

(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
25. Februar 2010 (25.02.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/020265 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 25/07 (2006.01) F01N 3/20 (2006.01)
F01N 3/04 (2006.01) F01N 5/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/006846

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. August 2008 (20.08.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FEV MOTORENTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Neuenhofstr. 181, 52078 Aachen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KREBBER-HORTMANN, Karl** [DE/DE]; Königshügel 25, 52074 Aachen (DE). **LOHSE, Enno** [DE/DE]; Höhenkreuzweg 69a, 52223 Stolberg (DE).

(74) Anwälte: **NEUMANN, Ernst, D.** et al.; Neumann Müller Oberwalleney & Partner, Overstolzenstrasse 2a, 50677 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

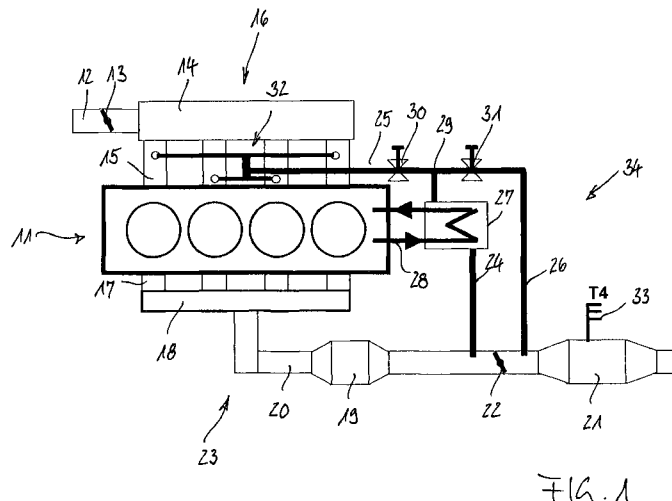
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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 (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: FLEXIBLE USE OF EXHAUST GAS ENERGY IN OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: FLEXIBLE NUTZUNG DER ABGASENERGIE IM BETRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine 11 having a liquid cooling system comprising an air intake train 16, an exhaust gas train 23 in which a means for exhaust gas treatment are disposed, and a controllable exhaust gas recirculation line 24, 25 from the exhaust gas train 23 to the air intake train 16, in which an exhaust gas heat exchanger 27 incorporated in the liquid cooling system is disposed, wherein the exhaust gas train 23 is throttled or blocked at one location after a cold start of the internal combustion engine, and the exhaust gas flow is fed from the exhaust gas train 23 through the exhaust gas heat exchanger 27 and back to the exhaust gas train 23, and the exhaust gas recirculation line 25 is blocked before the inlet to the air intake train 16.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/020265 A1



Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine 11 mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang 16, einen Abgasstrang 23, in dem Mittel zur Abgasnachbehandlung angeordnet sind, und eine steuerbare Abgasrückföhrleitung 24, 25 vom Abgasstrang 23 zum Luftansaugstrang 16 aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher 27 angeordnet ist, bei welchem nach dem Kaltstart der Brennkraftmaschine der Abgasstrang 23 an einer Stelle gedrosselt oder gesperrt wird und der Abgasstrom aus dem Abgasstrang 23 über den Abgaswärmetauscher 27 und zurück in den Abgasstrang 23 geführt wird und die Abgasrückföhrleitung 25 vor dem Eintritt in den Luftansaugstrang 16 gesperrt wird.

Flexible Nutzung der Abgasenergie im Betrieb einer Brennkraftmaschine

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang, einen Abgasstrang, in dem Mittel zur Abgasnachbehandlung angeordnet sind, und eine steuerbar Abgasrückführlei-
5 tung vom Abgasstrang zum Luftansaugstrang aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher angeordnet ist. Darüberhinaus betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang, einen Abgasstrang und eine Abgasrückführleitung vom Ab-
10 gasstrang zum Luftansaugstrang aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher angeordnet ist.

Aus der DE 297 22 813 U1 ist eine Abgasrückführungseinrichtung für einen Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs bekannt, mit einer von einer Abgasleitung abzwei-
15 genden und zur Luftzuführung des Verbrennungsmotors führenden Abgasrückführleitung, in welcher ein Abgasrückführventil und ein Abgaskühler angeordnet sind, der an einen Kreislauf für das Motorkühlmittel angeschlossen ist.

Hierbei ist zwischen dem Abgaskühler und dem Kreislauf des Motorkühlmittels ein
20 thermostatisches Ventil angeordnet, das bis zu einer vorgegebenen oberhalb der Umgebungstemperatur liegenden Mindesttemperatur des Kühlmittels eine Durchströmung des Abgaskühlers sperrt. Mittels dieser Ausgestaltung der Abgasrückführ-
leitung soll sichergestellt werden, daß nicht aufgrund einer Kühlmittelströmung in den Abgaskühler das Erreichen der Betriebstemperatur des Verbrennungsmotors verzö-
25 gert wird, bei welcher der Motor bezüglich Verbrauch und Emission günstiger arbeitet, als in kaltem Zustand.

Aus der DE 10 2006 033 314 A1 ist ein Wärmetauschersystem mit einem über einen Motorkühlkreislauf gekühlten Verbrennungsmotor bekannt, dem rückgeführtes Abgas und/ oder Ladeluft zugeführt werden kann. Hierbei ist vorgesehen, die Kühlleistung des Wärmetauschersystems so zu begrenzen, daß die Taupunkttemperatur des gekühlten Mediums, also des rückgeführten Abgases oder der Ladeluft, nicht unterschritten wird.

Aus der DE 103 20 801 A1 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der im Abgasstrang ein Abgaswärmetauscher angeordnet ist, der im Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine liegt. Hiermit kann eine Wärmerückgewinnung aus dem Abgas ins Kühlmittel erfolgen. Hierbei soll die Abgastemperatur in einem Temperaturfenster zur optimalen Abgasnachbehandlung gehalten werden und zugleich die Brennkraftmaschine schnell erwärmt werden, um mit einer schnelleren Erwärmung des Kühlmittels und damit des Motors nach dem Kaltstart eine Reibleistungsminderung zu erzielen.

Aus der DE 100 43 621 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit einem in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogenen Abgaswärmetauscher bekannt, wobei der Abgaswärmetauscher in einer steuerbaren Bypassleitung im Abgasstrang liegt. Durch eine Abgastemperatur-geregelte Führung des Abgases über den Abgaswärmetauscher sollen Temperaturspitzen im nachgeordneten Stickoxid-Speicherkatalysator vermieden werden.

Bei der Entwicklung von modernen Brennkraftmaschinen stehen niedrige Brennstoffverbräuche und günstige Abgaswerte weit im Vordergrund. In diesem Zusammenhang wird unabhängig vom Arbeitsverfahren eine Steigerung der Prozeßwirkungsgrade angestrebt und umgesetzt.

Die Steigerung des Prozesswirkungsgrade führt zu einer Verlangsamung des Aufheizens der Brennkraftmaschine nach dem Kaltstart. Zur Steigerung des Prozesswirkungsgrades und zur Senkung der Rohemissionen ist die Zuführung von gekühltem Abgas zur Verbrennungsluft (AGR) von besonderer Bedeutung.

Katalysatoren zur Abgasnachbehandlung, insbesondere NO_x-Speicherkatalysatoren (DeNO_x-Katalysator) und selektive katalytische Regenerations-Katalysatoren (SCR-Katalysator), zeigen eine ausgeprägte Temperaturabhängigkeit ihrer Konvertierungseffizienz. Die Positionierung von DeNO_x oder SCR-Katalysator im Abgassystem muß sich nach den maximal im Bereich der Nennleistung auftretenden Temperaturen richten. Dies führt im mager abgestimmten Teillastbereich zu einem nicht optimalen Temperaturarbeitsbereich des DeNO_x-Katalysators bzw. des SCR-Katalysators. Im unteren Lastbereich muß entsprechend angedrosselt werden, um die Temperatur einzuhalten, bzw. kann das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Leerlauf nicht mager abgestimmt werden und damit nicht verbrauchsgünstig sein.

Zur Einhaltung bestimmter Bauteiltemperaturen im Abgassystem (Katalysatoren und Turbolader) wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch teilweise erheblich angefettet ($\lambda < 1$) mit entsprechendem Mehrverbrauch. Dies führt insbesondere zu hohen CO- und HC-Emissionen nach dem Dreiwegekatalysator im unterstöchiometrischen Betriebsbereich.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur flexiblen Nutzung der Abgasenergie und eine Brennkraftmaschine mit hierfür geeigneten Mitteln vorzuschlagen, mit dem sowohl die Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine in günstiger Weise beeinflußt als auch die Rohemission der Brennkraftmaschine gesenkt und die Abgasnachbehandlung optimiert werden kann.

Die Lösung hierfür besteht in einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang, einen Abgasstrang, in dem Mittel zur Abgasnachbehandlung angeordnet sind, und eine steuerbare Abgasrückführleitung vom Abgasstrang zum Luftansaugstrang aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher angeordnet ist, bei welchem nach dem Kaltstart der Brennkraftmaschine der Abgasstrang an einer Stelle gedrosselt oder gesperrt wird und der Abgasstrom aus dem Abgasstrang über den Abgaswärmetauscher und zurück in den Abgasstrang geführt wird und die Abgasrückführleitung vor dem Eintritt in den Luftansaugstrang gesperrt wird. (Modus 1)

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit die Möglichkeit eröffnet, bei einer Brennkraftmaschine, die Mittel zur gekühlten Abgasrückführung aufweist, in erfindungsgemäßer Weise das Abgas so zu steuern, daß eine beschleunigte Erwärmung des Kühlwasserkreislaufes in der Brennkraftmaschine und damit der Brennkraftmaschine insgesamt nach dem Kaltstart möglich wird. Durch beschleunigtes Erreichen der Betriebstemperatur wird die innere Reibleistung der Brennkraftmaschine hierbei beschleunigt reduziert, so daß die Nachteile, die sich bei modernen Brennkraftmaschinen in Folge der Prozeßwirkungsgradsteigerung bezüglich des Warmlaufverhaltens ergeben, beschränkt oder aufgehoben werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine mit den obengenannten Mitteln sind dabei auf freisaugende Ottomotoren ebenso anwendbar wie auf aufgeladene Ottomotoren und aufgeladene Dieselmotoren, wobei gemischansaugende Ottomotoren und direkteinspritzende Ottomotoren eingeschlossen sind.

Im Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader ist insbesondere vorgesehen, daß nach dem Kaltstart der Brennkraftmaschine der Abgasstrom hinter dem Abgasturbolader aus dem Abgasstrang entnommen und über den Abgaswärmetauscher zurück in den Abgasstrang geführt wird. (Modus 1)

Nach einer weiteren Verbesserung des erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine ein variabel regelbarer Teilstrom des Abgases aus dem Abgasstrang über den Abgaswärmetauscher in den Luftansaugstrang geleitet wird. (Modus 2). Mit dieser Verfahrensführung im Teillastbetrieb ist es möglich, eine gekühlte Abgasrückführung zur Steigerung des Prozesswirkungsgrades und zur Senkung der hohen Emissionen nach Erreichen der gewünschten Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine durchzuführen. Hierbei bleibt die Abgastemperatur des nicht zurückgeführten Abgases ungekühlt auf dem im wesentlichen leistungsabhängigen Normalwert, der innerhalb des für die Abgasnachbehandlung erforderlichen Temperaturfensters liegt.

Ein Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader ist insbesondere

vorgesehen, daß im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine der Teilstrom vor dem Abgasturbolader aus dem Abgasstrang entnommen und über den Abgaswärmetauscher in den Luftansaugstrang geführt wird. (Modus 2)

5 Nach einer weiterführenden Ausführung des Verfahrens ist vorgesehen zumindest bei Vollast und/oder bei hoher Teillast der Brennkraftmaschine der Abgasstrang an einer Stelle regelbar gedrosselt wird und die Abgastemperatur vor den Mitteln zur Abgasnachbehandlung auf einen Höchstwert begrenzt gehalten wird, indem ein Teilstrom des Abgases aus dem Abgasstrang über den Abgaswärmetauscher geführt
10 wird und ein erster variabel regelbarer Unterteilstrom in den Luftansaugstrang geleitet und ein zweiter variabel regelbarer Unterteilstrom in den Abgasstrang zurückgeführt wird. (Modus 3). Mit dieser Verfahrensführung wird zum einen die Abgasrückführung aus den bereits genannten Gründen dargestellt, zum anderen kann die sich einstellende Temperatur des Abgases durch Kühlung eines Teilstroms des Abgases
15 begrenzt und reduziert werden, wenn andernfalls Abgastemperaturen erreicht würden, die zur Schädigung der Bauteile zur Abgasnachbehandlung führen würden.

Zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader ist hierbei vorgesehen, daß zumindest bei Vollast und/oder bei hoher Teillast der Brennkraftmaschine
20 der Teilstrom zum Abgaswärmetauscher dem Abgasstrang vor dem Abgasturbolader entnommen wird. (Modus 3)

Das erfindungsgemäße Erzeugnis liegt in einer Brennkraftmaschine mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang, einen Abgasstrang und eine Abgasrückführleitung vom Abgasstrang zum Luftansaugstrang aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher angeordnet ist, die sich
25 dadurch auszeichnet, daß in der Abgasrückführleitung hinter dem Abgaswärmetauscher ein erstes Absperr- und Regelventil angeordnet ist und daß von der Abgasrückführleitung zwischen Abgaswärmetauscher und Absperrventil eine Abgasbypassleitung abzweigt, die in den Abgasstrang hinter der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung mündet und in der ein zweites Absperr- und Regelventil angeordnet ist und daß zwischen der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung und der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung im Abgasstrang ein Drossel- und Sperrventil
30

angeordnet ist. Hierbei kann vorgesehen sein, daß das erste Absperrventil und das zweite Absperrventil zu einem Dreiwegeventil im Punkt der Leitungsverzweigung vereinigt sind.

5 Für den Fall, daß die Brennkraftmaschine einen freisaugenden Ottomotor darstellt, ist vorgesehen, daß ein Dreiwegekatalysator vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung und ein DeNOx- und/oder SCR-Katalysator hinter der Einmündung der Abgasbypassleitung im Abgasstrang liegt.

10 Sofern die Brennkraftmaschine einen Abgasturbolader aufweist, ist vorgesehen, daß ein Hochdruckzweig der Abgasrückführleitung den Abgasstrang vor der Turbine mit dem Eintritt zum Abgaswärmetauscher und ein Niederdruckzweig der Abgasrückführleitung den Abgasstrang hinter der Turbine mit dem Eintritt zum Abgaswärmetauscher verbindet, wobei im Hochdruckzweig ein drittes Absperr- und Regelventil und
15 im Niederdruckzweig ein viertes Absperr- und Regelventil angeordnet ist. Hierbei kann vorgesehen sein, daß das dritte Absperrventil und das vierte Absperrventil zu einem Dreiwegeventil im Punkt der Leitungszusammenführung vereinigt sind.

Im Falle eines aufgeladenen Ottomotors ist ein Dreiwegekatalysator vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung und ein DeNOx- und/oder SCR-Katalysator hinter der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung im Abgasstrang vorzusehen.
20

Im Falle eines aufgeladenen Dieselmotors ist ein Dieseloxidationskatalysator und/oder ein Dieselpartikelfilter vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung und ein
25 DeNOx- und/oder SCR-Katalysator hinter der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung im Abgasstrang vorzusehen. Für aufgeladene Brennkraftmaschinen ist insbesondere ein Ladeluftkühler im Ansaugstrang einzusetzen.

Gemäß dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Konzept ist alleine oder
30 in Kombination die Nutzung der thermischen Abgasenergie zum schnellen Aufheizen des Kühlwassers und Motoröls der Brennkraftmaschine nach dem Kaltstart, die Kühlung des Abgasrückführstroms zur Minderung von Kraftstoffverbrauch und NOx-Emissionen im mageren Betriebsmodus (geschichtet oder homogen mager) und die

Kühlung des Abgasrückführstroms zur Minderung des Kraftstoffverbrauchs im oberen Lastbereich möglich. Hierbei läßt sich durch Kühlen eines Teilstroms des Abgases im Abgasstrom die höchstzulässige Temperatur vor einem NOx-Speicherkatalysator auch bei Vollastbetrieb einhalten, ohne daß eine Anfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches bei aufgeladenen Ottomotoren erforderlich wird. Es wird hierbei ein einziges integriertes Leitungssystem mit Steuerungselementen in kompakter einfacher und übersichtlicher Bauweise verwendet.

Zwei Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Brennkraftmaschinen sind in den Zeichnungen im Grundaufbau und in verschiedenen Betriebsmodi dargestellt.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in Ausführung als freisaugender Ottomotor in schematischer Anordnung einschließlich der Luftansaug- und der Abgasführungen;

Figur 2 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 1 im Kaltstartmodus (Modus 1);

Figur 3 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 1 im Teillastmodus (Modus 2);

Figur 4 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 1 im Vollastmodus (Modus 3);

Figur 5 zeigt eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in Ausführung als aufgeladener Ottomotor oder als aufgeladener Dieselmotor in schematischer Anordnung einschließlich der Luftansaug- und der Abgasführungen;

Figur 6 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 5 im Kaltstartmodus (Modus 1);

Figur 7 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 5 im Teillastmodus (Modus

2);

Figur 8 zeigt die Brennkraftmaschine nach Figur 5 im Vollastmodus (Modus 3).

Figur 9 zeigt eine Brennkraftmaschine nach Figur 5 in einer ersten abgewandelten Ausführung mit gekühltem Abgaskrümmern;

Figur 10 zeigt eine Brennkraftmaschine nach Figur 5 in einer zweiten abgewandelten Ausführung mit gekühltem Abgaskrümmern.

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 11 in Form eines freisau-
genden Vierzylindermotors dargestellt, der als gemischansaugender oder direktein-
spritzender Ottomotor verstanden werden kann, wobei vier Zylinder in Draufsicht
durch Kreise symbolisiert sind. Ansaugseitig ist ein Ansaugstutzen 12 mit einer Dros-
selklappe 13 erkennbar, die in einen Ansaugluftsammler 14 mündet. Vom Ansaug-
luftsammler 14 führen vier Ansaugluftkrümmern 15 zur Lufteinlaßseite der Brenn-
kraftmaschine. Der Luftansaugstrang insgesamt aus den zuvor genannten Teilen ist
mit der Bezugsziffer 16 bezeichnet.

Auf der gegenüberliegenden Auslaßseite der Brennkraftmaschine 11 sind vier Ab-
gasstutzen 17 erkennbar, die in einen Abgassammler 18 münden. Vom Abgassamm-
ler 18 aus führt eine Abgasleitung 20 zunächst in einen Dreiwegekatalysator 19 und
von dort über einen weiteren Abschnitt der Abgasleitung 20 zu einem Katalysator 21
in Form eines DeNO_x-Katalysators oder in Form eines SCR-Katalysators. Der Ab-
gasstrang insgesamt aus den zuvor genannten Teilen ist mit der Bezugsziffer 23 be-
legt.

In der Abgasleitung 20 ist zwischen den Katalysatoren 19, 21 eine steuerbare Dros-
sel- und Absperrklappe 22 vorgesehen. Von der Abgasleitung 20 geht vor der Dros-
selklappe 22 eine Abgaszweigleitung 24 ab, die an einer Verzweigungsstelle 29 in
eine Abgasrückführleitung 25 und in eine Abgasbypassleitung 26 verzweigt wird. In
der Abgasrückführleitung 24 vor der Verzweigung ist ein Abgaswärmetauscher 27

eingesetzt, der einerseits von abgezweigtem Abgas durchströmt werden kann, zum anderen in einer äußeren Kühlwasserleitung 28 der Brennkraftmaschine 11 liegt und ständig vom Kühlwasser durchströmt wird. Ein Kühlwasser-Luft-Wärmetauscher als Hauptwärmetauscher, über den die Brennkraftmaschine 11 ebenfalls verfügt, ist nicht dargestellt. In der Abgasrückführleitung 25 hinter der Verzweigungsstelle 29 liegt ein Abgasregelventil 30. In der Abgasbypassleitung 26 hinter der Verzweigung 29 liegt ein weiteres Abgasregelventil 31. Die Abgasrückführleitung 25 ist über ein Verzweigungssystem 32 mit den einzelnen Luftansaugstutzen 15 verbunden. An dem Katalysator 21 ist eine Temperaturmeßvorrichtung 33 für die Katalysatortemperatur T₄ angedeutet. Die zuvor genannten Teile insgesamt werden als Abgasrückführsystem 34 bezeichnet.

Durch Schließen der Drosselklappe 22 in der Abgasleitung 20 kann ein Teil oder der gesamte Abgasstrom über die Abgasabzweigleitung 24 geführt werden, während in der vollständig geöffneten Stellung der Drosselklappe 22 die Möglichkeit gegeben ist, einen großen Anteil des Abgasstromes unmittelbar zum Katalysator 21 durchzuleiten.

Durch ein veränderliches Öffnen und Schließen der Abgasregelventile 30, 31 ist es dabei möglich, einen wechselnden Anteil von Abgas in den Luftansaugstrang 16 zurückzuführen oder nach Durchlauf durch den Wärmetauscher 27 zurück in den Abgasstrang 23 zu führen.

Weitere Einzelheiten der verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten ergeben sich aus den nachfolgenden Figuren.

In Figur 2 ist der Kaltstartmodus der Brennkraftmaschine dargestellt, wobei die von Abgas durchflossenen Leitungsabschnitte der Leitungen 24, 25, 26 durch parallel zu den Leitungssträngen verlaufende dünne Linien gekennzeichnet sind. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Ziffern belegt wie in Figur 1.

Im Kaltstartmodus findet keine Abgasrückführung in den Luftansaugstrang statt, was dadurch bewirkt wird, daß das Abgasregelventil 30 vollständig geschlossen ist.

Gleichzeitig wird jedoch der gesamte Abgasstrom durch Schließen der Drosselklappe 22 und durch Öffnen des Abgasregelventils 31 über den Abgaswärmetauscher 27 und unmittelbar zurück in die Abgasleitung 20 hinter der Drosselklappe 22 geführt. Hierdurch wird das Kühlwasser der Brennkraftmaschine maximal und schnellstmöglich auf eine gewünschte erhöhte Temperatur gebracht, wobei das Abgas in zulässiger Weise gekühlt wird. Der Katalysator 21 bleibt dadurch wirksam.

In Figur 3 ist der Teillastmodus der Brennkraftmaschine nach Figur 1 dargestellt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in Figur 1 belegt. Die von Abgas durchströmten Abschnitte der Leitungen 24, 25, 26 sind mit parallel zu den Leitungen verlaufenden dünnen Linien gekennzeichnet.

Es ist der Betriebsmodus bei niedriger Teillast dargestellt, der insbesondere mit einem Luftverhältnis $\lambda > 1$ gefahren wird und zur Herstellung der Zündfähigkeit somit eine Schichtung des Brennstoff-Luft-Gemisches erfordert, um an der Zündkerze ein Luftverhältnis innerhalb der Zündgrenzen sicherzustellen. Bei maximal geöffneter Drosselklappe 22 wird das Abgasregelventil 31 geschlossen gehalten und das Abgasregelventil 30 geöffnet, so daß eine Rückführung von Abgas in den Luftansaugstrang 16 erfolgen kann. Das Abgas fließt hierbei zwangsweise über den Abgaswärmetauscher 27, so daß das Kühlwasser weiter aufgeheizt wird und gekühltes Abgas zur Verbesserung des Wirkungsgrades in den Ansaugstrang 16 geleitet wird. Es gelangt jedoch kein gekühltes Abgas zurück in den Abgasstrang 23.

In Figur 4 ist der Betriebsmodus bei hoher Teillast wiederum mit einem Luftverhältnis $\lambda > 1$ und der Betriebsmodus bei Vollast dargestellt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Ziffern belegt wie in Figur 1. Die von Abgas durchströmten Abschnitte der Leitungen 24, 25, 26 sind mit parallel zu den Leitungen verlaufenden dünnen Linien gekennzeichnet.

Die Sperrklappe 22 ist teilweise geschlossen und der über die Abgaszweigleitung 24 abgeleitete Teil des Abgasstromes wird durch Öffnen des Abgasregelventils 30 und Regeln des Abgasregelventils 31 veränderlich auf die Leitungszweige 25, 26 verzweigt. In diesem Betriebsmodus wird das Abgas wie auch im vorher beschriebenen

nach Kühlung im Wärmetauscher 27 in das Ansaugluftsystem zurückgeführt, während zur Regelung und Optimierung der Abgastemperatur T_4 im Katalysator 21 ein veränderlich großer Teilstrom des gekühlten Abgases vor dem Katalysator 21 in die Abgasleitung 20 zurückgeführt wird.

5

In Figur 5 ist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 11 in Form eines aufgeladenen Vierzylindermotors dargestellt, der als gemischansaugender oder direkteinspritzender Ottomotor oder als Dieselmotor verstanden werden kann, wobei vier Zylinder in Draufsicht durch Kreise symbolisiert sind. Ansaugseitig ist ein Ansaugstutzen 12 gezeigt, der über den Verdichter 42 eines Abgasturboladers 41 mit einem Ladeluftrohr 45 verbunden ist. Im Ladeluftrohr 45 liegt ein Ladeluftkühler 44, der als Kühlmittel Umgebungsluft oder Kühlwasser der Brennkraftmaschine verwenden kann. Im Ladeluftrohr 45, das in einen Ansaugluftsammler 14 mündet, ist eine Drosselklappe 13 erkennbar. Vom Ansaugluftsammler 14 führen vier Ansaugluftkrümmer 15 zur Lufteinlaßseite der Brennkraftmaschine. Der Ladeluftstrang insgesamt ist mit der Bezugsziffer 16 bezeichnet.

Auf der gegenüberliegenden Auslaßseite der Brennkraftmaschine 11 sind vier Abgasstutzen 17 erkennbar, die in einen Abgassammler 18 münden. Der Abgassammler 18 beaufschlagt die Turbine 43 des Abgasturboladers 41. Bei einem Ottomotor führt vom Abgassammler 18 aus eine Abgasleitung 20 zunächst in einen Dreiwegekatalysator 19 (TWC) und von dort über einen weiteren Abschnitt der Abgasleitung 20 zu einem Katalysator 21 in Form eines DeNO_x- oder eines SCR-Katalysators. Bei einem Dieselmotor tritt an Stelle des Dreiwegekatalysators 19 ein Dieseloxydationskatalysator (DOC) und/oder ein Dieselpartikelfilter (DPF). Der Abgasstrang insgesamt aus den zuvor genannten Teilen ist mit der Bezugsziffer 23 belegt.

In der Abgasleitung 20 ist zwischen den zwei Katalysatoren eine steuerbare Drossel- und Absperrklappe 22 vorgesehen. Von der Abgasleitung 20 geht vor der Drosselklappe 22 eine Abgaszweigleitung 24 ab, die an einer Verzweigungsstelle 29 in eine Abgasrückführleitung 25 und in eine Abgasbypassleitung 26 verzweigt. In der Abgasrückführleitung 25 vor der Verzweigung ist ein Abgaswärmetauscher 27 eingesetzt, der einerseits von abgezweigtem Abgas durchströmt werden kann, zum anderen in

30

einer äußeren Kühlwasserleitung 28 der Brennkraftmaschine 11 liegt und ständig vom Kühlwasser durchströmt wird. Ein Kühlwasser-Luft-Wärmetauscher als Hauptwärmetauscher, über den die Brennkraftmaschine 11 ebenfalls verfügt, ist nicht dargestellt. In der Abgasrückführleitung 25 hinter der Verzweigungsstelle 29 liegt ein Abgasregelventil 30. In der Abgasbypassleitung 26 hinter der Verzweigung 29 liegt ein weiteres Abgasregelventil 31. Die Abgasrückführleitung 25 ist über ein Verzweigungssystem 32 mit den einzelnen Luftansaugstutzen 15 verbunden. Vom Abgassammler 18 vor der Turbine 43 führt eine Hochdruckzweingleitung 35 mit Hochdruckniveau in die Abgaszweingleitung 24. Eine Niederdruckzweingleitung 36 geht hinter der Turbine, also mit Niederdruckniveau von der Abgasleitung 20 zur Abgaszweingleitung 24 ab. An einer Einmündungsstelle 39 mündet die Hochdruckzweingleitung 35 in die Niederdruckzweingleitung 36. Jeweils vor der Einmündungsstelle 39 sind in den Leitungen Abgasregelventile 37 beziehungsweise 38 eingesetzt. angedeutet. Durch Schließen der Drosselklappe 22 in der Abgasleitung 20 kann ein Teil oder der gesamte Abgasstrom über die Abgasabzweingleitung 24 geführt werden, während in der vollständig geöffneten Stellung der Drosselklappe 22 die Möglichkeit gegeben ist, einen großen Anteil des Abgasstromes unmittelbar zum Katalysator 21 durchzuleiten. An dem Katalysator 21 ist eine Temperaturmeßvorrichtung 33 für die Katalysatortemperatur T4 vorgesehen. Die zuvor genannten Teile werden insgesamt als Abgasrückführsystem 34 bezeichnet.

Durch ein veränderliches Öffnen und Schließen der Abgasregelventile 30, 31 und 37, 38 ist es dabei möglich, einen wechselnden Anteil von Abgas in den Luftansaugstrang 16 zurückzuführen oder nach Durchlauf durch den Wärmetauscher 27 zurück in den Abgasstrang 23 zu führen.

Weitere Einzelheiten der verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten ergeben sich aus den nachfolgenden Figuren.

In Figur 6 ist der Kaltstartmodus der Brennkraftmaschine dargestellt, wobei die von Abgas durchflossenen Leitungsabschnitte der Leitungen 24, 25, 26, 35, 36 durch parallel zu den Leitungssträngen verlaufende dünne Linien gekennzeichnet sind. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Ziffern belegt wie in Figur 5.

Im Kaltstartmodus findet keine Abgasrückführung in den Luftansaugstrang statt, was dadurch bewirkt wird, daß das Abgasregelventil 30 vollständig geschlossen ist. Gleichzeitig wird jedoch der gesamte Abgasstrom oder ein Teilstrom durch Schließen
5 der Drosselklappe 22 und durch Öffnen der Abgasregelventile 36 und 31 über den Abgaswärmetauscher 27 und unmittelbar zurück in die Abgasleitung 20 hinter der Drosselklappe 22 geführt. Das Abgasregelventil 37 wird hierbei geschlossen, so daß die Abgaszweigleitung 24 ausschließlich über dem Niederdruckzweig 36 gespeist wird. Hierdurch wird das Kühlwasser der Brennkraftmaschine maximal und
10 schnellstmöglich auf eine gewünschte erhöhte Temperatur gebracht, wobei das Abgas in zulässiger Weise gekühlt wird. Der Katalysator 21 bleibt dabei wirksam

In Figur 7 ist der Teillastmodus der Brennkraftmaschine nach Figur 5 dargestellt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in Figur 5 belegt. Die von
15 Abgas durchströmten Abschnitte der Leitungen 24, 25, 26, 35, 36 sind mit parallel zu den Leitungen verlaufenden dünnen Linien gekennzeichnet.

Es ist der Betriebsmodus bei niedriger Teillast dargestellt. Bei maximal geöffneter Drosselklappe 22 wird das Abgasregelventil 31 geschlossen gehalten und das Ab-
20 gasregelventil 30 geöffnet, so daß eine Rückführung von Abgas in den Luftansaugstrang 16 erfolgen kann. In diesem Teillastmodus wird das Abgasregelventil 37 geöffnet und das Abgasregelventil 38 geschlossen, so daß die Abgaszweigleitung 24 ausschließlich über dem Hochdruckzweig 35 gespeist wird. Das Abgas fließt hierbei zwangsweise über den Abgaswärmetauscher 27, so daß das Kühlwasser weiter auf-
25 geheizt wird und gekühltes Abgas zur Verbesserung des Wirkungsgrades und zur Reduzierung der Rohemissionen in den Ansaugstrang 16 geleitet wird. Es gelangt jedoch kein gekühltes Abgas zurück in den Abgasstrang 23.

In Figur 8 ist der Betriebsmodus bei hoher Teillast und der Betriebsmodus bei Vollast
30 dargestellt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern belegt wie in Figur 5. Die von Abgas durchströmten Abschnitte der Leitungen 24, 25, 26, 35, 36 sind mit parallel zu den Leitungen verlaufenden dünnen Linien gekennzeichnet.

Die Sperrklappe 22 ist teilweise geschlossen und der über die Abgaszweigleitung 24 abgeleitete Teil des Abgasstromes wird durch Öffnen des Abgasregelventils 30 und Regeln des Abgasregelventils 31 veränderlich auf die Leitungszweige 25, 26 verzweigt. In diesem Betriebsmodus wird das Abgas wie auch im vorher beschriebenen aus dem Hochdruckzweig 35 in die Abgaszweigleitung gespeist und nach Kühlung im Wärmetauscher 27 in einem Teilstrom in das Ansaugluftsystem zurückgeführt, während zur Begrenzung der Abgastemperatur T4 ein veränderlich großer Teilstrom des gekühlten Abgases gekühlt vor dem Katalysator 21 in die Abgasleitung 20 zurückgeführt wird.

Soweit in den Figuren 5 bis 8 ein Ottomotor zugrundegelegt wird, ist auch hier im Teillaststrom nach Figur 7 und im Betrieb mit hoher Teillast nach Figur 8 jeweils ein Lüftverhältnis $\lambda > 1$ vorzugsweise einzuhalten.

In den Figuren 9 und 10 ist jeweils eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 11 in Form eines aufgeladenen Vierzylindermotors dargestellt, der als Ottomotor oder als Dieselmotor verstanden werden kann, wobei vier Zylinder in Draufsicht durch Kreise symbolisiert sind. Ansaugseitig ist ein Ansaugstutzen 12 gezeigt, der über den Verdichter 42 eines Abgasturboladers 41 mit einem Ladeluftrohr 45 verbunden ist. Im Ladeluftrohr 45 liegt ein Ladeluftkühler 44, der als Kühlmittel Umgebungsluft oder Kühlwasser der Brennkraftmaschine verwenden kann. Im Ladeluftrohr 45, das in einen Ansaugluftsammler 14 mündet, ist eine Drosselklappe 13 erkennbar. Vom Ansaugluftsammler 14 führen vier Ansaugluftkrümmer 15 zur Lufteinlaßseite der Brennkraftmaschine. Der Ladeluftstrang insgesamt ist mit der Bezugsziffer 16 bezeichnet.

Auf der gegenüberliegenden Auslaßseite der Brennkraftmaschine 11 sind vier Abgasstutzen 17' erkennbar, die in einen Abgassammler 18' münden.

In Figur 9 sind die Abgasstutzen 17' und Abgassammler 18' von einem Kühlwassermantel 46 umschlossen, der in den Kühlwasserkreislauf der Brennkraftmaschine integriert ist, und dem Abgas Wärme, z. B. zum beschleunigten Aufwärmen der Brennkraftmaschine nach dem Kaltstart entziehen kann.

In Figur 10 sind die Abgasstutzen 17' und der Abgassammler 18' von einem Kühlwassermantel 46 umschlossen, der ausschließlich Teil eines äußeren Kühlmittelkreislaufts 47 ist, der nicht mit dem Kühlmittelkreislauf der Brennkraftmaschine verbunden ist. In diesem äußeren Kühlmittelkreislauf liegt ein Rückkühler oder Energie-
5 wandler 48, mit dem mittels des Kühlmittels abgeführte Abgaswärme auf andere Medien übertragen oder unmittelbar in elektrische oder mechanische Energie umgesetzt werden kann.

In beiden Ausführungsformen beaufschlagt der Abgassammler 18' die Turbine 43
10 des Abgasturboladers 41. Bei einem Ottomotor führt vom Abgassammler 18 aus eine Abgasleitung 20 zunächst in einen Dreiwegekatalysator 19 (TWC) und von dort über einen weiteren Abschnitt der Abgasleitung 20 zu einem Katalysator 21 in Form eines DeNOx- oder eines SCR-Katalysators. Bei einem Dieselmotor tritt an Stelle des Drei-
15 wegekatalysators 19 ein Dieseloxydationskatalysator (DOC) und/oder ein Dieselpartikelfilter (DPF). Der Abgasstrang insgesamt aus den zuvor genannten Teilen ist mit der Bezugsziffer 23 belegt.

In der Abgasleitung 20 ist zwischen den zwei Katalysatoren eine steuerbare Drossel- und Absperrklappe 22 vorgesehen. Von der Abgasleitung 20 geht vor der Drossel-
20 klappe 22 eine Abgaszweigleitung 24 ab, die an einer Verzweigungsstelle 29 in eine Abgasrückführleitung 25 und in eine Abgasbypassleitung 26 verzweigt. In der Abgasrückführleitung 25 vor der Verzweigung ist ein Abgaswärmetauscher 27 eingesetzt, der einerseits von abgezweigtem Abgas durchströmt werden kann, zum anderen in einer äußeren Kühlwasserleitung 28 der Brennkraftmaschine 11 liegt und ständig
25 vom Kühlwasser durchströmt wird. Ein Kühlwasser-Luft-Wärmetauscher als Hauptwärmetauscher, über den die Brennkraftmaschine 11 ebenfalls verfügt, ist nicht dargestellt. In der Abgasrückführleitung 25 hinter der Verzweigungsstelle 29 liegt ein Abgasregelventil 30. In der Abgasbypassleitung 26 hinter der Verzweigung 29 liegt ein weiteres Abgasregelventil 31. Die Abgasrückführleitung 25 ist über ein Ver-
30 zweigungssystem 32 mit den einzelnen Luftansaugstutzen 15 verbunden. Vom Abgassammler 18' vor der Turbine 43 führt eine Hochdruckzweigleitung 35 mit Hochdruckniveau in die Abgaszweigleitung 24. Eine Niederdruckzweigleitung 36 geht hinter der Turbine, also mit Niederdruckniveau von der Abgasleitung 20 zur Abgaszweigleitung

24 ab. An einer Einmündungsstelle 39 mündet die Hochdruckzwegleitung 35 in die
Niedrigdruckzwegleitung 36. Jeweils vor der Einmündungsstelle 39 sind in den Lei-
tungen Abgasregelventile 37 beziehungsweise 38 eingesetzt. angedeutet. Durch
Schließen der Drosselklappe 22 in der Abgasleitung 20 kann ein Teil oder der ge-
5 samte Abgasstrom über die Abgasabzwegleitung 24 geführt werden, während in der
vollständig geöffneten Stellung der Drosselklappe 22 die Möglichkeit gegeben ist,
einen großen Anteil des Abgasstromes unmittelbar zum Katalysator 21 durchzulei-
ten. An dem Katalysator 21 ist eine Temperaturmeßvorrichtung 33 für die Katalysa-
tortemperatur T4 erkennbar. Die zuvor genannten Teile werden insgesamt als Ab-
10 gasrückführsystem 34 bezeichnet.

Durch ein veränderliches Öffnen und Schließen der Abgasregelventile 30, 31 und 37,
38 ist es dabei möglich, einen wechselnden Anteil von Abgas in den Luftansaug-
strang 16 zurückzuführen oder nach Durchlauf durch den Wärmetauscher 27 zurück
15 in den Abgasstrang 23 zu führen.

Bezugszeichenliste

11	Brennkraftmaschine
12	Ansaugstutzen
13	Drosselklappe
14	Ansaugluftsammler
15	Ansaugluftkrümmer
16	Ansaugstrang
17	Abgasstutzen
18	Abgassammler
19	Dreiwegekatalysator
20	Abgasleitung
21	Katalysator
22	Drosselklappe
23	Abgasstrang
24	Abgaszweigleitung
25	Abgasrückführleitung
26	Abgasbypassleitung
27	Wärmetauscher
28	Kühlwasserbypassleitung
29	Verzweigungsstelle
30	Abgasregelventil
31	Abgasregelventil
32	Verzweigungssystem
33	Temperaturmeßvorrichtung
34	Abgasrückführsystem
35	Hochdruckzweig
36	Niederdruckzweig

37	Abgasregelsystem
38	Abgasregelventil
39	Einmündungsstelle
40	
41	Abgasturbolader
42	Verdichter
43	Turbine
44	Ladeluftkühler
45	Ladeluftleitung
46	Kühlwassermantel
47	Kühlwasserkreislauf
48	Rückkühler/Energiewandler

Flexible Nutzung der Abgasenergie im Betrieb einer Brennkraftmaschine

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (11) mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang (16), einen Abgasstrang (23), in dem Mittel zur Abgasnachbehandlung angeordnet sind, und eine steuerbare Abgasrückführleitung (24, 25) vom Abgasstrang (23) zum Luftansaugstrang (16) aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher (27) angeordnet ist,

bei welchem

nach dem Kaltstart der Brennkraftmaschine der Abgasstrang (23) an einer Stelle gedrosselt oder gesperrt wird und der Abgasstrom aus dem Abgasstrang (23) über den Abgaswärmetauscher (27) und zurück in den Abgasstrang (23) geführt wird und die Abgasrückführleitung (25) vor dem Eintritt in den Luftansaugstrang (16) gesperrt wird. (Modus 1)

2. Verfahren nach Anspruch 1,

bei welchem

im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine (11) ein variabel regelbarer Teilstrom des Abgases aus dem Abgasstrang (23) über den Abgaswärmetauscher (27) in den Luftansaugstrang (16) geleitet wird. (Modus 2)

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

bei welchem

zumindest bei Vollast und/oder bei hoher Teillast der Brennkraftmaschine (11) der Abgasstrang (23) an einer Stelle regelbar gedrosselt wird und die Abgas-temperatur vor den Mitteln zur Abgasnachbehandlung auf einen Höchstwert begrenzt gehalten wird, indem ein Teilstrom des Abgases aus dem Abgasstrang (23) über den Abgaswärmetauscher (27) geführt wird und ein erster variabel regelbarer Unterteilstrom in den Luftansaugstrang (16) geleitet und ein zweiter variabel regelbarer Unterteilstrom in den Abgasstrang (23) zurückgeführt wird. (Modus 3)

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader,

bei welchem

nach dem Kaltstart der Brennkraftmaschine (11) der Abgasstrom hinter dem Abgasturbolader (41) aus dem Abgasstrang (23) entnommen und über den Abgaswärmetauscher (27) zurück in den Abgasstrang (23) geführt wird. (Modus 1)

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4 zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader,

bei welchem

im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine der Teilstrom vor dem Abgasturbolader (41) aus dem Abgasstrang (23) entnommen und über den Abgaswärmetauscher (27) in den Luftansaugstrang (16) geführt wird. (Modus 2)

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5 zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader,

bei welchem

zumindest bei Vollast und/oder bei hoher Teillast der Brennkraftmaschine (11) der Teilstrom zum Abgaswärmetauscher (27) dem Abgasstrang (23) vor dem Abgasturbolader (41) entnommen wird. (Modus 3)
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3, 5 oder 6 zum Betrieb einer gemischverdichtenden oder luftverdichtenden Brennkraftmaschine mit Fremdzündung (Ottomotor, Ottomotor mit Direkteinspritzung),

bei welchem

bei Betrieb mit Teillast und/oder mit hoher Teillast mit einem Luftverhältnis $\lambda > 1$ gefahren wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 zum Betrieb einer luftverdichtenden selbstzündenden Brennkraftmaschine (Dieselmotor)

bei welchem

die intermittierende Regeneration eines Dieselpartikelfilters initiiert und durchgeführt wird, während der Teilstrom zum Abgaswärmetauscher (27) dem Abgasstrang (23) vor dem Abgasturbolader (41) entnommen wird.
9. Brennkraftmaschine (11) mit einem Flüssigkeitskühlsystem, die einen Luftansaugstrang (16), einen Abgasstrang (23) und eine Abgasrückführleitung (24, 25) vom Abgasstrang (23) zum Luftansaugstrang (16) aufweist, in der ein in das Flüssigkeitskühlsystem einbezogener Abgaswärmetauscher (27) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß in der Abgasrückführleitung (25) hinter dem Abgaswärmetauscher (27) ein erstes Absperr- und Regelventil (30) angeordnet ist und daß von der Abgasrückführleitung (25) zwischen Abgaswärmetauscher (27) und Absperrventil (30) eine Abgasbypassleitung (26) abzweigt, die in den Abgasstrang (23) hinter der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung (24) mündet und in der ein zweites Absperr- und Regelventil (31) angeordnet ist und daß zwischen der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung (24) und der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung (26) im Abgasstrang (23) ein Drossel- und Sperrventil (22) angeordnet ist.

10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß das erste Absperrventil (30) und das zweite Absperrventil (31) zu einem Dreiwegeventil im Punkt der Leitungsverzweigung (29) vereinigt sind.

11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Brennkraftmaschine (11) ein freisaugender Ottomotor ist und ein Dreiwegekatalysator (TWC) (19) vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung (24) und ein NOx-Speicherkatalysator (DeNOx) und/oder ein selektiver katalytischer Reduktionskatalysator (SCR) (21) hinter der Einmündung der Abgasbypassleitung (26) im Abgasstrang liegt.

12. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Brennkraftmaschine (11) mit einem Abgasturbolader versehen ist , wobei im Ansaugstrang (16) der Verdichter (42) und im Abgasstrang (23) die Turbine (43) des Abgasturboladers (41) der Brennkraftmaschine (11) angeordnet ist, und daß ein Hochdruckzweig (35) der Abgasrückführleitung (24) den Abgasstrang vor der Turbine (43) mit dem Eintritt zum Abgaswärmetauscher (27) und ein Niederdruckzweig (36) der Abgasrückführleitung (24) den Abgasstrang hinter der Turbine (43) mit dem Eintritt zum Abgaswärmetauscher (27) verbindet, wobei im Hochdruckzweig (35) ein drittes Absperr- und Regelventil (37) und im Niederdruckzweig (36) ein viertes Absperr- und Regelventil (38) angeordnet ist.

13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß das dritte Absperrventil (37) und das vierte Absperrventil (38) zu einem Dreiwegeventil im Punkt der Leitungszusammenführung (39) vereinigt sind.

14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Brennkraftmaschine (11) ein aufgeladener Ottomotor ist und ein Dreiwegekatalysator (TWC) (19) vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung (24) und ein NO_x-Speicherkatalysator (DeNO_x) und/oder ein selektiver katalytischer Reduktionskatalysator (SCR) (21) hinter der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung (26) im Abgasstrang (23) liegt.

15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Brennkraftmaschine (11) ein aufgeladener Dieselmotor ist und ein Die-

seloxidationskatalysator (DOC) und/oder ein Dieselpartikelfilter (DPF) vor der Abzweigstelle der Abgasrückführleitung (24) und ein NO_x-Speicherkatalysator (DeNO_x) und/oder ein selektiver katalytischer Reduktionskatalysator (SCR) (21) hinter der Einmündungsstelle der Abgasbypassleitung (26) im Abgasstrang (23) liegt.

16. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 12 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Ladeluftkühler (44) hinter dem Verdichter (42) des Abgasturboladers (41) im Ansaugstrang (16) liegt.

17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Abgassammler (18') vorgesehen ist, der doppelwandig ausgebildet ist, wobei der Zwischenraum zwischen den Wänden in den Kühlmittelkreislauf der Brennkraftmaschine (11) einbezogen ist.

18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Abgassammler (18') vorgesehen ist, der doppelwandig ausgebildet ist, wobei der Zwischenraum zwischen den Wänden in einen externen Kühlmittelkreislauf (47) mit Kühlelementen (48) einbezogen ist.

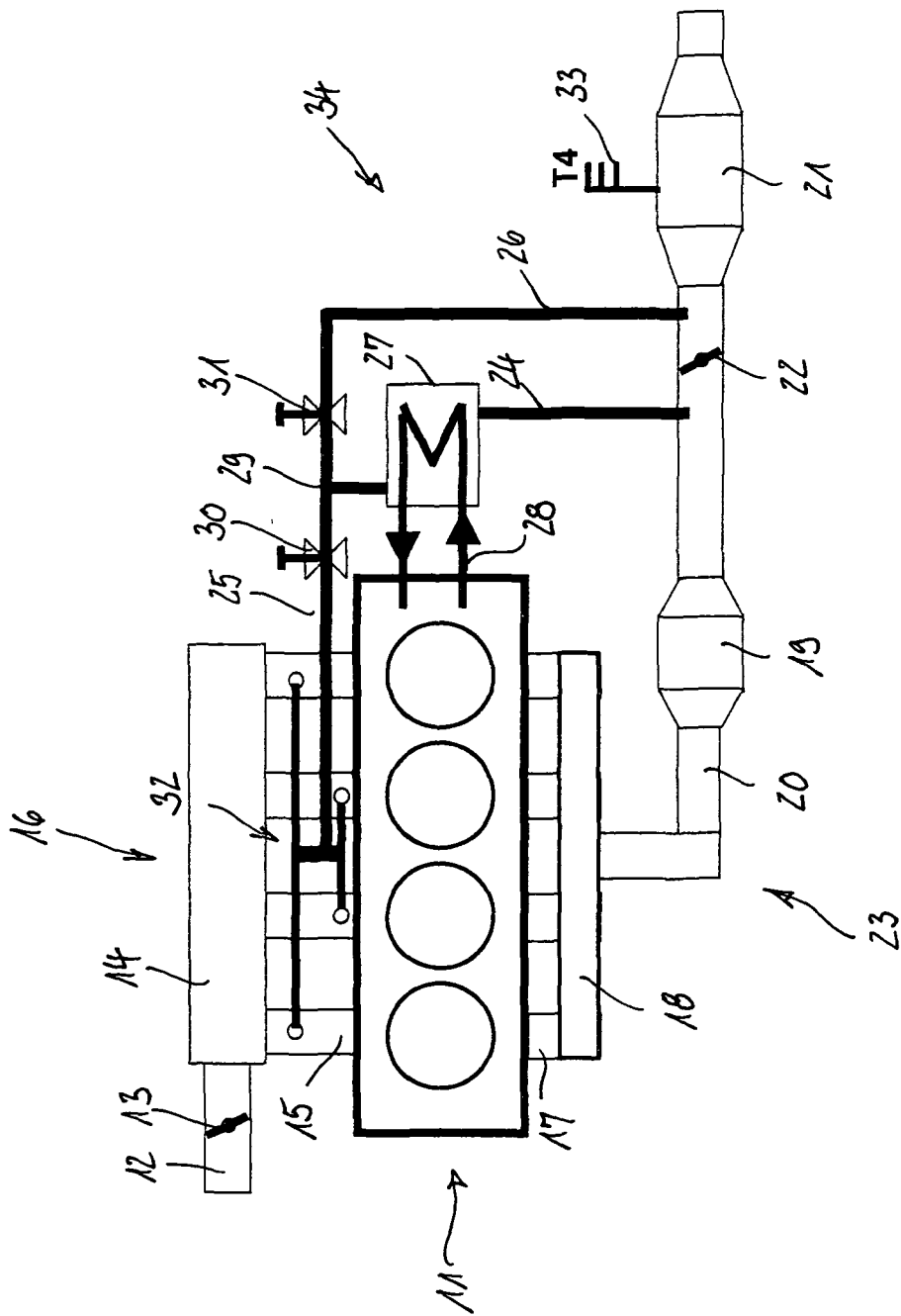
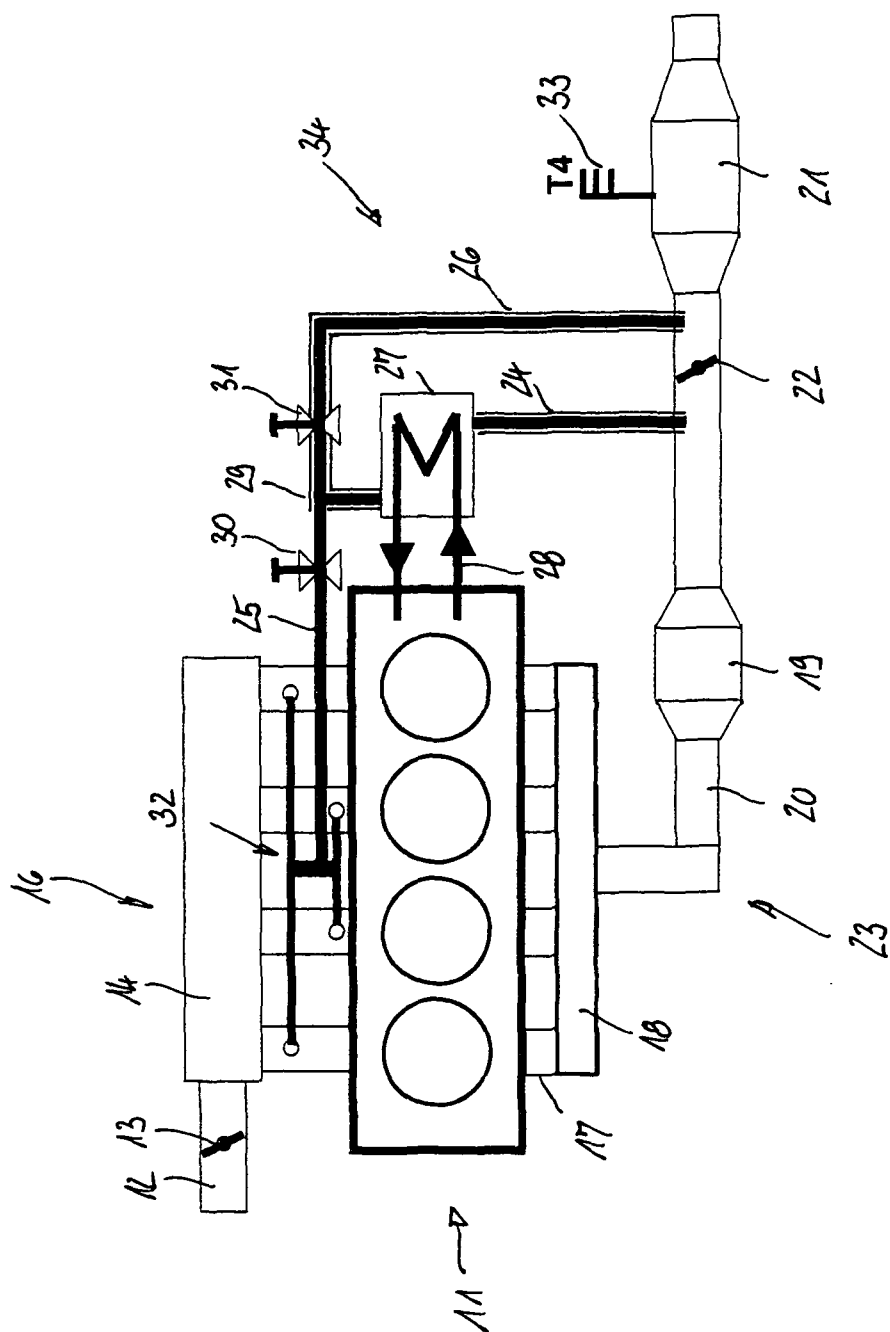
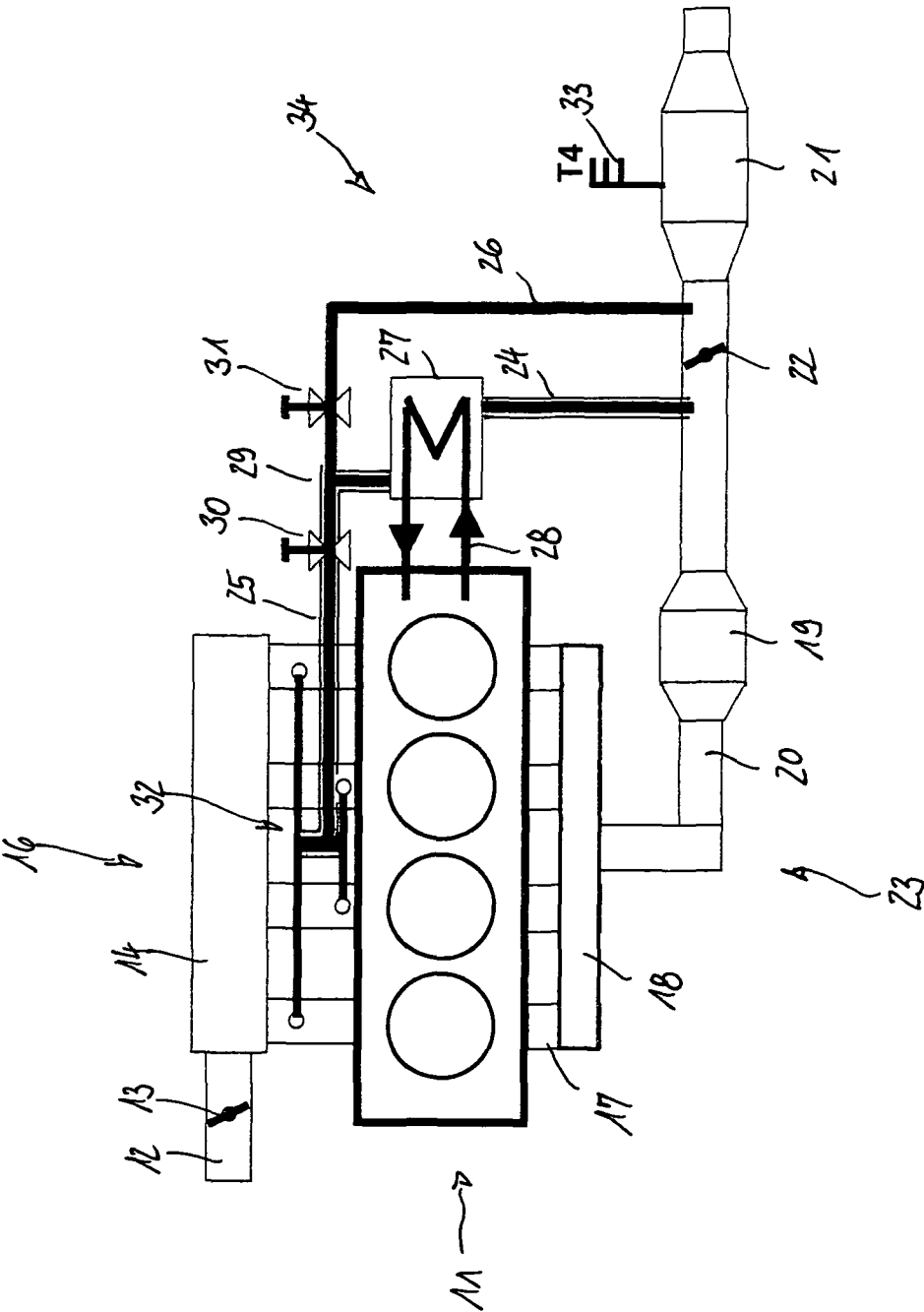


FIG. 1



Flg. 2

FIG. 3



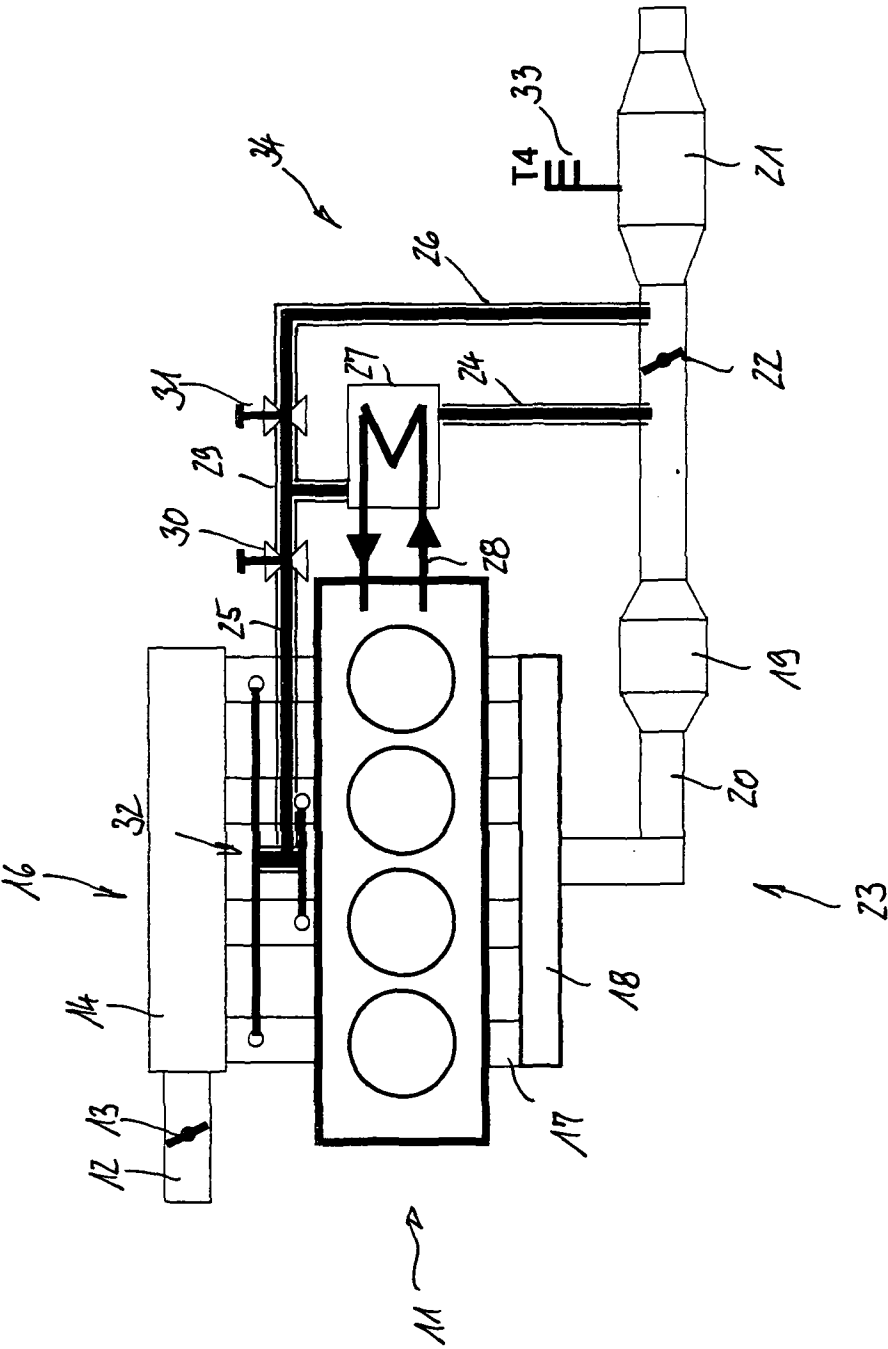


FIG. 4

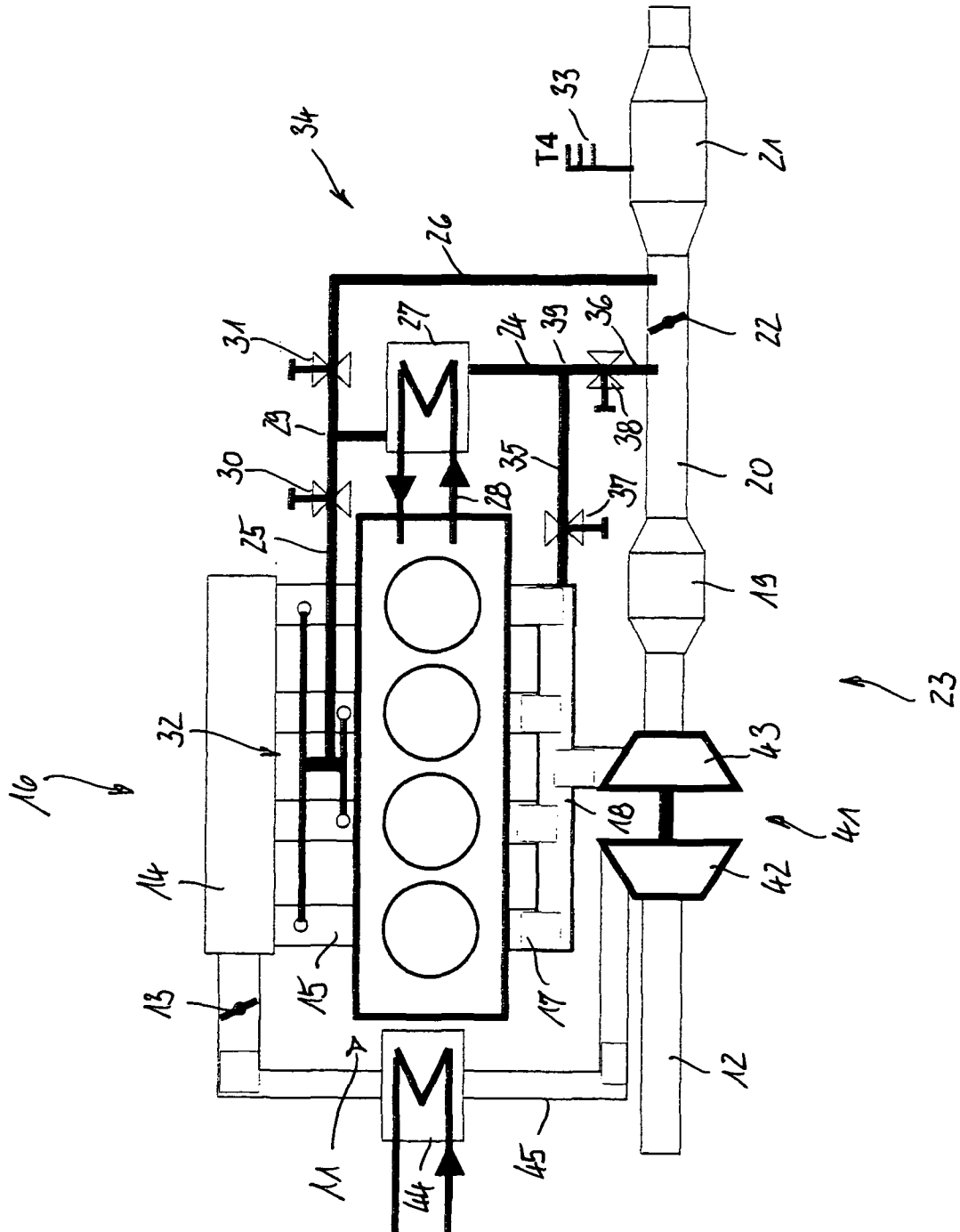
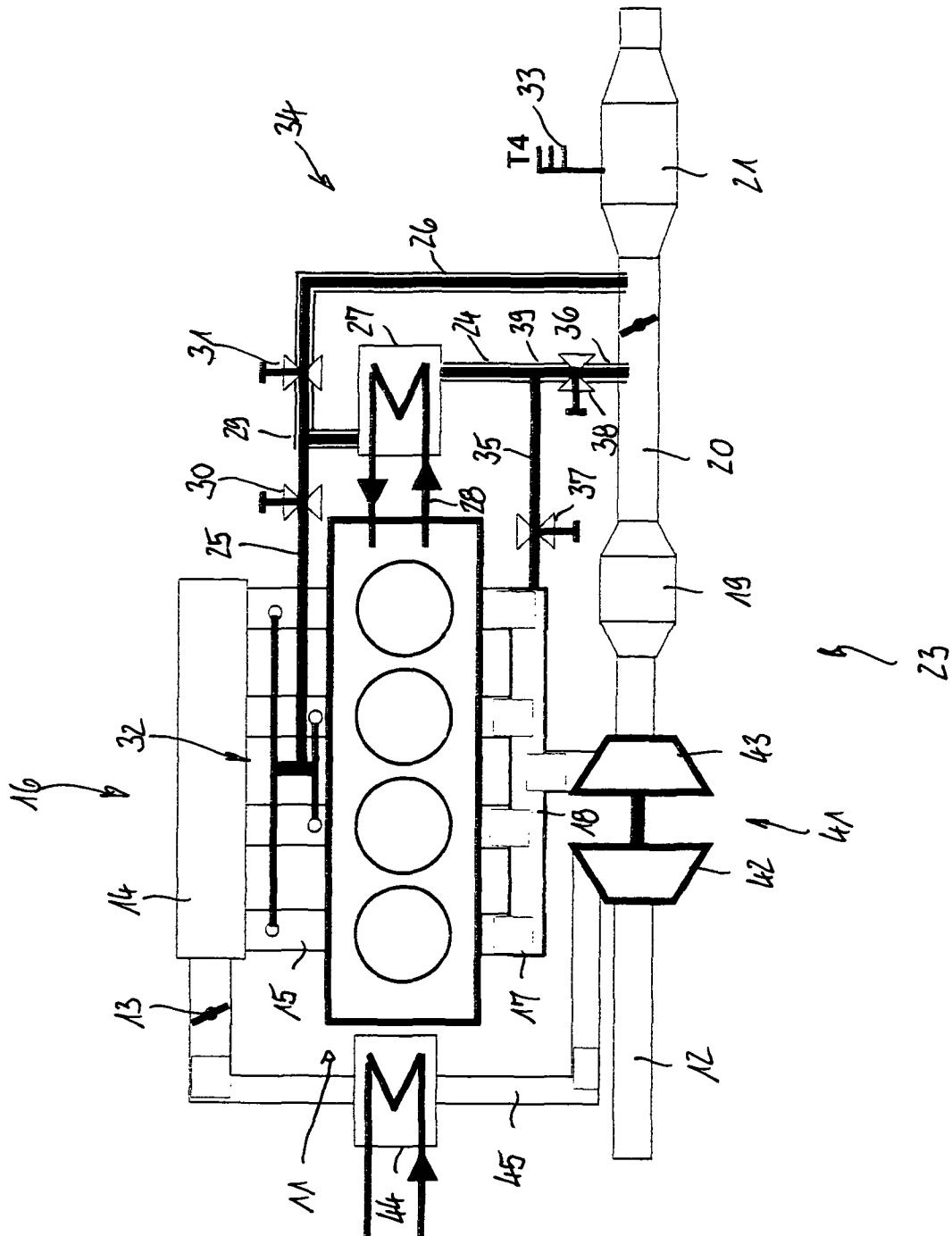
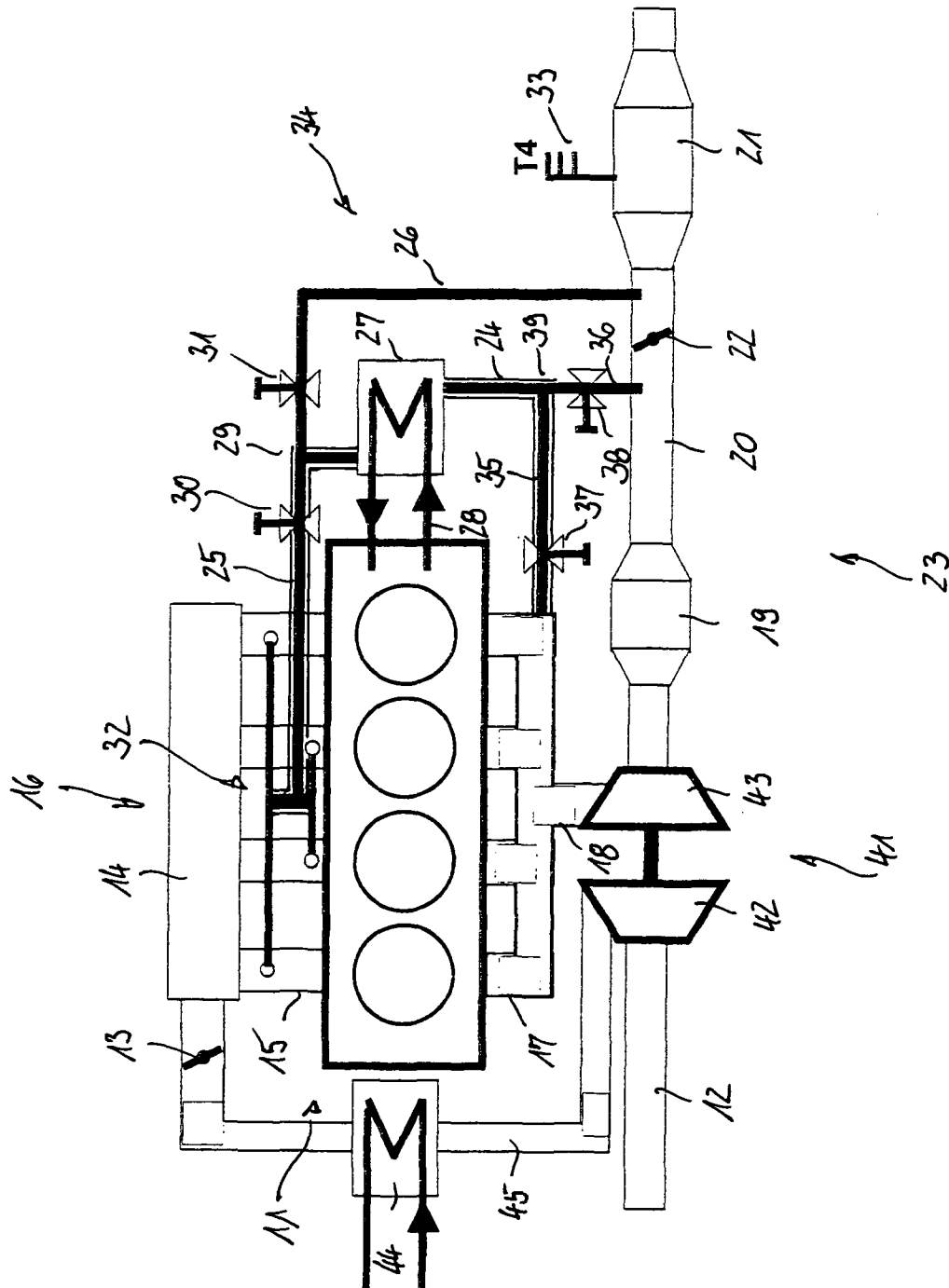


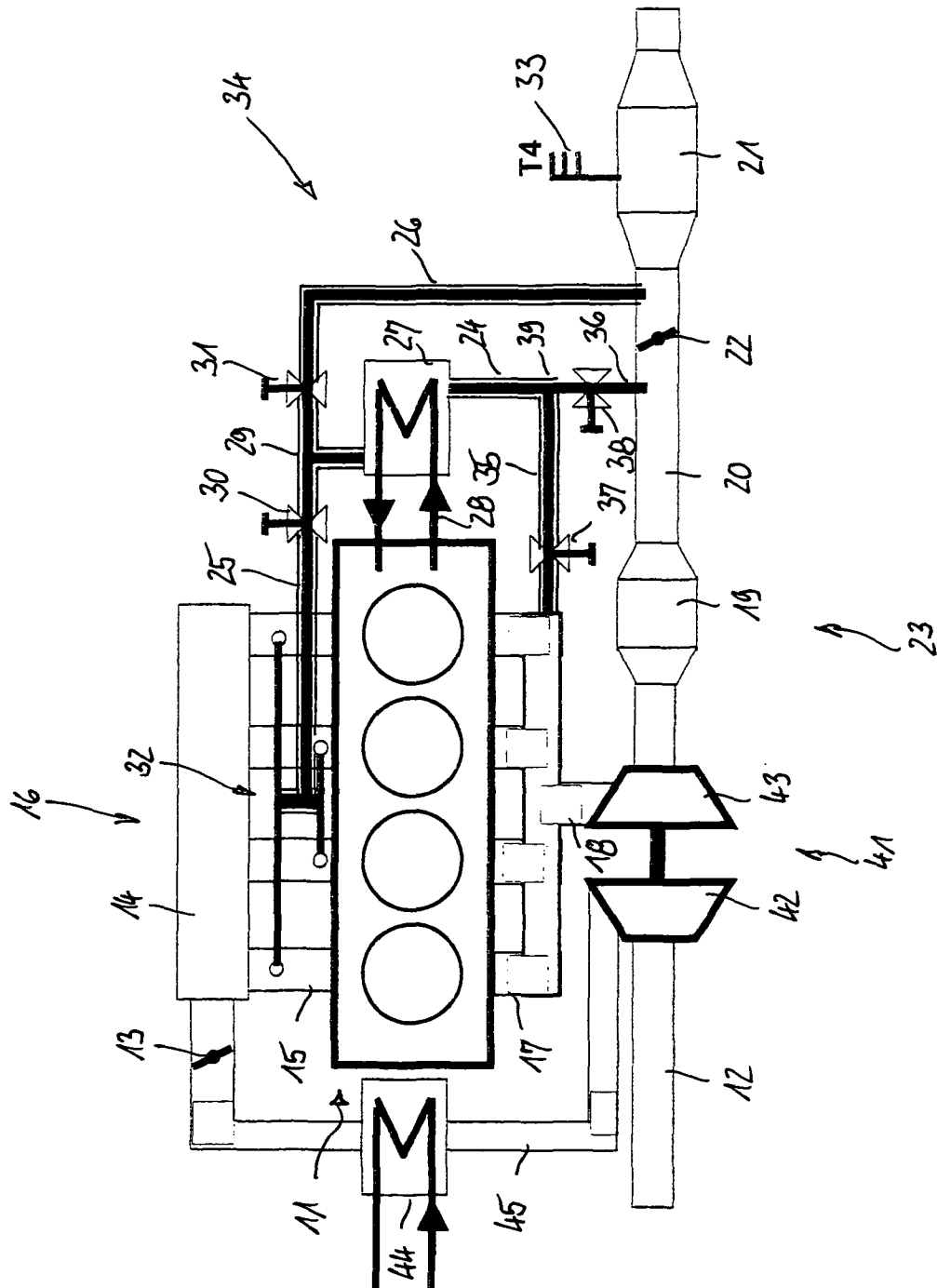
FIG. 5



17.5.6



7.5.14



8.5.8

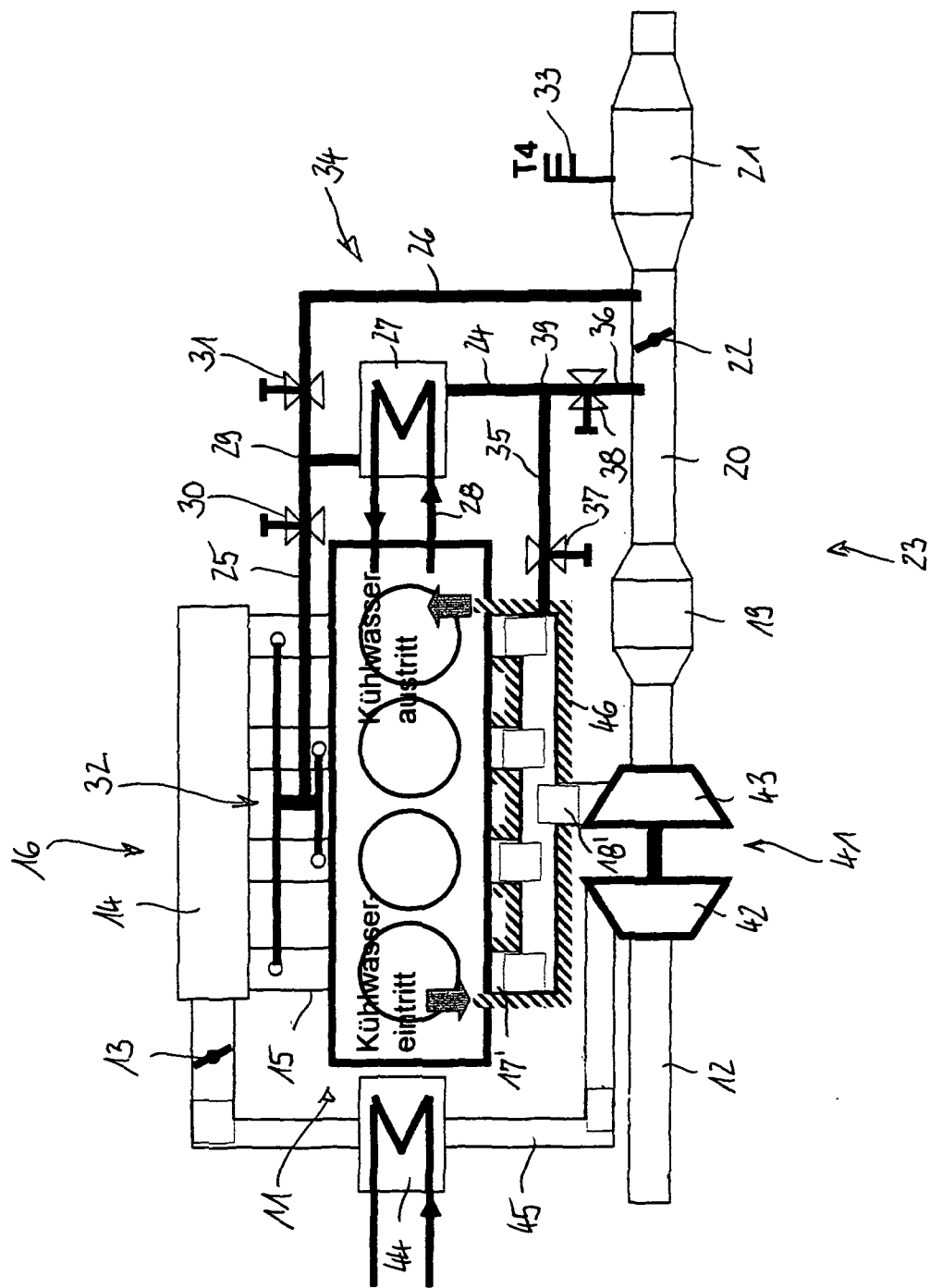
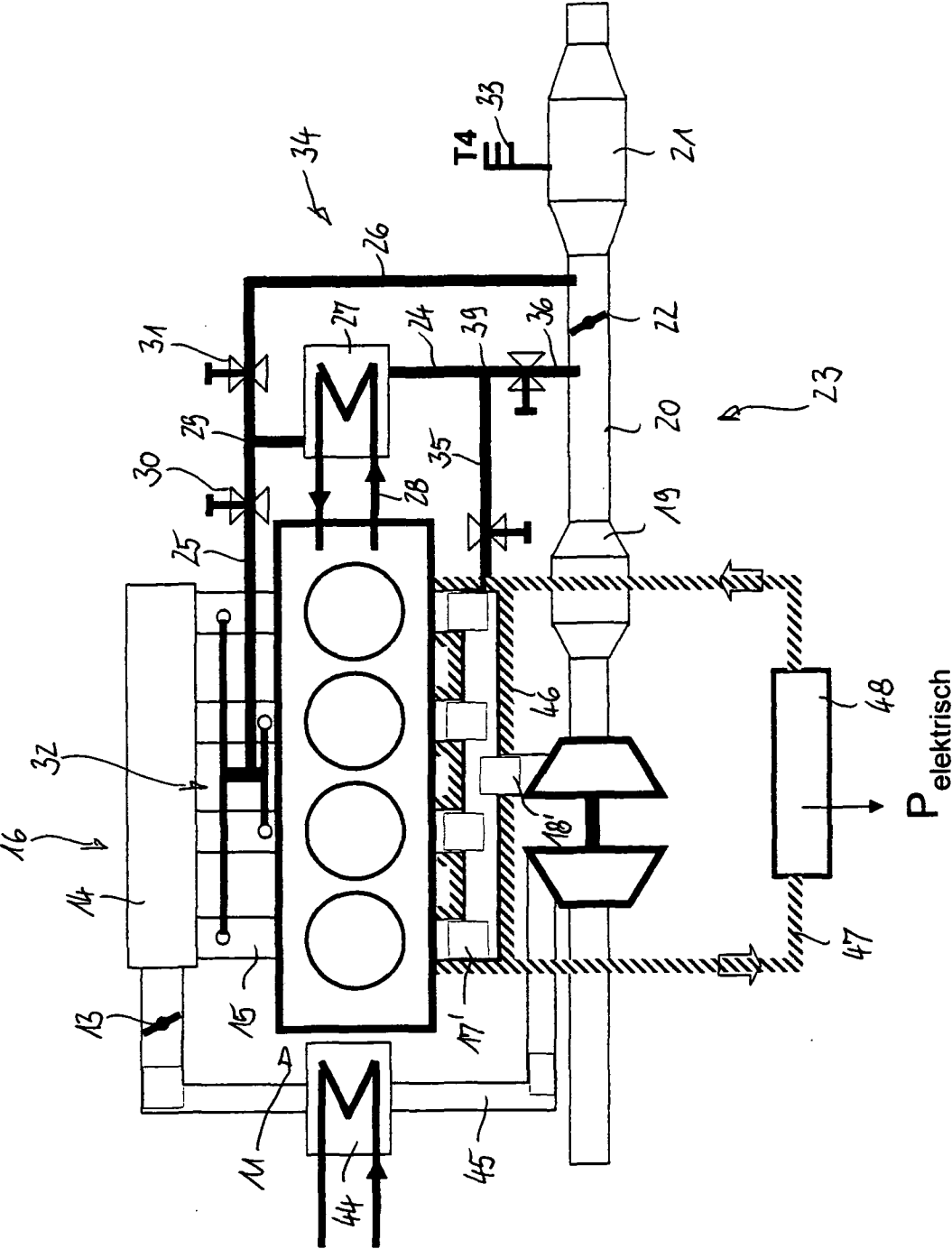


FIG. 9

FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/006846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02M25/07 F01N3/04 F01N3/20 F01N5/02		
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) F02M F01N		
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	EP 0 913 561 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR [FR] VALEO THERMIQUE MOTEUR S A [FR]) 6 May 1999 (1999-05-06)	1-7, 9-16
Y	the whole document	8, 17, 18
Y	DE 10 2006 010095 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 September 2007 (2007-09-13) paragraph [0021]; figure 1	8
Y	EP 1 498 587 A (VOLVO PENTA AB [SE]) 19 January 2005 (2005-01-19) the whole document	17, 18
X	FR 2 885 178 A (RENAULT SAS [FR]) 3 November 2006 (2006-11-03)	1, 2, 4-7, 9-16
Y	page 9, lines 21-30; figure 2	5, 6
-/--		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family 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. *8* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
26 November 2008	04/12/2008	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Dorfstätter, Markus	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/006846

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2008/038083 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; SHIMIZU HAJIME [JP]; NAGAE MASAHIRO [JP]; HA) 3 April 2008 (2008-04-03) the whole document -----	5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/006846

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0913561 A	06-05-1999	BR 9804244 A	14-12-1999
		DE 69817294 D1	25-09-2003
		DE 69817294 T2	09-06-2004
		FR 2770582 A1	07-05-1999
		JP 11193753 A	21-07-1999
		MX PA98009109 A	09-12-2004
		US 6155042 A	05-12-2000
DE 102006010095 A1	13-09-2007	FR 2898155 A1	07-09-2007
		US 2007204598 A1	06-09-2007
EP 1498587 A	19-01-2005	AT 325941 T	15-06-2006
		DE 60305176 T2	10-05-2007
		WO 2004111400 A1	23-12-2004
		US 2007056276 A1	15-03-2007
FR 2885178 A	03-11-2006	NONE	
WO 2008038083 A	03-04-2008	JP 2008088848 A	17-04-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/006846

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02M25/07 F01N3/04 F01N3/20 F01N5/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02M F01N		
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	EP 0 913 561 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR [FR] VALEO THERMIQUE MOTEUR S A [FR]) 6. Mai 1999 (1999-05-06)	1-7, 9-16
Y	das ganze Dokument	8, 17, 18
Y	DE 10 2006 010095 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. September 2007 (2007-09-13) Absatz [0021]; Abbildung 1	8
Y	EP 1 498 587 A (VOLVO PENTA AB [SE]) 19. Januar 2005 (2005-01-19) das ganze Dokument	17, 18
X	FR 2 885 178 A (RENAULT SAS [FR]) 3. November 2006 (2006-11-03)	1, 2, 4-7, 9-16
Y	Seite 9, Zeilen 21-30; Abbildung 2	5, 6
	----- -/--	
☒ 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 *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 26. November 2008		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 04/12/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Dorfstätter, Markus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2008/038083 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; SHIMIZU HAJIME [JP]; NAGAE MASAHIRO [JP]; HA) 3. April 2008 (2008-04-03) das ganze Dokument -----	5,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/006846

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0913561 A	06-05-1999	BR 9804244 A	14-12-1999
		DE 69817294 D1	25-09-2003
		DE 69817294 T2	09-06-2004
		FR 2770582 A1	07-05-1999
		JP 11193753 A	21-07-1999
		MX PA98009109 A	09-12-2004
		US 6155042 A	05-12-2000
DE 102006010095 A1	13-09-2007	FR 2898155 A1	07-09-2007
		US 2007204598 A1	06-09-2007
EP 1498587 A	19-01-2005	AT 325941 T	15-06-2006
		DE 60305176 T2	10-05-2007
		WO 2004111400 A1	23-12-2004
		US 2007056276 A1	15-03-2007
FR 2885178 A	03-11-2006	KEINE	
WO 2008038083 A	03-04-2008	JP 2008088848 A	17-04-2008