

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Juni 2005 (16.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/054635 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01K

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013668

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2004 (02.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 56 738.0 2. Dezember 2003 (02.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): PERMOBIL GMBH & CO KG [DE/DE]; Wilhelm-
sauwe 31, 10713 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHAEFFER, Bern-
hard [DE/DE]; Pasewaldtstrasse 7, 14169 Berlin (DE).

(74) Anwälte: WEISSE, Jürgen usw.; Weisse & Wolgast,
Bökenbuschstrasse 41, 42555 Velbert (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer
i) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP,
KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent
(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING MECHANICAL ENERGY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG MECHANISCHER ENERGIE

(57) Abstract: The invention relates to a device for producing mechanical energy in a Carno cycle comprising a working medium which consists of two components whose boiling points are substantially different, is embodied in the state of a high temperature steam at a predetermined component steam pressure ratio and is expanded by cooling in such a way that a mechanical power is produced. A component which is partly condensed during cooling is separated and separately reintroduced into the Carno cycle. The expansion is carried out in such a way that it stimulates the formation of a high-boiling medium mist whose condensation heat is mainly transmitted to a low-boiling still gaseous component. The gaseous working medium is formed above a hot liquid phase in a steam chamber. The two components of the working medium are not mixable in the liquid phase and transferred by pumping associated with heating a high-contact surface area in such a way that the predetermined steam pressure ratio is obtained. The evaporation heat of the high-boiling component is greater than the evaporation heat of a low-boiling component.

(57) Zusammenfassung: Zur Erzeugung mechanischer Energie in einem Kreisprozeß mit einem Arbeitsmedium, das aus zwei Bestandteilen von stark unterschiedlichem Siedepunkt besteht, wird das in dampfförmigem Zustand bei erhöhter Temperatur in einem für die Bestandteile vorgegebenen Dampfdruckverhältnis vorliegendes Arbeitsmedium unter Abkühlung und Abgabe mechanischer Leistung expandiert. Ein bei der Abkühlung teilweise kondensierender Bestandteil wird abgeschieden und gesondert dem Kreisprozeß wieder zugeführt. Dabei erfolgt die Expansion in einer die Bildung eines Nebels des höhersiedenden Bestandteils begünstigenden Weise, wobei die Kondensationswärme des höhersiedenden Bestandteils überwiegend an den noch gasförmigen, niedrigersiedenden Bestandteil abgegeben wird. Das dampfförmige Arbeitsmedium wird in einem Dampfraum über einer beheizten flüssigen Phase gebildet. Die beiden Bestandteile des Arbeitsmediums mischen sich in der flüssigen Phase nicht und werden zur Erzielung des besagten vorgegebenen Dampfdruckverhältnisses unter Beheizung mit hoher Kontaktfläche umgepumpt. Der höhersiedende Bestandteil besitzt eine wesentlich höhere Verdampfungswärme als der niedrigersiedende Bestandteil.

WO 2005/054635 A2



- LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG,

AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung mechanischer Energie in einem Kreisprozeß mit einem Arbeitsmedium, das aus zwei Bestandteilen von unterschiedlichen Siedepunkten besteht, bei welchem das in dampfförmigem Zustand bei erhöhter Temperatur in einem für die Bestandteile vorgegebenen Dampfdruckverhältnis vorliegendes Arbeitsmedium in einer Expansionskammer unter Abkühlung und Abgabe
10 mechanischer Leistung expandiert wird und bei welchem ein bei der Abkühlung teilweise kondensierender Bestandteil abgeschieden und gesondert dem Kreisprozeß wieder zugeführt wird.

Ein solches Verfahren ist bekannt durch die AT-PS 155 744.

15 Die AT-PS 155 744 zeigt eine Anordnung, bei welcher ein Gemisch von Wasser und einem Kohlenwasserstoff in einem Kessel verdampft wird. Der so erzeugte Dampf wird in einem Überhitzer überhitzt und beaufschlagt einen Kolben. Der Kolben bewegt sich und erzeugt mechanische Arbeit. Dadurch wird der Dampf expandiert, wobei er sich
20 abkühlt und das Wasser kondensiert. Dieses kondensierte Wasser wird in einem Abscheider aufgefangen und mittels einer Pumpe dem Kessel wieder zugeführt. Der nicht kondensierte Bestandteil (Kohlenwasserstoff) wird durch einen zweiten Kolben komprimiert und ebenfalls auf den Kessel geleitet. Es entsteht dadurch eine Arbeitsfläche in einem pV-Diagramm aus der Differenz der durch die Expansion gewonnenen und der
25 für die Kompression erforderlichen Arbeit.

Die Erfindung betrifft auch eine vorteilhafte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad eines Kreisprozesses der eingangs genannten Art zu verbessern.

Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, einen Kreisprozeß und eine Wärmekraftmaschine zu schaffen, die Wärmequellen relativ geringer Temperatur wie Abwärme oder geothermische Wärme auszunutzen vermag.

5 Das Verfahren der Erfindung sieht zu diesem Zweck vor, dass die Expansion von Satttdampf in einer die Bildung eines Nebels des höhersiedenden Bestandteils begünstigenden Weise erfolgt, wobei die Kondensationswärme des höhersiedenden Bestandteils überwiegend an den noch gasförmigen, niedrigersiedenden Bestandteil abgegeben wird.

10

Es hat sich gezeigt, daß sich bei der Expansion und Abkühlung ein Nebel bildet. Dieser Nebel besteht im wesentlichen aus Tröpfchen des höhersiedenden Bestandteils. Bei der Kondensation des höhersiedenden Bestandteils zu diesen Tröpfchen wird Kondensationswärme frei. Durch die Nebelbildung sind die Tröpfchen des
15 höhersiedenden Bestandteils und der noch dampfförmige niedrigersiedende Bestandteil in engem Kontakt. Dadurch erfolgt eine gleichmäßige und unmittelbare Übertragung der Kondensationswärme des höhersiedenden Bestandteils auf den niedrigersiedenden Bestandteil. Der niedrigersiedende Bestandteil wird erwärmt, so daß sein Druck bei der Expansion langsamer absinkt als dies ohne die übertragenen Kondensationswärmen der
20 Fall wäre. Das Vergrößert die positive Fläche im pV-Diagramm des Kreisprozesses und damit den Wirkungsgrad.

25

Das dampfförmige Arbeitsmedium kann in einem Dampfraum über einer beheizten flüssigen Phase gebildet werden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die beiden Bestandteile
25 des Arbeitsmediums sich in der flüssigen Phase nicht mischen und zur Erzielung des besagten vorgegebenen Dampfdruckverhältnisses unter Beheizung mit hoher Kontaktfläche umgepumpt werden.

30

Die Verwendung von Bestandteilen, die sich in der flüssigen Phase nicht mischenden erleichtert die Trennung der Bestandteile nach der Expansion. Es hat sich gezeigt, daß
30 solche sich nicht mischenden Bestandteile in der flüssigen Phase Schichten bilden, wobei in dem Dampfraum bei Erwärmung über der flüssigen Phase nur der Dampf des spezifisch leichteren Bestandteils gebildet wird. Der spezifisch schwerere Bestandteil ist

stellt sich kein Gleichgewicht zwischen dem schwereren Bestandteil und dem Dampfraum durch das Verdampfen und Kondensieren von Molekülen dieses schwereren Bestandteils ein. Der Dampfraum „weiß“ gar nichts von dem schwereren Bestandteil. Ein Gleichgewichtszustand im Dampfraum läßt sich aber durch Umpumpen des schwereren Bestandteils im Gegenstrom zu dem verdampfenden leichteren Bestandteil der oberen Schicht bei gleichzeitiger Erwärmung erzielen. Es hat sich gezeigt, daß man dann im Dampfraum ein Konzentrationen von höhersiedendem und niedrigersiedenden Bestandteilen erhält, das nur von der Temperatur abhängt, und zwar auch dann, wenn sich die beiden Bestandteile in der flüssigen Phase nicht mischen. Es ist selbstverständlich, daß die beiden Bestandteile auch nicht chemisch miteinander reagieren dürfen.

Es ist vorteilhaft, wenn der höhersiedende Bestandteil eine wesentlich höhere Verdampfungswärme besitzt als der niedrigersiedende Bestandteil. Dann wird bei der Erwärmung der überwiegende Teil der zugeführten Wärme in die Verdampfung des höhersiedenden Bestandteils investiert. Eine entsprechend große Kondensationswärme wird dann an den niedrigersiedenden Bestandteil abgegeben.

Eine vorteilhafte Paarung ergibt sich, wenn der höhersiedende Bestandteil des Arbeitsmediums Wasser und der niedrigersiedende Bestandteil Benzol ist. Die beiden Bestandteile sind in der flüssigen Phase nicht mischbar. Wasser ist höhersiedend als Benzol und hat eine hohe Verdampfungs- und Kondensationswärme. Es ist schwerer als Benzol, so daß in der flüssigen Phase das Benzol als Schicht oben schwimmt und an den Dampfraum angrenzt. Durch Umpumpen des –unten abgesaugten- Wassers im Gegenstrom zu dem verdampfenden und aufsteigenden Benzol stellen sich in der in der dann gebildeten Dampfphase materialspezifische Konzentrationen ein, die nur von der Temperatur abhängen.

Die Beheizung kann durch Abwärme oder geothermische Wärme bei relativ geringer Temperatur erfolgen.

Ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, anhand welcher auch das Verfahren erläutert wird, ist nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

5 Fig.1 ist eine schematische Darstellung einer Mischdampfmaschine in einer „Seitenansicht“.

Fig.2 ist eine schematische Darstellung der Mischdampfmaschine in einer „Draufsicht“.

10

Die Ausdrücke „Seitenansicht“ und „Draufsicht“ sind dabei nicht wörtlich zu nehmen. Die Figuren stellen schematisch die Verbindungen der einzelnen Bauteile dar. In den verschiedenen Ansichten der Figuren können aber bestimmte Einzelheiten besser dargestellt werden.

15

In den Figuren ist mit 10 ein Motor bezeichnet. Der Motor 10 besteht bei der beschriebenen Ausführung aus zwei Zylindern 12 und 14, in denen Kolben 16 bzw. 18 beweglich sind. Die Kolben 16 und 18 sind in den Zylindern schmierstofffrei über eine Keramik-Gleitschicht geführt. Die Kolben 16 und 18 sind über Kolbenstangen 19 bzw 20 und Pleuelstangen 20 bzw. 22 mit einer gemeinsamen Kurbelwelle 24 verbunden und arbeiten gegenphasig. Die Kurbeln 26 und 28 der Kurbelwelle 24 sind um 180° gegeneinander winkelfersetzt.

20

Die Zylinder 12 und 14 weisen je ein Einlaßventil 30 bzw. 32 und ein Auslaßventil 34 bzw. 36 auf. Die Einlaßventile 30 und 32 werden nach Erreichen des oberen Totpunktes des zugehörigen Kolbens jeweils für einen vorgegebenen Ansaughub des Kolbens 16 bzw. 18 geöffnet. Es tritt dann ein bestimmtes Volumen von Arbeitsmedium unter Druck in den Zylinder 12 bzw. 14 ein. Dann wird das Einlaßventil geschlossen, Das eingelassene Volumen entspannt sich dann unter Arbeitsleistung, wobei der Kolben 16 bzw. 18 nach unten in Fig.1 gedrückt wird. Bei dieser Abwärtsbewegung des einen Kolbens 16 oder 18 wird durch die Kurbelwelle 24 der andere Kolben 18 bzw. 16 nach oben in Fig.1 bewegt. Das zugehörigen Auslaßventil 36 bzw. 34 wird dabei geöffnet. In der Darstellung von Fig.1 und 2 ist das Einlaßventil 30 des Zylinders 12 im Anschluß an

30

das Erreichen des oberen Totpunktes des Kolbens 16 vorübergehend geöffnet, und das Auslaßventil 36 des Zylinders 14 ist während des Abwärtshubes des Kolbens 16 und entsprechend des Aufwärtshubes des Kolbens 18 geöffnet. Das Auslaßventil 34 des Zylinders 12 und das Einlaßventil 32 des Zylinders 14 sind geschlossen. Daher tritt
5 Arbeitsmedium unter Druck über das Einlaßventil 30 in den Zylinder 12 ein und drückt den Kolben 16 nach unten in Fig.1, während entspanntes Arbeitsmedium über das Auslaßventil 36 aus dem Kolben 14 austritt.

Das Arbeitsmedium unter Druck ist ein Gemisch von Wasser- und Benzoldampf. Wasser
10 ist ein Stoff mit relativ hohem Siedepunkt, während Benzol einen im Vergleich dazu relativ niedrigen Siedepunkt aufweist. Wasser und Benzol mischen sich im flüssigen Zustand nicht. In der Gasphase stellt sich ein Mischungsverhältnis ein, das nur von der Temperatur abhängt. Wasser hat darüber hinaus eine relativ hohe Verdampfungs- bzw. Kondensationswärme.

15

Zur Herstellung eines solchen Gemisches von Wasser- und Benzoldampf ist ein Verdampfer 31 vorgesehen. Der Verdampfer 31 bildet einen Kessel, auf dessen Grund ein Sumpf von flüssigem Wasser und Benzol gebildet ist. Da sich Wasser und Benzol in der flüssigen Phase nicht mischen, bilden sich zwei getrennte Flüssigkeitsschichten: Das
20 schwerere Wasser bildet eine untere Schicht 32, auf welcher eine Schicht 34 von Benzol schwimmt. Mit 36 ist eine Wärmequelle bezeichnet, beispielsweise ein Wärmetauscher. Die Wärmequelle verdampft das leichter flüchtige Benzol. In dem Raum 38 über dem Sumpf würde sich dann ein Benzoldampf mit dem bei der vorliegenden Temperatur herrschenden Partialdruck von Benzol bilden. Das Wasser, das durch die Benzolschicht von dem Raum 38 getrennt ist, würde keinen Partialdruck im Raum 38 liefern. Aus
25 diesem Grunde wird durch eine Umwälzpumpe 40 Wasser aus dem Sumpf abgezogen und über eine Leitung 42 und eine Sprühvorrichtung 44 im Gegenstrom zu dem verdampfenden Benzol von oben in den Verdampfer 31 eingesprüht. Der Raum 38 kann Siebe oder ähnliche Verteilermittel enthalten, durch welche eine feine Verteilung des
30 eingesprühten Wassers und eine Durchmischung mit dem verdampften Benzol gewährleistet ist. Dadurch bildet sich in dem Verdampfer ein gesättigter Mischdampf von Wasser- und Benzoldampf aus, wobei das Mischungsverhältnis durch die Temperatur bestimmt ist. Dieser Mischdampf steht unter hohem Druck. Der Mischdampf unter Druck

wird über die Einlaßventile 30 oder 32 als Arbeitsmedium auf die Zylinder 12 bzw. 18 des Motors 10 geleitet.

Bei der Entspannung des Arbeitsmediums in dem Zylinderkammer, z.B.12, kühlt sich
5 das Arbeitsmedium ab. Die sinkende Temperatur verändert das nur von der Temperatur
abhängige Konzentrationsverhältnis von Wasser und Benzol im Mischdampf. Diese
Veränderung kann nur dadurch erfolgen, daß das höhersiedende Wasser kondensiert. Es
hat sich nun gezeigt, daß diese Kondensation unter Bildung eines feinen Nebels erfolgt,
wenn die Expansion hinreichend langsam erfolgt. Dabei wird die Kondensationswärme
10 des Wassers frei. Die Kondensationswärme von Wasser ist wesentlich höher als die von
Benzol. Daher wird durch die Kondensation der größte Teil der im Verdampfer 38
zugeführten Energie freigesetzt und infolge der feinen Verteilung des Nebels unmittelbar
auf den verbleibenden Dampf übertragen. Dadurch erfolgt der Druckabfall bei der
Expansion langsamer als bei Verwendung eines Einstoff-Arbeitsmediums. Die
15 Expansionskurve verläuft daher oberhalb der Expansionskurve eines Einstoff-
Arbeitsmediums.

Das entspannte Arbeitsmedium enthält überwiegend Benzoldampf mit einem
Wassernebel. Der Wassernebel wird beim Rückhub des Kolbens z.B. 18 über eine
20 Leitung in einem Abscheider 48 geleitet. In dem Abscheider 48 bildet sich daher ein
Sumpf 50, der überwiegend aus Wasser besteht. In diesen Sumpf 50 fließt auch das
Wasser, das sich durch Abscheiden aus dem Nebel des Zylinders, z.B. 14 gebildet hat.
Dieses Wasser wird durch eine Speisepumpe 52 über eine Leitung 54 abgezogen und
über eine Leitung 56 und Leitung 42 wieder in den Verdampfer 31 geleitet.

25 Die Räume 58 und 60 „unter“ den Kolben 16 bzw 18 sind miteinander und über eine
Leitung 62 und die Leitung 46 mit dem Abscheider 48 verbunden. Der Abscheider 48
besitzt einrelativ großes Volumen im Vergleich zu den Räumen 58 und 60, so daß in den
Räumen 58 und 60 bei den Bewegungen der Kolben 16 und 18 praktisch keine
30 Druckschwankungen auftreten, zumal sich die Kolben 16 und 18 gegensinnig bewegen.

Die Zylinder 12 und 14 sind kurberwellenseitig jeweils durch einen Boden 64 bzw. 66
abgeschlossen und von einem die Kurbelwelle 24 und die Pleuelstangen 20 und 22

enthaltenden Kurbelgehäuse 68 getrennt. Die Kolbenstangen 19 und 21 sind abdichtend durch die Böden 64 bzw. 66 hindurchgeführt. Die Leitung 62 zweigt etwas oberhalb von den Böden 64 und 66 ab. Dadurch bilden sich über den Böden 64 und 66 Pfützen 70 bzw. 72 von kondensiertem Arbeitsmedium. Diese Pfützen gewährleisten eine Abdichtung der Zylinder 12 und 14 gegen ein Entweichen von Benzol aus dem Kreislauf. Dadurch wird die Umgebung vor dem hochgiftigen Benzol geschützt.

Der im Abscheider 48 von den Tröpfchen befreite Dampf, überwiegend Benzoldampf, wird über eine Leitung 74 auf einen Kompressor geleitet, der generell mit 76 bezeichnet ist. Der Kompressor 76 enthält zwei Zylinder 78 und 80. In den Zylindern 78 und 80 sind Kompressorkolben 82 bzw. 84 geführt. Die Kolben 82 und 84 begrenzen Zylinderkammern 86 bzw. 88. Über Einlassventile 90 und 92 sind die Zylinderkammern 86 bzw. 88 mit der Leitung 74 verbindbar. Über Auslassventile 94 und 96 können die Zylinderkammern 86 bzw. 88 mit einer Druckleitung 98 verbunden werden, welche das komprimierte Gas wieder in den Verdampfer 38 zurückleitet.

Die Zylinder 78 und 80 sind durch Böden 100 bzw. 102 von einem Kurbelgehäuse 104 getrennt. In dem Kurbelgehäuse 104 ist eine Kurbel 106 mit zwei um 180° winkelfersetzten Kurbeln gelagert. Die Kolben 82 und 84 sind über Kolben- und Pleuelstangen mit den Kurbeln der Kurbelwelle verbunden, derart, daß die Kolben gegensinnige Hubbewegungen ausführen. Die den Zylinderkammern 86 und 88 abgewandten Räume der Zylinder sind mit den Räumen 58 und 60 des Motors 10 und über diese mit dem Abscheider 48 verbunden, so daß auch unter den Zylindern 78 und 80 praktisch keine Druckschwankungen auftreten. Die Kolbenstangen des Kompressors sind abdichtend durch die Böden 100 bzw. 102 hindurchgeführt. Die Verbindungsleitung 108 zweigt etwas oberhalb der Böden 100 und 102 ab, so daß auch auf den Böden 100 und 102 Pfützen gebildet werden, die ähnlich wirken wie die Pfützen bei dem Motor 10.

Bei der Abwärtsbewegung eines Kolbens z.B. 88 öffnet das zugehörige Einlassventil 92 und läßt entspannten Benzoldampf ein. Das Einlassventil 90 des jeweils anderen Zylinders 78, in welchem der Kompressorkolben 82 sich aufwärts bewegt, ist geschlossen. Zunächst ist auch das Auslassventil des Zylinders 78 geschlossen, so daß

das Benzolgas in dem Zylinder 78 verdichtet wird. Das verdichtete Benzolgas wird dann über das sich öffnende Auslassventil 94 auf die Leitung 98 gegeben.

Die Kurbelwelle 24 treibt über einen Antrieb 108 einen Generator 110 sowie über eine
5 Kupplung 112 die Kurbelwelle 106 des Kompressors 76.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Erzeugung mechanischer Energie in einem Kreisprozeß mit einem Arbeitsmedium, das aus zwei Bestandteilen von stark unterschiedlichem Siedepunkt besteht, bei welchem das in dampfförmigem Zustand bei erhöhter Temperatur in einem für die Bestandteile vorgegebenen Dampfdruckverhältnis vorliegendes Arbeitsmedium in einer Expansionskammer unter Abkühlung und Abgabe mechanischer Leistung expandiert wird und bei welchem ein bei der Abkühlung teilweise kondensierender Bestandteil abgeschieden und gesondert dem Kreisprozeß wieder zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Expansion von Satttdampf in einer die Bildung eines Nebels des höhersiedenden Bestandteils begünstigenden Weise erfolgt, wobei die Kondensationswärme des höhersiedenden Bestandteils überwiegend an den noch gasförmigen, niedrigersiedenden Bestandteil abgegeben wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das dampfförmige Arbeitsmedium in einem Dampfraum über einer beheizten flüssigen Phase gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beiden Bestandteile des Arbeitsmediums sich in der flüssigen Phase nicht mischen und zur Erzielung des besagten vorgegebenen Dampfdruckverhältnisses unter Beheizung mit hoher Kontaktfläche umgepumpt werden.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der höhersiedende Bestandteil eine wesentlich höhere Verdampfungswärme besitzt als der niedrigersiedende Bestandteil.
- 30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der höhersiedende Bestandteil des Arbeitsmediums Wasser und der niedrigersiedende Bestandteil Benzol ist.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beheizung durch Abwärme erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beheizung durch geothermische Wärme erfolgt.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beheizung durch die Verbrennung von Pellets erfolgt
9. Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie in einem Kreisprozeß mit einem Arbeitsmedium, das aus zwei Bestandteilen von stark unterschiedlichem Siedepunkt besteht, enthaltend
- 15 (a) eine Arbeitsmaschine (10), in welcher das in dampfförmigem Zustand bei erhöhter Temperatur in einem für die Bestandteile vorgegebenen Dampfdruckverhältnis vorliegendes Arbeitsmedium unter Abkühlung und Abgabe mechanischer Leistung expandiert wird, und
- 20 (b) einen Abscheider (48), in welchem ein bei der Abkühlung teilweise kondensierender Bestandteil abgeschieden und gesondert dem Kreisprozeß wieder zugeführt wird, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,
- 25 **dadurch gekennzeichnet, daß**
- (c) die Expansion in der Arbeitsmaschine (10) in einer die Bildung eines Nebels des höhersiedenden Bestandteils begünstigenden Weise erfolgt, wobei die Kondensationswärme des höhersiedenden Bestandteils überwiegend an den noch gasförmigen, niedrigersiedenden Bestandteil abgegeben wird.
- 30

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch**

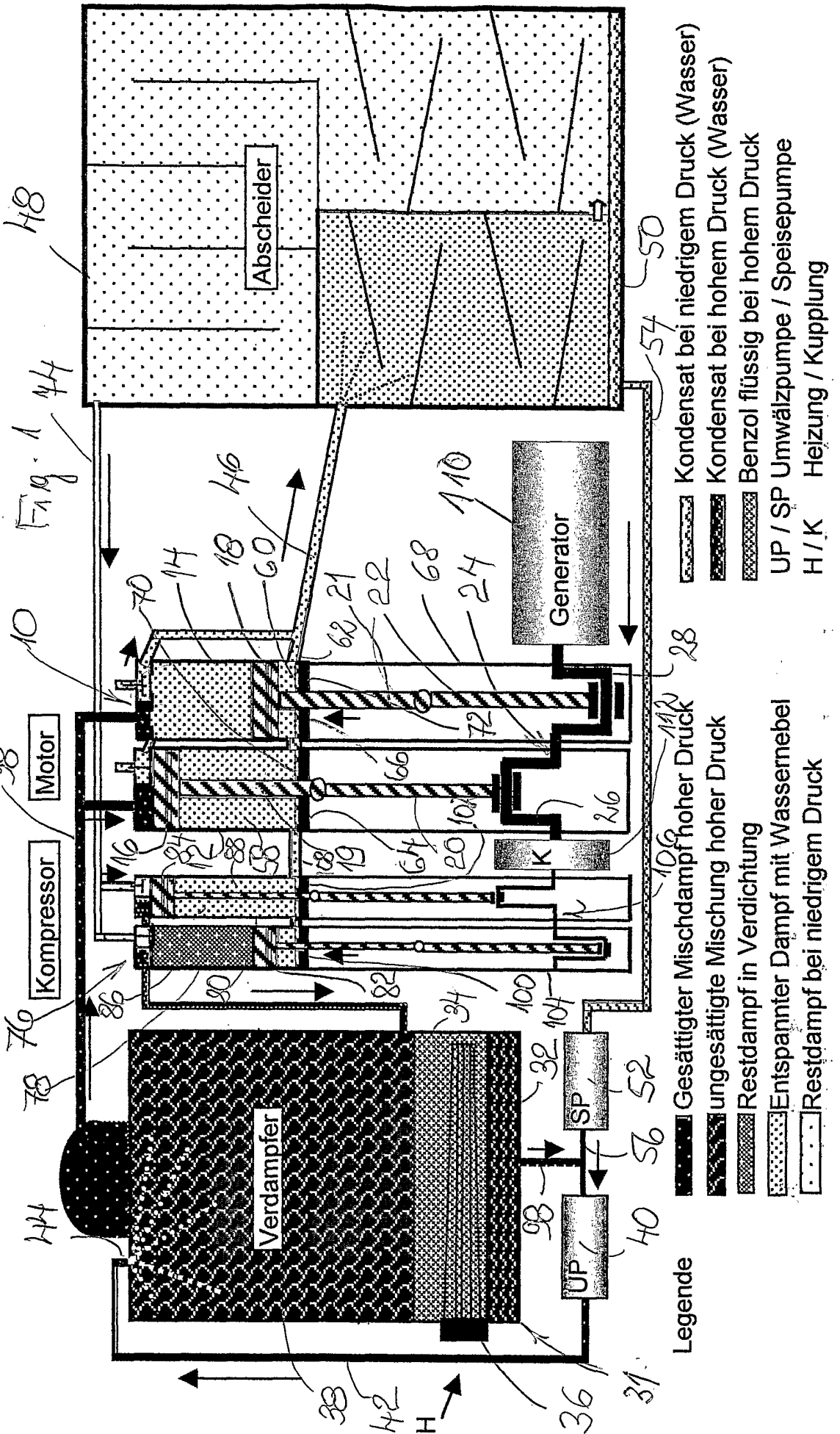
5 (a) einen beheizten Verdampfer (31) zur Bildung des von einem Mischdampf gebildeten Arbeitsmittels, in welchem die beiden sich nicht mischenden Bestandteile des Mischdampfes geschichtet einen Sumpf bilden,

10 (b) Pumpenmittel (40), durch welche der flüssige, schwerere und schwerer flüchtige Bestandteil von unten aus dem Verdampfer (31) abziehbar ist und

15 (c) Sprühmittel (44) zum Einsprühen des abgezogenen Bestandteils in den oberen Teil des Verdampfers (31), durch welche der durch die Pumpenmittel (40) abgezogene Bestandteil von oben her in den verdampfenden, leichteren und leichter flüchtigen Bestandteil einsprühbar ist.

20 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abscheider (48) mit einem Kompressor (76) verbunden ist, durch welchen der flüchtigere Bestandteil komprimierbar unter Druck dem Verdampfer (31) zuführbar ist.

Schemazeichnung der Mischdampfmaschine "Permobil"



Schaltsschema der Mischdampfmaschine „Permobil“

