

(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  
8. Oktober 2015 (08.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2015/150451 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/02 (2006.01) F02D 35/02 (2006.01)  
F02D 41/14 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)  
F02D 13/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/057170

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. April 2015 (01.04.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A 50238/2014 1. April 2014 (01.04.2014) AT

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

(72) Erfinder: DREISBACH, Rolf; Brückenweg 1, Thal-Eben Nr. 852, A-8052 Thal (AT). ABART, Martin; Johann-Strauss-Gasse 6, A-8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: BABELUK, Michael; Florianigasse 26/3, A-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, 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, KN, KP, KR, 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)

(54) Title: METHOD FOR HEATING A CATALYST OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERWÄRMEN EINES KATALYSATORS EINER BRENNKRAFTMASCHINE

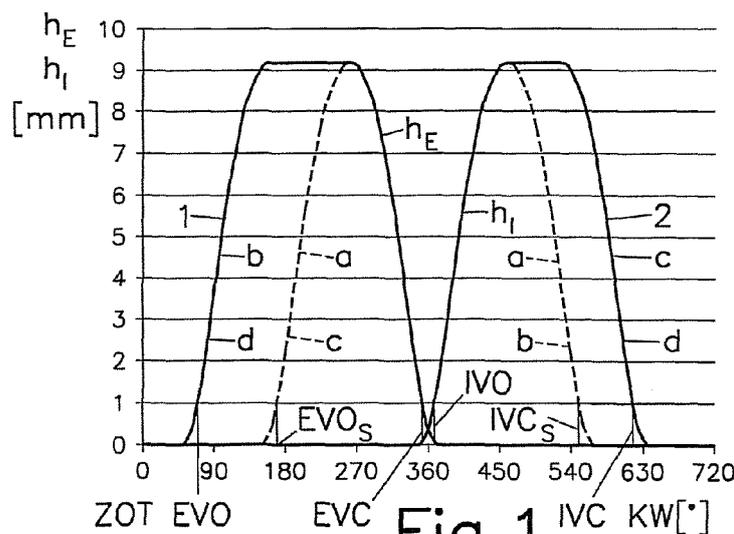


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for heating exhaust gas carrying components in the exhaust system of an internal combustion engine, in particular a self-igniting internal combustion engine. In order to facilitate a rapid increase of the temperatures of exhaust gas components in a simple and effective way, at least in one partial load operating range with low engine load, according to the invention, the temperature (T) of the exhaust gas and/or an exhaust gas after-treatment device arranged in the exhaust gas system is measured. If the measured temperature (T) is beneath a defined threshold temperature (Ts) of preferably 250° C, particularly preferable below 200° C, at least one first heating mode (1) is started, wherein, as a function of the determined mean effective pressure (MEP) of the internal combustion engine, the start of the exhaust opening (EVO) of at least one exhaust valve is moved to early, based on a standard exhaust start (EVOs) in the full load operating range, with the internal combustion engine at operating state temperature.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/150451 A1



---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erwärmen von abgasführenden Komponenten im Abgasstrang einer insbesondere selbstzündenden Brennkraftmaschine. Um auf einfache und effektive Weise ein rasches Anheben der Temperaturen von Abgaskomponenten zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass zumindest in einem Teillastbetriebsbereich mit geringer Motorlast die Temperatur (T) des Abgases und/oder einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung gemessen und - wenn die gemessene Temperatur (T) unterhalb einer definierten Schwelltemperatur ( $T_s$ ) von vorzugsweise  $250^\circ\text{C}$ , besonders vorzugsweise weniger  $200^\circ\text{C}$  liegt - zumindest ein erster Aufheizmodus (1) gestartet wird, wobei der Auslassöffnungsbeginn (EVO) zumindest eines Auslassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes (MEP) der Brennkraftmaschine - bezogen auf einen Standard-Auslassbeginn (EVO<sub>s</sub>) im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh verschoben wird.

## VERFAHREN ZUM ERWÄRMEN EINES KATALYSATORS EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erwärmen von abgasführenden Komponenten im Abgasstrang einer insbesondere selbstzündenden Brennkraftmaschine.

Es sind einige Verfahren bekannt, um bei einer Dieselmotorkraftmaschine ein Ansteigen der Abgastemperatur für ein rasches Anspringen eines im Abgasstrang angeordneten Katalysators zu erreichen, oder um ein Absinken der Abgastemperatur unterhalb einer für die Abgasnachbehandlung erforderlichen Mindestbetriebstemperatur zu verhindern. Diese Verfahren basieren auf verspäteter Verbrennung, ungekühlte externe Abgasrückführung und/oder Drosselung der Ansaugströmung. Nachteilig ist, dass die bekannten Verfahren nur beschränktes Potential zur Erhöhung der Abgastemperaturen aufweisen oder dass sich wesentliche Verschlechterungen im Kraftstoffverbrauch ergeben.

Die DE 10 2007 041 326 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben einer Dieselmotorkraftmaschine. Zur Erzeugung einer Drallströmung in der zugeführten Verbrennungsluft wird wenigstens ein erster Einlasskanal mindestens eines Arbeitszylinders mittels einer Drallklappe verschlossen, wobei innerhalb eines Arbeitszyklus ein Einlassventil mit Drallklappe später geschlossen wird, als ein Einlassventil ohne Drallklappe.

Die WO 2010/043 910 A1 offenbart ein Abgassystem für eine Brennkraftmaschine mit zwei Auslassventilen pro Zylinder, wobei die beiden Auslassventile unterschiedliche Öffnungszeitpunkte aufweisen. Von den ersten Auslassventilen führen erste Abgaskanäle zu einer Abgasturbine. Die von den zweiten Auslassventilen ausgehenden zweiten Abgaskanäle umgehen die Abgasturbine. Die zu der Abgasturbine führenden ersten Auslassventile werden um etwa 80° Kurbelwinkel vor den zweiten Auslassventilen geöffnet. Dadurch steht der Abgasturbine eine höhere Abgasenergie zur Verfügung, wobei Pumpverluste verringert werden können.

Aus der EP 2 048 331 B1 ist es bekannt, durch Verwenden zweier verstellbarer Nockenwellen für zwei Einlass- und zwei Auslassventile pro Zylinder einen sogenannten Millerzyklus zu simulieren, wobei frühes, als auch spätes Einlassschließen und frühes Auslassöffnen möglich sind. Insbesondere wird vorgeschlagen durch ein Frühschieben des Auslassöffnungszeitpunktes ein Aufheizen eines Abgaskatalysators nach einem Kaltstart zu unterstützen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und auf einfache und effektive Weise ein rasches Anheben der Temperaturen von Abgas-komponenten - ohne eine wesentliche Verschlechterung des Kraftstoffverbrau-ches - zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die dadurch erreicht, dass zumindest in einem Teillastbe-triebsbereich mit geringer Motorlast die Temperatur des Abgases und/oder einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung gemessen oder auf andere Weise bestimmt und - wenn die gemessene oder auf andere Weise bestimmte Temperatur unterhalb einer definierten Schwelltemperatur von vor-zugsweise 250° C, besonders vorzugsweise weniger 200° C liegt - zumindest ein erster Aufheizmodus gestartet wird, wobei der Auslassbeginn zumindest eines Auslassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes der Brennkraftma-schine - bezogen auf einen Standard-Auslassbeginn im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh verschoben wird.

Hierbei kann im Sinne der Erfindung grundsätzlich sowohl die Temperatur des Abgases als auch die Temperatur einer im Abgasstrang angeordneten Abgas-nachbehandlungseinrichtung gemessen oder auf andere Weise, beispielsweise durch ein in die Motorsteuerungseinrichtung integriertes Modell, bestimmt wer-den.

Das Vorverstellen des Auslassbeginnes ermöglicht ein besonders rasches und hohes Ansteigen der Abgastemperatur.

Vorzugsweise wird dabei der Auslassbeginn - betrachtet bei 0 mm Ventilhub - auf 60°Kurbelwinkel oder weniger und/oder - betrachtet bei 1 mm Ventilhub - auf 80°Kurbelwinkel oder weniger nach dem oberen Totpunkt der Zündung vorver-legt.

Im Teillastbetriebsbereich können die Abgase an zumindest einer im Abgasstrang angeordneten Abgasturbine vorbeigeleitet werden, wobei vorzugsweise ein Über-strömventil (Waste Gate) in einer Turbinenumgehungsleitung geöffnet wird.

Der Standard-Auslassbeginn im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine liegt beispielsweise betrachtet bei 1 mm Ventilhub - bei etwa 170° ±10° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt der Zündung.

In weiterer Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass gleichzeitig und/oder nach dem ersten Aufheizmodus im Teillastbereich ein zweiter Aufheiz-modus durchgeführt wird, wenn die gemessene Temperatur unterhalb der defi-nierten Schwelltemperatur liegt, wobei der Einlassschluss zumindest eines Ein-lasventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes der Brennkraftmaschine

- bezogen auf einen Standard-Einlassschluss im Vollastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh oder spät verschoben wird. Vorteilhafter Weise wird der Einlassschluss - betrachtet bei 1 mm Ventilhub - um mindestens  $70^\circ$  Kurbelwinkel nach früh oder spät verschoben.

Der Standard-Einlassschluss im Vollastbetriebsbereich kann bei betriebswarmer Brennkraftmaschine betrachtet bei 1 mm Ventilhub - bei etwa  $540^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt der Zündung liegen.

Die Verschiebung des Einlassschlusses nach früh oder spät ermöglicht ein moderates Anheben der Abgastemperatur oder ein Beibehalten einer bereits angehobenen Abgastemperatur. In Kombination mit dem Vorverlegen des Auslassbeginnes kann eine besonders effektive Steigerung der Abgastemperatur erreicht werden.

Besonders vorteilhaft eignet sich das Verfahren, um nach einem Kaltstart ein rasches Ansprechen von Abgasnachbehandlungseinrichtungen zu ermöglichen. Dazu ist es besonders vorteilhaft, wenn bei einem Kaltstart die Brennkraftmaschine im Teillastbetriebsbereich im Aufheizmodus zuerst - vorzugsweise für eine definierte Zeitdauer - mit vorverlegtem Auslassbeginn, vorzugsweise auch mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss betrieben wird, und dann die Brennkraftmaschine weiter mit Standardauslassbeginn und mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss betrieben wird.

Weiters lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders effektiv zur Regenerierung einer Abgasnachbehandlungseinrichtung, beispielsweise eines Partikelfilters, einsetzen. Zur Regeneration einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung, vorzugsweise eines Partikelfilters, kann die Brennkraftmaschine im Aufheizmodus betrieben werden, wobei die Brennkraftmaschine mit vorverlegtem Auslassbeginn und mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss betrieben wird.

Der erste Aufheizmodus wird - insbesondere isoliert, also ohne zweiten Aufheizmodus - vorzugsweise nur durchgeführt, wenn die Kühlmitteltemperatur maximal etwa  $80^\circ \text{C}$  und die - vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte - Motorlast maximal ein Drittel der Vollastmenge bei der momentanen Drehzahl beträgt und die Drehzahl maximal ein Drittel der Nenndrehzahl beträgt.

Der zweite Aufheizmodus wird - insbesondere isoliert, also ohne ersten Aufheizmodus - vorzugsweise nur durchgeführt, wenn die - vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte - Motorlast maximal zwei Drittel der Vollastmenge bei der momentanen Drehzahl beträgt und die Drehzahl maximal die halbe Nenndrehzahl beträgt (Schwachlastbereich). Dieser zweite Aufheizmodus kann

zum Katalysatorheizen verwendet werden, wenn die Katalysatortemperatur unterhalb eines Schwellwertes von 250° C sinkt.

Der erste und zweite Aufheizmodus werden in Kombination vorzugsweise nur durchgeführt, wenn die Kühlmitteltemperatur maximal etwa 80° C und die - vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte - Motorlast maximal 15% der Vollastmenge bei der momentanen Drehzahl beträgt und die Drehzahl maximal ein Viertel der Nenndrehzahl beträgt.

Der Aufheizmodus wird im allgemeinen beendet, wenn die gemessene Temperatur einen definierten Sollwert überschreitet und/oder eine definierte Aufheizzeitdauer abgelaufen ist und/oder der Teillastbetrieb beendet wird.

Nach einem Motorstart kann der erste Aufheizmodus - vorzugsweise kombiniert mit dem zweiten Aufheizmodus - für maximal etwa 30 Sekunden - besonders vorzugsweise für maximal etwa 15 Sekunden - durchgeführt werden. Dies gewährleistet eine signifikante Erhöhung des Abgasenthalpiestromes ohne die Nachteile einer exzessiven Spätstellung der Verbrennung.

Der Auslassschließzeitpunkt und der Einlassöffnungszeitpunkt sind bevorzugt in jedem Betriebsbereich gleich. Somit bleibt die Ventilüberschneidung in jedem Betriebsbereich konstant und auf einem optimalen Wert. Durch den konstanten Auslassschluss und den konstanten Einlassbeginn wird eine unerwünschte Restgasverdichtung vermieden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Ventilerhebungsdiagramm,

Fig. 1a bis 1d Beispiele für verlängerte Ventilöffnungsdauern,

Fig. 2 die Abgastemperatur in Abhängigkeit des Auslassventilöffnungszeitpunktes für eine erste erfindungsgemäße Ausführungsvariante,

Fig. 3 die Abgastemperatur in Abhängigkeit des Einlassventilschließzeitpunktes für eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsvariante,

Fig. 4 die Abgastemperatur in Abhängigkeit des Einlassventilschließzeitpunktes für eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsvariante ,

Fig. 5 den zeitlichen Verlauf der Abgastemperatur für ein erfindungsgemäßes Betriebsverfahren und

Fig. 6 ein Motorkennfeld mit eingezeichneten Betriebsbereichen.

Fig. 1 zeigt die Ventilerhebungen  $h_A$ ,  $h_E$  der Auslassventile und der Einlassventile, über dem Kurbelwinkel KW aufgetragen, für eine Diesel-Brennkraftmaschine, welche beispielsweise zwei Auslassventile und ein oder zwei Einlassventile pro Zylinder aufweist. Die Steuerzeit zumindest eines Auslassventils und/oder eines Einlassventils ist veränderbar. Die strichlierten Kurven zeigen die Standard-Ventilerhebungen für Auslassventile und Einlassventile (Standard-Auslassteuerzeiten bzw. Standard-Einlassteuerzeiten), die voll ausgezogenen Kurven zeigen die Ventilerhebungen während des Aufheizmodus, wobei die Auslassventilöffnungsdauer und/oder die Einlassventilöffnungsdauer im Vergleich zu den Standardöffnungs- bzw. -Schließzeiten deutlich verlängert ist.

Die voll ausgezogene Auslasshubkurve  $h_E$  in Fig. 1 weist einen extrem frühen Auslassbeginn EVO auf: ein effektives Öffnen findet - betrachtet bei 1 mm Auslassventilhub  $h_E$  - vor  $80^\circ$  Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt der Zündung ZOT statt, jedenfalls bevor der Kolben seine Mittenposition im Abwärtshub erreicht hat.

Die voll ausgezogene Einlasshubkurve  $h_I$  weist einen extrem späten Einlassschluss auf: ein effektives Schließen findet nach  $100^\circ$  Kurbelwinkel KW vor dem oberen Totpunkt der Zündung ZOT - betrachtet bei 1 mm Einlassventilhub  $h_I$  - statt, jedenfalls nachdem der Kolben seine Mittenposition im Aufwärtshub erreicht hat.

Dabei kann die Auslassöffnungszeit eines oder beider Auslassventile bzw. die Einlassschließzeit eines oder beider Einlassventile verstellt werden. Die Fig. 1a, 1b, 1c, 1d zeigen verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten für eine verlängerte Ventilöffnungsdauer, beispielsweise der Auslassventilöffnungsdauer.

Fig. 1a zeigt eine Variante bei der die Auslassventilerhebungskurve  $h_E$  eines Auslassventils, beispielsweise durch Verdrehen der entsprechenden Nockenwelle nach vor verschoben ist, wobei sich die Auslassventilerhebungskurven des ersten und des zweiten Auslassventils überschneiden. Somit wird die Gesamtöffnungsdauer verlängert.

In Fig. 1b ist nur der Auslassöffnungszeitpunkt EVO des ersten Auslassventils vorverlegt. Das Schließen des ersten Auslassventils erfolgt gleichzeitig mit dem Schließen des zweiten Auslassventils.

Fig. 1c zeigt eine Variante, bei der die Steuerzeiten beider Auslassventile synchron verstellt werden.

Fig. 1d wiederum zeigt eine Variante mit einem Auslassventil, dessen Öffnungszeit für den Aufheizmodus vorverlegt ist.

Die Varianten 1b bis 1d eignen sich besonders für elektromagnetisch betätigte Hubventile.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass zumindest in einem Teillastbetriebsbereich der Brennkraftmaschine mit geringer Motorlast die Temperatur  $T$  des Abgases und/oder einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung gemessen und - wenn die gemessene Temperatur unterhalb einer definierten Schwelltemperatur  $T_S$  von vorzugsweise  $250^\circ\text{C}$ , besonders vorzugsweise weniger  $200^\circ\text{C}$  liegt - zumindest ein erster Aufheizmodus 1 gestartet wird.

Im ersten Aufheizmodus 1 wird der Auslassbeginn EVO zumindest eines Auslassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes MEP der Brennkraftmaschine - bezogen auf einen Standard-Auslassbeginn  $EVO_S$  im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh verschoben. Dabei wird der Auslassbeginn EVO - betrachtet bei 0 mm Auslassventilhub  $h_E$  - auf  $60^\circ$  Kurbelwinkel KW oder weniger und/oder - betrachtet bei 1 mm Auslassventilhub  $h_E$  - auf  $80^\circ$  Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt der Zündung ZOT oder weniger vorverlegt. Im Teillastbetriebsbereich werden die Abgase an zumindest einer im Abgasstrang angeordneten Abgasturbine vorbeigeleitet, indem ein Überströmventil (Waste Gate) in einer Turbinenumgehungsleitung geöffnet wird.

Die Standard-Auslasssteuerzeit  $EVO_S$  im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - betrachtet bei 0 mm Auslassventilhub  $h_E$  - liegt etwa bei  $150^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel KW und/oder - betrachtet bei 1 mm Auslassventilhub  $h_E$  - bei etwa  $170^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt der Zündung ZOT.

In einem zweiten Aufheizmodus 2 im Teillastbereich der Brennkraftmaschine kann der Einlassschluss IVC zumindest eines Einlassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes MEP der Brennkraftmaschine - bezogen auf einen Standard-Einlassschluss  $IVC_S$  im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh oder spät verschoben werden, wenn die gemessene Temperatur  $T$  weniger als  $250^\circ\text{C}$ , vorzugsweise weniger als  $200^\circ\text{C}$ , beträgt. Dabei wird der Einlassschluss IVC um mindestens  $70^\circ$  Kurbelwinkel KW - bezogen auf einen Standard-Einlassschluss  $IVC_S$  im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh oder spät verschoben.

Der Standard-Einlassschluss  $IVC_S$  im Volllastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine liegt beispielsweise - betrachtet bei 0 mm Einlassventilhub - bei etwa  $520^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel KW und/oder - betrachtet bei 1 mm Einlassven-

tilhub  $h_T$  bei etwa  $540^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel KW nach dem oberen Totpunkt der Zündung ZOT.

Der erste und/oder zweite Aufheizmodus 1, 2 kann beispielsweise während eines Kaltstarts oder zur Regeneration einer Abgasnachbehandlungseinrichtung eingesetzt werden.

Bei einem Kaltstart wird die Brennkraftmaschine im Teillastbetriebsbereich im ersten Aufheizmodus 1 zuerst, vorzugsweise für eine definierte Zeitdauer  $t_1$ , mit vorverlegtem Auslassbeginn EVO, betrieben. Gleichzeitig kann die Brennkraftmaschine auch im zweiten Aufheizmodus 2 mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss IVC betrieben werden. Nach Ende der definierten Zeitdauer  $t_1$ , oder wenn das Abgas oder die Abgasnachbehandlungseinrichtung eine vordefinierte Temperatur, beispielsweise die Schwelltemperatur  $T_S$  von beispielsweise  $250^\circ\text{C}$  erreicht hat, kann der erste Aufheizmodus 1 beendet und die Brennkraftmaschine mit dem Standardauslassbeginn  $EVO_S$  betrieben werden. Der zweite Aufheizmodus 2 kann zumindest eine bestimmte Zeit  $t_2$  lang beibehalten werden, da ein nach früh oder spät verschobener Einlassschluss IVC hilft das hohe Temperaturniveau im Abgas zu halten.

Auch zur Durchführung einer Regeneration einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung, beispielsweise eines Partikelfilters, kann die Brennkraftmaschine in zumindest einem Aufheizmodus 1, 2 betrieben werden, wobei die Brennkraftmaschine mit vorverlegtem Auslassbeginn EVO und mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss IVC betrieben wird.

In jedem Fall können die Aufheizmodi 1, 2 beendet werden, wenn die gemessene Temperatur einen definierten Schwellwert  $T_S$  überschreitet und/oder wenn eine definierte Aufheizzeitdauer  $t_1$ ,  $t_2$  abgelaufen ist und/oder wenn der Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine beendet wird.

Der Auslassschluss EVC und der Einlassbeginn IVO wird in jedem Betriebsbereich beibehalten und entspricht dem Standardwert - die Ventilüberschneidung der Auslassventile und Einlassventile bleibt somit in jedem Aufheizmodus 1, 2, als auch im Standardmodus mit den Standardsteuerzeiten unverändert.

Fig. 2 zeigt die Wirkung des ersten Aufheizmodus 1 mit vorverlegtem Auslassbeginn EVO für unterschiedliche Mitteldrücke  $MEP=2\text{ bar}$ ,  $MEP=5\text{ bar}$  und  $MEP=7\text{ bar}$ , wobei jeweils einerseits der Abgaswärmestrom als Produkt der Abgasmenge  $\dot{m}$  und der Abgastemperatur  $T$ , und andererseits die Abgastemperatur  $T$  selbst und über dem Auslassbeginn EVO (bei 1 mm Auslassventilhub) aufgetragen ist. Die voll ausgezogenen Linien beziehen sich dabei auf den Eintritt, die strichlierten Linien auf den Austritt der Abgasturbine. Deutlich ist zu ersehen, dass bei

einem Auslassbeginn EVO bei  $80^\circ$  Kurbelwinkel KW - betrachtet bei 1 mm Auslassventilhub  $h_E$  - und weniger ein deutlicher Anstieg der Abgaswärme bei geringen Mitteldrücken MEP festzustellen ist. Mit  $T_S$  ist die Schwelltemperatur des Abgases bzw. der Abgasnachbehandlungseinrichtung eingetragen, welche als Entscheidungskriterium zur Durchführung des Aufheizmodus 1 herangezogen wird.

Fig. 3 zeigt die Wirkung des zweiten Aufheizmodus 2 mit verschobenem Einlassschluss IVC für unterschiedliche Mitteldrücke  $MEP=2$  bar und  $MEP=5$  bar, wobei jeweils einerseits der Abgaswärmestrom als Produkt der Abgasmenge  $\dot{m}$  und der Abgastemperatur  $T$ , und andererseits die Abgastemperatur  $T$  selbst und über dem Einlassschluss IVC (bei 1 mm Ventilhub) aufgetragen ist. Weiters ist die Drallzahl  $D$  für die Einlassströmung im Brennraum eingezeichnet. Die voll ausgezogenen Linien beziehen sich dabei auf den Eintritt, die strichlierten Linien auf den Austritt der Abgasturbine. Deutlich ist zu ersehen, dass bei einem gegenüber dem Standardeinlassschluss  $IVC_S$  um etwa  $90^\circ$  Kurbelwinkel KW verfrühtem oder verspätetem Einlassschluss IVC ein deutlicher Anstieg der Abgaswärme bei geringen Mitteldrücken MEP festzustellen ist, wodurch die Temperatur  $T$  des Abgases bzw. der Abgasnachbehandlungseinrichtung über die Schwelltemperatur  $T_S$  von  $250^\circ$  erhöht werden kann.

Fig. 4 zeigt den Effekt einer Kombination eines einen vorverlegten Auslassbeginn EVO aufweisenden ersten Aufheizmodus 1 mit einem einen verschobenen Einlassschluss IVC aufweisenden zweiten Aufheizmodus 2. Dabei ist für einen Mitteldruck  $MEP=2$  bar einerseits der Abgaswärmestrom als Produkt der Abgasmenge  $\dot{m}$  und der Abgastemperatur  $T$ , und andererseits die Abgastemperatur  $T$  selbst über dem Einlassschluss (bei 1 mm Ventilhub), für den Standardauslassbeginn  $EVO_S=170^\circ$  und für unterschiedlich vorverlegte Auslassbeginne  $EVO=70^\circ$  KW und  $EVO=90^\circ$  KW (bei 1 mm Auslassventilhub  $h_E$ ) für den Austritt der Abgasturbine dargestellt. Weiters ist die Drallzahl  $D$  für die Einlassströmung im Brennraum eingezeichnet. Es zeigt sich, dass durch kombinierte Aufheizmodi 1, 2 eine deutliche Verstärkung der Effekte beobachtet werden kann, wenn zusätzlich zum späten Einlassschluss IVC ein früher Auslassbeginn EVO eingestellt wird.

Fig. 5 zeigt einen Aufheizzyklus für einen Kaltstart der Brennkraftmaschine, wobei die Abgastemperatur  $T$  über der Zeit  $t$  ab dem Zeitpunkt 0 des Kaltstarts aufgetragen ist. Dabei werden verschiedene Aufheizmodi 1, 2 gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durchgeführt. In einer ersten Phase I, welche sich beispielsweise über einen Zeitraum  $t_1$  von etwa 0 bis 30 Sekunden erstreckt, wird die Brennkraftmaschine im ersten Aufheizmodus 1 mit vorverschobenem Auslassbeginn EVO betrieben. Die erste Phase I findet maximal 30 Sekunden nach dem Motorstart statt, wenn die Kühlmitteltemperatur weniger als  $80^\circ$  C beträgt und die Motorlast (bzw. die Einspritzmenge als Indikator für die Motorlast) unterhalb

von 30% der Volllastmenge bei der momentanen Drehzahl  $n$  ist und die Drehzahl maximal ein Drittel der Nenndrehzahl beträgt. Vorteil: signifikante Erhöhung des Abgasenthalpiestromes ohne die Nachteile einer exzessiven Spätverstellung der Verbrennung.

Wenn die Motorlast als Einspritzmenge unterhalb von 15% der Volllastmenge bei der momentanen Drehzahl  $n$  liegt und die Drehzahl  $n$  unter einem Viertel der Nenndrehzahl ist, kann gleichzeitig zum ersten Aufheizmodus 1 der zweite Aufheizmodus 2 durchgeführt werden, indem der Einlassschluss IVC nach spät verschoben wird, wodurch ein sehr effektiver und rascher Temperaturanstieg im Abgas zu verzeichnen ist. Auch hier kommt es zu einer signifikanten Erhöhung des Abgasenthalpiestromes ohne die Nachteile einer exzessiven Spätverstellung der Verbrennung.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist folgt nach einem Kaltstart auf die erste Phase I in einem Schwachlastbereich der Brennkraftmaschine eine zweite Phase II über eine Zeitdauer von 30 bis 200 Sekunden (ab dem Kaltstart), in welcher der zweite Aufheizmodus 2 mit spätverstelltem Einlassschluss IVC durchgeführt wird. Diese zweite Phase II wird durchgeführt, wenn die über einen Sensor oder ein entsprechendes in die Motorsteuerung integriertes thermisches Modell festgestellte Katalysatortemperatur unter den Schwellwert  $T_s$  von  $250^\circ\text{C}$  sinkt und die durch die Einspritzmenge beispielsweise charakterisierte Motorlast unterhalb von 60 % der Volllastmenge bei der momentanen Drehzahl  $n$  und die Drehzahl  $n$  unterhalb der Hälfte der Nenndrehzahl liegt. Vorteil: signifikante Erhöhung des Abgasenthalpiestromes ohne die Nachteile einer exzessiven Spätverstellung der Verbrennung und ohne signifikante Erhöhung des Kraftstoffverbrauches.

Dieser zweite Aufheizmodus 2 kann durch mehrere Phasen S unterbrochen werden, in denen die Brennkraftmaschine im Standardbetrieb mit Standardsteuerzeiten der Ein- und Auslassventile betrieben wird. Auch Start/Stopphasen SP der Brennkraftmaschine können dazwischenliegen.

Durch das beschriebene Verfahren kann die Abgastemperatur  $T$  signifikant erhöht, bzw. sehr effektiv verhindert werden, dass die Abgastemperatur  $T$  unter ein minimales Niveau fällt. werden.

Zur Durchführung des Verfahrens eignet sich eine Diesel-Brennkraftmaschine mit variablen Steuerzeiten, was durch Hubumschaltung/ elektrohydraulischen Ventiltrieb oder elektromagnetischen Ventiltrieb realisiert werden kann. Wenn bei einer Brennkraftmaschine mit zwei Einlassventilen pro Zylinder nur ein Einlassventil angesteuert wird, kann durch den generierten Drall eine separate Drallklappe entfallen. Bei einer Brennkraftmaschine mit zwei Auslassventilen pro Zy-

linder kann durch Ansteuerung nur eines Auslassventils die für den Wärmeübergang relevante Fläche im Auslasskanal um die Hälfte reduziert werden.

Prinzipiell lassen sich mit den variablen Steuerzeiten also folgende Betriebsweisen durchführen:

- a) Kombination von Standard-Auslasskurve und Standard-Einlasskurve: Standardbetrieb (Bezugszeichen a in Fig. 1).
- b) Kombination von Auslasskurve mit extrem frühen Auslassbeginn EVO und einer Standard-Einlasshubkurve (Bezugszeichen b in Fig. 1): zum Beispiel zum Katalysatorheizen  
In diesem Motorbetrieb wird vermieden, den Einspritzzeitpunkt gegenüber dem Normalbetrieb zu verspäten und es werden die damit verbundenen Probleme, wie Schmierölverdünnung, vermieden.
- c) Kombination von Standard-Auslasshubkurve und Einlass-Hubkurve mit extrem spätem Einlassschluss IVC (Bezugszeichen c in Fig. 1): Warmhalte-Modus  
In diesem Motorbetrieb wird vermieden, den Einspritzzeitpunkt gegenüber dem Normalbetrieb zu verspäten und es werden die damit verbundenen Probleme, wie Schmierölverdünnung, vermieden.
- d) Kombination Auslasshubkurve mit extrem frühen Auslassbeginn EVO und Einlass-Hubkurve mit extrem spätem Einlassschluss IVC (Bezugszeichen d in Fig. 1): Extremheizmaßnahme

Fig. 6 zeigt ein Motorkennfeld, wobei schematisch der Mitteldruck MEP der Brennkraftmaschine über der Drehzahl  $n$  dargestellt ist. Die Leerlaufdrehzahl ist mit  $n_0$  bezeichnet. Im Motorkennfeld sind die Betriebsbereiche für die oben genannten Betriebsweisen eingezeichnet. Hierbei liegt der Betriebsbereich d vollständig innerhalb des Betriebsbereichs b und dieser wiederum vollständig innerhalb des Betriebsbereichs c. Alle drei Betriebsbereiche liegen innerhalb des Betriebsbereichs a.

## **PATENTANSPRÜCHE**

1. Verfahren zum Erwärmen von abgasführenden Komponenten im Abgasstrang einer insbesondere selbstzündenden Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in einem Teillastbetriebsbereich mit geringer Motorlast die Temperatur (T) des Abgases und/oder einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung gemessen oder auf andere Weise bestimmt und - wenn die gemessene oder auf andere Weise bestimmte Temperatur (T) unterhalb einer definierten Schwelltemperatur ( $T_S$ ) von vorzugsweise  $250^\circ\text{C}$ , besonders vorzugsweise weniger  $200^\circ\text{C}$  liegt - zumindest ein erster Aufheizmodus (1) gestartet wird, wobei der Auslassöffnungsbeginn (EVO) zumindest eines Auslassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes (MEP) der Brennkraftmaschine - bezogen auf einen Standard-Auslassbeginn ( $EVO_S$ ) im Vollastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh verschoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslassbeginn (EVO) - betrachtet bei mit 1 mm Auslassventilhub ( $h_E$ ) - auf  $80^\circ$  Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt der Zündung (ZOT) oder weniger vorverlegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Teillastbetriebsbereich die Abgas an zumindest einer im Abgasstrang angeordneten Abgasturbine vorbeigeleitet wird, wobei vorzugsweise ein Überströmventil in einer Turbinenumgehungsleitung geöffnet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Standard-Auslassbeginn ( $EVO_S$ ) im Vollastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - betrachtet bei mit 1 mm Auslassventilhub ( $h_E$ ) - bei etwa  $170^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt der Zündung (ZOT) liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass gleichzeitig und/oder nach dem ersten Aufheizmodus (1) im Teillastbereich ein zweiter Aufheizmodus (2) durchgeführt wird, wenn die gemessene Temperatur (T) unterhalb der definierten Schwelltemperatur ( $T_S$ ) liegt, wobei der Einlassschluss (IVC) zumindest eines Einlassventils in Abhängigkeit des ermittelten Mitteldruckes (MEP) der Brennkraftmaschine - bezogen auf einen Standard-Einlassschluss ( $IVC_S$ ) im Vollastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine - nach früh oder spät verschoben wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Einlassschluss (IVC) um mindestens  $70^\circ$  Kurbelwinkel (KW) nach früh oder spät verschoben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Standard-Einlassschluss (IVC<sub>S</sub>) im Vollastbetriebsbereich bei betriebswarmer Brennkraftmaschine betrachtet bei 1 mm Einlassventilhub ( $h_I$ ) - bei etwa  $540^\circ \pm 10^\circ$  Kurbelwinkel (KW) nach dem oberen Totpunkt der Zündung (ZOT) liegt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Kaltstart die Brennkraftmaschine im Teillastbetriebsbereich, in einer ersten Phase (I) - vorzugsweise für eine definierte Zeitdauer ( $t_1$ ) - zumindest im ersten Aufheizmodus (1) mit vorverlegtem Auslassbeginn (EVO), und in zumindest einer auf die erste Phase (I) folgenden zweiten Phase (II) im zweiten Aufheizmodus (2) mit Standardauslassbeginn (EVO<sub>S</sub>) und mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss (IVC) betrieben wird, wobei vorzugsweise auch während der ersten Phase (I) der zweite Aufheizmodus (2) mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss (IVC) aktiviert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Regeneration einer im Abgasstrang angeordneten Abgasnachbehandlungseinrichtung, vorzugsweise eines Partikelfilters, die Brennkraftmaschine im ersten Aufheizmodus (1) mit vorverlegtem Auslassbeginn (EVO) betrieben wird, wobei vorzugsweise gleichzeitig der zweite Aufheizmodus (2) mit nach früh oder spät verschobenem Einlassschluss (IVC) aktiviert wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder zweite Aufheizmodus (1, 2) beendet wird, wenn die gemessene oder auf andere Weise bestimmte Temperatur (T) den definierten Schwellwert ( $T_S$ ) überschreitet und/oder eine definierte Aufheizzeitdauer ( $t_1, t_2$ ) abgelaufen ist und/oder der Teillastbetrieb beendet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufheizmodus (1) nur durchgeführt wird, wenn eine Kühlmitteltemperatur maximal etwa  $80^\circ$  C und die vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte Motorlast maximal ein Drittel der Vollastmenge bei der momentanen Drehzahl (n) beträgt und die Drehzahl (n) maximal ein Drittel der Nenndrehzahl beträgt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Aufheizmodus (2) nur durchgeführt wird, wenn die vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte Motorlast maximal zwei Drittel der Volllastmenge bei der momentanen Drehzahl (n) beträgt und die Drehzahl (n) maximal die halbe Nenndrehzahl beträgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und zweite Aufheizmodus (1, 2) in Kombination nur durchgeführt werden, wenn die Kühlmitteltemperatur maximal etwa 80° C und die vorzugsweise durch die Einspritzmenge charakterisierte Motorlast maximal 15% der Volllastmenge bei der momentanen Drehzahl (n) beträgt und die Drehzahl (n) maximal ein Viertel der Nenndrehzahl beträgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aufheizmodus (1) - vorzugsweise kombiniert mit dem zweiten Aufheizmodus (2) - nach dem Motorstart für maximal etwa 30 Sekunden - besonders vorzugsweise für maximal etwa 15 Sekunden - durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslassschluss (EVC) und der Einlassbeginn (IVO) in jedem Betriebsbereich gleich sind.

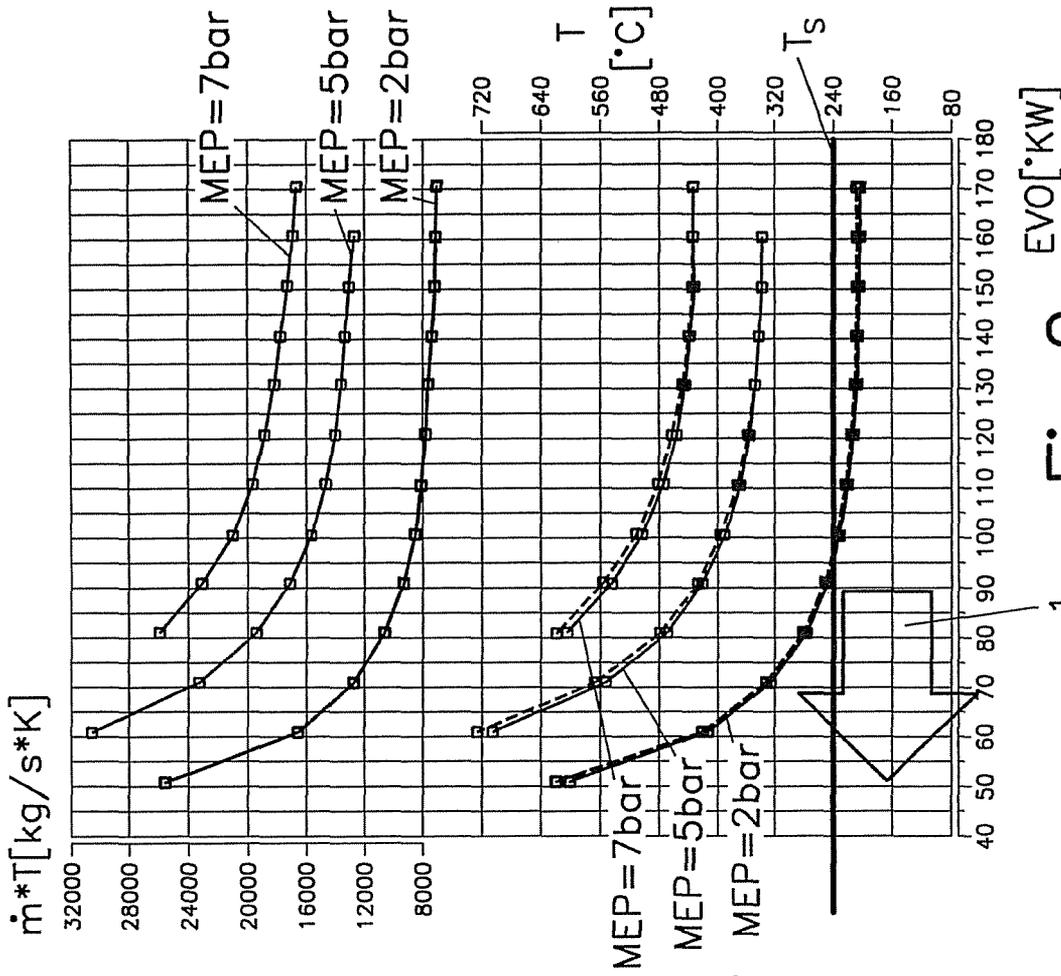


Fig. 2

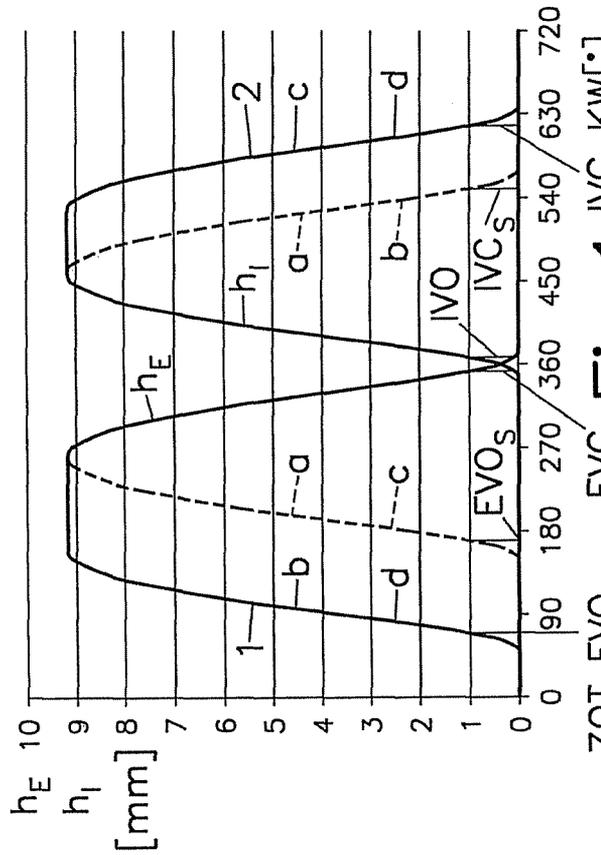


Fig. 1

Fig. 1c

Fig. 1a

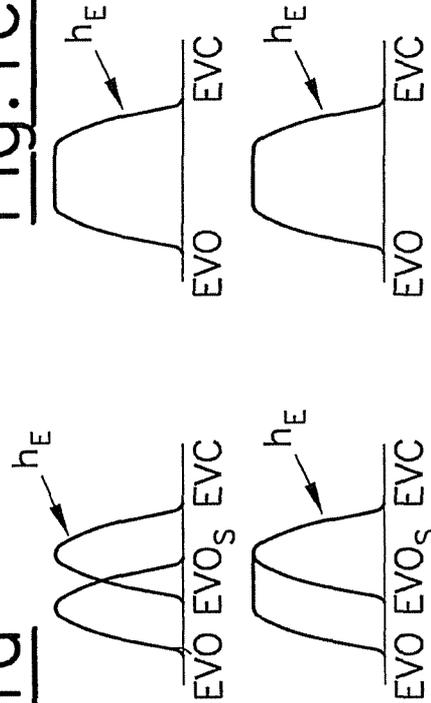


Fig. 1d

Fig. 1b

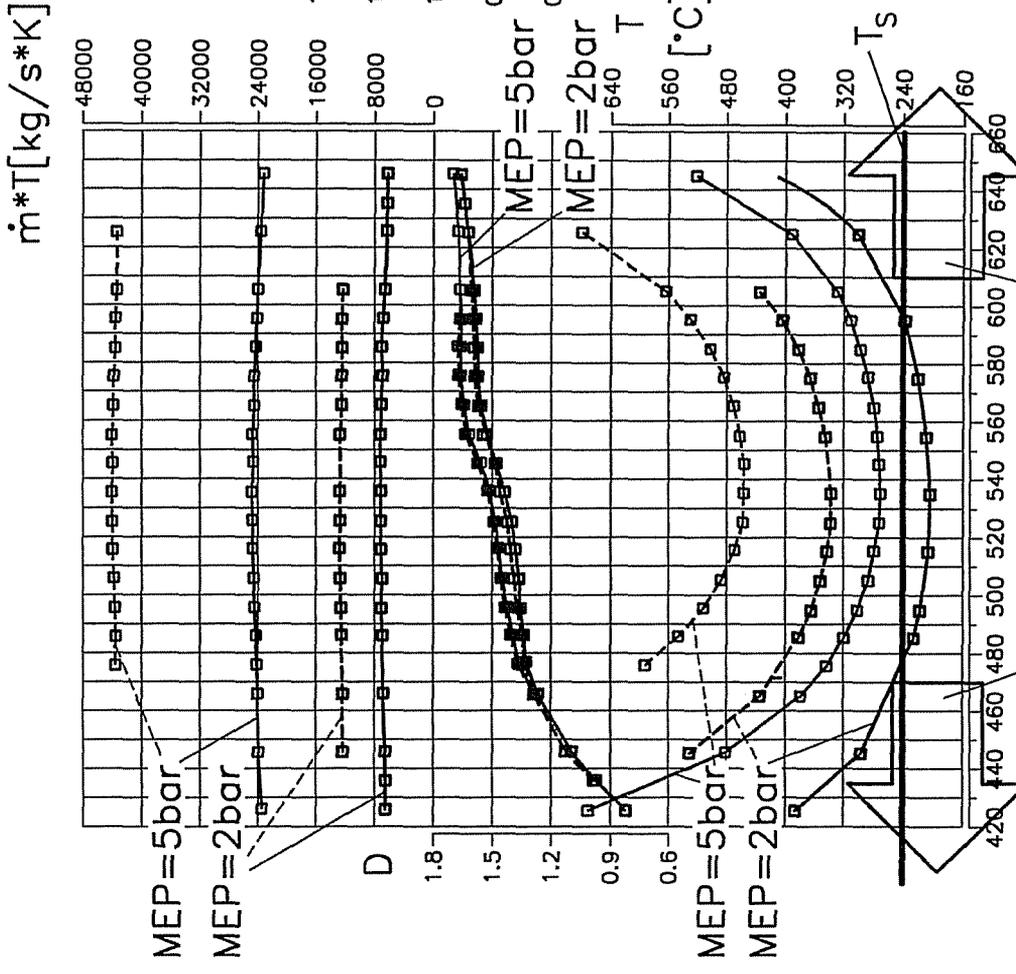
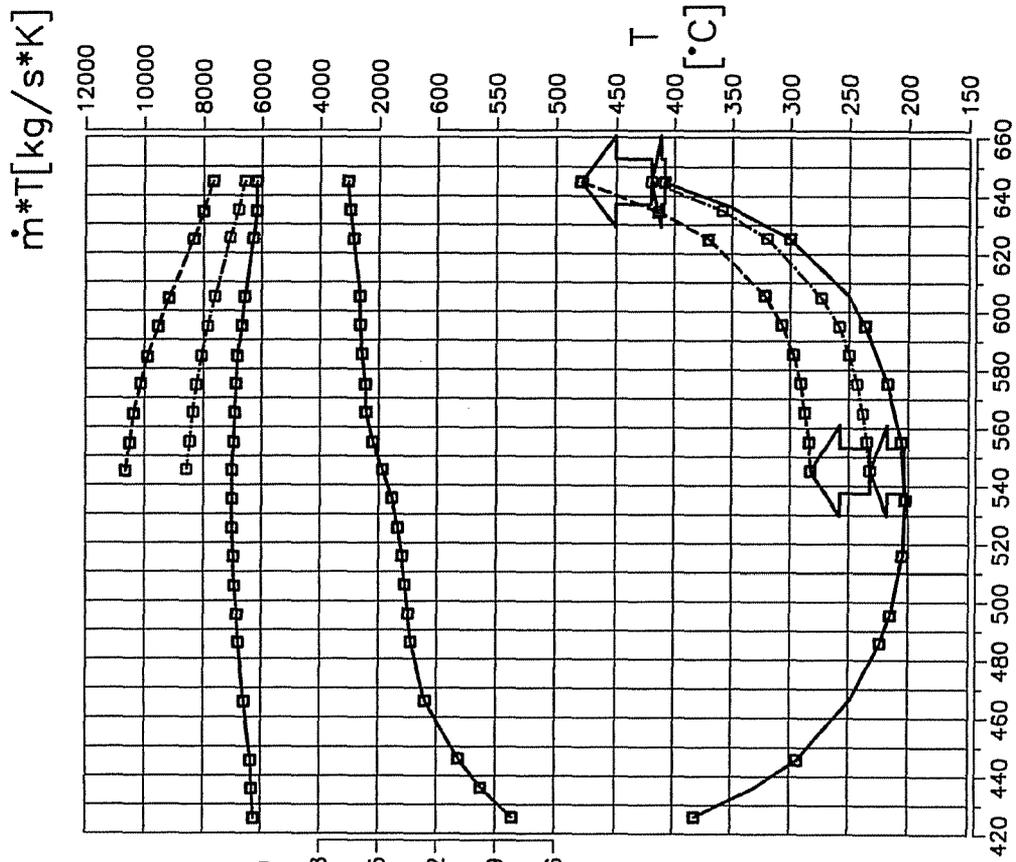


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 3

Fig. 4



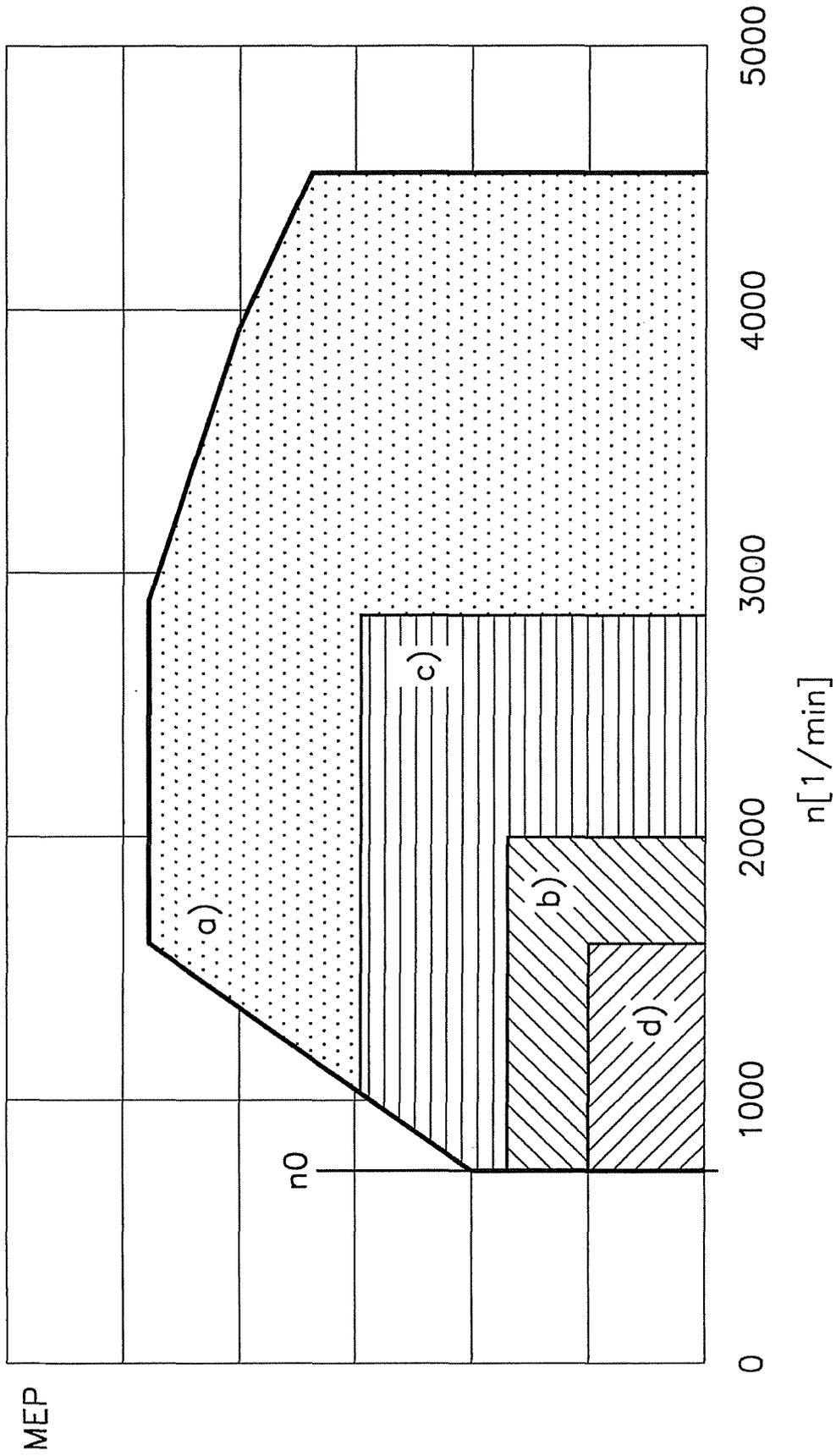


Fig. 6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2015/057170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. F02D41/02 F02D41/14 F02D13/02 F02D35/02 F02D41/00  
 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  
 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.
X	DE 10 2012 012322 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24 December 2013 (2013-12-24) paragraphs [0005], [0007], [0008], [0009]; figures 4,5 -----	1-15
X	DE 199 13 316 A1 (DENSO CORP [JP]) 16 December 1999 (1999-12-16) column 1, line 36 - column 2, line 51; figures 4,5 -----	1-15
X	DE 10 2006 043034 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 22 March 2007 (2007-03-22) paragraphs [0004], [0007], [0054], [0055]; figures 7,9,10,11 -----	1-15
X	US 2001/050067 A1 (SATO OSAMU [JP]) 13 December 2001 (2001-12-13) paragraphs [0007] - [0009]; figures 5,6,9a,10,12 -----	1-15

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  
 18 June 2015

Date of mailing of the international search report  
 20/07/2015

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  
 Jackson, Stephen

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/057170

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012012322 A1	24-12-2013	DE 102012012322 A1	24-12-2013
		WO 2013189698 A1	27-12-2013
-----			
DE 19913316 A1	16-12-1999	DE 19913316 A1	16-12-1999
		JP 3521790 B2	19-04-2004
		JP H11336574 A	07-12-1999
		US 6266957 B1	31-07-2001
		US 2001035008 A1	01-11-2001
-----			
DE 102006043034 A1	22-03-2007	DE 102006043034 A1	22-03-2007
		US 2007062179 A1	22-03-2007
-----			
US 2001050067 A1	13-12-2001	DE 10127928 A1	20-12-2001
		JP 2001355462 A	26-12-2001
		US 2001050067 A1	13-12-2001
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2015/057170

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F02D41/02 F02D41/14 F02D13/02 F02D35/02 F02D41/00  
ADD.  
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE  
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F02D

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 2012 012322 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24. Dezember 2013 (2013-12-24) Absätze [0005], [0007], [0008], [0009]; Abbildungen 4,5	1-15
X	DE 199 13 316 A1 (DENSO CORP [JP]) 16. Dezember 1999 (1999-12-16) Spalte 1, Zeile 36 - Spalte 2, Zeile 51; Abbildungen 4,5	1-15
X	DE 10 2006 043034 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 22. März 2007 (2007-03-22) Absätze [0004], [0007], [0054], [0055]; Abbildungen 7,9,10,11	1-15
X	US 2001/050067 A1 (SATO OSAMU [JP]) 13. Dezember 2001 (2001-12-13) Absätze [0007] - [0009]; Abbildungen 5,6,9a,10,12	1-15

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. Juni 2015	20/07/2015

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  Jackson, Stephen
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/057170

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012012322 A1	24-12-2013	DE 102012012322 A1	24-12-2013
		WO 2013189698 A1	27-12-2013
-----			
DE 19913316 A1	16-12-1999	DE 19913316 A1	16-12-1999
		JP 3521790 B2	19-04-2004
		JP H11336574 A	07-12-1999
		US 6266957 B1	31-07-2001
		US 2001035008 A1	01-11-2001
-----			
DE 102006043034 A1	22-03-2007	DE 102006043034 A1	22-03-2007
		US 2007062179 A1	22-03-2007
-----			
US 2001050067 A1	13-12-2001	DE 10127928 A1	20-12-2001
		JP 2001355462 A	26-12-2001
		US 2001050067 A1	13-12-2001
-----			