

(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
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/139822 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 9/06 (2006.01) F02B 37/12 (2006.01)
F02B 39/10 (2006.01) F02B 37/18 (2006.01)
F02B 37/22 (2006.01) F02D 9/02 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2017/060030

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Februar 2017 (15.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50112/2016 19. Februar 2016 (19.02.2016) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: SEITZ, Hans Felix; Mariatrosterstrasse 172d,
8044 Graz (AT).

(74) Anwalt: BABELUK, Michael; Florianigasse 26/3, 1080
Wien (AT).

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

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,
SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

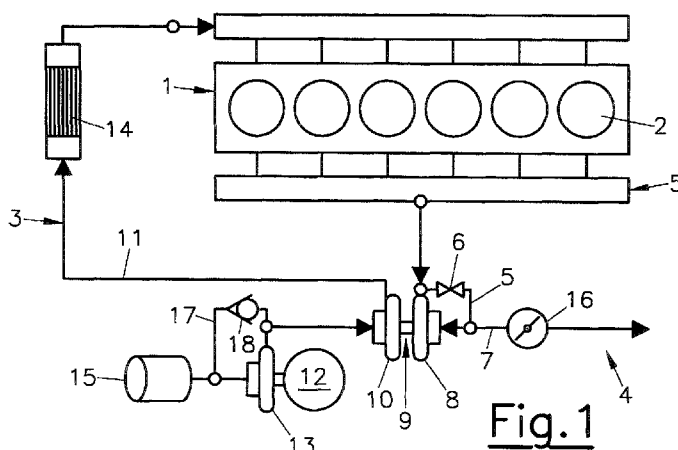
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



$$A_{eff} = \frac{D_{val}^2}{4} \cdot N_{valve} \cdot N_{cyl} \cdot C \quad (I)$$

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine (1) comprising an inlet system (3) and an outlet system (4), in particular for driving a motor vehicle, wherein a first compressor (10) is driven by exhaust gas via a shaft and a second compressor (13) is driven electrically, mechanically or hydraulically, wherein fresh air successively flows through the second compressor (13) and the first compressor (10) in an inlet line (11) of the inlet system (3), wherein the second compressor (13) is activated in at least one motor-braking operation of the internal combustion engine (1) and the flow cross-section is reduced in at least one exhaust gas line (7) of the outlet system (4), preferably up to a defined effective residual flow cross-section (A_{eff}). The braking power (P_B) can be increased if the effective residual flow cross-section (A_{eff}) is determined according to the following equation: formula (I) where A_{eff} is effective residual flow cross-section; D_{val} is the internal valve seat diameter of at least one outlet valve; N_{valve} is the number of outlet valves per cylinder (2); N_{cyl} is the number of cylinders (2) connected to the exhaust gas line (7) having the effective residual flow cross-section (A_{eff}); C is a factor in the region of 1% and 12%.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlasssystem (3) und einem Auslasssystem (4), insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei ein erster Verdichter (10) über eine Welle vom Abgas und ein zweiter Verdichter (13) elektrisch, mechanisch oder hydraulisch angetrieben wird, wobei der zweite Verdichter (13) und der erste Verdichter (10) nacheinander in einem Einlassstrang (11) des Einlasssystems (3) von Frischluft durchströmt werden, wobei in zumindest einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine (1) der zweite Verdichter (13) aktiviert wird und der Strömungsquerschnitt in zumindest einem Abgasstrang (7) des Auslasssystems (4) -vorzugsweise bis auf einen definierten effektiven Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) -verringert wird. Die Bremsleistung (P_B) kann erhöht werden, wenn der effektive Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) nach folgender Gleichung bestimmt wird: Formel (I) mit A_{eff} ... effektiver Restströmungsquerschnitt; D_{Vi} ... innerer Ventilsitzdurchmesser zumindest eines Auslassventils; N_{Valve} ... Anzahl der Auslassventile pro Zylinder (2); N_{Cyl} ... Anzahl der Zylinder (2), die mit dem den effektiven Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) aufweisenden Abgasstrang (7) verbunden sind; C ... Faktor im Bereich von 1% und 12%.

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Einlasssystem und einem Auslasssystem, insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei ein erster Verdichter über eine Welle vom Abgas und ein zweiter Verdichter elektrisch, mechanisch oder hydraulisch angetrieben wird, wobei der zweite Verdichter und der erste Verdichter nacheinander in einem Einlassstrang des Einlasssystems von Frischluft durchströmt werden, wobei in zumindest einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine der zweite Verdichter aktiviert wird und der Strömungsquerschnitt in zumindest einem Abgasstrang des Auslasssystems - vorzugsweise bis auf einen definierten effektiven Restströmungsquerschnitt - verringert wird.

Schwerlastkraftfahrzeuge sind typischerweise mit Motorbremseinrichtungen ausgestattet, um die Motorbremsleistung bei Bergabfahrten zu erhöhen. Derartige Motorbremseinrichtungen weisen häufig eine Bremsklappe im Abgassystem auf, mit welchem der Abgasgegendruck und damit die Gaswechselerbeit im Motorbremsbetrieb erhöht werden kann.

Aus der EP 2 634 405 A1 ist eine Abgas-Motorbremse für eine Brennkraftmaschine bekannt. Dabei wird die Bremskraft durch Erhöhen des internen Abgasdruckes erhöht. Die Brennkraftmaschine weist einen Abgasturbolader auf, dessen Verdichterdrehzahl durch einen Elektromotor erhöht werden kann. Ähnliche Anordnungen sind auch aus der EP 2 634 403 A1 und der EP 0 385 622 A1 bekannt.

Die Druckschriften JP 2009/228448 A, DE 421 0070 C1, JP H 11 324 692 A, GB 2 499 823 A und JP S 5967537 U offenbaren Brennkraftmaschinen mit jeweils einem Einlass- und einem Auslasssystem, wobei ein abgasbetriebener erster Verdichter und ein elektrisch, mechanisch oder hydraulisch angetriebener zweiter Verdichter im Einlasssystem angeordnet ist, wobei der zweite Verdichter und der erste Verdichter nacheinander von Frischluft durchströmt werden. Im Motorbremsbetrieb wird der zweite Verdichter aktiviert und der Strömungsquerschnitt im Abgasstrang des Auslasssystems verringert.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Motorbremsleistung bei einer Brennkraftmaschine zu erhöhen.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, dass der effektive Restströmungsquerschnitt nach der folgenden Gleichung bestimmt wird:

$$A_{eff} = \frac{Dv_{ex}^2}{4} \cdot N_{valve} \cdot N_{Cyl} \cdot C$$

mit

A_{eff} ...effektiver Restströmungsquerschnitt

D_{Vi} ...innerer Ventilsitzdurchmesser zumindest eines Auslassventils

N_{Valve} ...Anzahl der Auslassventile pro Zylinder

N_{Cyl} ...Anzahl der Zylinder, die mit dem den effektiven Restströmungsquerschnitt aufweisenden Abgasstrang verbunden sind

C ...Faktor im Bereich von 1% und 12%

Eine weitere Steigerung der Motorbremsleistung lässt sich erzielen, wenn zumindest im Motorbremsbetrieb die Antriebsleistung für den elektrisch angetriebenen zweiten Verdichter direkt von einem Generator, vorzugsweise der Lichtmaschine, der Brennkraftmaschine bereitgestellt wird.

Im Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine wird günstigerweise ein Brennraumdekompressionsmodus aktiviert, wobei vorzugsweise zur Durchführung der Brennraumdekompression die Steuerzeit zumindest eines Auslassventils pro Zylinder so verstellt wird, dass die von der Brennkraftmaschine im Verdichtungstakt geleistete Arbeit für den folgenden Takt ungenutzt gelassen wird. Dabei wird beispielsweise ein Auslassventil oder ein zusätzliches Ventil am Ende des Verdichtungstaktes geöffnet und damit der – während des Verdichtungstaktes aufgebaute – Druck im Zylinder abgebaut wird. Dies ermöglicht eine weitere Erhöhung des Motorbremsmomentes.

Zur Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet sich eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, bei der in zumindest einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine der – vorzugsweise über eine Verdichterumgehungsleitung umgehbare – zweite Verdichter aktivierbar ist.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der zweite Verdichter im Einlassstrang des Einlasssystems stromaufwärts des ersten Verdichters angeordnet. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, den zweiten Verdichter stromabwärts des ersten Verdichters im Einlassstrang anzuordnen.

Um den Abgasgegendruck im Auslasssystem im Motorbremsbetrieb zu erhöhen, ist es vorteilhaft, wenn im Abgasstrang des Auslasssystems – vorzugsweise stromabwärts der Abgasturbine – zumindest ein Bremsventil angeordnet ist. Das Bremsventil kann dabei in einfacher Weise durch eine Bremsklappe gebildet sein. Alternativ zur Bremsklappe kann auch eine variable Turbinengeometrie der Abgasturbine zur Verstellung des Durchflussquerschnittes verwendet werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand des in den Figuren dargestellten nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 eine Brennkraftmaschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 2 und Fig. 3 einen Vergleich der Motorbremsleistungen für verschiedene effektive Restquerschnitte des Bremsventils bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahren mit der Motorbremsleistung gemäß dem Stand der Technik; und
- Fig. 4 das erfindungsgemäße Verfahren in einem Blockdiagramm.

Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 1 mit beispielsweise sechs Zylindern 2, einem Einlasssystem 3 für einen Einlassstrom und einem Auslasssystem 4 für einen Abgasstrom. Stromabwärts eines Abgassammlers 5 ist eine Abgasturbine 8 eines Abgasturboladers 9 angeordnet, dessen erster Verdichter 10 im Einlassstrang 11 des Einlasssystems 3 angeordnet ist.

Mit Bezugszeichen 14 ist ein Zwischenkühler des Einlasssystems 3 und mit Bezugszeichen 15 ein Luftfilter bezeichnet.

Zur Erhöhung des Abgasstaudruckes ist im Auslasssystem 4 ein Steuerorgan 16 angeordnet, welches im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel als eine stromabwärts der Abgasturbine im Abgasstrang 7 angeordnete Bremsklappe gebildet ist. Alternativ dazu kann das Steuerorgan 16 auch durch eine variable Turbinengeometrie der Abgasturbine 8 gebildet sein.

Im Ausführungsbeispiel ist die Abgasturbine 8 mit einem in einer Turbinenumgehungsleitung 5 angeordneten Umgehungsventil 6 (Wastegate) ausgeführt.

Stromaufwärts des ersten Verdichters 10 ist im Einlassstrang 11 ein elektrisch über einen Elektromotor 12 betriebener zweiter Verdichter 13 angeordnet. Der stromabwärts des Luftfilters 15 angeordnete zweite Verdichter 13 ist über eine zweite Verdichterumgehungsleitung 17, in welcher ein Rückschlagventil 18 angeordnet ist, umgehbar.

In dem in Fig. 2 dargestellten Diagramm sind für verschiedene Motorbremsstrategien S0, S1, S2, S3, S4 unterschiedliche Betriebsparameter wie Bremsleistung PB, Mitteldruck BMEP, Bremsmoment TB und Wärmeeintrag Q in den Zylinderkopf über der Motordrehzahl n aufgetragen. Fig. 3 zeigt ein Kennfeld, in welchem die Druckverhältnisse CPR zwischen erstem Verdichter 10 und zweiten Verdichter 13 über dem korrigierten Luftmassenstrom q_m aufgetragen ist. In Fig. 2 und Fig. 3 ist mit Bezugszeichen S0 eine aus dem Stand der Technik bekannte Motorbremsstrategie bezeichnet, bei welcher die Druckerhöhung im Abgasstrang 7 im Motorbremsbetrieb nur über eine großteils geschlossene Bremsklappe erfolgt. S1,

S2, S3 und S4 bezeichnen erfindungsgemäße Motorbremsstrategien, bei der mittels des elektrisch angetriebenen zweiten Verdichters 13 der Ladedruck im Einlassstrang erhöht wird und das Bremsventil 16 mit unterschiedlich großen Restquerschnitten geschlossen wird, wobei die Linie S1 für den größten Restquerschnitt und S4 für den geringsten Restquerschnitt steht. Der Restquerschnitt bei S2 ist kleiner als bei S1, der Restquerschnitt bei S3 ist kleiner als bei S2. Deutlich ist zu erkennen, dass die Bremsleistung P_B besser wird, je kleiner der Restquerschnitt des Bremsventils 16 im geschlossenen Zustand ist.

Im Bremsbetrieb wird zunächst das als Bremsklappe ausgeführte Bremsventil 16 geschlossen, wobei ein geringer Restströmungsquerschnitt offen bleibt und sich so ein bestimmter Gasstrom über die Bremsklappe einstellt (üblicherweise Bremshebelstellung "1" im Nutzfahrzeug).

Durch die Aktivierung der Brennraum-Dekompression wird die Motorbremse eingeschaltet (zum Beispiel Bremshebelstellung 2). Als nächster Schritt wird der elektrisch angetriebene zweite Verdichter 13 zugeschaltet und es baut sich Ladedruck im Einlasssystem 3 der Brennkraftmaschine 1 auf. Durch den Ladedruck wird deutlich mehr Bremsleistung erreicht, da mehr Luft in den Brennräumen verdichtet und de-komprimiert wird. Der elektrisch erzeugte Ladedruck ist unabhängig von der Motordrehzahl n und es ergibt sich eine hohe Bremsleistung P_B bereits bei geringer Motordrehzahl n .

Da der zweite Verdichter 13 gegen den Restströmungsquerschnitt A_{eff} in der Bremsklappe fördert, lässt sich der Massenstrom q_m durch den Motor geeignet einstellen: Wird der Restströmungsquerschnitt A_{eff} zu klein ausgeführt, kann der zweite Verdichter 13 zwar hohen Druck aufbauen und hohe Bremsleistung P_B wird erreicht, es wird aber zu wenig Luft durch die Brennkraftmaschine 1 gefördert. Da die Bremsenergie in Wärme umgewandelt wird, kann so nicht genügend Wärme abgeführt werden und die Brennkraftmaschine würde thermisch überlastet werden.

Wird der effektive Restströmungsquerschnitt A_{eff} in der Bremsklappe zu groß ausgeführt oder ist eine zu kleine Bremsklappe in das System integriert, kann der zweite Verdichter 13 aufgrund beschränkter elektrischer Leistung des Bordnetzes nicht genügend Luft in das System fördern bzw. reicht die Kennfeldbreite des zweiten Verdichters 13 nicht aus um den benötigten Bereich abzudecken.

Der effektive Restströmungsquerschnitt A_{eff} der Bremsklappe kann dabei mit folgender Formel näherungsweise festgelegt werden:

$$A_{eff} = \frac{Dm_{ex}^2}{4} \cdot N_{valvs} \cdot N_{Cyl} \cdot C$$

mit

A_{eff} ...effektiver Restströmungsquerschnitt des Bremsventils

D_{vi} ...innerer Ventilsitzdurchmesser der Auslassventile

N_{valve} ...Anzahl der Auslassventile pro Zylinder

N_{cyl} ...Anzahl der Zylinder, die mit dem Bremsventil verbunden sind

C ...Faktor im Bereich von 1% und 12%

Der effektive Restströmungsquerschnitt A_{eff} kann durch ein teilweises gezieltes Öffnen der Bremsklappe oder durch offene Querschnitte in der geschlossenen Bremsklappe (zum Beispiel Bohrungen) erreicht werden.

In Abb. 4 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Erreichung der gewünschten hohen Bremsleistung in einer Ausführungsvariante am Beispiel einer Regelung über Gastemperatur T_A (beispielsweise der Frischluft stromabwärts des zweiten Verdichters 13 im Einlasssystem 3 oder des Abgases im Auslasssystem 4) dargestellt, es ist aber auch die Regelung über andere limitierende Parameter wie zum Beispiel Drehzahl des elektrischen zweiten Verdichters 13 oder Gasdruck im Einlasssystem 3 oder Auslasssystem 4 vorschellbar. Die Regelung kann über Sensoren und Kennfelder in einem Regelkreis an der laufenden Brennkraftmaschine 1 erfolgen. Alternativ dazu kann eine geeignete Auswahl der Auslegungsparameter wie Verdichter-Antriebsleistung und Öffnungsgrad der Bremsklappe während der Konstruktions- und Erprobungsphase der Brennkraftmaschine 1 erfolgen und als feste Geometrie in das Motorkonzept einfließen bzw. als Kennfelder in der Motorsteuerung hinterlegt werden.

Abhängig von der gewünschten Bremsleistung wird im in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel die erste Bremsstufe BS1, die zweite Bremsstufe BS2 oder die dritte Bremsstufe BS3 geschaltet. In der ersten Bremsstufe BS1 ist das Bremsventil 16 bis auf einen definierten effektiven Restströmungsquerschnitt A_{eff} geschlossen. In der zweiten Bremsstufe BS2 wird ein Brennraumdekompressionsmodus aktiviert, wobei beispielsweise zumindest ein Auslassventil pro Zylinder konstant oder zyklisch nahe des oberen Totpunktes der Zündung geöffnet wird. In der dritten Bremsstellung BS3 wird zusätzlich der zweite Verdichter 13 über den Elektromotor 12 angetrieben.

Im Schritt BS4 wird geprüft, ob die Gastemperatur T_G einen Maximalwert $T_{G_{\text{max}}}$ überschreitet. Ist dies der Fall ("y") so wird der effektive Restströmungsquerschnitt A_{eff} durch Öffnen des Bremsventils 16 vergrößert. Ist die Gastemperatur T_A nicht größer als der definierte Maximalwert $T_{G_{\text{max}}}$, so wird im Schritt BS5 geprüft, ob die gewünschte Bremsleistung P_{B_s} erreicht wird. Ist dies nicht der Fall („n“), so wird die Antriebsleistung des zweiten Verdichters 13 erhöht.

Die Antriebsleistung für den elektrisch angetriebenen zweiten Verdichter 13 kann im Bremsbetrieb direkt von der Lichtmaschine der Brennkraftmaschine 1 erzeugt werden – die benötigte Antriebsleistung der Lichtmaschine erhöht die Bremsleistung der Brennkraftmaschine 11.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlasssystem (3) und einem Auslasssystem (4), insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei ein erster Verdichter (10) über eine Welle vom Abgas und ein zweiter Verdichter (13) elektrisch, mechanisch oder hydraulisch angetrieben wird, wobei der zweite Verdichter (13) und der erste Verdichter (10) nacheinander in einem Einlassstrang (11) des Einlasssystems (3) von Frischluft durchströmt werden, wobei in zumindest einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine (1) der zweite Verdichter (13) aktiviert wird und der Strömungsquerschnitt in zumindest einem Abgasstrang (7) des Auslasssystems (4) - vorzugsweise bis auf einen definierten effektiven Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) - verringert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der effektive Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) nach folgender Gleichung bestimmt wird:

$$A_{eff} = \frac{D_{vi}^2}{4} \cdot N_{valve} \cdot N_{Cyl} \cdot C$$

mit

A_{eff} ...effektiver Restströmungsquerschnitt

D_{vi} innerer Ventilsitzdurchmesser zumindest eines Auslassventils

N_{valve} Anzahl der Auslassventile pro Zylinder (2)

N_{Cyl} Anzahl der Zylinder (2), die mit dem den effektiven Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) aufweisenden Abgasstrang (7) verbunden sind

C Faktor im Bereich von 1% und 12%

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest im Motorbremsbetrieb die Antriebsleistung für den elektrisch angetriebenen zweiten Verdichter (13) direkt von einem Generator, vorzugsweise der Lichtmaschine, der Brennkraftmaschine (1) bereitgestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine (1) ein Brennraumdekompressionsmodus aktiviert wird, wobei vorzugsweise zur Durchführung der Brennraumdekompression die Steuerzeit zumindest eines Auslassventils pro Zylinder (2) verstellt wird.
4. Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlasssystem (3) und einem Auslasssystem (4), insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, mit zumindest einem eine - vorzugsweise über eine Turbinenumgehungsleitung (5) um-

gehbare - Abgasturbine (8) und einen von dieser über eine Welle angetriebenen ersten Verdichter (10) aufweisenden Abgasturbolader (9), sowie einen elektrisch, mechanisch oder hydraulisch antreibbaren zweiten Verdichter (13), wobei der zweite Verdichter (13) und der erste Verdichter (10) nacheinander in einem Einlassstrang (11) des Einlasssystems (3) angeordnet sind, wobei in zumindest einem Motorbremsbetrieb der Brennkraftmaschine (1) der - vorzugsweise über eine Verdichterumgehungsleitung (17) umgehbare - zweite Verdichter (13) aktivierbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bremsventil (16) im geschlossen Zustand einen effektiven Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) aufweist wobei vorzugsweise der effektive Restströmungsquerschnitt (A_{eff}) nach folgender Gleichung dimensioniert ist:

$$A_{eff} = \frac{D_{vi}^2}{4} \cdot N_{valve} \cdot N_{Cyl} \cdot C$$

mit

A_{eff} ...effektiver Restströmungsquerschnitt des Bremsventils (16)

D_{vi} innerer Ventilsitzdurchmesser zumindest eines Auslassventils

N_{valve} Anzahl der Auslassventile pro Zylinder (2)

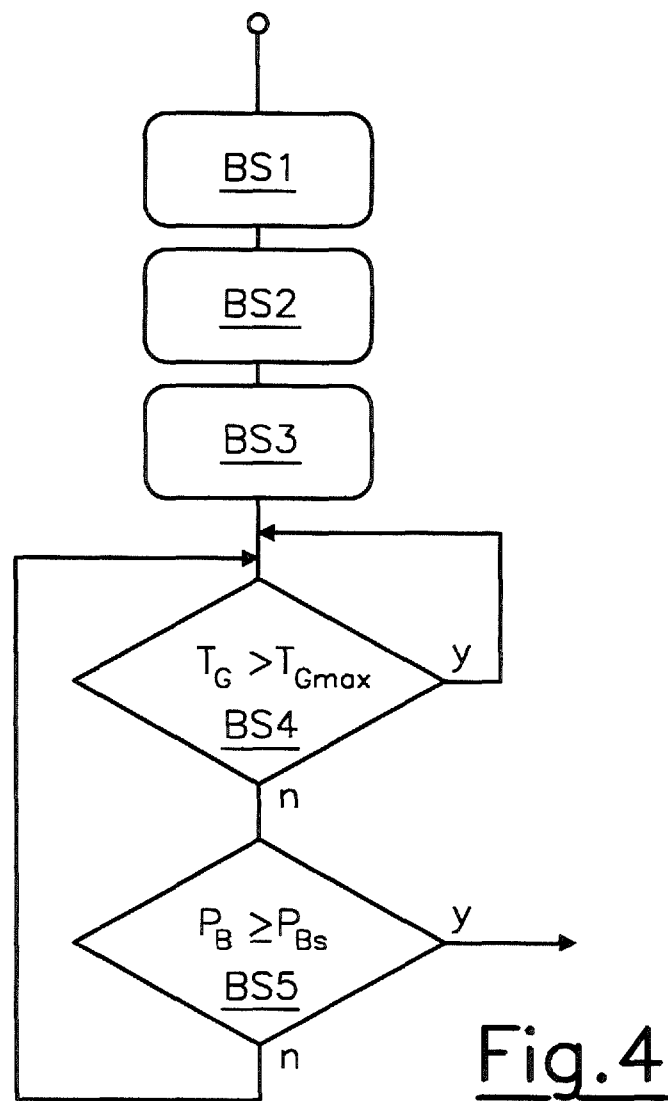
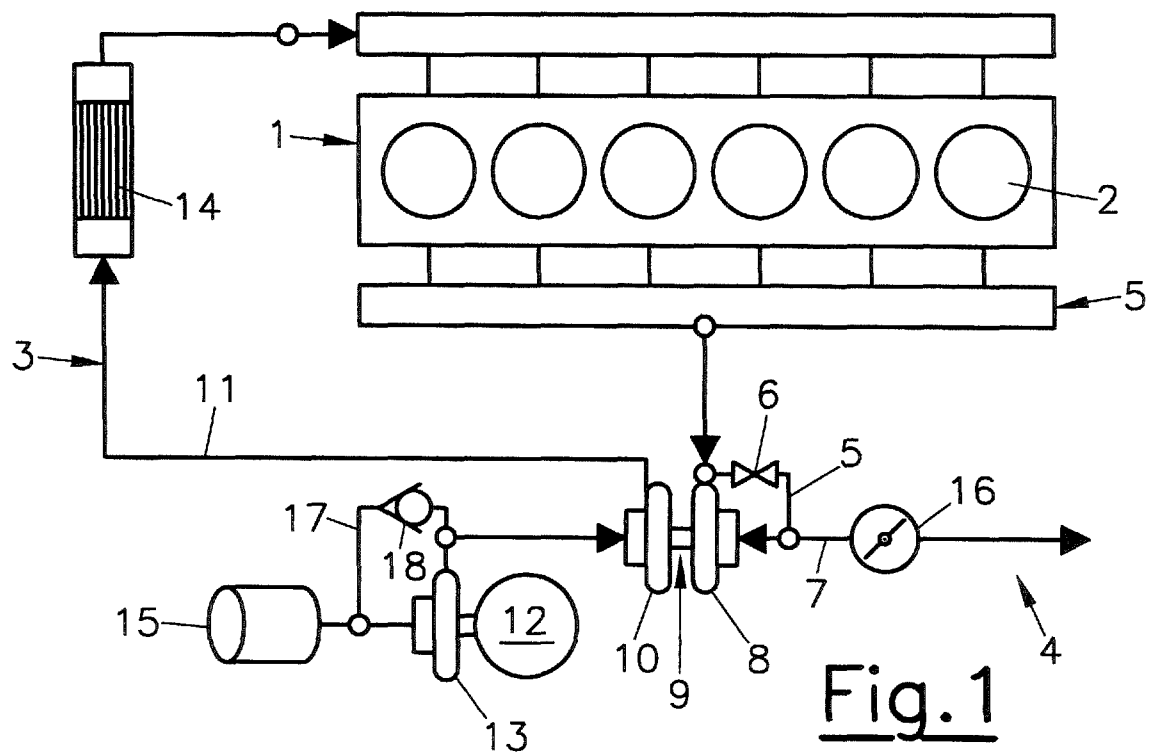
N_{Cyl} Anzahl der Zylinder (2), die mit dem Bremsventil (16) verbunden sind

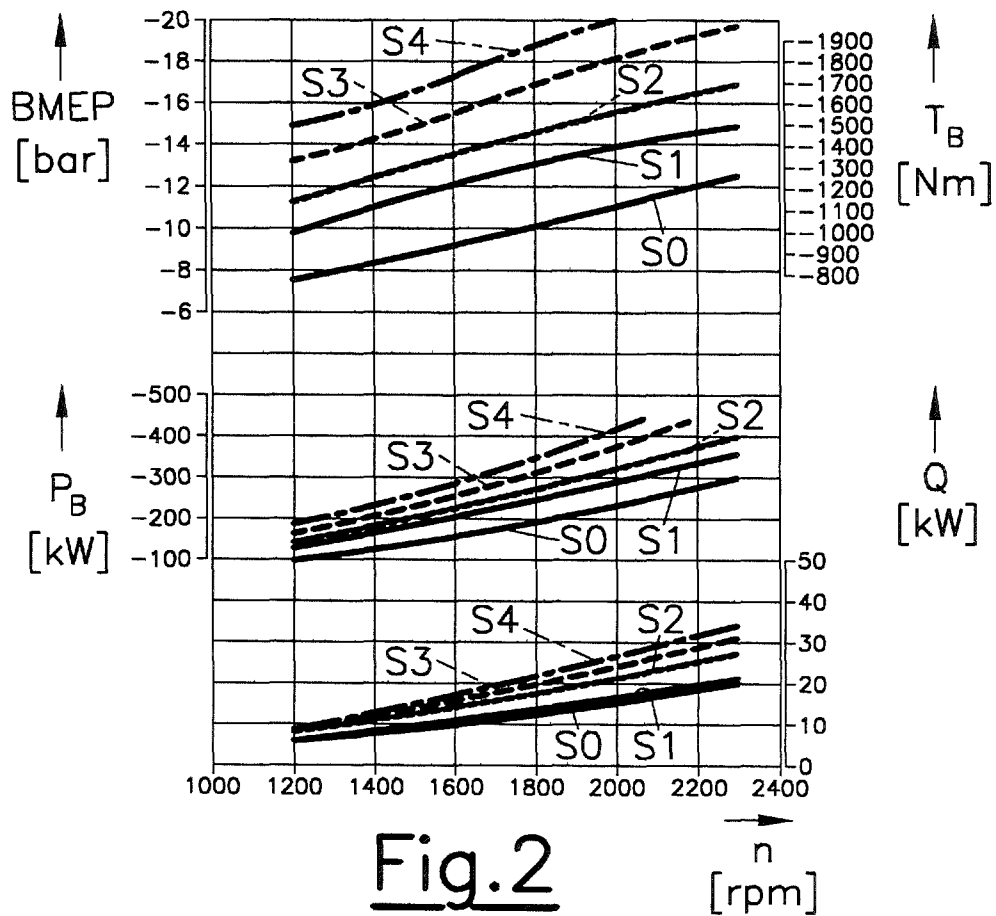
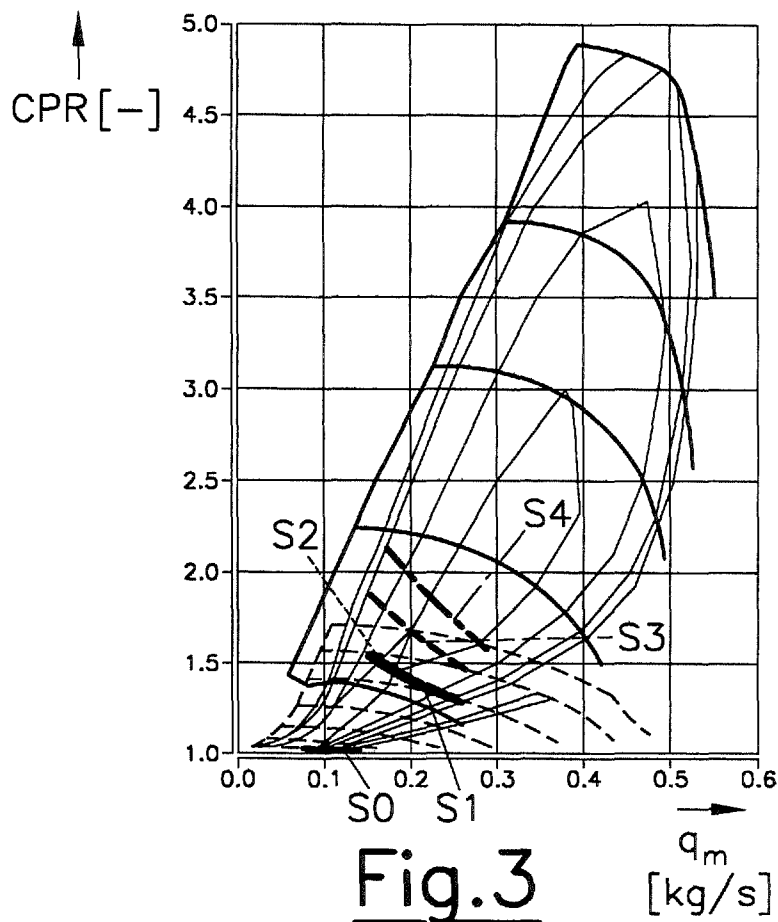
C Faktor im Bereich von 1% und 12%

5. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Verdichter (13) im Einlassstrang (11) des Einlasssystems (3) stromaufwärts des ersten Verdichters (10) angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Abgasstrang (7) des Auslasssystems (4) – vorzugsweise stromabwärts der Abgasturbine (8), zumindest ein Bremsventil (16) angeordnet ist.
7. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bremsventil (16) durch eine Bremsklappe gebildet ist.

2017 02 15

Fu



Fig. 2Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2017/060030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D9/06 F02B39/10 F02B37/22 F02D41/00 F02B37/12
F02B37/18 F02D9/02

ADD.

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)

F02D F02B

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012 097631 A (ISUZU MOTORS LTD) 24 May 2012 (2012-05-24) paragraph [0014] - paragraph [0015]; figure 1 paragraph [0022] - paragraph [0045] -----	1-7
Y	WO 92/08887 A1 (WABCO AUTOMOTIVE UK [GB]) 29 May 1992 (1992-05-29) page 4, line 21 - page 5, line 4; figure 4 -----	1-7
A	WO 2014/139500 A2 (KOHLMAGE AUTOMOTIVE GMBH & CO KG [DE]) 18 September 2014 (2014-09-18) page 6, line 21 - page 7, line 10; figures 1-4c ----- -/-	1-7



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 application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 June 2017

Date of mailing of the international search report

22/06/2017

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

Martinez Cebollada

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2017/060030

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/024767 A1 (MENEELY VINCENT [CA] ET AL) 4 February 2010 (2010-02-04) paragraph [0053]; figure 1a -----	1-7
A	DE 42 10 070 C1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25 February 1993 (1993-02-25) column 3, line 67 - column 4, line 13; figure 1 -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2017/060030

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2012097631 A	24-05-2012	JP 5696433 B2 JP 2012097631 A	08-04-2015 24-05-2012
WO 9208887 A1	29-05-1992	DE 69122880 D1 DE 69122880 T2 EP 0557367 A1 ES 2093718 T3 JP H06502704 A US 5394901 A WO 9208887 A1	28-11-1996 03-04-1997 01-09-1993 01-01-1997 24-03-1994 07-03-1995 29-05-1992
WO 2014139500 A2	18-09-2014	DE 102014003442 A1 DE 112014001213 A5 FR 3002973 A1 WO 2014139500 A2	11-09-2014 31-12-2015 12-09-2014 18-09-2014
US 2010024767 A1	04-02-2010	AT 550526 T BR PI0917420 A2 CN 102165149 A EP 2321502 A1 US 2010024767 A1 US 2011155098 A1 US 2012031372 A1 WO 2010014914 A1	15-04-2012 01-12-2015 24-08-2011 18-05-2011 04-02-2010 30-06-2011 09-02-2012 04-02-2010
DE 4210070 C1	25-02-1993	DE 4210070 C1 FR 2689179 A1 IT 1262356 B US 5335500 A	25-02-1993 01-10-1993 19-06-1996 09-08-1994

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02D9/06 F02B37/18	F02B39/10 F02D9/02
	F02B37/22	F02D41/00
		F02B37/12
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02D F02B		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2012 097631 A (ISUZU MOTORS LTD) 24. Mai 2012 (2012-05-24) Absatz [0014] - Absatz [0015]; Abbildung 1 Absatz [0022] - Absatz [0045] -----	1-7
Y	WO 92/08887 A1 (WABCO AUTOMOTIVE UK [GB]) 29. Mai 1992 (1992-05-29) Seite 4, Zeile 21 - Seite 5, Zeile 4; Abbildung 4 -----	1-7
A	WO 2014/139500 A2 (KÖHLHAGE AUTOMOTIVE GMBH & CO KG [DE]) 18. September 2014 (2014-09-18) Seite 6, Zeile 21 - Seite 7, Zeile 10; Abbildungen 1-4c ----- -/-	1-7
☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Juni 2017		22/06/2017
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 Martinez Cebollada

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2010/024767 A1 (MENEELY VINCENT [CA] ET AL) 4. Februar 2010 (2010-02-04) Absatz [0053]; Abbildung 1a -----	1-7
A	DE 42 10 070 C1 (DAIMLER BENZ AG [DE]) 25. Februar 1993 (1993-02-25) Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 13; Abbildung 1 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2017/060030

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2012097631 A	24-05-2012	JP 5696433 B2 JP 2012097631 A	08-04-2015 24-05-2012
WO 9208887 A1	29-05-1992	DE 69122880 D1 DE 69122880 T2 EP 0557367 A1 ES 2093718 T3 JP H06502704 A US 5394901 A WO 9208887 A1	28-11-1996 03-04-1997 01-09-1993 01-01-1997 24-03-1994 07-03-1995 29-05-1992
WO 2014139500 A2	18-09-2014	DE 102014003442 A1 DE 112014001213 A5 FR 3002973 A1 WO 2014139500 A2	11-09-2014 31-12-2015 12-09-2014 18-09-2014
US 2010024767 A1	04-02-2010	AT 550526 T BR PI0917420 A2 CN 102165149 A EP 2321502 A1 US 2010024767 A1 US 2011155098 A1 US 2012031372 A1 WO 2010014914 A1	15-04-2012 01-12-2015 24-08-2011 18-05-2011 04-02-2010 30-06-2011 09-02-2012 04-02-2010
DE 4210070 C1	25-02-1993	DE 4210070 C1 FR 2689179 A1 IT 1262356 B US 5335500 A	25-02-1993 01-10-1993 19-06-1996 09-08-1994