (55') aufweist, welche über den gesamten Kondensationsbereich des Kondensator (42) von dampfförmigem Arbeitsmedium aus Verbindung (45) erreicht wird.
10. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer weiteren lage- sowie schwerkraft-unabhängigen Variante neben der nach extern, in Form von Kondensator (42), verlagerten kalten Zone auch eine nach extern verlagerte warme Zone in Form von Verdampfer (50) sowie eine Verbindung (58) zwischen Kondensator (42) und Verdampfer (50) aufweist. Raum (8) ist über Verbindung (45) mit Kondensator (42) und Raum (19) über Verbindung (48) mit Verdampfer (50) verbunden. Die Verdampferfläche von Verdampfer (50), die Kondensationsfläche von Kondensator (42) wie auch das gesamte Volumen und der Querschnitt von Verbindung (58) weisen eine Kapillarstruktur (55'), wie unter den Bezeichnungen "Mesh" oder "Sinter" bekannt, auf, wobei die Kapillarstruktur (55') in Verbindung (58) einen direkten Dampfdruckausgleich zwischen Verdampfer (50) und Kondensator (42) unterbindet. Innenzylinder (54), Öffnung (14) sowie Kapillarstruktur (55, 55') entfallen erfindungsgemäß in dieser Variante.
11. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in einer Variante mit Verwendung von Kapillarstruktur (55') in Verbindung (11, 58) und mindestens einem externen Kondensator (42) eine in den Außenzylinder (21) nahe dem Endanschlag (53) verlagerte Öffnung (46) aufweist, welche bei der dem Endanschlag (53) nächstgelegenen Position von Doppelbundhülse (22) von dieser, während der Phase des Druckausgleich zwischen den Räumen (19) und (8), verschlossen ist.
12. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überströmungskanäle (23), die Öffnungen (12, 14, 20), die Doppelbundhülse (22), Kolben (13), die Feder (29) und die Endanschläge (15, 24, 53) die Strömungssteuerung der Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) selbsttätig ausführen.
13. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eingesetzte Arbeitsmedium (16) bei den innerhalb und außerhalb der Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) bestehenden Einsatzbedingungen an der warmen Zone (18, 50) verdampfen kann und an der kalten Zone (9, 42) eine Kondensation erfolgen kann.
14. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdichter-Kolben (5) als reiner Führungskolben ohne Verdichtungsfunktion ausgeführt wird und über eine Verbindung zu Kolben (13) eine Permanentmagneten-Konstruktion nahe der Außenwand (21) zyklisch hin und her bewegt wird, so dass außerhalb der hermetisch geschlossenen Heatpipe-Wärmekraftmaschine (1) per Induktion elektrische Energie entnommen werden kann, wie in Form von Lineargeneratoren.
15. Heatpipe-Wärmekraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Schmiermittel das Arbeitsmedium (16) verwendet wird und die Materialien von Kolben (13, 5), Zylinder (21, 30, 54) sowie Doppelbundhülse (22) in ihrer Verträglichkeit darauf abgestimmt werden.

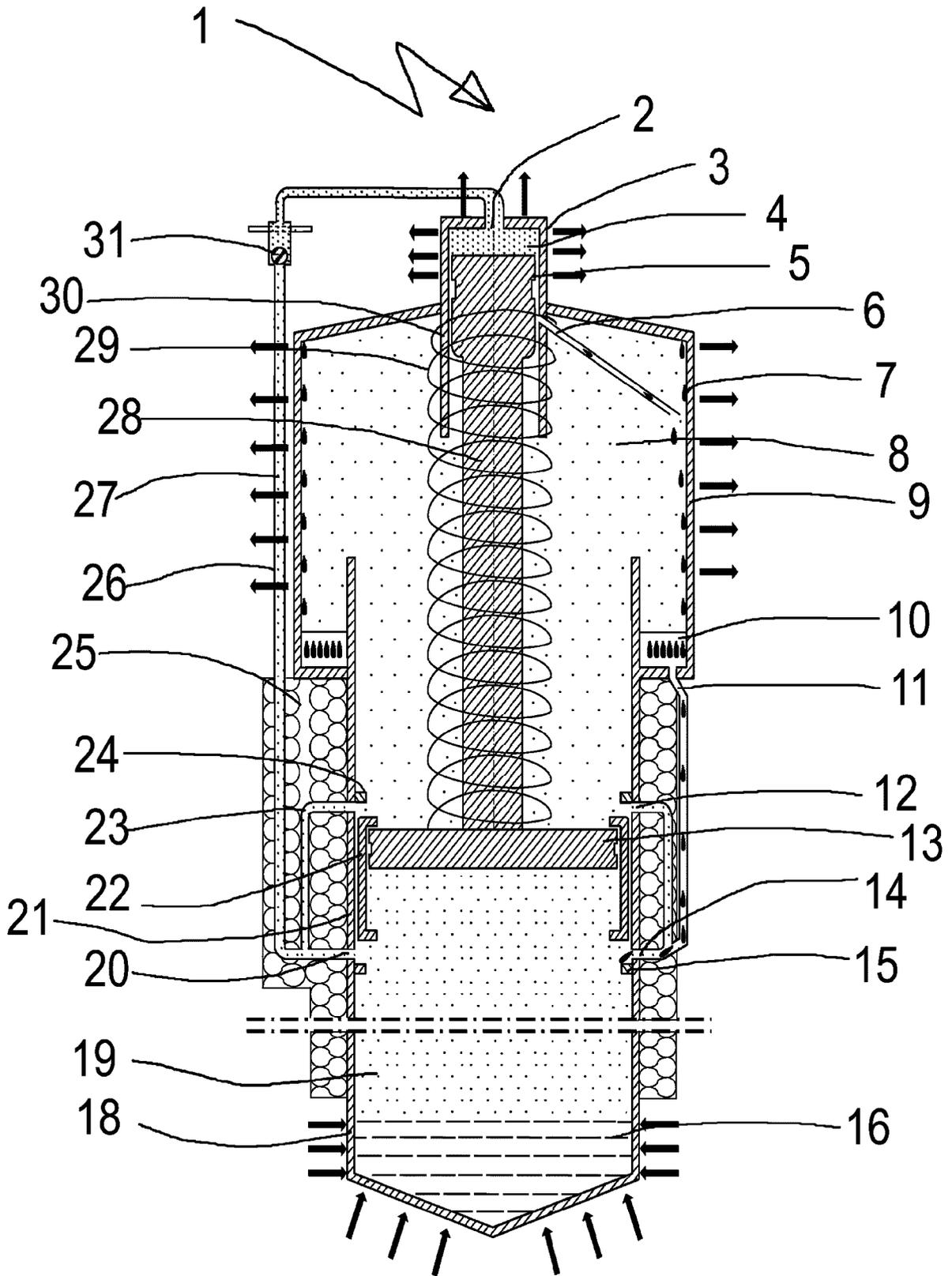


Fig. 1

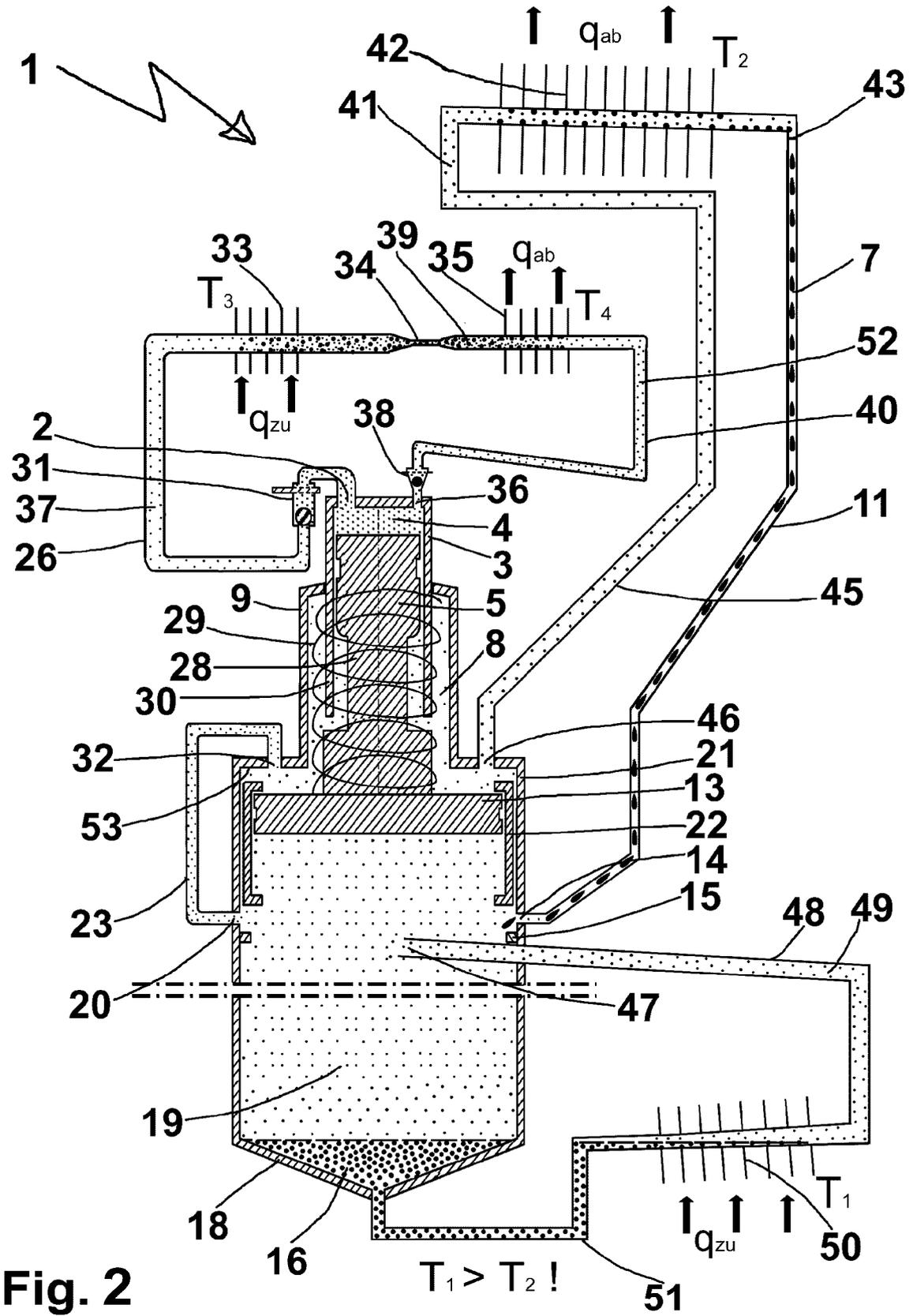
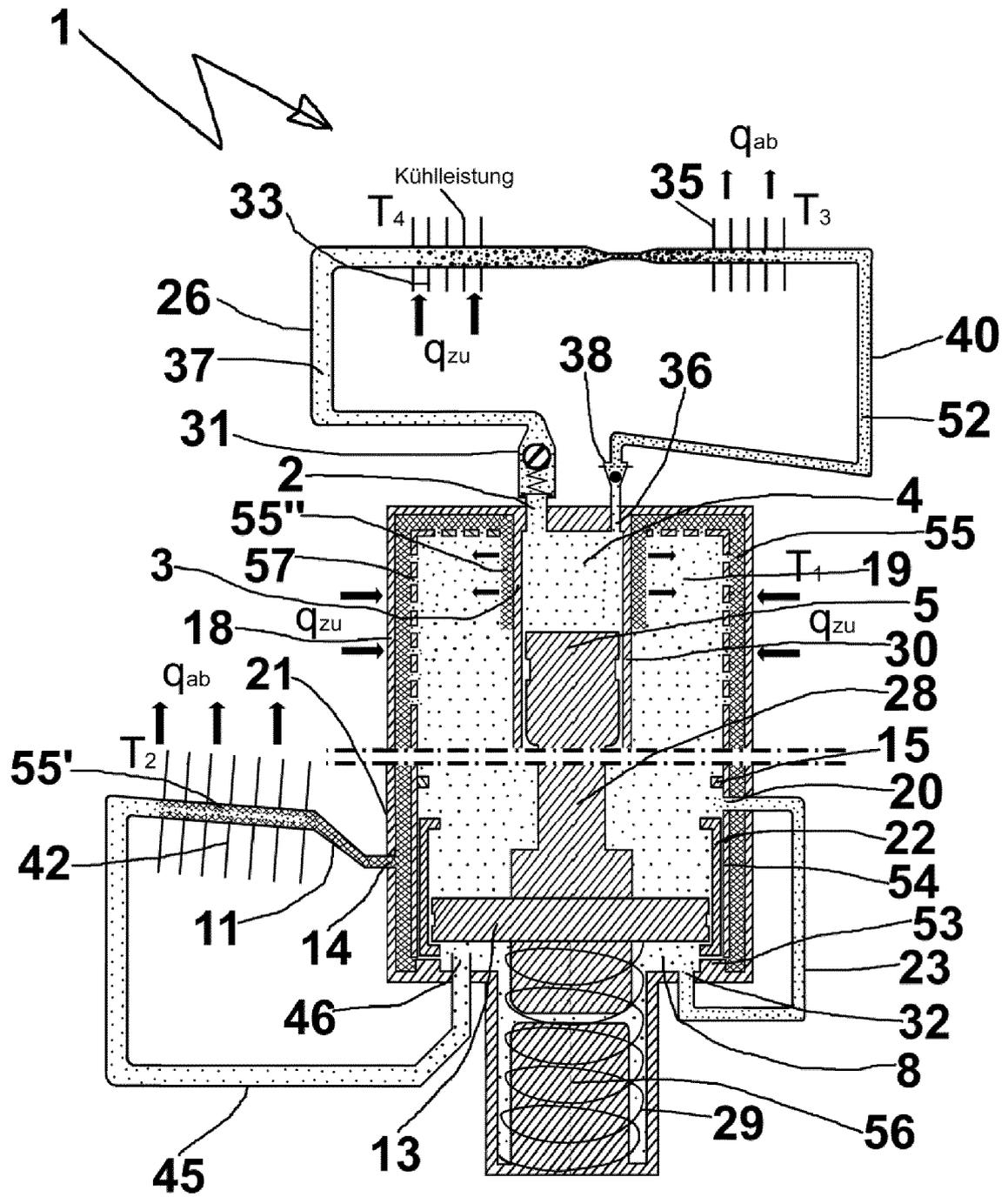
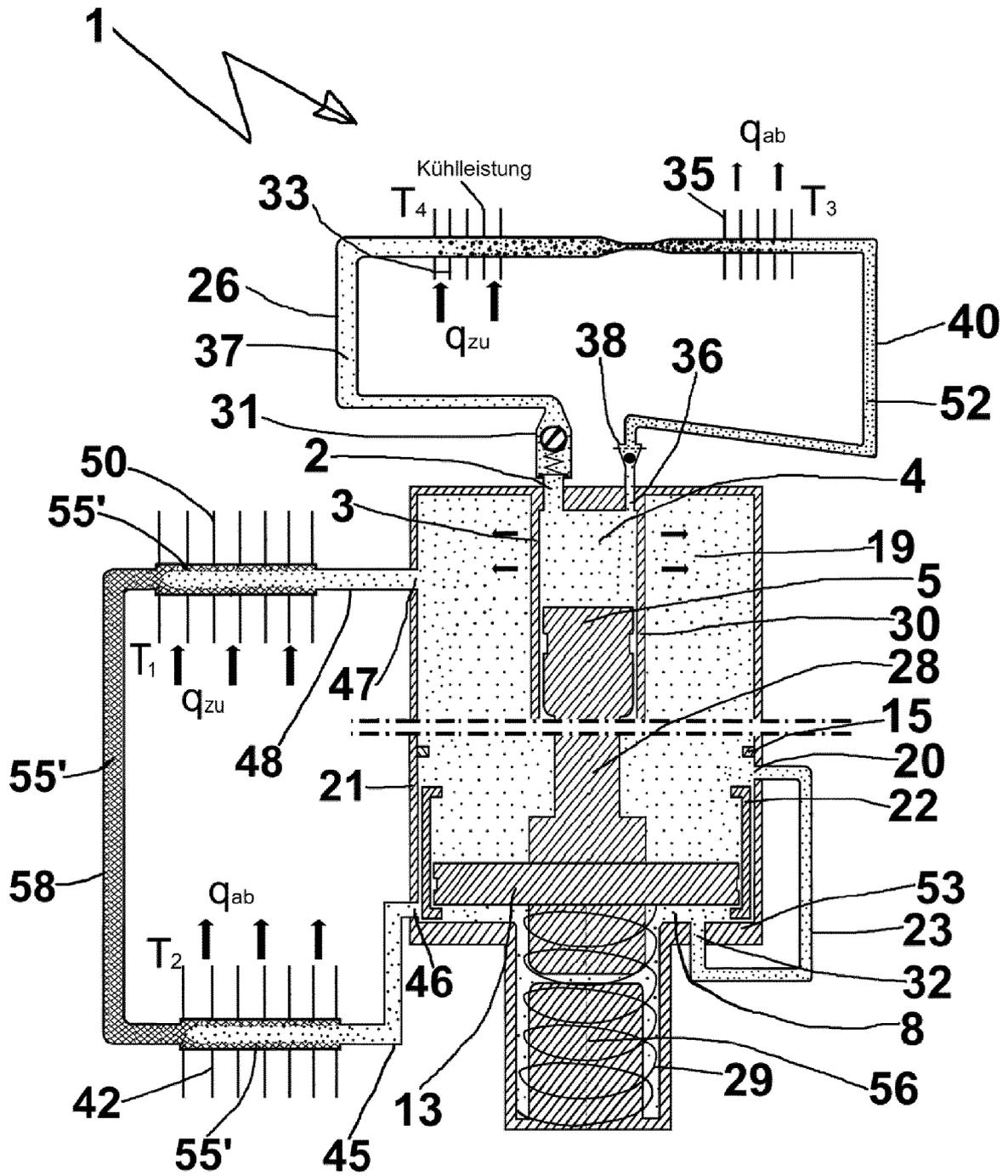


Fig. 2



$T_1 > T_2 !$

Fig. 3



$T_1 > T_2 !$

Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 19 6397

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)
A	US 2005/268611 A1 (ODA SHUZO [JP] ET AL) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 6 * * Absätze [0002] - [0020], [0045] - [0053], [0147] - [0156] * -----	1-15	INV. F01K21/02
A,D	DE 10 2005 040866 B3 (WEBASTO AG FAHRZEUGTECHNIK [DE]) 5. Oktober 2006 (2006-10-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absätze [0034] - [0035] * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02G F01K
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 29. April 2016	Prüfer Varelas, Dimitrios
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 19 6397

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

29-04-2016

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005268611 A1	08-12-2005	KEINE	
DE 102005040866 B3	05-10-2006	DE 102005040866 B3 WO 2007025517 A1	05-10-2006 08-03-2007

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 102005040866 B3 [0007] [0088]
- WO 2014012586 A1 [0007] [0088]