



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **699 585 A2**

(51) Int. Cl.: **F02B 41/00** (2006.01)
F02B 75/02 (2006.01)
F02G 5/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01476/08

(71) Anmelder:
Timo Schilling, Tieracker 26
3065 Bolligen (CH)

(22) Anmeldedatum: 16.09.2008

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2010

(72) Erfinder:
Timo Schilling, 3065 Bolligen (CH)

(54) **Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolben-Verbrennungsmotors sowie Hubkolben-Verbrennungsmotor.**

(57) Um die Abwärme eines Hubkolben-Verbrennungsmotors zur weiteren Gewinnung mechanischer Energie zu nutzen und die Wärmeverluste zu verringern, wird ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolbenmotors vorgeschlagen, bei welchem die Abwärme in den Verbrennungsräumen (20) und in den die Verbrennungsräume (20) umgebenden Wandungen (3) genutzt wird, um ein Expansionsmittel in den Verbrennungsräumen (20) zur Expansion zu bringen und den Kolben (4) im Zylinder zu bewegen. Dabei wird zwischen zwei Arbeitszyklen, bei welchen Treibstoff verbrennt wird, in einem oder mehreren aneinanderfolgenden Zyklen ein Expansionsmittel anstelle des Treibstoffs in den Brennraum des warmgelaufenen Motors eingespritzt. Die Expansion des Expansionsmittels drückt den Kolben im Zylinder nach unten und kühlt gleichzeitig die Wandungen der Brennräume.

Beschreibung

[0001] Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolben-Verbrennungsmotors sowie Hubkolben-Verbrennungsmotor.

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolben-Verbrennungsmotors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie einen Hubkolben -Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

[0003] Herkömmliche Zwei- oder Viertakt-Verbrennungsmotoren werden durch den Gasdruck angetrieben, der durch die Verbrennung von Kohlewasserstoff in flüssiger oder gasförmiger Form entsteht. Ein beträchtlicher Teil der freiwerdenden Energie wird dabei nicht in mechanische Energie umgesetzt, sondern als Abwärme an die Umgebung des Motors abgegeben. Zum einen über das die Verbrennungsräume umgebende Material, zum anderen über die heissen Verbrennungsgase.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Teil der Abwärme eines Hubkolben-Verbrennungsmotors zur weiteren Gewinnung nutzbarer mechanischer Energie zu nutzen und die Wärmeverluste zu vermindern.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 bzw. durch einen Hubkolben-Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Patentanspruches 6.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind in den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 5, solche des Hubkolben-Verbrennungsmotors in den abhängigen Patentansprüchen 7 bis 9 angegeben.

[0007] Erfindungsgemäss wird bei wenigstens einem Zylinder des Verbrennungsmotors zwischen zwei oder mehreren Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrannt wird, in einem oder mehreren aufeinander folgenden Arbeitszyklen anstelle von Kraftstoff ein Expansionsmittel in den Brennraum eingebracht. Als Arbeitszyklus seien hier zwei Takte beim Zweitakt-Motor bzw. vier Takte beim Viertaktmotor zu verstehen. Ein Arbeitszyklus beinhaltet sowohl beim Zweitakt- als auch beim Viertaktmotor genau einen Arbeitstakt, wobei der Kolben durch Gasdruck im Brennraum nach unten gedrückt wird und in welchem der Zylinder mechanische Energie erzeugt. Erfindungsgemäss wird das Expansionsmittel in diesen zusätzlichen Arbeitszyklen immer zu Beginn oder nur wenig vor Beginn des Arbeitstaktes in den Brennraum eingebracht, nämlich wenn sich der Kolben in der obersten Stellung oder in der vorangehenden Aufwärtsbewegung befindet. Im Brennraum des Zylinders wird das Expansionsmittel durch Erwärmen unter Druck gesetzt, wobei zum Erwärmen des Expansionsmittels die Wärme der Wandungen des Brennraumes und die Wärme der in diesem Moment komprimierten Luft genutzt wird. Bei der anschliessenden Expansion des Expansionsmittels, bei welcher der Kolben des Zylinders nach unten gedrückt wird, gewinnt man mechanische Energie. Es wird also eine wesentliche Steigerung der Leistung bei gleichem Kraftstoffverbrauch dadurch erreicht, dass der Zylinder mit dem erfindungsgemässen Verfahren nicht bei jedem Arbeitstakt mit Kraftstoff gespeist wird und dennoch bei jedem Arbeitstakt kinetische Energie erzeugt. Bei gleicher Leistungsabgabe ist mit diesem Verfahren im Vergleich zu herkömmlichen Verbrennungsmotoren eine beträchtliche Kraftstoffeinsparung möglich. Dies ist auch aus Umweltgesichtspunkten zu begrüssen.

[0008] Während den Arbeitszyklen, in welchen der Zylinder mit dem Expansionsmittel gespeist wird, werden die Wandungen des Brennraumes des betreffenden Zylinders abgekühlt und vor Überhitzung geschützt. Dadurch verringert sich die Notwendigkeit, den Zylinder von aussen oder durch einen Kühlkreislauf, wie er etwa bei herkömmlichen wassergekühlten Motoren zu finden ist, zu kühlen. Diese Arbeitszyklen werden deshalb im Folgenden als Kühlzyklen bezeichnet, während die Arbeitszyklen mit einem Arbeitstakt, bei welchem Kraftstoff verbrennt wird, als Verbrennungszyklen bezeichnet werden.

[0009] In vorteilhafter Weise wird das Expansionsmittel in einem Kreislauf geführt, in welchem es nach dem Verlassen des Zylinders gekühlt wird. Durch eine solche Ausgestaltung der Erfindung ist es nicht erforderlich, kontinuierlich Expansionsmittel zuzuführen. Dieses kann, ähnlich wie beispielsweise ein Kühlmittel bei einem herkömmlichen Motor, in einem Vorratsbehälter bevorratet und in den erwähnten Kreislauf geführt werden.

[0010] Als Expansionsmittel wird vorzugsweise Wasser oder eine andere, reaktionsträge Flüssigkeit bzw. ein wenig reaktionsfreudig-reaktionsträges, verflüssigtes Gas verwendet.

[0011] Nachfolgend wird das erfindungsgemässe Prinzip zunächst dargestellt an einem Einzylinder-Viertaktmotor bei welchem auf jeden Verbrennungszyklus ein Kühlzyklus folgt.

[0012] Als Grundlage dient ein herkömmlicher Viertakt-Einzylinder-Verbrennungsmotor mit Direkteinspritzung oder Einspritzung des Kraftstoffes in eine Vor- oder Wirbelkammer. Der Zylinder wird mit einer weiteren Düse versehen, über welche das Expansionsmittel direkt in den Brennraum eingebracht werden kann. Die Kraftstoffeinspritzung wird nun so geregelt, dass der Kraftstoff statt bei jedem Arbeitstakt nur bei jedem zweiten Arbeitstakt in den Brennraum bzw. in die Vor- oder Wirbelkammer geleitet wird. Wird die Einspritzung elektronisch gesteuert, so halbiert man die Einspritzfrequenz. Wird die Einspritzung mechanisch über einen Transmissionsmechanismus gesteuert, so wird die Einspritzfrequenz über eine zusätzliche Übersetzung halbiert. In den dazwischen liegenden Arbeitstakten wird jeweils das Expansionsmittel in den Brennraum eingebracht. Dabei kann das Expansionsmittel, wie der Kraftstoff bei Motoren mit Direkteinspritzung, mittels eines Pumpe-Düse-Systems oder über ein Common-Rail-System bei der Verwendung mehrerer Düsen eingespritzt werden. Vorzugsweise wird die eingespritzte Menge über einen Thermostat am Zylinder gesteuert und mit steigender Temperatur erhöht.

[0013] Am Zylinder wird ein zusätzlicher Auslass mit eigenem Abgaskanal angebracht. Die Auslassventilsteuerung wird nun dahingehend verändert, dass der Ausstoss des Verbrennungszyklus in den herkömmlichen Abgaskanal geleitet wird, der Ausstoss des Kühlzyklus aber in den zusätzlichen Abgaskanal geleitet wird. Das kann erreicht werden, indem der zusätzliche Abgaskanal über ein zusätzliches Ventil mit dem Brennraum verbunden wird. Oder der Ausstoss wird unmittelbar nach Verlassen des Brennraumes über ein zusätzliches Steuerelement in die Abgaskanäle geleitet. In diesem Fall ist kein zusätzlicher Zylinder auslass, sondern nur ein zusätzlicher Abgaskanal nötig. Dabei wird dieses Element dahingehend gesteuert, dass sie alle vier Takte zwischen den Beiden Abgaskanälen umschaltet. Vorzugsweise wird dieses Steuerelement als einfache Klappe ausgestaltet, die über eine zusätzliche Nockenwelle angelenkt wird. Als Steuerelement kann aber auch ein 3/2-Wegeventil verwendet werden, welches über eine Nockenwelle angelenkt wird. Geschieht die Ausstossstrennung über ein zusätzliches Ausstossventil, so werden alle Ausstossventile nur noch mit halber Frequenz bzw. nur noch alle acht Takte geöffnet. Werden die Auslassventile elektronisch gesteuert, so halbiert man die Öffnungsfrequenz. Werden die Auslassventile mechanisch über eine Nockenwelle gesteuert, so wird deren Umlaufgeschwindigkeit über eine zusätzliche Übersetzung halbiert. Die Nocken auf der Nockenwelle sind dabei so angeordnet, dass die Ventile für den Ausstoss des Verbrennungszyklus und der Ausstoss des Kühlzyklus abwechselnd geöffnet werden. Der zusätzliche Abgaskanal wird so angelegt, dass die ausgestossenen Gase stark abgekühlt werden und das Expansionsmittel kondensiert. Dazu wird vorzugsweise ein Metallrohr mit hoher Wärmeleitfähigkeit verwendet, durch welches die ausgestossenen Gase strömen. Das kondensierte Expansionsmittel wird mittels einer Pumpe über einen Kanal an die Einspritzdüsen zurückgeleitet.

[0014] Bei Mehrzylindermotoren kann das beschriebene Verfahren auf einen, mehrere oder alle Zylinder angewandt werden.

[0015] Grundsätzlich können bei einem erfindungsgemäss gestalteten Motor die Verbrennungs- und Kühlzyklen in beliebiger Abfolge durchlaufen werden. Vorzugsweise wird die Abfolge über Thermostate so gesteuert, dass der Verbrennungsmotor eine konstante Temperatur aufweist. Die Anlaufphase des Motors besteht dann von Vorteil nur aus direkt aufeinander folgenden Verbrennungszyklen, bis der Motor seine ideale Betriebstemperatur erreicht hat.

[0016] Je nach Einsatzbereich eines erfindungsgemäss gestalteten Motors kann auf einen zusätzlichen Abgaskanal verzichtet werden und der Ausstoss sowohl des Verbrennungszyklus wie auch des Kühlzyklus in den herkömmlichen Abgaskanal geleitet werden. Wird als Expansionsmittel Wasser oder eine andere reaktionsträge Flüssigkeit verwendet, kann auch hier das Expansionsmittel durch eine Kühlung der Abgase zurückgewonnen werden. Für die Reinigung der Verbrennungsgase kann aber eine getrennte Abgasführung von Vorteil sein.

Wirkungsweise:

[0017] Hier dargestellt an einem Einzylinder-Viertaktmotor, bei welchem auf jeden Verbrennungszyklus ein Kühlzyklus folgt.

[0018] Der Motor wird normal gestartet, wobei er nur bei jedem zweiten Arbeitszyklus einen Verbrennungstakt durchläuft. In den dazwischen liegenden Arbeitszyklen wird weder Kraftstoff noch Expansionsmittel eingespritzt. Hat der Zylinder seine optimale Betriebstemperatur erreicht, wird in diesen Arbeitszyklen zwischen den Verbrennungszyklen das Expansionsmittel in den Brennraum eingespritzt. Die Einspritzung des Expansionsmittels erfolgt über eine separate Düse und genau dann, wenn sich der Kolben zu Beginn des Arbeitstaktes oder kurz davor im Bereich der obersten Stellung im Zylinder befindet. Von der Brennraumoberfläche verdampft das Expansionsmittel und der entstehende Gasdruck drückt den Kolben nach unten (Arbeitstakt). Befindet sich der Kolben in der untersten Stellung öffnet sich das Auslassventil und der Zylinderinhalt wird bei der anschliessenden Aufwärtsbewegung des Kolbens über das Steuerelement am Zylinder auslass in den zusätzlichen Abgaskanal ausgestossen (Ausstosstakt). Im Bereich der obersten Stellung des Kolbens öffnet sich das Einlassventil während das Auslassventil schliesst. Ein verzögertes Schliessen des Auslassventils ist bei aufgeladenen Motoren sinnvoll, um die Reste des reaktionsträgen Expansionsmittels auszublasen. Während der Abwärtsbewegung strömt Luft in den Zylinder (Ansaugtakt). In der untersten Stellung des Kolbens schliesst das Einlassventil und während der nachfolgenden Aufwärtsbewegung wird die Luft komprimiert (Verdichtungstakt). Über eine Nockenwelle wird das Steuerungselement hinter dem Auslassventil umgestellt, so dass das Ventil nun mit dem herkömmlichen Abgaskanal verbunden ist. Im Bereich der obersten Stellung des Kolbens wird nun Kraftstoff eingespritzt und entzündet. Der Motor durchläuft daraufhin wiederum in beschriebener Weise Arbeitstakt, Ausstosstakt, Ansaugtakt und Verdichtungstakt, wobei die Abgase jetzt in den herkömmlichen Abgaskanal geleitet werden. Während des Verdichtungstaktes wird das Steuerelement über die Nockenwelle wieder zurückgestellt. Das Expansionsmittel kondensiert derweil im zusätzlichen Abgaskanal.

[0019] Das Kondensat des Expansionsmittels wird mittels einer Pumpe in einen Vorratsbehälter und von dort aus an die Einspritzdüse zurückbefördert.

[0020] Nachfolgend wird das erfindungsgemässe Prinzip dargestellt an einem Einzylinder-Zweitaktmotor, bei welchem auf jeden Verbrennungszyklus ein Kühlzyklus folgt.

[0021] Als Grundlage dient ein herkömmlicher Zweitakt-Einzylinder-Verbrennungsmotor mit Direkteinspritzung oder Einspritzung des Kraftstoffes in eine Vor- oder Wirbelkammer. Das erfindungsgemässe Verfahren ist dasselbe wie beim oben beschriebenen Einzylinder-Viertaktmotor, nur dass hier grundsätzlich keine Ventilsteuerung berücksichtigt werden muss.

[0022] Der Zylinder wird mit einer weiteren Düse versehen, über welche das Expansionsmittel direkt in den Brennraum eingebracht werden kann. Die Kraftstoffeinspritzung wird so geregelt, dass der Kraftstoff statt bei jedem Arbeitstakt nur bei jedem zweiten Arbeitstakt in den Brennraum bzw. in die Vor- oder Wirbelkammer geleitet wird. Wird die Einspritzung elektronisch gesteuert, so halbiert man die Einspritzfrequenz. Wird die Einspritzung mechanisch über einen Transmissionsmechanismus gesteuert, so wird die Einspritzfrequenz über eine zusätzliche Übersetzung halbiert. In den dazwischen liegenden Arbeitstakten wird jeweils das Expansionsmittel in den Brennraum eingebracht. Dabei kann das Expansionsmittel wie der Kraftstoff bei Motoren mit Direkteinspritzung mittels einer Pumpe -Düse -Systems oder über ein Common-Rail-System bei der Verwendung mehrerer Düsen eingespritzt werden. Vorzugsweise wird die eingespritzte Menge über einen Thermostat am Zylinder gesteuert und mit steigender Temperatur erhöht.

[0023] An den Auslass des Zylinders wird ein zusätzlicher Abgaskanal angeschlossen. Über ein Steuerelement wird der Ausstoss unmittelbar nach Verlassen des Brennraumes in die Abgaskanäle geleitet. Dabei wird dieses Steuerelement dahingehend eingerichtet, dass es alle zwei Takte zwischen den beiden Abgaskanälen umschaltet. Auf diese Weise kann der Ausstoss des Verbrennungszyklus in den herkömmlichen Abgaskanal und der Ausstoss des Kühlzyklus in den zusätzlichen Abgaskanal geleitet werden. Vorzugsweise wird dieses Steuerelement auch beim Zweitakt-Verbrennungsmotor als einfache Klappe ausgestaltet, die über eine Nockenwelle gesteuert wird. Die Nockenwelle wird in diesem Fall von Vorteil über einen Transmissionsmechanismus mit der Kurbelwelle verbunden. Als Steuerelement kann auch ein 3/2-Wegeventil verwendet werden, welches über eine Nockenwelle angelenkt wird.

[0024] Der zusätzliche Abgaskanal wird, wie bei Verwendung eines Viertaktmotors als Grundlage, so angelegt, dass die ausgestossenen Gase stark abgekühlt werden und das Expansionsmittel kondensiert. Mittels einer Pumpe wird das Expansionsmittel an die Einspritzdüsen zurückgeleitet.

[0025] Bei Mehrzylindermotoren kann das beschriebene Verfahren auf einen, mehrere oder alle Zylinder angewandt werden.

[0026] Auch bei Verwendung eines Zweitakt-Verbrennungsmotors als Grundlage ist es mit dem erfindungsgemässen Verfahren grundsätzlich möglich, die Verbrennungs- und Kühlzyklen in beliebige Abfolge zu stellen. Die Abfolge der Arbeitszyklen wird auch beim Zweitaktmotor vorzugsweise über Thermostate gesteuert. Die Anlaufphase des Motors besteht dann von Vorteil nur aus direkt aufeinander folgenden Verbrennungszyklen, bis der Motor seine ideale Betriebstemperatur erreicht hat.

[0027] Je nach Einsatzbereich eines erfindungsgemäss gestalteten Motors kann auch beim Zweitakt-Verbrennungsmotor auf einen zusätzlichen Abgaskanal verzichtet werden und der Ausstoss sowohl des Verbrennungszyklus wie auch des Kühlzyklus in den herkömmlichen Abgaskanal geleitet werden.

Wirkungsweise:

[0028] Hier noch einmal dargestellt an einem Einzylinder-Zweitaktmotor, bei welchem auf jeden Verbrennungszyklus ein Kühlzyklus folgt.

[0029] Der Motor wird normal gestartet, wobei er nur bei jedem zweiten Arbeitszyklus einen Verbrennungstakt durchläuft. In den dazwischen liegenden Arbeitszyklen wird weder Kraftstoff noch Expansionsmittel eingespritzt. Sobald der Zylinder seine optimale Betriebstemperatur erreicht hat, wird in diesen Arbeitszyklen zwischen den Verbrennungszyklen das Expansionsmittel in den Brennraum eingespritzt. Die Einspritzung des Expansionsmittels erfolgt über eine separate Düse und genau dann, wenn sich der Kolben zu Beginn des Arbeitstaktes oder kurz davor im Bereich der obersten Stellung im Zylinder befindet. Von der Brennraumoberfläche verdampft das Expansionsmittel und der entstehende Gasdruck drückt den Kolben nach unten (Arbeitstakt). Das Steuerungselement am Auslass des Zylinders verbindet dabei den Zylinder mit dem zusätzlichen Abgaskanal. Befindet sich der Kolben im Bereich der untersten Stellung strömt über den Einlasskanal Luft in den Zylinder und bläst das im Zylinder befindliche Gasgemisch in den zusätzlichen Abgaskanal. Während der nachfolgenden Aufwärtsbewegung wird die Luft komprimiert (Verdichtungstakt). Über eine Nockenwelle wird das Steuerungselement hinter dem Auslassventil umgestellt, so dass das Ventil nun mit dem herkömmlichen Abgaskanal verbunden ist. Im Bereich der obersten Stellung des Kolbens wird nun Kraftstoff eingespritzt und entzündet. Der Motor durchläuft daraufhin wiederum in beschriebener Weise Arbeitstakt und Verdichtungstakt, wobei die Abgase jetzt in den herkömmlichen Abgaskanal geleitet werden. Während des Verdichtungstaktes wird das Steuerelement am Zylinderauslass über die Nockenwelle wieder zurückgestellt.

[0030] Das Expansionsmittel kondensiert im zusätzlichen Abgaskanal und wird mittels einer Pumpe in einen Vorratsbehälter und von dort aus an die Einspritzdüse zurückbefördert.

[0031] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin:

1. Dass der Kraftstoffverbrauch reduziert wird bei gleicher Leistung.
2. Dass grundsätzlich keine neuen Motoren entwickelt werden müssen, sondern auf die weltweit vorhandene Motortechnik aufgebaut werden kann.

3. Dass grundsätzlich alle bereits gebauten oder gebrauchten Motoren mit Kraftstoff -Direkteinspritzung umgebaut werden können.
4. Dass ein Grossteil der der Abwärme in nutzbare mechanische Energie umgewandelt werden kann.
5. Dass grundsätzlich keine zeitintensive Entwicklung nötig ist, sondern mit dem vorhandenen technischen Wissen eine sofortige Umsetzung erfolgen kann.

[0032] Nachfolgend wird das erfindungsgemässe Prinzip noch ein drittes Mal anhand eines Einzylinder-Hubkolben-Verbrennungsmotors unter Verweis auf die einzig beigefügte Abbildung erläutert.

[0033] Dabei zeigt Abb. 1 schematisch den Aufbau eines erfindungsgemässen Einzylinder-Hubkolben-Verbrennungsmotors, bei welchem die Auslassregelung über eine steuerbare Klappe geschieht.

[0034] In dieser Abbildung ist schematisch ein erfindungsgemäss aufgebauter Einzylinder-Hubkolben-Verbrennungsmotor dargestellt. Am mit 1 bezifferten Zylindereinlass und am mit 2 bezifferten Zylinderauslass sind schematisch Ein- und Auslassventile dargestellt. Für das erfindungsgemässe Prinzip ist es aber unerheblich, ob der Motor Ventile besitzt oder nicht. Ebenfalls unerheblich für das erfindungsgemässe Prinzip ist es, ob der mit 1 bezifferte Zylindereinlass und der mit 2 bezifferte Zylinderauslass im oberen Bereich des Brennraumes oder seitlich am Zylinder angebracht sind. Mit 3 ist die Zylinderwand bezeichnet, mit 4 der Kolben, mit 20 der Brennraum. Die Pleuelstange ist mit 5 gekennzeichnet, die Pleuelstange mit 6.

[0035] Mit 7 ist eine Kraftstoffleitung bezeichnet, über welche der reguläre Kraftstoff mittels einer Einspritzpumpe 8 in den Zylinder gespritzt wird. Die bei der Verbrennung entstehenden Gase verlassen den Zylinder über die Abgasleitung 9.

[0036] Mit 10 ist eine Leitung für das Expansionsmittel bezeichnet, über welche das Expansionsmittel mittels einer Einspritzpumpe 8 in den Zylinder gespritzt wird. Das Gemisch aus Luft und Expansionsmittel verlässt den Zylinder über die Abgasleitung 11. Mit 12 ist ein Kühler bezeichnet, in welchem das Expansionsmittel kondensiert. Er ist in den Abgaskanal 11 integriert. Über eine Pumpe 13 gelangt das Expansionsmittel in den Vorratsbehälter 14, von wo es erneut in die Leitung 10 gespeist werden kann.

[0037] Mit 15 ist ein Steuergerät bezeichnet. Es ist mit einem Temperatursensor 16 am Zylinder verbunden. Über einen Transmissionsmechanismus 17 steuert das Steuergerät die Zufuhr von Kraftstoff und Expansionsmittel in den Zylinder. Diese Steuerung der Zufuhr 19 ist hier schematisch anhand der Symbolik für elektrische Schaltungen dargestellt. Über den gleichen Transmissionsmechanismus steuert das Steuergerät auch das Steuerelement 18 am Zylinderauslass 2. Als Steuerelement dient hier eine umstellbare Klappe. Die Steuerung der Zufuhr von Kraftstoff und Expansionsmittel 19 ist so angelegt, dass entweder Kraftstoff oder Expansionsmittel in den Zylinder gelangen kann, jedoch nicht beides gleichzeitig. Der Transmissionsmechanismus ist weiter so angelegt, dass das Steuerelement 18 am Zylinderauslass 2 immer dann zwischen den Abgasleitungen 9 und 11 umschaltet, wenn die Steuerung zwischen Kraftstoff- und Expansionsmittelzufuhr 19 umschaltet. Dadurch kann erreicht werden, dass die Abgase der Verbrennungszyklen immer in den dafür vorgesehenen Abgaskanal 9 geleitet und die Abgase der Kühlzyklen in den dafür vorgesehenen Abgaskanal 11 geleitet werden, auch wenn die Verbrennungs- und Kühlzyklen in beliebiger Reihenfolge durchlaufen werden.

[0038] Für das erfindungsgemässe Prinzip reicht es aber aus, die Steuerung der Kraftstoff- und Expansionsmittelzufuhr 19 und des Steuerungselementes 18 am Zylinderauslass 2 über einen Transmissionsmechanismus mit der Pleuelstange 5 zu verbinden. Anstelle der Klappe als Steuerungselement 18 können, wie bereits beschrieben, auch zwei wechselseitig öffnende Auslassventile oder ein 3/2-Wegeventil verwendet werden. Der Motor wird normal gestartet und erzeugt zu Beginn ausschliesslich kinetische Energie durch die Verbrennung von Kraftstoff, der durch die Leitung 7 in den Zylinder gelangt. Die Abgase werden über den Abgaskanal 9 weggeleitet. Übersteigt die Zylinderwandung 3 eine festgelegte Temperatur, so schaltet das Steuergerät 15 über den Transmissionsmechanismus 17 von Kraftstoff auf Expansionsmittel um und stellt das Steuerelement 18 am Zylinderauslass 2 so, dass die Abgase in den Abgaskanal 11 geleitet werden. Im nächsten Arbeitszyklus erzeugt der Motor kinetische Energie durch die Expansion des Expansionsmittels im Brennraum 20. Unterschreitet die Zylinderwandung 3 die festgelegte Temperaturschwelle, so stellt das Steuergerät wieder auf Kraftstoffzufuhr und stellt das Steuerelement 18 am Zylinderauslass 2 zurück.

[0039] Wie bereits beschrieben, reicht es für das erfindungsgemässe Prinzip aus, Verbrennungs- und Kühlzyklen in starrer Abfolge zu durchlaufen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolben-Verbrennungsmotors mit Direkteinspritzung des Kraftstoffes in den Verbrennungsraum oder in eine Vor- oder Wirbelkammer, wobei die beim Verbrennen von Kraftstoff in den Verbrennungsräumen entstehende und an die Wandungen der Verbrennungsräume abgegebene Abwärme ausgenutzt wird, um ein Expansionsmittel in den Verbrennungsräumen zu erwärmen und zur Expansion zu bringen, wobei die durch die Expansion erfolgende Bewegung der Kolben in den Zylindern als zusätzliche Motorantriebskraft verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionsmittel anstelle des Kraftstoffes zwischen zwei Arbeits-

CH 699 585 A2

zyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, in einem oder mehreren aneinanderfolgenden Arbeitszyklen in die Verbrennungsräume eingespritzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionsmittel in einem Kreislauf geführt wird, in welchem es nach dem Verlassen des Zylinders gekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel eine reaktionsträge Flüssigkeit oder ein unter hohem Druck stehendes, verflüssigtes Gas verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel Wasser verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgase der Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, und die Abgase der Arbeitszyklen, in welchen Expansionsmittel zur Expansion gebracht wird, über getrennte Abgaskanäle weggeleitet werden.
6. Hubkolben-Verbrennungsmotor mit herkömmlicher Direkteinspritzung von Kraftstoff in den Brennraum oder in eine Vor- oder Wirbelkammer mit zusätzlicher Zuleitung (10) für die Einspritzung von Expansionsmittel in die Verbrennungsräume (20) und mit zwei separaten Abgaskanälen (9,11) dadurch gekennzeichnet, dass er eine Steuerung (15) aufweist, die dazu eingerichtet ist, zwischen zwei oder mehreren Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, anstelle des Kraftstoffs ein Expansionsmittel in die Verbrennungsräume einzuspritzen.
7. Motor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (15) der Einspritzung von Kraftstoff und Expansionsmittel entweder so eingerichtet ist, dass bei einer Temperatur der Wandungen der Verbrennungsräume unter einem festgelegten Schwellenwert nur Kraftstoff in die Verbrennungsräume eingespritzt und gezündet wird und dass bei einer Temperatur der Wandungen über diesem Schwellenwert nur Expansionsmittel in die Verbrennungsräume eingespritzt wird, oder dass Kraftstoff und Expansionsmittel beim warm gelaufenen Motor nach festem Schema abwechselnd in die Verbrennungsräume eingespritzt werden.
8. Motor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass er über einen Mechanismus verfügt, über welchen die beiden Abgaskanäle wechselweise mit dem Brennraum verbunden werden können und dass dieser Mechanismus entweder aus einen Umstellmechanismus mit beweglicher Klappe (18) oder einem 3/2-Wegeventil an den Zylinder auslässen (2), oder aus wenigstens zwei wechselseitig öffnenden Auslassventilen pro Zylinder besteht.
9. Motor nach Anspruch 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass über die Steuerung (15) der Einspritzung von Kraftstoff und Expansionsmittel auch der Mechanismus zur Steuerung der Abgaskanäle angesteuert wird und zwar derart, dass die Abgase von der Verbrennung von Kraftstoff und die Abgase aus der Expansion des Expansionsmittels über getrennte Abgaskanäle abgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Hubkolben-Verbrennungsmotors mit Direkteinspritzung des Kraftstoffes in den Verbrennungsraum oder in eine Vor- oder Wirbelkammer, wobei die beim Verbrennen von Kraftstoff in den Verbrennungsräumen entstehende und an die Wandungen der Verbrennungsräume abgegebene Abwärme ausgenutzt wird, um ein Expansionsmittel in den Verbrennungsräumen zu erwärmen und zur Expansion zu bringen, wobei die durch die Expansion erfolgende Bewegung der Kolben in den Zylindern als zusätzliche Motorantriebskraft verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionsmittel anstelle des Kraftstoffes zwischen zwei Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, in einem oder mehreren aufeinander folgenden Arbeitszyklen in die Verbrennungsräume eingespritzt wird, wobei die eingespritzte Menge an Expansionsmittel durch einen Thermostat festgelegt wird, und dass die Abgase der Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, und die Abgase der Arbeitszyklen, in welchen Expansionsmittel zur Expansion gebracht wird, über getrennte Abgaskanäle weggeleitet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionsmittel in einem Kreislauf geführt wird, in welchem es nach dem Verlassen des Zylinders gekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel eine reaktionsträge Flüssigkeit oder ein unter hohem Druck stehendes, verflüssigtes Gas verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Expansionsmittel Wasser verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abfolge der Verbrennungs- und Kühlzyklen über einen Thermostat gesteuert wird.
6. Hubkolben-Verbrennungsmotor mit herkömmlicher Direkteinspritzung von Kraftstoff in den Brennraum oder in eine Vor- oder Wirbelkammer mit zusätzlicher Zuleitung (10) für die Einspritzung von Expansionsmittel in die Verbrennungsräume (20) und mit zwei separaten Abgaskanälen (9, 11) dadurch gekennzeichnet, dass er eine als Thermostat wirkende Steuerung (15) mit Temperatursensor (16) aufweist, die dazu eingerichtet ist, zwischen zwei oder mehreren Arbeitszyklen, in welchen Kraftstoff verbrennt wird, anstelle des Kraftstoffes eine je nach Temperatur der Wandungen der Verbrennungsräume variierende Menge Expansionsmittel in die Verbrennungsräume einzuspritzen und dass er über einen Mechanismus verfügt, über welchen die beiden Abgaskanäle wechselweise mit dem Brennraum verbunden werden können, so dass die Abgase aus der Verbrennung von Kraftstoff und die Abgase aus der Expansion des Expansionsmittels über getrennte Abgaskanäle abgeführt werden.
7. Motor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung (15) der Einspritzung von Kraftstoff und Expansionsmittel entweder so eingerichtet ist, dass bei einer Temperatur der Wandungen der Verbrennungsräume unter einem festgelegten Schwellenwert nur Kraftstoff in die Verbrennungsräume eingespritzt und gezündet wird und dass bei einer Temperatur der Wandungen über diesem Schwellenwert nur Expansionsmittel in die Verbrennungsräume eingespritzt wird, oder dass Kraftstoff und Expansionsmittel beim warm gelaufenen Motor nach festem Schema abwechselnd in die Verbrennungsräume eingespritzt werden.
8. Motor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Mechanismus, über welchen die beiden Abgaskanäle wechselweise mit dem Brennraum verbunden werden können, entweder aus einen Umstellmechanismus mit beweglicher Klappe (18) oder einem 3/2-Wegeventil an den Zylinderauslässen (2), oder aus wenigstens zwei wechselseitig öffnenden Auslassventilen pro Zylinder besteht.
9. Motor nach Anspruch 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass über die Steuerung (15) der Einspritzung von Kraftstoff und Expansionsmittel auch der Mechanismus (18) zur Steuerung der Abgaskanäle (9, 11) angesteuert wird oder dass sowohl das Steuergerät (15) wie auch der Mechanismus (18) gemeinsam über die Kurbelwelle angelenkt werden.

Abb. 1

