



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.08.2013 Patentblatt 2013/32

(51) Int Cl.:
F02F 1/16 (2006.01)
F02F 1/10 (2006.01)
F01P 3/02 (2006.01)
F02F 1/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12194556.2**

(22) Anmeldetag: **28.11.2012**

(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

(30) Priorität: **16.01.2012 DE 102012200527**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Dembinski, Norbert**
81739 Muenchen (DE)
• **Spiess, Thomas**
81739 Muenchen (DE)
• **Dille, Roy**
81245 Muenchen (DE)
• **Lepschi, Matthias, Dr.**
80809 München (DE)
• **Nederegger, Walter**
81541 Muenchen (DE)
• **Solymosi, Attila**
80935 München (DE)

(54) **Brennkraftmaschine mit zumindest drei Zylindern**

(57) Brennkraftmaschine mit zumindest drei Zylindern in Reihe in einem Kurbelgehäuse und mit einem Zylinderkopf mit einer Einlass- und einer Auslassseite, sowie jeweils einem Stegbereich zwischen den Zylindern, wobei für den Zylinderkopf und/oder das Kurbelgehäuse ein erster und ein zweiter, weitgehend parallel zu einer Längsachse der Brennkraftmaschine angeordneter Kühlmittelkanal für ein Kühlmittel vorgesehen ist, wobei der erste und der zweite Kühlmittelkanal durch zumindest eine Stegbohrung mit einander Kühlmittel führend verbunden sind und wobei der Zylinderkopf weitgehend quer und teilweise längs zur Längsachse von dem Kühlmittel durchströmbar ist, wobei ein Strömungsquerschnitt des ersten Kühlmittelkanals in Strömungsrichtung des Kühlmittels kleiner und ein Strömungsquerschnitt des zweiten Kühlmittelkanals in Strömungsrichtung des Kühlmittels größer wird.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Brennkraftmaschine wird die Kühlung des Stegbereiches im Kurbelgehäuse sowie im Dachbereich des Zylinderkopfes deutlich verbessert.

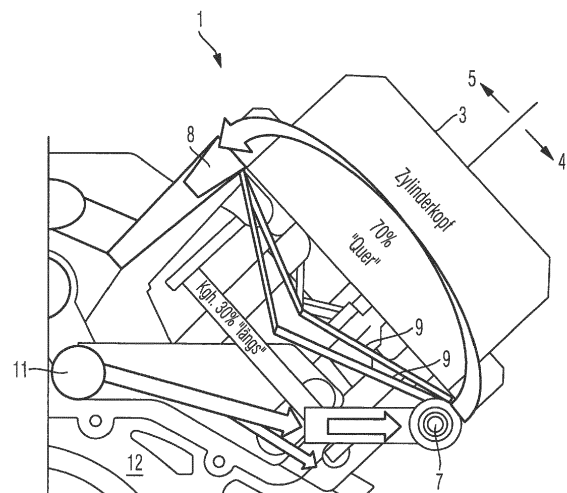


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit zumindest drei Zylindern mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2005 037 384 A1, von der die vorliegende Erfindung ausgeht, ist eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei Zylindern bekannt. Die Brennkraftmaschine weist eine Einlass- und eine Auslassseite für den Ladungswechsel, sowie einen Stegbereich zwischen den Zylindern auf. Der Zylinderkopf und/oder das Kurbelgehäuse der Brennkraftmaschine weisen einlassseitig einen ersten und auslassseitig einen zweiten, weitgehend parallel zu einer Längsachse der Brennkraftmaschine ausgerichteten Kühlmittelkanal auf. Die vorgeschlagene Brennkraftmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kühlmittelkanal im Stegbereich durch zumindest eine Bohrung mit dem zweiten Kühlmittelkanal Kühlmittel führend verbunden ist.

[0003] Durch die DE 10 2005 037 384 A1 ist es zwar bekannt, wie der Stegbereich einer Brennkraftmaschine im Betrieb besonders gut gekühlt werden kann, jedoch offenbart diese Offenlegungsschrift nichts darüber, wie mehrere hintereinander in Reihe angeordnete Zylinder entlang der Längsachse der Brennkraftmaschine gleichmäßig, d. h. mit einer geringen Temperaturdifferenz von Stegbereich zu Stegbereich gekühlt werden können.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Maßnahme aufzuzeigen, wie eine Brennkraftmaschine mit zumindest drei Zylindern in Richtung ihrer Längsachse gleichmäßig, d. h. mit einer geringen Temperaturdifferenz von Stegbereich zu Stegbereich gekühlt werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird eine extrem gleichmäßige Temperaturverteilung entlang der Längsachse der Brennkraftmaschine von Stegbereich zu Stegbereich erzielt. Darüber hinaus wird der Dachbereich des Zylinderkopfes ebenfalls sehr gleichmäßig und effizient gekühlt. Dies unterstützt den Warmlauf der Brennkraftmaschine und führt somit zu einer optimierten Schmiermittelerwärmung durch einen hervorragenden Wärmetransfer aus den Heißzonen des Zylinderkopfes in Schmiermittel führende Strukturen des Grundmotors, wodurch die Reibleistung (Verlustleistung) in vorteilhafter Weise wesentlich reduziert wird, was wiederum zu einer deutlichen Kraftstoffersparnis im Warmlauf führt.

[0006] Die Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 2 hat sich in Versuchen als besonders vorteilhaft herausgestellt.

[0007] Mit der Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 3 wird die größte Homogenisierung der Temperatur über die Längsachse der Brennkraftmaschine erzielt.

[0008] Die Ausgestaltung gemäß Patentanspruch 4 ist eine besonders vorteilhafte Ausführungsvariante.

[0009] Mit der Ausgestaltung gemäß Patentanspruch

5 kann während des Warmlaufes die Kühlmittelzufuhr durch den Zylinderkopf reduziert oder gänzlich ausgeschaltet werden, was insbesondere für den Warmlauf der Brennkraftmaschine, wie oben bereits dargestellt, von Vorteil ist.

[0010] Die Ausführungsform gemäß der Patentansprüche 6 und 7 ist die Verwendung der Erfindung auch in einer Brennkraftmaschine der V-Bauart mit einer besonders bevorzugten Ausführungsform.

[0011] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels schematisch in zwei Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Vertikalschnitt durch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine quer zu einer Längsachse, mit eingezeichneter Kühlmittelführung.

Fig. 2 zeigt schematisch einen Horizontalschnitt durch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine, mit eingezeichneter Kühlmittelführung.

[0012] Im Folgenden gelten für gleiche Bauelemente in beiden Figuren die gleichen Bezugsziffern.

[0013] Fig. 1 zeigt schematisch einen Vertikalschnitt durch eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 1 quer zu einer nicht dargestellten Längsachse, mit durch Pfeile eingezeichneter Kühlmittelführung. Die Brennkraftmaschine 1 weist zumindest drei Zylinder 2, 2', 2'', dargestellt in Fig. 2, in einem Kurbelgehäuse 12 in einer Reihe angeordnet, auf. Die Längsachse ist definiert durch die in Reihe (Längsachse) angeordneten Zylinder 2, 2', 2''. Weiter weist die Brennkraftmaschine 1 einen Zylinderkopf 3 auf mit einer Einlass- 4 und einer Auslassseite 5, gekennzeichnet durch zwei Richtungspfeile. Auf der Einlassseite 4 strömt frische Verbrennungsluft in die Zylinder 2, 2', 2'', die Abgase werden auf der Auslassseite 5 wieder abgeführt. Zwischen den Zylindern 2, 2', 2'' ist jeweils vom Kurbelgehäuse 12 ein Stegbereich 6 ausgebildet, der die Zylinder 2, 2', 2'' voneinander trennt.

[0014] Für das Kurbelgehäuse 12 sind ein erster und ein zweiter, weitgehend parallel zu der Längsachse der Brennkraftmaschine 1 ausgerichteter Kühlmittelkanal 7, 8 für ein Kühlmittel vorgesehen. In weiteren Ausführungsbeispielen können der erste und der zweite Kühlmittelkanal 7, 8 auch im Kurbelgehäuse 12 oder im Zylinderkopf 3 oder im Kurbelgehäuse 12 und im Zylinderkopf 3 gemeinsam oder auch als separate, außenliegende Kühlmittelkanäle 7, 8 ausgebildet sein. Weiter sind der erste und der zweite Kühlmittelkanal 7, 8 durch zumindest eine Stegbohrung 9, 9', im vorliegenden Fall zwei V-Bohrungen je Stegbereich 6, miteinander Kühlmittel führend verbunden.

[0015] Desweiteren ist der Zylinderkopf 3 quer und längs zur Längsachse von dem Kühlmittel durchströmbar, wobei mehr als 50% des Kühlmittels den Zylinderkopf 3 quer durchströmen. Beim Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird Kühlmittel von einem Kühlmittelzulauf-

kanal 11 zum ersten Kühlmittelkanal 7 gefördert. Ausgehend vom ersten Kühlmittelkanal 7 wird das Kühlmittel, wie oben dargestellt, durch den Zylinderkopf 3 gefördert.

[0016] Darüber hinaus strömt das Kühlmittel durch die Stegbohrungen 9, 9 vom ersten Kühlmittelkanal 7 zum zweiten Kühlmittelkanal 8. Ausgehend vom zweiten Kühlmittelkanal 8 strömt das Kühlmittel weiter zu einer nicht dargestellten Kühlmittelpumpe der Brennkraftmaschine 1.

[0017] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Zylinderkopf von ca. 70% des Kühlmittels quer und zu ca. 30% längs durchströmt. Damit erfindungsgemäß eine gleichmäßige Temperierung der Brennkraftmaschine 1 erfolgt, ist der erste Kühlmittelkanal 7 derart ausgeformt, dass ein Strömungsquerschnitt des ersten Kühlmittelkanals 7 in Strömungsrichtung des Kühlmittels kleiner und ein Strömungsquerschnitt des zweiten Kühlmittelkanals 8 in Strömungsrichtung des Kühlmittels größer wird. Erkennbar ist dies in Fig. 2.

[0018] Desweiteren ist in diesem Ausführungsbeispiel der erste Kühlmittelkanal 7 einlassseitig und der zweite Kühlmittelkanal 8 auslassseitig angeordnet. Auch eine gespiegelte Anordnung ist möglich.

[0019] Weiter kann durch die Stegbohrung 9, 9' und durch den Zylinderkopf 3 mindestens 50 % des insgesamt geförderten Kühlmittels quer zur Längsachse gefördert werden.

[0020] In diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Stegbohrungen 9, 9' von dem Kühlmittel von der Einlassseite 4 zur Auslassseite 5 durchströmt. Hierdurch wird eine äußerst homogene Temperierung der Brennkraftmaschine erzielt. Auch eine gegenläufige Durchströmung mit Kühlmittel ist möglich, jedoch nicht ganz so effizient.

[0021] Desweiteren kann beispielsweise an dem Kühlmittelzulaufkanal 11, auf alle Fälle in Strömungsrichtung des Kühlmittels nach der Kühlmittelpumpe und vor dem ersten Kühlmittelkanal 7, ein Drossелеlement 10 für das Kühlmittel vorgesehen werden. Mit Hilfe dieses Drossелеlementes 10 kann der Kühlmittelfluss durch den Zylinderkopf während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine 1 reduziert oder vollständig abgeschaltet werden, so dass eine schnellstmögliche Erwärmung der Brennkraftmaschine 1 möglich ist. Durch diese Maßnahme wird die innere Reibung der Brennkraftmaschine deutlich reduziert, wodurch die Schadstoffemissionen gesenkt und der Kraftstoffverbrauch reduziert werden.

[0022] Selbstverständlich kann die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Kühlmittelführung auch für eine Brennkraftmaschine 1 der V-Bauart mit zwei Zylinderreihen vorgesehen werden. Bevorzugt sind in diesem Ausführungsbeispiel die Auslassseiten 5 der zwei Zylinderreihen innerhalb des V, d. h. zwischen den Zylinderköpfen 3 angeordnet.

[0023] Fig. 2 zeigt einen Horizontalschnitt durch die Brennkraftmaschine 1 mit dem schematisch eingezeichneten, erfindungsgemäßen Kühlmittelkreislauf. Wie bereits beschrieben, strömt das Kühlmittel vom Kühlmittel-

zulaufkanal 11 in den ersten Kühlmittelkanal 7 und von dort hauptsächlich quer durch den Zylinderkopf 3 sowie durch die Stegbohrungen 9, 9'. Das Kühlmittel wird hierbei in den zweiten Kühlmittelkanal 8 gefördert und von dort weiter in Richtung der nicht dargestellten Kühlmittelpumpe. Der restliche Kühlmittelkreislauf wird hierbei nicht betrachtet.

[0024] Erfindungsgemäß wird der Strömungsquerschnitt des ersten Kühlmittelkanals 7 in Strömungsrichtung des Kühlmittels kleiner und der Strömungsquerschnitt des zweiten Kühlmittelkanals 8 in Strömungsrichtung des Kühlmittels größer. Diese Verringerung bzw. Vergrößerung der Strömungsquerschnitte kann linear, oder wie in Fig. 2 dargestellt, in Stufen erfolgen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel verringert sich der Strömungsquerschnitt bzw. vergrößert sich der Strömungsquerschnitt des ersten Kühlmittelkanals 7 und des zweiten Kühlmittelkanals 8 entsprechend der vier Zylinder um jeweils 25%. Bei mehr oder weniger Zylindern für eine Brennkraftmaschine 1 kann dieser Faktor jedoch entsprechend der Zylinderzahl abweichen.

[0025] Weiter weist die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Brennkraftmaschine 1 je Steg 6 zwei Stegbohrungen 9, 9' auf, in anderen Ausführungsbeispielen kann auch nur eine einzige Stegbohrung 9 je Steg 6 vorgesehen sein. Anstelle einer Stegbohrung 9, 9' kann beispielsweise auch ein Schlitz vorgesehen werden.

[0026] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird somit eine äußerst homogene Erwärmung der Brennkraftmaschine 1 gewährleistet. Während des Warmlaufes der Brennkraftmaschine 1 ergibt sich eine optimierte Schmiermittelerwärmung durch den Wärmetransfer aus Heißzonen des Zylinderkopfes 3 in schmiermittelführende Strukturen des Grundmotors, was zu einer Reibleistungsreduzierung und somit Kraftstoffersparnis führt. Weiter wird mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ein bisher nicht genutztes Wärmepotential ausgereizt. Es werden alle kundenrelevanten Betriebszustände inklusive der Fahrgastraumheizung abgesichert. Weiter wird ein sicherer Bauteilschutz durch direktes Ansprechen signifikanter Faktoren der brennkraftmaschineninternen Funktionselemente erreicht. Schließlich wird der Kühlmitteldurchsatz durch den Zylinderkopf 3 erhöht, in der Form, dass ein "kühler Kopf" und ein "heißer Fuß" vorliegen.

Bezugszeichenliste:

[0027]

1. Brennkraftmaschine
- 2, 2', 2'' Zylinder
3. Zylinderkopf
4. Einlassseite

- | | | | |
|-------|-------------------------|----|---|
| 5. | Auslassseite | | che 1 bis 4, |
| 6. | Stegbereich | | dadurch gekennzeichnet, dass an einem Kühlmittelzufluss zu dem Zylinderkopf (3) ein Drosselement (10) für das Kühlmittel vorgesehen ist. |
| 7. | erster Kühlmittelkanal | 5 | |
| 8. | zweiter Kühlmittelkanal | | 6. Brennkraftmaschine nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, |
| 9, 9' | Stegbohrung | | dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) eine Brennkraftmaschine der V-Bauart mit zwei Zylinderreihen ist. |
| 10. | Drosselement | 10 | |
| 11. | Kühlmittelzulaufkanal | | 7. Brennkraftmaschine nach Patentanspruch 6, |
| 12. | Kurbelgehäuse | 15 | dadurch gekennzeichnet, dass die Auslassseiten (5) der zwei Zylinderreihen im V angeordnet sind. |

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) mit zumindest drei Zylindern (2, 2', 2'') in Reihe in einem Kurbelgehäuse (12) und mit einem Zylinderkopf (3) mit einer Einlass- (4) und einer Auslassseite (5), sowie jeweils einem Stegbereich (6) zwischen den Zylindern (2, 2', 2''), wobei für den Zylinderkopf (3) und/oder das Kurbelgehäuse (12) ein erster und ein zweiter, weitgehend parallel zu einer Längsachse (1') der Brennkraftmaschine (1) angeordneter Kühlmittelkanal (7, 8) für ein Kühlmittel vorgesehen ist, wobei der erste und der zweite Kühlmittelkanal (7, 8) durch zumindest eine Stegbohrung (9, 9') mit einander Kühlmittel führend verbunden sind und wobei der Zylinderkopf (3) weitgehend quer und teilweise längs zur Längsachse (1') von dem Kühlmittel durchströmbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Strömungsquerschnitt des ersten Kühlmittelkanals (7) in Strömungsrichtung des Kühlmittels kleiner und ein Strömungsquerschnitt des zweiten Kühlmittelkanals (8) in Strömungsrichtung des Kühlmittels größer wird.

20
25
30
35
40
2. Brennkraftmaschine nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kühlmittelkanal (7) einlassseitig und der zweite Kühlmittelkanal (8) auslassseitig angeordnet ist.

45
3. Brennkraftmaschine nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Stegbohrung (9, 9') und durch den Zylinderkopf (3) mindestens 50% des insgesamt geförderten Kühlmittels quer zur Längsachse (1') förderbar ist.

50
4. Brennkraftmaschine nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegbohrung (9, 9') von dem Kühlmittel von der Einlassseite (4) zur Auslassseite (5) durchströmbar ist.

55
5. Brennkraftmaschine nach einem der Patentansprüche

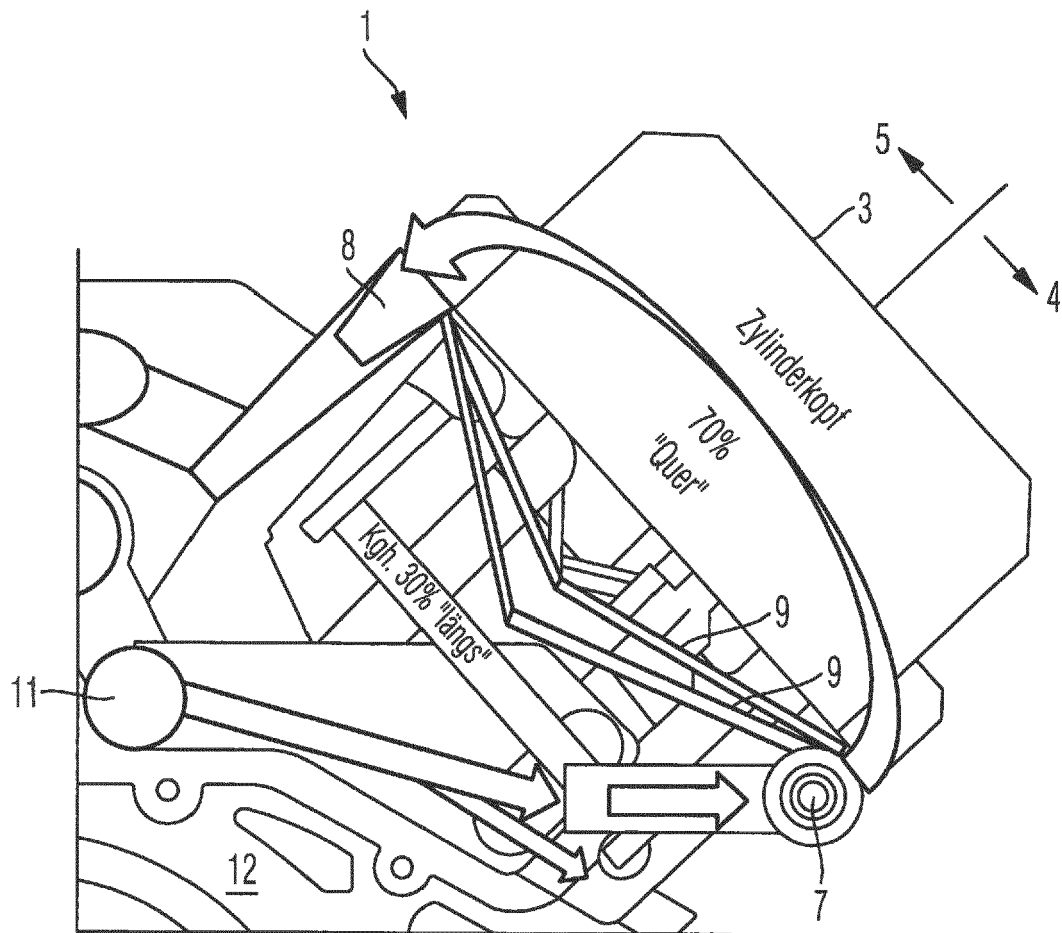


Fig. 1

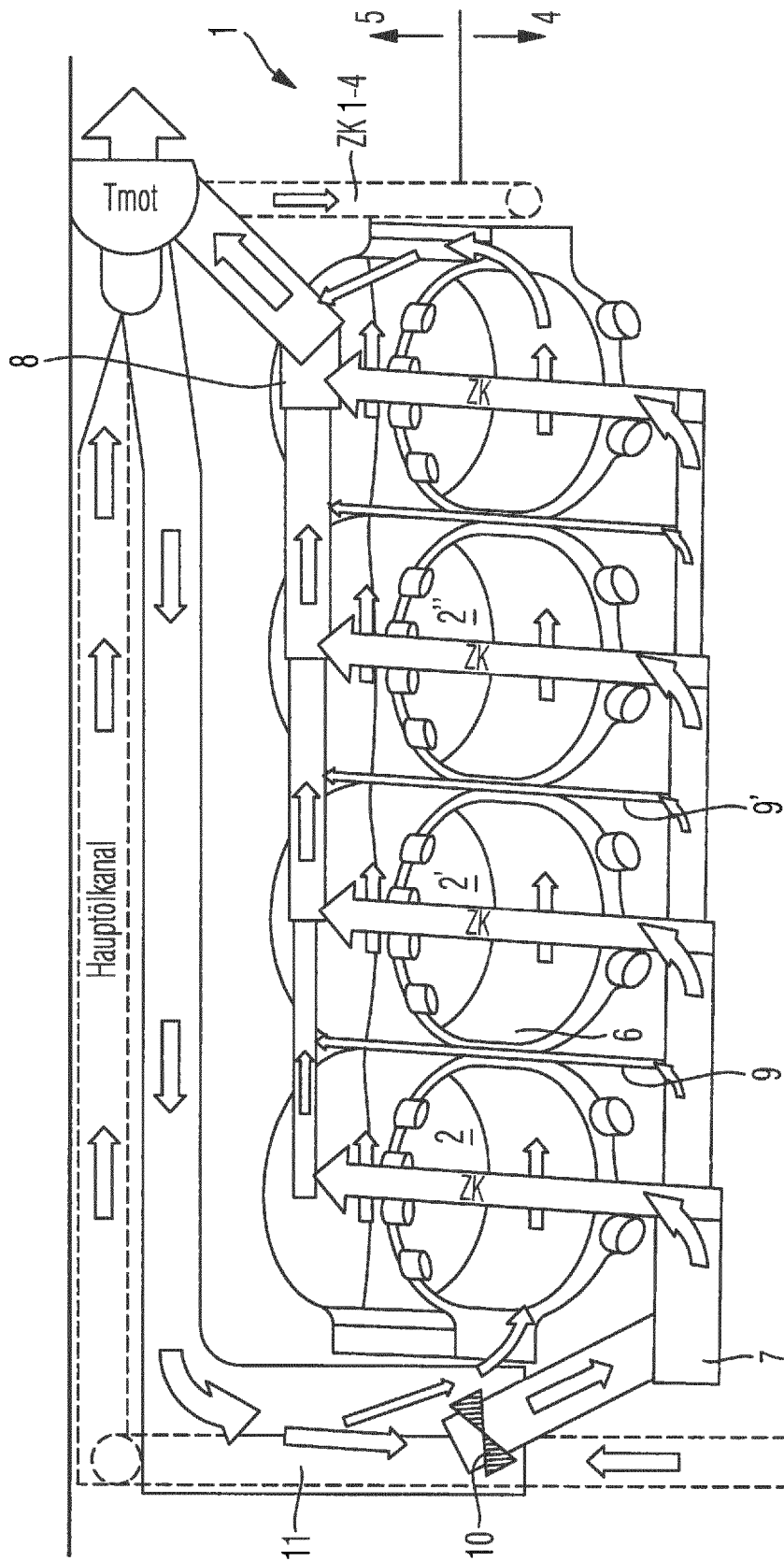


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 19 4556

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2009 009686 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 26. August 2010 (2010-08-26) * Absätze [0017], [0018], [0019]; Abbildungen 1,3 * * Seite 4, Zeilen 3-19, letzter Absatz *	1,2,4,6	INV. F02F1/16 F01P3/02 F02F1/10 F02F1/14
Y	US 2005/235931 A1 (ZAHDEH AKRAM R [US]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) * Absatz [0020]; Abbildung 4 *	1,2,4	
Y	WO 01/83958 A1 (PORSCHE AG [DE]; BATZILL MANFRED [DE]) 8. November 2001 (2001-11-08) * Seite 4, Absatz 3; Abbildung 1 *	6	
A	WO 2010/031423 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]; PIEPER MARTIN [DE]; BARTHEL RALF [DE]; KOEN) 25. März 2010 (2010-03-25) * Seite 2, Absatz 3 - Seite 3, Absatz 1; Abbildungen 1,4,11,12,13,14 *	1-7	
A	US 2005/217615 A1 (MATSUTANI TAKASHI [JP] ET AL) 6. Oktober 2005 (2005-10-06) * Absätze [0069] - [0073]; Abbildungen 11-13 *	1-7	
A	DE 10 2006 006121 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 16. August 2007 (2007-08-16) * Absätze [0020], [0028]; Abbildungen 1-5 *	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. Juni 2013	Prüfer Luta, Dragos
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 19 4556

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.

26-06-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009009686 A1	26-08-2010	KEINE	
US 2005235931 A1	27-10-2005	DE 102005018364 A1 US 2005235931 A1	01-12-2005 27-10-2005
WO 0183958 A1	08-11-2001	DE 10021525 A1 EP 1280984 A1 JP 2003532016 A US 2002162520 A1 WO 0183958 A1	15-11-2001 05-02-2003 28-10-2003 07-11-2002 08-11-2001
WO 2010031423 A1	25-03-2010	KEINE	
US 2005217615 A1	06-10-2005	DE 102005014755 A1 FR 2868478 A1 JP 4279714 B2 JP 2005291013 A US 2005217615 A1	27-10-2005 07-10-2005 17-06-2009 20-10-2005 06-10-2005
DE 102006006121 A1	16-08-2007	KEINE	

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 102005037384 A1 [0002] [0003]