

(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  
10. November 2005 (10.11.2005)

PCT

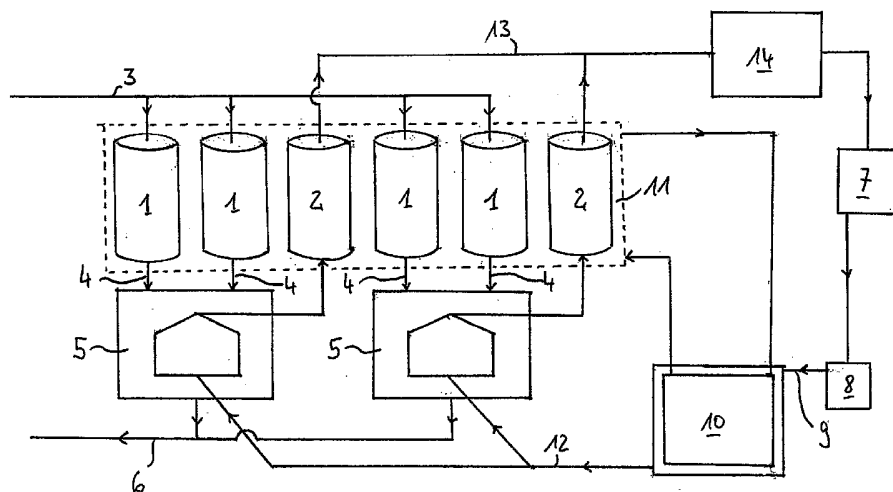
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/106233 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02G 5/04, F02B 41/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/004864
- (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Mai 2005 (04.05.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 04010526.4 4. Mai 2004 (04.05.2004) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): NEUE ENERGIE- VERWERTUNGSGESELLSCHAFT MBH [DE/DE]; Norderstrasse 1, 25757 Albersdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HANSEN, Uwe [DE/DE]; Bahnhofstrasse 21, 25757 Albersdorf (DE).
- (74) Anwälte: EICHEL-STREIBER, Caspar usw.; Geffckenstrasse 6, 20249 Hamburg (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, KM, 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, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF A FOUR-STROKE INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND FOUR-STROKE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERHÖHUNG DES WIRKUNGSGRADES EINES VIER-TAKT-VERBRENNUNGSMOTORS SOWIE VIER-TAKT-VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: The aim of the invention is to use waste heat from a four-stroke internal combustion engine, for producing useful, mechanical energy and to further reduce the loss of heat. Said aim is achieved, whereby a method for increasing the efficiency of a four-stroke internal combustion engine is provided. According to said method, waste heat, resulting from fuel combustion in the combustion chambers, is used to heat an expansion means and to cause said means to expand, whereby expansion of the expansion means is induced in at least one cylinder, provided with a piston and the movement of the piston in the cylinder, resulting from said expansion, is used as an additional motor driving force. Said method is characterised in that the expansion means is introduced into the cylinder, filled with the expansion means, on every other stroke (OT).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/106233 A1



(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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*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.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Um bei die Abwärme eines Vier-Takt-Verbrennungsmotors zur weiteren Gewinnung nutzbarer, mechanischer Energie zu nutzen und die Wärmeverluste noch weiter zu vermindern, wird ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Vier-Takt-Verbrennungsmotors vorgeschlagen, wobei die beim Verbrennen des Treibstoffes in den Verbrennungsräumen entstehende Abwärme ausgenutzt wird, um ein Expansionsmittel zu erwärmen und dadurch zur Expansion zu bringen, wobei die Expansion des Expansionsmittels in wenigstens einen mit einem Kolben versehenen Zylinder hinein geleitet und die durch die Expansion erfolgende Bewegung des Kolbens in dem Zylinder als zusätzliche Motorantriebskraft verwendet wird, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass in den mit dem Expansionsmittel beaufschlagten Zylinder bei jedem zweiten Takt (OT) das Expansionsmittel eingeleitet wird.

**RAFFAY & FLECK**  
PATENTANWÄLTE  
Geffckenstrasse 6  
D - 20249 HAMBURG

Neue Energie-Verwertungs-  
gesellschaft mbH

Norderstraße 1  
D-25757 Albersdorf

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

DIPL.-ING. VINCENZ v. RAFFAY  
DIPL.-CHEM. DR. THOMAS FLECK  
DIPL.-PHYS. CASPAR v. EICHEL-STREIBER

TELEFON: (040) 47 80 23  
TELEFAX: (040) 480 25 02  
raffay.fleck@t-online.de

6041/13

**Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Vier-Takt-  
Verbrennungsmotors sowie Vier-Takt-Verbrennungsmotor**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Vier-Takt-Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Vier-Takt-Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Es ist bekannt, dass durch die Verbrennung von Kohlenwasserstoff flüssiger oder gasförmiger Form oder reinem Wasserstoff eine Temperatur von über 2000°C erzeugt wird. Der entstehende Gasdruck treibt die Motoren, z.B. Ottomotoren, Dieselmotoren, Wankelmotoren an. Hierbei entstehen Wärmeverluste bis zu 75%. Entsprechendes lässt sich finden in Das blaue Buch von Aral, Teil 1, Der Motor, Seite 50 bis 51 bzw. in anderen Fachzeitschriften über Motoren.

In der US-Patentschrift 4,901,531 ist ein Dieselmotor beschrieben, bei dem von ursprünglich sechs Verbrennungszylindern ein Zylinder aus der Verbrennung ausgenommen und stattdessen als Expansionsraum für einen Rankine-Prozess verwendet wird. Dieser Rankine-Prozess wird gemäß dieser Offenba-

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

nung aus der Abwärme der Verbrennungszyylinder gespeist. Das hier offenbarte Verfahren sowie der hier offenbarte Motor haben nach Wissen des Erfinders aufgrund technischer Schwierigkeiten niemals eine praktische Anwendung gefunden. Auch ist der Anteil der zur weiteren mechanischen Nutzung rückgewonnenen Abwärme vergleichsweise gering.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Abwärme eines Vier-Takt-Verbrennungsmotors zur weiteren Gewinnung nutzbarer, mechanischer Energie zu nutzen und die Wärmeverluste noch weiter zu vermindern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. durch einen Viertaktverbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruches 6.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 5, solche des Motors in den abhängigen Ansprüchen 7 bis 9 angegeben.

Erfindungsgemäß wird dem Verbrennungsmotor zumindest ein Zylinder zugeordnet, in welchem nicht etwa eine Verbrennung stattfindet, sondern welcher nach Art einer „Dampfmaschine“ mit einem Expansionsmittel beaufschlagt wird. Dieses Expansionsmittel wird durch Erwärmen unter Druck gesetzt, wobei zum Erwärmen des Expansionsmittels die Abgase der Verbrennungsräume des Motors verwendet werden. Dabei wird eine wesentliche Steigerung der Leistung und der Effizienz des Motors dadurch erreicht, dass der mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagende Zylinder jedes Mal dann mit dem Expansionsmittel beaufschlagt wird, wenn sich der Kolben in einer obersten Stellung befindet (OT). Damit leistet dieser Zylinder anders als normale Vier-Takt-Verbrennungszyylinder nicht nur bei jedem vierten Takt einen Arbeitstakt, sondern bei

jedem zweiten. Man gewinnt in der Summe also mit jedem mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagenden Zylinder einen zusätzlichen Arbeitstakt, was insgesamt zu einer Leistungssteigerung des Motors bzw. einer Kraftstoffeinsparung führt. Dies ist auch aus Umweltgesichtspunkten zu begrüßen.

Grundsätzlich können bei einem erfindungsgemäß gestalteten Motor ein, aber auch mehrere Zylinder in der erfindungsgemäßen Weise mit einem Expansionsmittel zu beaufschlagt sein.

In vorteilhafter Weise wird das Expansionsmittel in einem Kreislauf geführt, in welchem es nach dem Verlassen des Zylinders gekühlt wird. Durch diese Ausgestaltung der Erfindung ist es nicht erforderlich, permanent Expansionsmittel zuzuführen, dieses kann ähnlich wie beispielsweise ein Kühlmittel bei einem normalen Motor in einem Vorratsbehälter bevorratet und in dem erwähnten Kreislauf geführt werden.

Eine besonders hohe Effizienzsteigerung des Motors ergibt sich, wenn man sowohl Abwärme aus einem Kühlmittelkreislauf als auch Abwärme der heißen Abgase der Verbrennungsräume nutzt, um das Expansionsmittel zu erhitzen.

Als Expansionsmittel wird bevorzugt ein unter hohem Druck stehendes, verflüssigtes Gas verwendet. Als ein mögliches und geeignetes entsprechendes Gas hat sich n-Butan erwiesen, welches vorzugsweise unter einem Druck von 20 bis 30 bar verwendet wird.

Um den bzw. die zusätzlichen Zylinder, welche mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagt sind, entsprechend anzusteuern, wird vorzugsweise eine geänderte Nockenwelle verwendet. Diese weist im Bereich des/der mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagenden Zylinder(s) zusätzlich Nocken auf, so dass Einlass bzw. Auslaßventil dieses Zylinders mit doppelter

Frequenz geöffnet werden, um so den zusätzlichen Arbeitstakt zu erreichen.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Prinzip zunächst dargestellt an einem Vierzylinder-Vier-Takt-Ottomotor:

Der vierte Zylinder wird vom Ansaug- und Abgaskanal getrennt, sodass ein Dreizylinder-Ottomotor mit herkömmlicher Technik verbleibt.

Der gesamte Kühlwasserkreislauf mit Kühler und Wasserpumpe wird entfernt. Die Nockenwelle bekommt im Bereich des vierten Zylinders vier neue aber kleinere Nocken. Der vierte Kolben wird mit neuen, spaltlosen aus Kunststoff bestehenden Kolbenringen bestückt. Dieses ist möglich und notwendig, da in diesem Zylinder keine Verbrennung stattfindet. Der Verdichtungsraum des vierten Zylinders wird entfernt, da keine Verdichtung mehr stattfindet. Die Ventilschächte des vierten Zylinders werden mit einer Dichtung versehen.

Dem Expansionsmittel wird Silikonöl beigegeben, damit die Spezialdichtungen des Kolbens und der Ventile in dem für mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagenden Zylinder nicht trocken laufen.

Der Auspuffkrümmer des ersten, zweiten und dritten Zylinders wird mit einem Wärmetauscher versehen.

Die Abgasanlage wird durch eine stark vereinfachte Anlage ersetzt, da das Abgas vom Wärmetauscher bis auf  $< 100^{\circ}\text{C}$  abgekühlt wird.

#### Wirkungsweise:

Hier dargestellt an einem Vierzylinder-Vier-Taktmotor.

Der Motor mit den verbliebenen drei Zylindern wird normal gestartet, die entstehende Wärme im Motorgehäuse und im Zylinderkopf wird durch Zuführung eines Flüssiggases durch einen geschlossenen Kreislauf auf die gewünschte Temperatur mittels eines Thermostaten von etwa 100°C gehalten, wobei ein Gasdruck von 20 bis 30 bar erreicht wird, welcher in einen kleinen Druckbehälter geleitet wird. Dieser Druckbehälter ist mit dem Abgaskanal im Zylinderkopf des vierten Zylinders verbunden. Hier wird bei OT des vierten Zylinders das Ventil über die geänderte Nockenwelle geöffnet und der Kolben mit einem Druck von 20 bis 30 bar beaufschlagt. Bei UT öffnet das andere Ventil und das Gas wird durch den Kolben ausgestoßen und einem Kühler zugeführt, wo es sich verflüssigt. Eine Pumpe fördert das Flüssiggas durch druck- und/oder thermisch gesteuerte Ventile an den bzw. die Wärmetauscher. Das Flüssiggas wird in dem oben beschriebenen Wärmetauscher im Abgaskrümmen weiter erwärmt. Das hierbei entstehende Druckgas wird dann dem vierten Zylinder zugeführt.

Ein Überdruckventil am Druckbehälter ist mit dem Kühlkreislauf verbunden. Da der Ansaug- und Verdichtungstakt im vierten Zylinder entfällt, wird bei jedem OT des Kolbens ein Arbeitstakt hergestellt, das hat zur Folge, dass dieser Vierzylindermotor fünf Arbeitstakte erzeugt. Da der vierte Zylinder kein Kraftstoff benötigt, ergibt sich eine Kraftstoffeinsparung von 25 %.

Der durch diese Erfindung zusätzlich erzeugte Arbeitstakt im vierten Zylinder hat eine Leistungssteigerung zur Folge.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin:

1. dass der Kraftstoffverbrauch etwa halbiert wird bei erhöhter Leistung;

2. dass grundsätzlich keine neuen Motoren entwickelt werden müssen, sondern auf die weltweit vorhandene Motortechnik erfindungsgemäß aufgebaut werden kann;
3. dass nicht nur Vierzylinder-Motoren, sondern alle Motoren bis zum Zwölfzylinder-Motor entsprechend abgewandelt werden können, wobei dann mehrere Zylinder erfindungsgemäß umgebaut werden können;
4. dass die mit einem Motor gemäß dieser Erfindung versehenen Fahrzeuge durch eine leichtere Abgasanlage weniger Gewicht, auf die Waage bringen;
5. dass grundsätzlich alle Gebrauchtfahrzeuge umgerüstet werden können;
6. dass jegliche Wärme ab 80°C aufwärts in mechanische Nutzenergie umgewandelt werden kann;
7. dass grundsätzlich keine jahrelange Entwicklung notwendig ist sondern mit dem vorhandenen technischen Wissen eine sofortige Umsetzung erfolgen kann.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zum Erwärmen des Flüssiggases auch ein in den „normalen“ Kühlkreislauf des Motors integrierter Wärmetauscher verwendet wird. Diese Weiterbildung ermöglicht es, den Kühlwasserkreislauf unangetastet zu lassen und nur den Kühler durch einen Wärmetauscher zu ersetzen. Die normalerweise über den Kühler an die Umgebungsluft abgegebene Wärme kann so in nutzbare Energie umgewandelt werden.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Prinzip noch einmal anhand eines entsprechend aufgebauten Sechszylinder-Motors unter Verweis auf die einzig beigelegte Figur erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch den Aufbau eines erfindungsgemäßen Vier-Takt-Verbrennungsmotors mit 6 Zylindern, von denen zwei als mit dem Expansionsmittel zu beaufschlagende Expansionszylinder gestaltet sind.

Nachfolgend wird das Prinzip der Erfindung noch einmal anhand der Figur 1 erläutert. In dieser Figur ist schematisch ein erfindungsgemäß aufgebauter Vier-Takt-Sechszylindermotor dargestellt. Dabei sind vier der insgesamt sechs Zylinder als normale Verbrennungsräume ausgebildet. Dies sind die mit 1 bezifferten Zylinder. Zwei weitere Zylinder 2 sind aus dem Verbrennungsprozess ausgenommen und werden nach Art einer „Dampfmaschine“ mit einem Expansionsmittel angetrieben. Alle sechs Zylinder wirken in bekannter Weise auf einer gemeinsamen Kurbelwelle, um mechanische Energie auf einen Antrieb zu übertragen.

Mit 3 ist eine Kraftstoffleitung bezeichnet, über welche den regulären Verbrennungszylindern 1 Kraftstoff zugeführt wird. Die aufgrund der Verbrennung entstehenden heißen Abgase verlassen die Zylinder 1 über Abgasleitungen 4. Die Abgasleitungen werden durch in diesem Beispiel insgesamt zwei mit 5 schematisch angedeutete Wärmetauscher geführt. Dort werden die heißen Verbrennungsabgase abgekühlt bis auf Temperaturen von unter 100°C. Die so abgekühlten Abgase werden über eine Leitung 6 einer weiteren Abgasbehandlung zugeführt, die hier nicht näher dargestellt ist. Die aus der Verbrennung ausgenommenen Zylinder 2 werden mit einem Expansionsmittel betrieben. Hierzu ist ein Expansionsmittelreservoir 7 mit ei-

ner Menge des Expansionsmittels gefüllt. Aus dem Reservoir gelangt das Expansionsmittel in eine Hochdruckpumpe 8, die das Expansionsmittel auf einen gewünschten Druck vorverdichtet. Wird n-Butan als Expansionsmittel gewählt, wird dieses auf einen Druck von ca. 10 bis ca. 40 bar vorverdichtet. Die Hochdruckpumpe 8 wird vorzugsweise mit von dem Motor erzeugter mechanische Energie angetrieben. Aus der Hochdruckpumpe 8 wird das vorverdichtete Expansionsmittel über eine Leitung 9 einem Wärmetauscher 10 zugeführt. Dieser Wärmetauscher 10 ist mit einem Kühlmittelkreislauf 11 verbunden, welcher zum Kühlen der Verbrennungszylinder 1 eingesetzt ist. In diesem Wärmetauscher 10 wird das mittels der Hochdruckpumpe 8 vorverdichtete Expansionsmittel vorerwärmt, wobei von den Verbrennungszylindern 1 an das Kühlmittel übertragene Wärmeenergie rückgewonnen und in später zu erläuternder Weise zur Gewinnung weiterer mechanischer Energie eingesetzt wird. Das so vorerwärmte Expansionsmittel verlässt den Wärmetauscher 10 über eine Leitung 12 und wird den oben bereits genannten Wärmetauschern 5 zugeführt. Dort dient das Expansionsmittel dem Abkühlen der die Verbrennungszylinder 1 über die Abgasleitungen 4 verlassenden Verbrennungsabgase. Dabei wird das Expansionsmittel weiter erwärmt und auf diese Weise unter zusätzlichen Druck gesetzt. Das so unter Druck stehende Expansionsmittel wird dann zu einem Zeitpunkt OT jeweils in den Zylinder 2 eingebracht. Dort entspannt sich das Expansionsmittel und treibt den Kolben dieser Zylinder an, um so weitere mechanische Arbeit zu verrichten. Die Kolben der Zylinder 2 werden dabei bei jedem OT mit dem unter Druck stehenden Expansionsmittel beaufschlagt, so dass sie bei jedem zweiten Takt einen Arbeitstakt leisten. Nach erfolgter Expansion wird das Expansionsmittel in die Leitung 13 ausgestoßen. In dieser Leitung wird das Expansionsmittel einem Kühler 14 zugeführt, in welchem es weiter abgekühlt wird,

bis zu einer Temperatur, in der es wieder in das Reservoir 7 gegeben werden kann. Dort beginnt der Kreislauf von neuem.

Der Motor wird über Thermostate vorzugsweise derart gesteuert, dass die in der Leitung 6 geführten Abgase eine Temperatur von 100°C oder weniger aufweisen. Auf diese Weise wird ein maximaler Anteil der Abwärme der Verbrennungszyylinder 1 genutzt, um in den zusätzlichen Zylindern 2 weitere mechanische Arbeit zu verrichten.

Die zusätzlichen Zylinder 2 können durch Umbau eines herkömmlichen Sechszylinderverbrennungsmotors entstanden sein, indem zwei der ursprünglich sechs Verbrennungszyylinder von der Verbrennung ausgenommen und für eine Beaufschlagung mit dem Expansionsmittel umgerüstet worden sind, sie können aber auch einem herkömmlichen Vier-Zylinder-Motor hingefügt worden sein.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Zylinder
- 2 Zylinder
- 3 Kraftstoffleitung
- 4 Abgasleitung
- 5 Wärmetauscher
- 6 Abgasleitung
- 7 Reservoir
- 8 Hochdruckpumpe
- 9 Leitung
- 10 Wärmetauscher
- 11 Kühlmittelkreislauf
- 12 Leitung
- 13 Leitung
- 14 Kühler

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Viertakt-Verbrennungsmotors, wobei die beim Verbrennen des Treibstoffes in den Verbrennungsräumen entstehende Abwärme ausgenutzt wird, um ein Expansionsmittel zu erwärmen und dadurch zur Expansion zu bringen, wobei die Expansion des Expansionsmittels in wenigstens einen mit einem Kolben versehenen Zylinder hinein geleitet und die durch die Expansion erfolgende Bewegung des Kolbens in dem Zylinder als zusätzliche Motorantriebskraft verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in den mit dem Expansionsmittel beaufschlagten Zylinder bei jedem zweiten Takt (OT) das Expansionsmittel eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel in einem Kreislauf geführt wird, in welchem es nach Verlassen des Zylinders gekühlt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Übertrag der Abwärme auf das Expansionsmittel wenigstens zweistufig erfolgt, wobei das Expansionsmittel in einer ersten Stufe durch ein die Verbrennungsräume kühlendes Kühlmittel vorerwärmt und in einer zweiten Stufe durch die heißen, die Verbrennungsräume verlassenden Abgase weiter erwärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel ein unter hohem Druck stehendes, verflüssigtes Gas verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass n-Butan unter einem Druck von 20 bis 30 bar verwendet wird.

6. Vier-Takt-Verbrennungsmotor mit herkömmlichen Verbrennungsräumen (1) sowie wenigstens einem zusätzlichen mit einem über wenigstens einen Wärmetauscher (5, 10) mit der Abwärme der in den herkömmlichen Verbrennungsräumen (1) stattfindenden Verbrennung in Kontakt stehenden Expansionsmittel beaufschlagbaren, mit einem Kolben versehenen Zylinder (2), dessen Kolbenbewegung auf eine gemeinsame Motorausgangswelle (Kurbelwelle) wirkt, dadurch gekennzeichnet dass er eine Ansteuerung aufweist, die dazu eingerichtet ist, jedes Mal, wenn sich der Kolben in dem Zylinder (2) in einer oberen Position befindet, Expansionsmittel in den Zylinder (2) einzulassen.
7. Motor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung durch eine Nockenwelle gebildet ist, die mit einem Einlass- sowie einem Auslassventil des Zylinders (2) zusammenwirkende Nocken aufweist, wobei die Nocken so auf der Nockenwelle angeordnet sind, dass bei jeder Aufwärtsbewegung des Kolbens in dem Zylinder (2) das Auslassventil öffnet und bei Annäherung des Kolbens an eine oberste Position wieder schließt, und dann, wenn sich der Kolben in einer obersten Position befindet das Einlassventil öffnet.
8. Motor nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Wärmetauscher (5) aufweist, der einen Wärmeübertrag zwischen den die Verbrennungsräume (1) verlassenden Abgasen und dem Expansionsmittel bewirkt.
9. Motor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Wärmetauscher (10) aufweist, der einen Wärmeübertrag zwischen einem zum Kühlen der Verbrennungsräume (1) eingesetzten Kühlmittel und dem Expansionsmittel bewirkt.

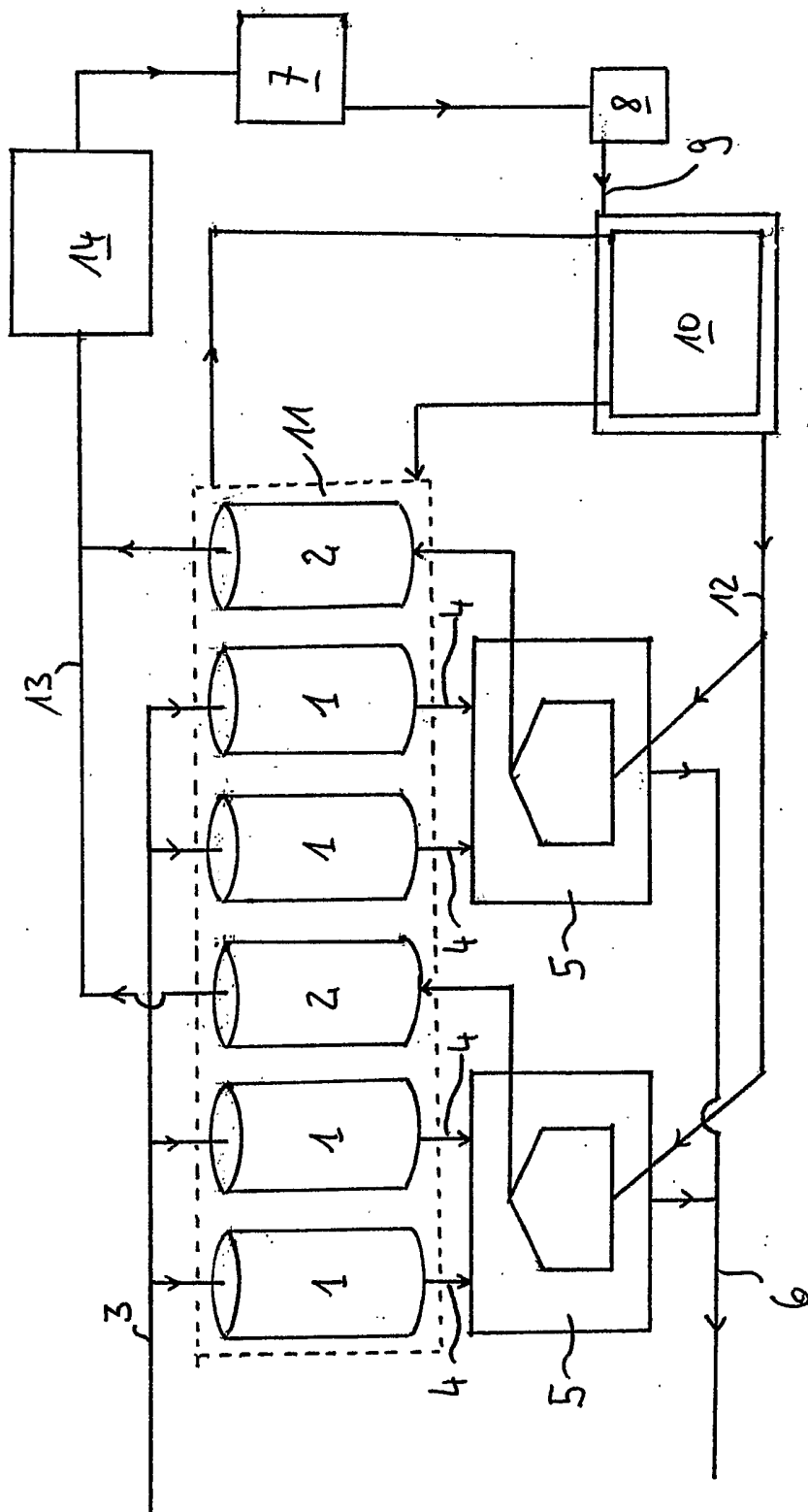


Fig. 1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No  
**PCT/EP2005/004864**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02G5/04 F02B41/00

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02G F02B F01K

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | US 4 901 531 A (KUBO ET AL)<br>20 February 1990 (1990-02-20)<br>column 8, line 59 - column 9, line 9<br>column 9, line 49 - column 10, line 12<br>figures 3,4   | 1-3,6-9               |
| X          | US 5 261 238 A (OLSEN ET AL)<br>16 November 1993 (1993-11-16)<br>column 2, line 55 - column 3, line 22<br>column 4, line 61 - line 68<br>column 6, line 19 - line 26<br>column 6, line 52 - line 60<br>column 7, line 33 - line 41<br>figures 1,6,7 | 1,2,6,7,<br>9         |
|            | -----<br>-/--   |                       |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 July 2005

Date of mailing of the international search report

04/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pileri, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/004864

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Category °   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
| X  | <p>GB 2 205 900 A (ALAN FRANCIS * DANIELL)<br/>                     21 December 1988 (1988-12-21)<br/>                     page 4, line 20 - page 5, line 22<br/>                     page 9, line 11 - line 15<br/>                     -----</p> | 1                     |
| X  | <p>US 5 896 746 A (PLATELL ET AL)<br/>                     27 April 1999 (1999-04-27)<br/>                     column 2, line 55 - column 3, line 29;<br/>                     figure 1<br/>                     -----</p>                         | 1,2,6,8               |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/004864

| Patent document cited in search report | A | Publication date | Patent family member(s)  | Publication date   |
|--|---|------------------|--|--|
| US 4901531                             | A | 20-02-1990       | NONE   |  |
| US 5261238                             | A | 16-11-1993       | CA 2032794 A1  | 21-06-1992   |
| GB 2205900                             | A | 21-12-1988       | NONE   |  |
| US 5896746                             | A | 27-04-1999       | SE 515966 C2<br>AT 185401 T<br>AU 2812495 A<br>DE 69512662 D1<br>DE 69512662 T2<br>EP 0766779 A1<br>JP 2904931 B2<br>JP 9512879 T<br>SE 9402180 A<br>WO 9535433 A1 | 05-11-2001<br>15-10-1999<br>15-01-1996<br>11-11-1999<br>06-04-2000<br>09-04-1997<br>14-06-1999<br>22-12-1997<br>21-12-1995<br>28-12-1995 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/004864

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02G5/04 F02B41/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02G F02B F01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | US 4 901 531 A (KUBO ET AL)<br>20. Februar 1990 (1990-02-20)<br>Spalte 8, Zeile 59 - Spalte 9, Zeile 9<br>Spalte 9, Zeile 49 - Spalte 10, Zeile 12<br>Abbildungen 3,4  | 1-3,6-9            |
| X          | US 5 261 238 A (OLSEN ET AL)<br>16. November 1993 (1993-11-16)<br>Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 22<br>Spalte 4, Zeile 61 - Zeile 68<br>Spalte 6, Zeile 19 - Zeile 26<br>Spalte 6, Zeile 52 - Zeile 60<br>Spalte 7, Zeile 33 - Zeile 41<br>Abbildungen 1,6,7 | 1,2,6,7,<br>9      |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Juli 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/08/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pileri, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/004864

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |   |                    |
|--|---|--------------------|
| Kategorie  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
| X  | GB 2 205 900 A (ALAN FRANCIS * DANIELL)<br>21. Dezember 1988 (1988-12-21)<br>Seite 4, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 22<br>Seite 9, Zeile 11 - Zeile 15<br>----- | 1                  |
| X  | US 5 896 746 A (PLATELL ET AL)<br>27. April 1999 (1999-04-27)<br>Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 29;<br>Abbildung 1<br>-----                           | 1,2,6,8            |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/004864

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |       | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------------|
| US 4901531   | A                             | 20-02-1990                        | KEINE |                               |
| US 5261238   | A                             | 16-11-1993                        | CA    | 2032794 A1 21-06-1992         |
| GB 2205900   | A                             | 21-12-1988                        | KEINE |                               |
| US 5896746   | A                             | 27-04-1999                        | SE    | 515966 C2 05-11-2001          |
|  |                               |                                   | AT    | 185401 T 15-10-1999           |
|  |                               |                                   | AU    | 2812495 A 15-01-1996          |
|  |                               |                                   | DE    | 69512662 D1 11-11-1999        |
|  |                               |                                   | DE    | 69512662 T2 06-04-2000        |
|  |                               |                                   | EP    | 0766779 A1 09-04-1997         |
|  |                               |                                   | JP    | 2904931 B2 14-06-1999         |
|  |                               |                                   | JP    | 9512879 T 22-12-1997          |
|  |                               |                                   | SE    | 9402180 A 21-12-1995          |
|  |                               |                                   | WO    | 9535433 A1 28-12-1995         |