

(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
15. Februar 2018 (15.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/028812 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) *F02M 26/08* (2016.01)
F02D 43/00 (2006.01) *F02M 26/25* (2016.01)
F02B 37/20 (2006.01) *F02B 37/00* (2006.01)
F02B 37/16 (2006.01) *F02B 37/013* (2006.01)
F02D 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000842

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juli 2017 (13.07.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 214 759.5
09. August 2016 (09.08.2016) DE

(71) Anmelder: MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH
[DE/DE]; Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: SCHMIDT, Günther; Weidenring 16, 88046
Friedrichshafen (DE). SPEETZEN, Ralf; Efriedweg 10,
88048 Friedrichshafen (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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.

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, DEVICE FOR CONTROLLING AND/OR
REGULATING, AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINE, EINRICHTUNG ZUM STEuern UND/
ODER REGELN UND BRENNKRAFTMASCHINE

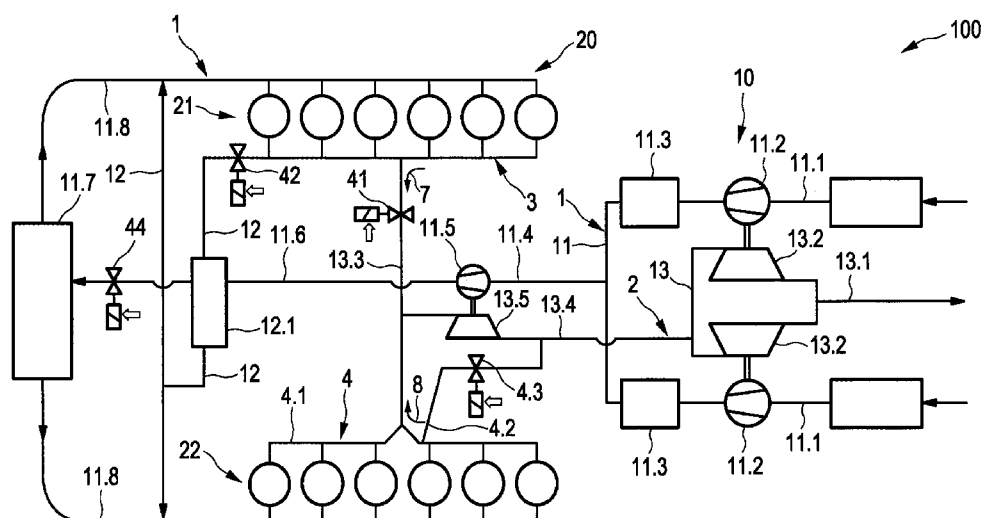


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine, wherein, according to the invention, in the event of a transient operating state, in particular a load application/compensation (LA), both the first partial gas flow (7) and the second partial gas flow (8) is practically completely supplied to the high-pressure turbine (13.5), in particular, an injection in the first cylinder bank (21) is fully or partially activated. The first separating means (41), in particular the dispenser cylinder flap, is opened predominantly or practically completely such that the gas-carrying discharge connection is predominantly or completely opened, and the second separating means (42), in particular the exhaust gas recirculation flap, is predominantly practically completely closed such

(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)

that the gas-carrying return connection is predominantly closed.

(57) Zusammenfassung: Verfahren Betrieb einer Brennkraftmaschine, wobei erfindungsgemäß im Fall eines transienten Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), sowohl der erste Teilgasstrom (7) als auch der zweite Teilgasstrom (8) praktisch vollständig der Hochdruck-Turbine (13.5) zugeführt wird, insbesondere eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) ganz oder teilweise aktiviert wird, und wobei das erste Trennmittel (41), insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, überwiegend oder praktisch vollständig geöffnet wird sodass die gasführende Ausführverbindung überwiegend oder vollständig geöffnet ist, und das zweite Trennmittel (42), insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, überwiegend praktisch vollständig geschlossen wird sodass die gasführende Rückführverbindung überwiegend geschlossen wird.

BESCHREIBUNG

5 **Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln und Brennkraftmaschine**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Gasführungssystem gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 1, eine Einrichtung zum Steuern
10 und/oder Regeln einer Brennkraftmaschine sowie eine Brennkraftmaschine.

Ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine wie eines Motors oder dergleichen, insbesondere eines Großdieselmotors, sieht ein eingangs genanntes Gasführungssystem für die Peripherie der Brennkraftmaschine vor. Beispielsweise in einem Schwachlastbetrieb oder Leerlauf kann ein Motor in einem Teilbetrieb betrieben werden, bei welchem die
15 Kraftstoffeinspritzung in einzelne Zylinder oder in eine Zylindergruppe, beispielsweise in eine ganze Zylinderbank, abgeschaltet werden kann. Dieser Teilbetrieb – oder Teilmotorbetrieb – wird auch als sogenannter ZA-Betrieb (Zylinder-Abgeschaltet) bezeichnet. Die nicht mit Kraftstoffeinspritzung versehenen Zylinder werden auch als ungefeuerte Zylinder bezeichnet. Die mit Kraftstoffeinspritzung versehenen Zylinder werden auch als gefeuerte Zylinder
20 bezeichnet. Ein zum Betrieb mit Einspritzung ausgelegter Zylinder weist einen Injektor auf, der im Vollbetrieb und Teilbetrieb zur Einspritzung angesteuert wird. Ein zum Betrieb ohne Einspritzung ausgelegter Zylinder weist einen Injektor auf, der im Vollbetrieb zur Einspritzung angesteuert wird und im Teilbetrieb angesteuert wird, eine Einspritzung zu unterlassen. Der Teilbetrieb eines Motors hat den Vorteil, dass bei gleicher effektiver Leistung des Motors in die
25 weiterhin gefeuerten Zylinder entsprechend mehr Kraftstoff eingespritzt werden kann und somit die gleiche Abgabeleistung wie im vollmotorischen Betrieb dargestellt wird. Der Vollbetrieb – oder Vollmotorbetrieb – sieht vor, dass alle Zylinder des Motors gefeuert werden, d.h. in alle Zylinder wird Kraftstoff eingespritzt.

JP 2008 025 525 A zeigt eine ECU-gesteuerte Verbrennungsmaschine des V-Typs mit
30 verschiedenen Zylindergruppen und individuellen Abgaspassagen und unabhängig für jede Zylindergruppe Katalysatoren in den individuellen Abgaspassagen. Eine gemeinsame Abgaspassage verbindet die individuellen Abgaspassagen stromabwärts eines individuellen

Katalysators und stromaufwärts eines gemeinsamen Katalysators. Ein Ventil in der gemeinsamen Abgaspassage und jeweils ein Ventil in einer individuellen Abgaspassage können von einer ECU, abhängig vom Zustand eines Verbrennungsbetriebs der beiden Zylindergruppen, geschaltet werden. Die ECU kann ein Abgaskontrollventil in der gemeinsamen Abgaspassage schließen und nur eine zweite Zylindergruppe für einen Verbrennungsbetrieb beim Anfahren der Verbrennungsmaschine starten. Die ECU kann auch eine erste und zweite Zylindergruppe für einen Verbrennungsbetrieb starten während das Abgaskontrollventil in der gemeinsamen Abgaspassage öffnet. Diese Anlage ist noch verbesserbar.

In einem Teilbetrieb eines Motors unterscheidet sich die Abgastemperatur bei einem Abgasnachbehandlungs-System des Gasführungssystems in der Peripherie des Motors aufgrund der Vermischung von heißem Abgas aus den gefeuerten Zylindern mit vergleichsweise kaltem Gas –korrekterweise vergleichsweise kalter komprimierter Luft ohne Kraftstoffverbrennungsreste– der ungefeuerten Zylinder von einer Abgastemperatur im Vollbetrieb. Bei modernen Dieselmotoren hat sich insbesondere gezeigt, dass diese –mit einer konventionellen Abgasführung ausgestattet– im Leerlauf und Schwachlastbetrieb, also im Falle des Teilbetriebs, eine zu niedrige Abgastemperatur aufweisen. Die niedrige Abgastemperatur ist infolge der Vermischung heißen Abgases gefeuerter Zylinder und vergleichsweise kalten Gases ungefeuerter Zylinder derart abgesenkt, dass ein nachgeschaltetes Abgasnachbehandlungs-System im Bereich des Teilbetriebs nur eine unzureichende Wirksamkeit aufweisen kann. Ein Abgasnachbehandlungs-System kann beispielsweise einen Partikelfilter (PF) –auch als Russpartikelfilter (RPF) oder Dieselpartikelfilter (DPF) bezeichnet– aufweisen, insbesondere einen katalytisch reaktiven Partikelfilter (CPF). Solche Partikelfilter arbeiten beispielsweise nach dem CRT-Prinzip (CRT = Continuously Regeneration Trap). Katalytisch regenerierte und anders regenerierte Partikelfilter (PF) benötigen zur Regeneration üblicherweise eine gewisse Mindesttemperatur. Ähnliche Mindesttemperaturanforderungen bestehen für Katalysatoren, die in einem Abgasnachbehandlungs-System eingesetzt werden, wie z. B. für einen Oxidationskatalysator, einen SCR-Katalysator (selektive katalytische Reaktion), einen 3-Wege-Katalysator, einen NO_x-Speicherkatalysator oder einen anderen dergleichen geeigneten Fahrzeugkatalysator.

Beim Betrieb von Brennkraftmaschinen hat sich eine Energierückgewinnung durch die Nutzung von Abgasen zur Beaufschlagung einer Abgasturboladerturbine generell als vorteilhaft erwiesen. Weiterhin stellt das teilweise Abschalten von Zylindern einer Brennkraftmaschine in dem Fall, in

dem die volle Antriebsleistung nicht benötigt wird, eine wirkungsvolle Maßnahme dar, um Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu reduzieren.

Dazu dient das eingangs genannte im Prinzip aus DE 10 2009 028 354 B4 bekannte Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, aufweisend die Schritte:

- 5 - Zuführen von Gas über eine zuströmseitige Gaszuführung zur Brennkraftmaschine,
- Ausführen eines ersten Teilgasstroms aus wenigstens einem Zylinder (Spenderzylinder) einer, nur für den Fall eines Volllastbetriebs befeuerten bzw. für den Fall eines Teillastbetriebs ganz oder teilweise unbefeuerten ersten Zylinderbank über eine erste Gasausführung und
- Ausführen eines zweiten Teilgasstroms aus wenigstens einem Zylinder (Feuerzylinder)
- 10 einer sowohl für den Fall eines Volllastbetriebs als auch für den Fall eines Teillastbetriebs befeuerten zweiten Zylinderbank über eine zweite Gasausführung, wobei
- über ein erstes Trennmittel, insbesondere eine Spenderzylinder-Klappe, eine gasführende Ausführverbindung zwischen der ersten Gasausführung und einem mit einer Hochdruckturbine, insbesondere einer Abgasturboladerturbine, und der zweiten Gasausführung (4) gasführend
- 15 verbundenen Leitungszweig, gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird,
- über ein zweites Trennmittel, insbesondere eine Abgasrückführungs-Klappe, eine gasführende Rückführverbindung zu einem Abgasrückführungs-Wärmetauscher und/oder der Gaszuführung gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird, und
- über ein drittes Trennmittel, insbesondere eine Hochdruckturbinen-Bypass-Klappe, eine
- 20 gasführende Verbindung zwischen der zweiten Gasausführung und einem mit dem Auslass der Hochdruckturbine gasführend verbundenem Leitungszweig gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird,
- Abführen von Gas aus der Brennkraftmaschine über eine abströmseitige Gasabführung.

Eine Kombination beider Ansätze in dem vorgenannten Verfahren führt zu dem Problem, dass

25 bei der Rückführung der Abgase in den Abgasturbolader sowohl die Abgase der befeuerten Zylinder als auch die durch die nicht befeuerten Zylinder geleitete Luft wieder vermischt werden. Da der Wirkungsgrad des Abgasturboladers kleiner als 100 % ist, entsteht hierdurch ein Energieverlust. Wünschenswert ist es, auch in einem Teilbetrieb der Brennkraftmaschine, die Abgastemperatur im Abgasnachbehandlungs-System ausreichend hoch zu halten, um dadurch

30 dessen Wirksamkeit ohne Kraftstoffmehrverbrauch zu steigern.

Zur Lösung dieses Problems ist in der DE 10 2009 028 354 B4 ein Gasführungssystem beschrieben, welches durch geeignete Trennmittel in der Gaszu- und Gasabführung einer Brennkraftmaschine die Trennung beider Gasströme ermöglicht und somit nur die Abgase aus den befeuerten Zylindern auf die Abgasturboladerturbine geleitet werden, wohingegen die verdichtete Frischluft aus den unbefeuerten Zylindern, ohne die wirkungsgradbedingten Verluste aus dem Abgasturbolader, wieder direkt in die Gaszuführung geleitet werden können.

Problematisch ist bei diesem Ansatz jedoch noch, dass im Falle eines transienten Vorgangs bei einer Lastaufschaltung, insbesondere bei der Anforderung eines schnellen Hochlaufs oder einer Aufschaltung eines Generators, die momentane Leistung der Brennkraftmaschine nicht ausreichen kann, um den erhöhten Leistungsbedarf in einer angemessen kurzen Zeit zu erfüllen.

Wünschenswert wäre es daher, unter Erhalt der in dem vorangegangenen beschriebenen Ansatz genannten Vorteile, eine Verbesserung des Transientverhaltens bei Lastaufschaltung zu erreichen.

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, in verbesserter Weise ein Verfahren anzugeben, das Transientverhalten einer Brennkraftmaschine bei Lastaufschaltung zu verbessern. Insbesondere soll hierbei eine Verringerung der Reaktionszeit und der Emissionen bei einer Lastaufschaltung erreicht werden. Weiterhin sollen Kraftstoffverbrauch und Emissionen im Teillastbetrieb gesenkt werden.

Die Aufgabe, betreffend das Verfahren, wird durch die Erfindung mit einem Verfahren des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, aufweisend die eingangs genannten Schritte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass

- im Fall eines transienten Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), sowohl der erste Teilgasstrom als auch der zweite Teilgasstrom praktisch vollständig der Hochdruck-Turbine zugeführt wird, , insbesondere eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) ganz oder teilweise aktiviert wird, wobei
das erste Trennmittel, insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, überwiegend oder praktisch vollständig geöffnet wird sodass die gasführende Ausführverbindung überwiegend oder vollständig geöffnet ist, und

das zweite Trennmittel, insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, überwiegend oder praktisch vollständig geschlossen wird so dass die gasführende Rückführverbindung überwiegend oder praktisch geschlossen wird.

Die Erfindung führt im Rahmen der Aufgabenstellung auch auf eine Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln einer Brennkraftmaschine des Anspruchs 13 und eine Brennkraftmaschine des Anspruchs 15.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass im Falle eines transienten Betriebszustands einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Lastaufschaltung, die Reaktionszeit minimiert werden soll.

10 Die Erfindung hat erkannt, dass die kurzzeitige Abschaltung der grundsätzlich energetisch vorteilhaften Trennung beider sowohl aus befeuerten als auch unbefeuerten Zylindern stammenden Gasströme im Fall einer plötzlichen Lastaufschaltung vorteilhaft ist. Dieser Vorteil liegt begründet in der Tatsache, dass der Luftstrom aus den unbefeuerten Zylindern, der im stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine zur Erreichung der oben beschriebenen

15 Verbrauchs- und Emissionsvorteile direkt zurück in die Gaszuführung geleitet werden, im Falle einer Lastaufschaltung unter Vernachlässigung eines kurzzeitigen Enthalpieverlustes zusätzlich zum Abgasstrom aus den befeuerten Zylindern auf die Abgasturboladerturbine geleitet wird und diese somit zusätzlich beschleunigt. Auf diese Weise kann der Ladedruck der Brennkraftmaschine schneller aufgebaut werden, was wiederum zu einem schnelleren Hochlauf

20 der Brennkraftmaschine führt. Die Reaktionszeit der Brennkraftmaschine hinsichtlich der Bereitstellung der benötigten Antriebsleistung wird auf diese Weise signifikant verkürzt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das oben erläuterte Konzept im Rahmen der Aufgabenstellung sowie hinsichtlich weiterer Vorteile zu realisieren.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, im Fall des transienten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (20) der Einspritzzeitpunkt zeitlich verzögert wird gegenüber einem Einspritzzeitpunkt eines Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand um einen vorbestimmten Zeitraum zwischen $t_{\min}$ und $t_{\max}$ im Millisekundenbereich und hinter einem Einspritzzeitpunkt eines Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand liegt,

30 insbesondere wobei der Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand eine Teillastbetrieb ist. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass bei der Beschleunigung auftretende

Stickstoffoxid (NO_x)-Emissionen teilweise oder sogar ganz kompensiert werden können, und die Enthalpie zur Beschleunigung der Abgasturboladerturbine somit gesteigert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass im Fall eines Teillastbetriebs (TL) der Brennkraftmaschine

- 5 der erste Teilgasstrom überwiegend dem Abgasrückführungs-Wärmetauscher und/oder der Gaszuführung zugeführt werden, insbesondere eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) ganz oder teilweise deaktiviert wird, wobei

das zweite Trennmittel, insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, teilweise oder vollständig geöffnet wird, so dass die gasführende Rückführverbindung teilweise oder
10 vollständig geöffnet wird,

das erste Trennmittel, insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, teilweise oder vollständig geschlossen wird, so dass die gasführende Ausführverbindung teilweise oder vollständig geschlossen wird.

- Dies führt zu dem Vorteil, dass die Brennkraftmaschine im vorwiegend stationären
15 Spenderzylinderbetrieb durch die getrennte Abgasnachbehandlung energieeffizient, das heißt insbesondere unter reduziertem Kraftstoffverbrauch und reduzierten Emissionen, betrieben werden kann. Insbesondere führt die separate Ausführung von Abgasen sowohl aus den befeuerten Zylindern auf die Abgasturboladerturbine, sowie die separate Ausführung von Frischluft aus den unbefeuerten Zylindern zu einer effizienteren Energierückgewinnung im
20 Vergleich zu einer konventionellen Vermischung dieser beiden Gasanteile bei der Beaufschlagung der Abgasturboladerturbine.

- Weiterhin ist vorteilhaft vorgesehen, dass im Fall eines Volllastbetriebs (VL) der Brennkraftmaschine eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank vollständig aktiviert wird und sowohl das erste Trennmittel, insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, als auch das zweite
25 Trennmittel, insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, gemäß jeweils einer von der Abgasrückführungs-Rate (AGRR) abhängigen Funktion gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird. Vorteilhaft erfolgt so ein Beimischen von Abgas aus den befeuerten Zylindern in die Frischluftzufuhr.

- In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Gaszufuhr zu einem
30 Ladeluftkühler beeinflusst wird mittels einem vierten Trennmittel, insbesondere einer Luftdrossel. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass der Luftstrom abhängig von Betriebszustand und Lastanforderungen sowohl aus durch die Hochdruckturbine verdichteter

Frischluft als auch aus von den unbefeuerten Zylindern stammender, verdichteter Luft zusammengesetzt werden kann.

Eine Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln einer Brennkraftmaschine (20) ist vorteilhaft ausgebildet ein Brennkraftsystem zur Durchführung eines Verfahrens nach dem
5 erfindungsgemäßen Verfahren oder einer der Weiterbildungen zu steuern und/oder zu regeln. Insbesondere ist vorteilhaft vorgesehen, dass ein Motorsteuergerät (ECU) steuer- und/oder regelverbunden ist mit einem Motor und/oder Einspritzsystem der Brennkraftmaschine sowie einem oder mehreren der ersten, zweiten, dritten und vierten Trennmittel, wobei das Motorsteuergerät ausgebildet ist, die Brennkraftmaschine in einem transienten
10 Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), in einem Teillastbetriebs (TL) oder in einem Volllastbetriebs (VL) zu steuern und/oder zu regeln.

Vorteilhaft ist das erste Trennmittel eine Spenderzylinder-Klappe, die ausgebildet ist für eine Abgasrückführungs-Ratenregelung. Vorteilhaft ist das zweite Trennmittel eine Abgasrückführungs-Klappe ist, die ausgebildet ist für eine Abgasrückführungs-Ratenregelung
15 und eine Abgasrückführungs-Abschaltung. Vorteilhaft ist das dritte Trennmittel eine Hochdruckturbinen-Bypass-Klappe ist, die ausgebildet ist für eine Ladedruck-Regelung. Vorteilhaft ist das vierte Trennmittel eine Ladeluftsrossel, die ausgebildet ist für ein Thermomanagement.

Das erfindungsgemäße Brennkraftsystem weist eine Brennkraftmaschine mit einer Anzahl von
20 Zylindern aufweisenden Motor und eine vorgenannte Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln auf sowie mit einem in der Peripherie der Brennkraftmaschine angeordneten Gasführungssystem zur Führung von Gas der Brennkraftmaschine, wobei das Brennkraftsystem zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer Weiterbildung desselben ausgebildet ist.

Ausführungsformen der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben.
25 Diese soll die Ausführungsformen nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer
30 Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die

Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Brennkraftsystem mit einer Brennkraftmaschine und einem Gasführungssystem einer bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung der bevorzugten Ausführungsform und eines Verfahrens zum Betrieb des Brennkraftsystems, wie es in Fig. 1 beispielhaft dargestellt ist.

Fig. 1 zeigt ein Brennkraftsystem 100 mit einem Gasführungssystem 10 in einer ersten Ausführungsform gemäß der ersten weiterbildenden Variante der Erfindung. Das Gasführungssystem 10 ist an der Peripherie einer Brennkraftmaschine 20 zur Führung von Gas, d.h. Frischluft und Abgas, angeordnet. Die Brennkraftmaschine 20 hat eine zuströmseitige und eine abströmseitige Peripherie. Die Brennkraftmaschine 20 ist vorliegend in Form eines Großdieselmotors symbolisch dargestellt und hat eine erste Zylinderbank 21 mit einer ersten Gasausführung 3 und eine zweite Zylinderbank 22 mit einer zweiten Gasausführung 4. Das Gasführungssystem 10 weist eine zuströmseitige Gaszuführung 1 zur Zuführung von Gas zu einer Eingangsseite der Brennkraftmaschine 20 auf. Die Gaszuführung 1 hat vorliegend eine Frischluftstrecke 11 und eine Gasrückführung 12 für Abgas bzw. Abluft, welche beide weiter stromabwärts vor einer Eingangsseite der Brennkraftmaschine 20, das heißt vor den Zylinderbänken 21, 22, zu einem gemeinsamen Teil der Gaszuführung 1 zusammengeführt werden. Die Frischluftstrecke 11 der Gaszuführung 1 ist eingangs durch eine Rohluftstrecke 11.1 zum Ansaugen von Rohluft vor einem Niederdruckverdichter 11.2 mit einem nachgeschalteten Zwischenkühler 11.3 gebildet. Vorliegend sind zwei Rohluftstrecken 11.1 und zwei erste

Verdichter 11.2 und Zwischenkühler 11.3 vorgesehen. Die beiden Rohluftstrecken 11.1 werden zu einer gemeinsamen Ladeluftstrecke 11.4 vor einem Hochdruckverdichter 11.5 zusammengeführt, an den sich eine weitere Ladeluftstrecke 11.6 anschließt, die vom Hochdruckverdichter 11.5 zum Ladeluftkühler 11.7 führt. Zuströmseitig des Ladeluftkühlers 11.7 befindet sich ein Trennmittel 44, mittels dessen die gasführende Verbindung zwischen der Ladeluftstrecke 11.6 und dem Ladeluftkühler 11.7 hergestellt bzw. unterbrochen werden kann. Abströmseitig des Ladeluftkühlers 11.7 schließen sich vorliegend zwei weitere Strecken 11.8 der Frischluftstrecke 11 an, welche die Frischluftstrecke 11 mit der Gasrückführung 12 der Gaszuführung 1 zusammenführt.

Die Verdichter, nämlich die zwei Niederdruckverdichter 11.2 und der Hochdruckverdichter 11.5, werden jeweils durch eine Turbine 13.2, 13.5 der abströmseitigen Gasabführung 2 angetrieben. Dazu sind zwei Niederdruckturbinen 13.2 in einer Strecke 13.1 und eine Hochdruckturbine 13.5 in einer Strecke 13.4 zwischen den Niederdruckturbinen 13.2 und einem Zweig 13.3 der Leitung 13 angeordnet. Eine abströmseitige Gasabführung 2 schließt sich abströmseitig an den Zweig 13.3 der Leitung 13 an, welcher mit den Gasausführungen 3, 4 verbunden ist. Die Gasausführungen 3, 4 sind abströmseitig der Brennkraftmaschine 20 jeweils an die Zylinder der Zylinderbänke 21, 22 angeschlossen, dass heißt vorliegend an einer Ausgangsseite der Brennkraftmaschine 20 angeordnet.

Die Brennkraftmaschine 20 kann im Volllastbetrieb (auch Vollmotorbetrieb) oder im Teillastbetrieb (auch Teilmotorbetrieb) gefahren werden. Die erste Zylinderbank 21 ist bei dieser Ausführungsform als unbefeuerte Zylinderbank ausgelegt, d.h. im Falle eines Teillastbetriebs der Brennkraftmaschine 20 werden die Zylinder der ersten Zylinderbank 21 ohne Einspritzung betrieben und im Falle eines Volllastbetriebs der Brennkraftmaschine 20 werden die Zylinder der ersten Zylinderbank 21 mit Einspritzung betrieben.

Dagegen ist die zweite Zylinderbank 22 der Brennkraftmaschine 20 in Form einer befeuerten Zylinderbank gebildet, d.h. im Falle eines Teillastbetriebs der Brennkraftmaschine als auch im Falle eines Volllastbetriebs der Brennkraftmaschine 20 werden die Zylinder der zweiten Zylinderbank 22 mit Einspritzung betrieben.

Die erste Gasausführung 3 – umfassend Krümmer und dergleichen – dient zur Ausführung eines ersten Teilgasstroms 7 aus den Zylindern der ersten Zylinderbank 21, nämlich der im Teillastbetrieb unbefeuerten Zylinderbank.

Die zweite Gasausführung 4 – umfassend Krümmer und dergleichen – dient zur Ausführung eines zweiten Teilgasstroms 8 aus den Zylindern der zweiten Zylinderbank 22, nämlich der im Voll- und Teillastbetrieb befeuerten Zylinderbank. Vorliegend wird dadurch eine erste Zylindergruppe durch die Zylinder der ersten Zylinderbank 21 und eine zweite Zylindergruppe durch die Zylinder der zweiten Zylinderbank 22 gebildet.

Über ein Trennmittel 41 kann eine gasführende Verbindung zwischen der ersten Gasausführung 3 und der zweiten Gasausführung 4 hergestellt werden. Über ein Trennmittel 42 kann eine gasführende Verbindung zwischen der ersten Gasausführung 3 und der Gasrückführung 12 hergestellt werden.

- 10 In der Gasrückführung 12 ist ein Abgasrückführkühler 12.1 angeordnet. D.h. es kann ein aus der befeuerten, ersten Zylinderbank 21 in die erste Gasausführung 3 austretendes Abgas über das Trennmittel 42 und die Gasrückführstrecke 12 dem Abgasrückführkühler 12.1 zugeführt werden

- Die zweite Gasausführung 4 dient zum Ausführen eines zweiten Teilgasstroms 8 aus den Zylindern der zweiten Zylinderbank 22. Die Gasausführung 4 weist einen ersten Zweig 4.1 auf, welcher zum Zweig 13.3 der Leitung 13 der Gasabführung 2 führt. Zur Umgehung der Hochdruckturbine 13.5 weist die zweite Gasausführung 4 einen zweiten Zweig 4.2 auf, welcher in die Leitung 13 der Gasabführung 2 mündet, nämlich zwischen der Hochdruckturbine 13.5 und der Niederdruckturbine 13.2, d.h. in die Strecke 13.4.

- Der Zweig 4.2 der zweiten Gasausführung 4 weist ein Trennmittel 43 auf. Das Trennmittel 43 dient im zweiten Zweig 4.2 als Bypass-Ventil. Somit kann das relative Verhältnis zwischen dem der Hochdruckturbine 13.5 zugeführten Gasstrom und dem den Niederdruckturbinen 13.2 zugeführten Gasstrom über das dritte Trennmittel 43 beeinflusst werden. Die Gasausführungen 3, 4 sind über den Zweig 13.3 und/oder über den Bypass-Anschluss in der Strecke 13.4 verbunden. Im Falle eines Teillastbetriebs trennt das erste Trennmittel 41 die erste Gasausführung 3 und die zweite Gasausführung 4. Das heißt im Teillastbetrieb schließt das erste Trennmittel 41. Das dritte Trennmittel 43 kann im Volllastbetrieb geschlossen sein oder ganz/teilweise geöffnet sein.

- Der Betrieb des Brennkraftsystems 100 mit Brennkraftmaschine 20 und Gasführungssystem 10 wird für den Volllastbetrieb und den Teillastbetrieb durch Führen des Gases mittels der Trennmittel 41, 42, 43 und 44 gesteuert. Die Trennmittel 41, 42, 43 und 44 – im Folgenden auch als Ventile bezeichnet – sind dazu mit einer Motorsteuerung verbunden, welche diese mittels

Steuergrößen VENTIL1, VENTIL2, VENTIL3 und VENTIL4 steuert. Dazu werden die Werte der Steuergrößen VENTIL1, VENTIL2, VENTIL3 und VENTIL4 für die Trennmittel 41, 42, 43 und 44 gemäß der Funktionen in Bezug auf Fig. 2 erläutert.

Im Volllastbetrieb stellt sich die Gasführung im Gasführungssystem 10 wie folgt dar: Die
5 Abgase der Zylinder der ersten Zylinderbank 21 können bei geschlossenem Trennmittel 41 und geöffnetem Trennmittel 42 zu der Gasrückführung 12 und dann über den weiteren Verlauf der Gaszuführung 1 zurück zur Eingangsseite der Brennkraftmaschine 20 geleitet werden. Dabei wird das Abgas über den Abgasrückführkühler 12.1 geleitet. Die Zylinder der ersten Zylinderbank 21 werden gleichzeitig als Spenderzylinder bezeichnet; die Anordnung wird als
10 Spenderabgasrückführung bezeichnet und über die Trennmittel 41 und 42 gesteuert. Dazu dienen die Steuergrößen VENTIL1 und VENTIL2, gemäß der die Trennmittel 41 und 42 öffnen oder schließen.

Bei geschlossenem Trennmittel 42 und geöffnetem Trennmittel 41 wird das Abgas aus den Zylindern der ersten Zylinderbank 21 über die erste Gasausführung 3 und den Zweig 13.3 der
15 Leitung 13 der abströmseitigen Gasabführung 2 zugeleitet. Dies erfolgt unter Antrieb der Turbinen 13.5 und 13.2, bevor die Abgase über den weiter abströmseitigen Leitungsabschnitt 13.1 in die Umgebung abgeleitet werden. Die Turbinen 13.5 und 13.2 treiben dabei die Verdichter 11.5 und 11.2 zur Verdichtung der Rohluft in der zuströmseitigen Gaszuführung 1 an.

Im Volllastbetrieb sind, wie auch im Teillastbetrieb, die Zylinder der zweiten Zylinderbank 22
20 befeuert, d.h. sie werden unter Einspritzung von Kraftstoff betrieben. Im Volllastbetrieb kann bei geschlossenem Trennmittel 43 der Teilgasstrom der zweiten Zylinderbank 22 der Hochdruckturbine 13.5 zugeleitet werden.

Im Teillastbetrieb stellt sich die Gasführung im Gasführungssystem 10 vorteilhaft wie folgt dar: Die Kraftstoffeinspritzung in die Zylinder der ersten Zylinderbank 21 ist abgeschaltet. Bei im
25 Prinzip gleicher effektiver Abgabeleistung der Brennkraftmaschine 20 wird in die weiterhin befeuerten Zylinder der zweiten Zylinderbank 22 entsprechend mehr Kraftstoff eingespritzt und somit im Prinzip die gleiche Abgabeleistung wie im Volllastbetrieb dargestellt. Weiterhin kann im Teillastbetrieb vorteilhaft die verdichtete Luft aus den unbefeuerten Zylindern der ersten Zylinderbank 21 ohne die wirkungsgradbedingten Energieverluste des Abgasturboladers durch
30 das Schließen des ersten Trennmittels 41 und das Öffnen des zweiten Trennmittels 42 wieder direkt der Frischluft in der zuströmseitigen Gaszuführung 1 zugeführt werden. In diesem Fall

werden die Abgase der befeuerten, zweiten Zylinderbank über die zweite Gasausführung 4 und den Leitungszweig 13.3 direkt auf die Hochdruckturbine 13.5 des Abgasturboladers geleitet.

Im Fall eines transienten Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung, stellt sich die Gasführung im Gasführungssystem 10 vorteilhaft wie folgt dar: Durch das vollständige Öffnen des ersten Trennmittels 41 und das vollständige Schließen des zweiten Trennmittels 42 wird
5 sowohl der erste Teilgasstrom 8 als auch der zweite Teilgasstrom 9 vollständig der Hochdruck-Turbine 13.5 zugeführt.

Ein veranschaulichendes Flussdiagramm zur Erläuterung der Umschaltvorgänge zwischen den verschiedenen Betriebsarten Vollast, Lastaufschaltung und Teillast ist in Fig. 2 dargestellt. Nach
10 dem Start einer Brennkraftmaschine 20 in einem Brennkraftsystem 100 wird zunächst in Verfahrensschritt S1 mittels der Steuervariable BA geprüft, welche Betriebsart BA gefordert ist.

Für den Fall, dass die Steuervariable BA den Wert „Vollast“ VL annimmt, wird in Schritt S2 die Spenderzylinder-Einspritzung aktiviert. In Schritt S3 wird das zweite Trennmittel 42 über die Steuervariable VENTIL2 in Abhängigkeit der Abgasrückführungsrate AGRR geöffnet gemäß
15 des Zusammenhangs $VENTIL2 = f(AGRR)$. In Schritt S4 wird das erste Trennmittel 41 über die Steuervariable VENTIL1 in Abhängigkeit der Abgasrückführungsrate AGRR geöffnet gemäß des Zusammenhangs $VENTIL1 = f(AGRR)$. Im Anschluss an Schritt S4 erfolgt über eine Rückführung der Übergang zu Schritt S1.

Für den Fall, dass die Steuervariable BA den Wert „Lastaufschaltung“ LA annimmt, wird in
20 Schritt S5 die Spenderzylinder-Einspritzung aktiviert. In Schritt S6 wird das erste Trennmittel 41 über die Steuervariable VENTIL1 vollständig geöffnet gemäß des Zusammenhangs $VENTIL1 = AUF$. In Schritt S7 wird das zweite Trennmittel 42 über die Steuervariable VENTIL2 vollständig geschlossen gemäß des Zusammenhangs $VENTIL2 = ZU$. In Schritt S8 wird der Einspritzzeitpunkt um einen definierten Zeitraum verzögert. In Schritt S9 wird geprüft, ob die
25 Abgasturboladerdrehzahl n_{ATL} einen Grenzwert GW überschreitet gemäß der Prüfbedingung $n_{ATL} > GW$.

Für den Fall, dass die Abgasturboladerdrehzahl n_{ATL} einen Grenzwert GW überschreitet, werden in Schritt S10 das erste Trennmittel, das zweite Trennmittel und das dritte Trennmittel über die Steuergrößen VENTIL1, VENTIL2 und VENTIL3 entsprechend eines
30 Regelungsmodus, insbesondere einer Abgasrückführungs-Regelung (AGR-Regelung) oder einer Ladedruck-Regelung (pLL-Regelung) betrieben. Für den Fall, dass die Abgasturboladerdrehzahl

nATL einen Grenzwert GW nicht überschreitet, wird über eine Rückführung wieder mit Schritt S1 fortgefahren.

Für den Fall, dass die Steuervariable BA den Wert „Teillast“ TL annimmt, wird in Schritt S11 die Spenderzylindereinspritzung deaktiviert. Anschließend erfolgt in Schritt S12 die abhängige
5 Ansteuerung des ersten Trennmittel 41 und des dritten Trennmittels 43 über die Steuervariablen VENTIL1 und VENTIL3. In Schritt S13 wird daraufhin das zweite Trennmittel 42 über die Steuervariable VENTIL2 vollständig geöffnet gemäß des Zusammenhangs $VENTIL2 = AUF$. Im Anschluss an Schritt S13 erfolgt über eine Rückführung der Übergang zu Schritt S1.

Bezugszeichenliste und Abkürzungen

	1	zuströmseitige Gaszuführung
	2	abströmseitige Gasabführung
	3	erste Gasausführung
5	4	zweite Gasausführung
	7	erster Teilgasstrom
	8	zweiter Teilgasstrom
	10	Gasführungssystem
	11	Frischluftstrecke
10	11.1	Rohluftstrecke
	11.2	Niederdruckverdichter, Verdichter
	11.3	Zwischenkühler
	11.4	Ladeluftstrecke
	11.5	Hochdruckverdichter, Verdichter
15	11.6	weitere Ladeluftstrecke
	11.7	Ladeluftkühler
	11.8	erste und zweite weitere Strecken der Frischluftstrecke, Ladeluftstrecke
	12	Gasrückführung
	12.1	Abgasrückführkühler
20	13	Leitung der Gasabführung 2
	13.1	Leistungsabschnitt
	13.2	Niederdruckturbine, Turbine
	13.3	Leitungszweig
	13.4	Strecke zwischen Niederdruckturbinen 13.2 und Anschluss 13.3
25	13.5	Hochdruckturbine, Turbine
	20	Brennkraftmaschine
	21	erste Zylinderbank
	22	zweite Zylinderbank
	41	erstes Trennmittel, Spenderzylinder-Klappe
30	42	zweites Trennmittel, Abgasrückführungs-klappe
	43	drittes Trennmittel, Hochdruckturbinenbypass
	44	viertes Trennmittel
	100	Brennkraftsystem

AGR	Abgasrückführung
AGRR	Abgasrückführungsrate
BA	Steuergröße
GW	
5 nATL	
VENTIL1, VENTIL2,	
VENTIL3, VENTIL4	Steuergröße
S1 –S13	Verfahrensschritte 1 – 13
VL, TL, LA	Volllastbetrieb, Teillastbetrieb, Lastaufschaltung

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (20), aufweisend die Schritte:

- Zuführen von Gas über eine zuströmseitige Gaszuführung (1) zur Brennkraftmaschine (20),

- Ausführen eines ersten Teilgasstroms (7) aus wenigstens einem Zylinder (Spenderzylinder) einer, nur für den Fall eines Volllastbetriebs befeuerten bzw. für den Fall eines Teillastbetriebs ganz oder teilweise unbefeuerten ersten Zylinderbank (21) über eine erste Gasausführung (3) und

- Ausführen eines zweiten Teilgasstroms (8) aus wenigstens einem Zylinder (Feuerzylinder) einer sowohl für den Fall eines Volllastbetriebs als auch für den Fall eines Teillastbetriebs befeuerten zweiten Zylinderbank (22) über eine zweite Gasausführung (4),

wobei

- über ein erstes Trennmittel (41), insbesondere eine Spenderzylinder-Klappe, eine gasführende Ausführverbindung zwischen der ersten Gasausführung (3) und einem mit einer Hochdruckturbine (13.5), insbesondere einer Abgasturboladerturbine, und der zweiten Gasausführung (4) gasführend verbundenen Leitungszweig (13.3), gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird,

- über ein zweites Trennmittel (42), insbesondere eine Abgasrückführungs-Klappe, eine gasführende Rückführverbindung zu einem Abgasrückführungs-Wärmetauscher (12.1) und/oder der Gaszuführung (1) gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird, und

- über ein drittes Trennmittel (43), insbesondere eine Hochdruckturbinen-Bypass-Klappe, eine gasführende Verbindung zwischen der zweiten Gasausführung (4) und einem mit dem Auslass der Hochdruckturbine (13.3) gasführend verbundenem Leitungszweig (13.4) gesteuert wird, insbesondere geöffnet oder geschlossen wird,

- Abführen von Gas aus der Brennkraftmaschine (20) über eine abströmseitige Gasabführung (2),

dadurch gekennzeichnet, dass

- im Fall eines transienten Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), sowohl der erste Teilgasstrom (7) als auch der zweite Teilgasstrom (8) praktisch vollständig der

Hochdruck-Turbine (13.5) zugeführt wird, insbesondere eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) ganz oder teilweise aktiviert wird, wobei

das erste Trennmittel (41), insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, überwiegend oder praktisch vollständig geöffnet wird sodass die gasführende Ausführverbindung überwiegend
5 oder vollständig geöffnet ist, und

das zweite Trennmittel (42), insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, überwiegend praktisch vollständig geschlossen wird sodass die gasführende Rückführverbindung überwiegend geschlossen wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall des transienten Betriebszustandes der Brennkraftmaschine (20), insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), der Einspritzzeitpunkt zeitlich verzögert wird gegenüber einem Einspritzzeitpunkt eines Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand.

15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspritzzeitpunkt zeitlich verzögert wird gegenüber einem Einspritzzeitpunkt eines Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand um einen vorbestimmten Zeitraum zwischen $t_{\min}$ und $t_{\max}$ im Millisekundenbereich und hinter dem Einspritzzeitpunkt eines Betriebszustandes vor dem transienten Betriebszustand liegt, insbesondere wobei der Betriebszustandes vor dem transienten
20 Betriebszustand eine Teillastbetrieb ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall eines Teillastbetriebs (TL) der Brennkraftmaschine (20) der erste Teilgasstrom (7) überwiegend dem Abgasrückführungs-Wärmetauscher (12.1) und/oder der Gaszuführung (1) zugeführt werden,
25 insbesondere eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) ganz oder teilweise deaktiviert wird, wobei

das zweite Trennmittel (42), insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, teilweise oder vollständig geöffnet wird, sodass die gasführende Rückführverbindung teilweise oder vollständig geöffnet wird,

30 das erste Trennmittel (41), insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, teilweise oder vollständig geschlossen wird sodass die gasführende Ausführverbindung teilweise oder vollständig geschlossen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall eines Volllastbetriebs (VL) der Brennkraftmaschine (20) sowohl das erste Trennmittel (41), insbesondere die Spenderzylinder-Klappe, als auch das zweite Trennmittel (42), insbesondere die Abgasrückführungs-Klappe, gemäß jeweils einer von der Abgasrückführungs-Rate (AGRR) abhängigen Funktion gesteuert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und/oder zweite Trennmittel (41, 42) geöffnet oder geschlossen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einspritzung in der ersten Zylinderbank (21) vollständig aktiviert wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gaszufuhr zu einem Ladeluftkühler (11.7) beeinflusst wird mittels einem vierten Trennmittel (44), insbesondere einer Luftdrossel.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Trennmittel (41) eine Spenderzylinder-Klappe ist, die ausgebildet ist für eine Abgasrückführungs-Ratenregelung.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Trennmittel (42) eine Abgasrückführungs-Klappe ist, die ausgebildet ist für eine Abgasrückführungs-Ratenregelung und eine Abgasrückführungs-Abschaltung.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Trennmittel (43) eine Hochdruckturbinen-Bypass-Klappe ist, die ausgebildet ist für eine Ladedruck-Regelung.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das vierte Trennmittel (44) eine Ladeluftdrossel ist, die ausgebildet ist für ein Thermomanagement.
13. Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln einer Brennkraftmaschine (20), die ausgebildet ist ein Brennkraftsystem (100) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zu steuern und/oder zu regeln.

14. Einrichtung nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, dass
- ein Motorsteuergerät (ECU) steuer- und/oder regelverbunden ist mit einem Motor und/oder Einspritzsystem der Brennkraftmaschine sowie einem oder mehreren der ersten, zweiten, dritten und vierten Trennmittel (41, 42, 43, 44), wobei das Motorsteuergerät ausgebildet ist die Brennkraftmaschine in einem transienten Betriebszustandes, insbesondere einer Lastaufschaltung (LA), in einem Teillastbetriebs (TL) oder in einem Volllastbetriebs (VL) zu steuern und/oder zu regeln.
15. Brennkraftsystem (100), aufweisend eine Brennkraftmaschine (20) mit einer Anzahl von Zylindern aufweisenden Motor und eine Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln nach Anspruch 13 oder 14 sowie mit einem in der Peripherie der Brennkraftmaschine (20) angeordneten Gasführungssystem zur Führung von Gas der Brennkraftmaschine (20), wobei das Brennkraftsystem (100) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.

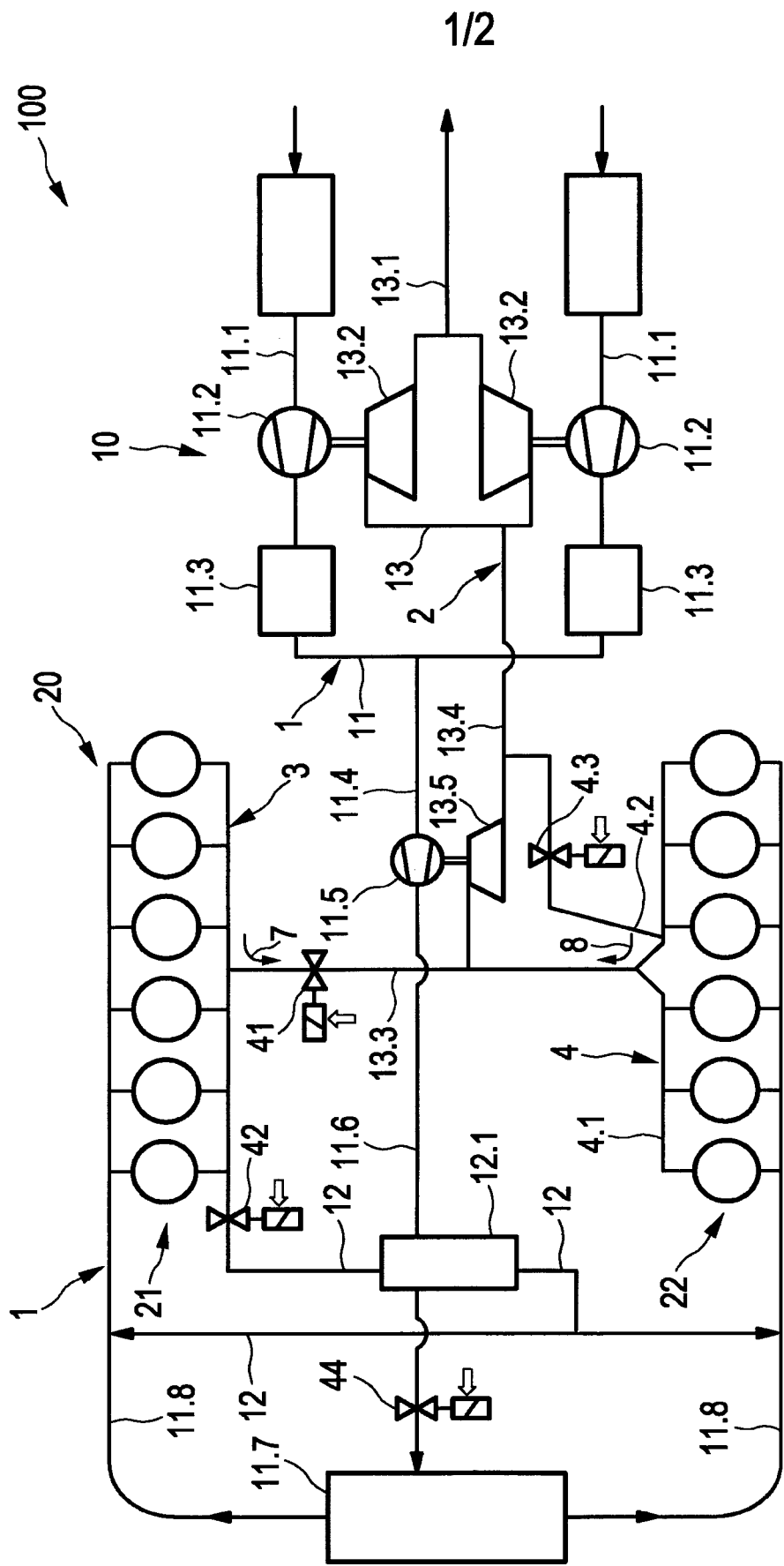


Fig. 1

2/2

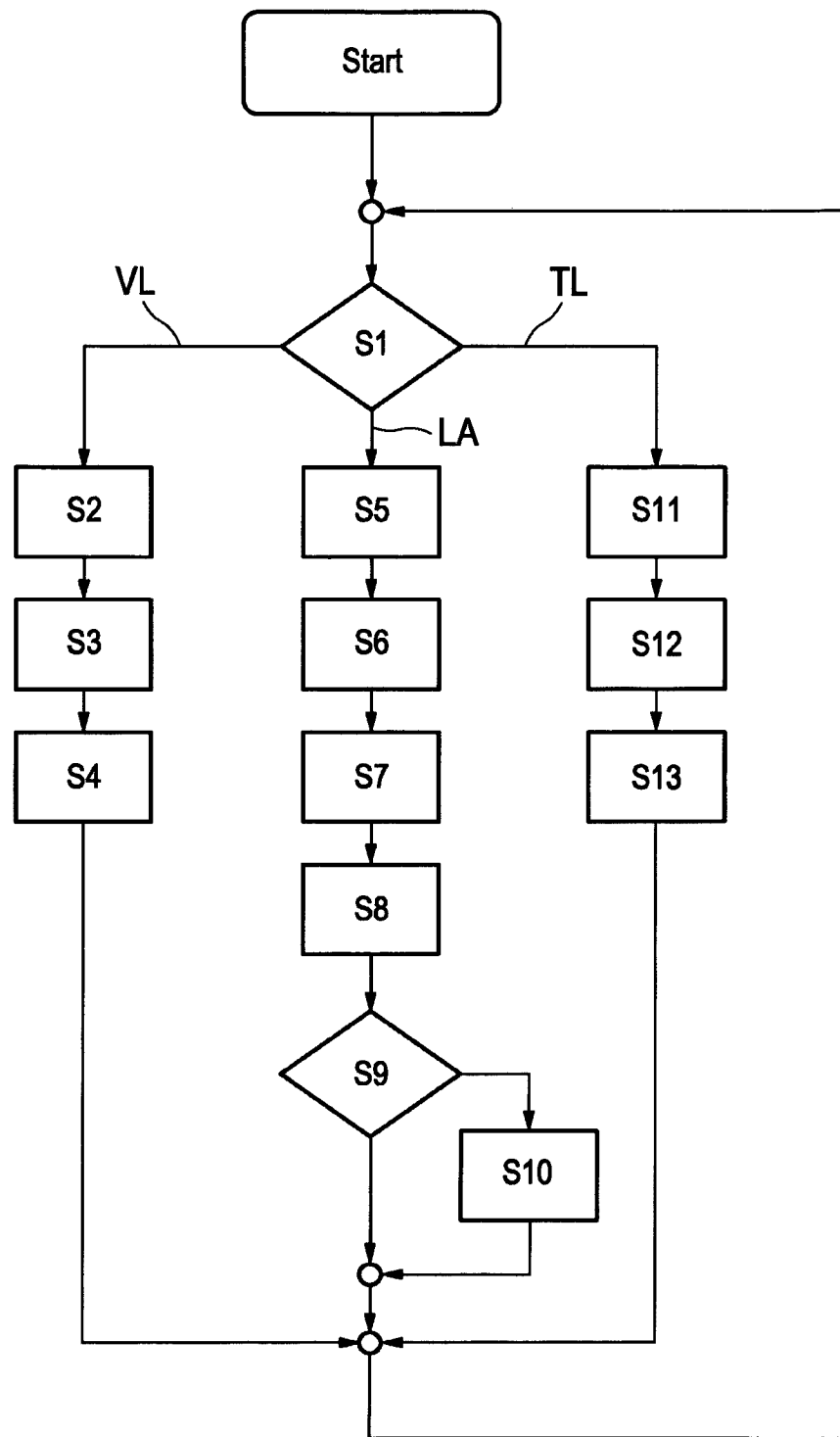


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02D41/00 F02D43/00 F02B37/20 F02B37/16 F02D23/00 F02M26/08 F02M26/25 F02B37/00 F02B37/013 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 F02M 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 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td style="vertical-align: top;">DE 10 2009 028354 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 10 February 2011 (2011-02-10)</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td style="vertical-align: top;">abstract the whole document</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td style="vertical-align: top;">DE 11 2013 003807 T5 (GEN ELECTRIC [US]) 30 April 2015 (2015-04-30)</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-7, 13-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">Y</td> <td style="vertical-align: top;">abstract paragraph [0002] - paragraph [0005] paragraph [0015] figures 3, 4, 5 paragraph [0047] - paragraph [0067] paragraph [0075] - paragraph [0076] ----- -/-</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-7, 13-15 1-7, 13-15</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	DE 10 2009 028354 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 10 February 2011 (2011-02-10)	1-15	Y	abstract the whole document	1-15	X	DE 11 2013 003807 T5 (GEN ELECTRIC [US]) 30 April 2015 (2015-04-30)	1-7, 13-15	Y	abstract paragraph [0002] - paragraph [0005] paragraph [0015] figures 3, 4, 5 paragraph [0047] - paragraph [0067] paragraph [0075] - paragraph [0076] ----- -/-	1-7, 13-15 1-7, 13-15
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	DE 10 2009 028354 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 10 February 2011 (2011-02-10)	1-15															
Y	abstract the whole document	1-15															
X	DE 11 2013 003807 T5 (GEN ELECTRIC [US]) 30 April 2015 (2015-04-30)	1-7, 13-15															
Y	abstract paragraph [0002] - paragraph [0005] paragraph [0015] figures 3, 4, 5 paragraph [0047] - paragraph [0067] paragraph [0075] - paragraph [0076] ----- -/-	1-7, 13-15 1-7, 13-15															
☒ 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 4 September 2017		Date of mailing of the international search report 08/09/2017															
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 Kämper, Fabian															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/000842

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2007/175215 A1 (ROWELLS ROBERT L [US]) 2 August 2007 (2007-08-02) abstract paragraph [0018] paragraph [0031] -----	1-15
Y	EP 1 464 823 A1 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 6 October 2004 (2004-10-06) abstract paragraph [0006] -----	1-15
Y	WO 2015/140260 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 24 September 2015 (2015-09-24) abstract claims 1, 15 figure 1 -----	2,3
A	GB 2 507 061 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23 April 2014 (2014-04-23) abstract the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000842

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009028354 A1	10-02-2011	CN 101994580 A	30-03-2011
		DE 102009028354 A1	10-02-2011
		US 2011030662 A1	10-02-2011
DE 112013003807 T5	30-04-2015	CN 104736824 A	24-06-2015
		DE 112013003807 T5	30-04-2015
		US 2014034014 A1	06-02-2014
		US 2015167568 A1	18-06-2015
		WO 2014022023 A1	06-02-2014
US 2007175215 A1	02-08-2007	NONE	
EP 1464823 A1	06-10-2004	CN 1536215 A	13-10-2004
		EP 1464823 A1	06-10-2004
		JP 4168809 B2	22-10-2008
		JP 2004308487 A	04-11-2004
		US 2004194463 A1	07-10-2004
WO 2015140260 A1	24-09-2015	AT 515563 A1	15-10-2015
		DE 112015000876 A5	22-12-2016
		WO 2015140260 A1	24-09-2015
GB 2507061 A	23-04-2014	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02D41/00 F02D43/00 F02B37/20 F02B37/16 F02D23/00	
ADD.	F02M26/08 F02M26/25 F02B37/00 F02B37/013	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D F02B F02M		
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.
X	DE 10 2009 028354 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 10. Februar 2011 (2011-02-10)	1-15
Y	Zusammenfassung das ganze Dokument	1-15
X	DE 11 2013 003807 T5 (GEN ELECTRIC [US]) 30. April 2015 (2015-04-30)	1-7, 13-15
Y	Zusammenfassung Absatz [0002] - Absatz [0005] Absatz [0015] Abbildungen 3, 4, 5 Absatz [0047] - Absatz [0067] Absatz [0075] - Absatz [0076] ----- -/-	1-7, 13-15
☒ 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
4. September 2017		08/09/2017
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 Kämper, Fabian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2007/175215 A1 (ROWELLS ROBERT L [US]) 2. August 2007 (2007-08-02) Zusammenfassung Absatz [0018] Absatz [0031] -----	1-15
Y	EP 1 464 823 A1 (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 6. Oktober 2004 (2004-10-06) Zusammenfassung Absatz [0006] -----	1-15
Y	WO 2015/140260 A1 (AVL LIST GMBH [AT]) 24. September 2015 (2015-09-24) Zusammenfassung Ansprüche 1, 15 Abbildung 1 -----	2,3
A	GB 2 507 061 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23. April 2014 (2014-04-23) Zusammenfassung das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000842

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009028354 A1	10-02-2011	CN 101994580 A	30-03-2011
		DE 102009028354 A1	10-02-2011
		US 2011030662 A1	10-02-2011

DE 112013003807 T5	30-04-2015	CN 104736824 A	24-06-2015
		DE 112013003807 T5	30-04-2015
		US 2014034014 A1	06-02-2014
		US 2015167568 A1	18-06-2015
		WO 2014022023 A1	06-02-2014

US 2007175215 A1	02-08-2007	KEINE	

EP 1464823 A1	06-10-2004	CN 1536215 A	13-10-2004
		EP 1464823 A1	06-10-2004
		JP 4168809 B2	22-10-2008
		JP 2004308487 A	04-11-2004
		US 2004194463 A1	07-10-2004

WO 2015140260 A1	24-09-2015	AT 515563 A1	15-10-2015
		DE 112015000876 A5	22-12-2016
		WO 2015140260 A1	24-09-2015

GB 2507061 A	23-04-2014	KEINE	
