(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 518431 A4 2017-10-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50084/2016
(22) Anmeldetag: 10.02.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2017

(51) Int. Cl.: ***F02M 26/00*** (2016.01)
F02B 39/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102013213364 A1
DE 102011013496 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Kapus Paul Dr.
8111 Judendorf (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK M. DIPL. ING. MAG.
WIEN

(54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern (Z) eines Kraftfahrzeuges, bei der in zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich Abgas über zumindest ein Abgasrückführventil (21), eine Abgasrückführleitung (19) und einen Luft/EGR-Strömungsweg (30) von einem Auslasssystem (3) zu einem Einlasssystem (4) geführt wird, und im ersten (M_1) oder zumindest einem weiteren Motorbetriebsbereich Frischluft aus einem ersten Frischluftströmungsweg (9a) über einen zweiten Frischluftströmungsweg (9b) in den Luft/EGR-Strömungsweg (30) geleitet wird.
Um auf möglichst einfache Weise Leistungseinbußen bei plötzlichen Lastanforderungen zu vermeiden ist vorgesehen, dass in zumindest einem - vorzugsweise transienten - Motorbetriebsbereich (M_T) ein Spülmodus (Ms) gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg (30) mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus (Ms) das Abgasrückführventil (21) geschlossen ist oder geschlossen wird.

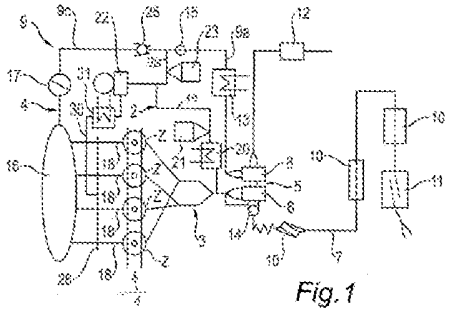


Fig.1

AT 518431 A4 2017-10-15

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern (Z) eines Kraftfahrzeuges, bei der in zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich Abgas über zumindest ein Abgasrückführventil (21), eine Abgasrückführleitung (19) und einen Luft/EGR-Strömungsweg (30) von einem Auslasssystem (3) zu einem Einlasssystem (4) geführt wird, und im ersten (M_1) oder zumindest einem weiteren Motorbetriebsbereich Frischluft aus einem ersten Frischluftströmungsweg (9a) über einen zweiten Frischluftströmungsweg (9b) in den Luft/EGR-Strömungsweg (30) geleitet wird.

Um auf möglichst einfache Weise Leistungseinbußen bei plötzlichen Lastanforderungen zu vermeiden ist vorgesehen, dass in zumindest einem - vorzugsweise transienten - Motorbetriebsbereich (M_T) ein Spülmodus (Ms) gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg (30) mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus (Ms) das Abgasrückführventil (21) geschlossen ist oder geschlossen wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern eines Kraftfahrzeuges, bei der in zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich Abgas über zumindest ein Abgasrückführventil, eine Abgasrückführleitung und einen Luft/EGR-Strömungsweg von einem Auslasssystem zu einem Einlasssystem geführt wird, und im ersten oder zumindest einem zweiten Motorbetriebsbereich Frischluft aus einem ersten Frischluftströmungsweg über einen zweiten Frischluftströmungsweg in den Luft/EGR-Strömungsweg geleitet wird.

Aus der US 6,062,026 A ist eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführsystem bekannt, wobei in einem Luft/EGR-Strömungsweg (EGR= Exhaust Gas Recirculation) ein elektrischer Verdichter angeordnet ist. Der elektrische Verdichter ist über eine ein Bypassventil aufweisende Umgehungsleitung umgehbar. Dabei ist im Bereich einer Zusammenführung der Abgasrückführleitung und eines Frischluftströmungsweges ein Mischventil angeordnet.

In der WO 2007/083131 A1 wird eine aufgeladene Diesel-Brennkraftmaschine offenbart, bei der ein elektrischer Verdichter in einem umgehbaren Luft/EGR-Strömungsweg angeordnet ist. Dabei ist im Luft/EGR-Strömungsweg eine regelbare Drosselklappe angeordnet. Weiters sind zur Regelung der Frischluft in der Umgehungsleitung, sowie zur Regelung der rückgeführten Abgasmenge in der Abgasrückführleitung regelbare Ventile angeordnet.

Die AT 512 890 B1 beschreibt eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit einem in einem Luft/EGR-Strömungsweg angeordneten elektrischen Verdichter, wobei in den Luft/EGR-Strömungsweg eine ein Abgasrückführventil aufweisende Abgasrückführleitung einmündet. Der Luft/EGR-Strömungsweg ist stromabwärts des elektrischen Verdichters in zylinderselektive Zuführkanäle aufgeteilt, wobei pro Zylinder zumindest ein Zuführkanal in einen Einlasskanal einmündet. Ein von einem Verdichter eines Abgasturboladers ausgehender erster Frischluftströmungsweg teilt sich in einen zweiten und einen dritten Frischluftströmungsweg auf, wobei im zweiten Frischluftströmungsweg ein Frischluftventil und im dritten Frischluftströmungsweg eine Drosselklappe angeordnet ist. Der zweite und der dritte Frischluftströmungsweg werden alternativ oder parallel von Frischluft durchströmt. Der zweite Frischluftströmungsweg und die Abgasrückführleitung vereinigen sich in den Luft/EGR-Strömungsweg. Die rückgeführte Abgasmenge wird über das Abgasrückführventil, die Frischluft über das Frischluftventil geregelt.

Bei den genannten Brennkraftmaschinen können Zustände auftreten, bei denen im Luft/EGR-Strömungsweg und im elektrisch angetriebenen Verdichter ausschließlich konzentriertes Abgas vorhanden ist. Bei plötzlicher Aktivierung des elektrisch betriebenen Verdichters wird das konzentrierte Abgas sehr rasch den Brennräumen der Brennkraftmaschine zugeführt. Dies führt zu schlechten Verbrennungen und zu Leistungseinbußen.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise Leistungseinbußen in transienten Zuständen zu vermeiden.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass in zumindest einem - vorzugsweise transienten - Motorbetriebsbereich ein Spülmodus gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus das Abgasrückführventil geschlossen ist oder geschlossen wird. Das Abgasrückführventil bleibt auch während des gesamten Spülmodus geschlossen.

Der Spülmodus wird zweckmäßiger Weise im Anschluss an zumindest einen ersten Motorbetriebsbereich durchgeführt, in welchem eine Abgasrückführung mit hoher Abgasrückführrate stattgefunden hat.

Eine Spülung ist besonders dann notwendig, wenn eine plötzliche Leistungsanforderung durch den Fahrer erfolgt, bei der ein Betrieb des elektrisch betriebenen Verdichters angefordert wird. Der Spülmodus wird also insbesondere dann aktiviert, wenn eine plötzliche Leistungsanforderung erkannt wird. In einer einfachen Ausführung der Erfindung ist dazu vorgesehen, dass der Spülmodus in Abhängigkeit der Stellung oder eines Gradienten eines Gaspedals des Kraftfahrzeugs gestartet wird.

Um eine ausreichende und rasche Spülung des Luft/EGR-Strömungsweges zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn im Spülmodus ein Frischluftventil im durch den ersten und zweiten Frischluftströmungsweg gebildeten Frischluftpfad zumindest teilweise geöffnet wird, wobei vorzugsweise in dieser Öffnungsstellung mindestens 15%, vorzugsweise 25% bis 40 %, des Durchflussquerschnittes freigegeben ist. Das Frischluftventil wird beispielsweise durch eine einfache verstellbare Klappe gebildet. Das Frischluftventil kann dabei entweder im ersten Frischluftströmungsweg - also stromaufwärts von dessen Verzweigung in den zweiten und dritten Frischluftströmungsweg - oder im zweiten

Frischluftströmungsweg angeordnet sein, wobei durch das Frischluftventil der Strömungsquerschnitt des ersten Frischluftpfades bzw. des zweiten Frischluftpfades verändert wird. Ist das Frischluftventil im ersten Frischluftströmungsweg angeordnet, kann es durch eine herkömmliche Drosselklappe gebildet sein, welche den gesamten zur Brennkraftmaschine geleiteten Frischluftmassenstrom steuert. Dadurch kann ein separates Frischluftventil – zusätzlich zur Drosselklappe – eingespart werden. Insbesondere in diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn die Veränderung des Strömungsquerschnittes des gesteuerten ersten Frischluftpfades im Spülmodus mit einem definierten Gradienten erfolgt. Dadurch wird eine rasche Spülung ohne Verschlechterung des Fahrverhaltens ermöglicht.

Günstigerweise wird beim Start des Spülmodus ein im Luft/EGR-Strömungsweg angeordneter elektrisch betriebener Verdichter deaktiviert oder mit einer definierte ersten Drehzahl – beispielsweise der Leerlaufdrehzahl - betrieben. Die Drehzahl des elektrisch betriebenen Verdichters wird im Spülmodus erst nach einer definierten Vorhaltezeit erhöht. Die Vorhaltezeit wird so gewählt, dass auch im ungünstigsten Fall – also bei 100%-iger Abgaskonzentration und geringen Strömungsgeschwindigkeiten der Frischluft - gewährleistet ist, dass das konzentrierte Abgas überwiegend aus dem Luft/EGR-Strömungsweg entfernt ist. Die Vorhaltezeit kann dabei als fester Wert oder als Funktion in Abhängigkeit zumindest eines Parameters vorgegeben werden. Ein solcher Parameter kann beispielsweise ein gemessener Abgasbestandteil im Luft/EGR-Strömungsweg und/oder die Motordrehzahl und/oder der Saugrohrdruck und/oder ein Lastsignal sein.

In einer einfachen Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Spülmodus nach einer vordefinierten Spüldauer beendet wird. Alternativ zu einer voreingestellten festen Spüldauer kann das Ende des Spülmodus auch variabel sein und in Abhängigkeit zumindest eines Spülparameters – beispielsweise eines Abgasbestandteiles oder der EGR-Rate (Abgasrückführrate) - berechnet werden. Insbesondere kann beispielsweise die EGR-Rate im Luft/EGR-Strömungsweg oder im Einlasssystem bestimmt und der Spülmodus beendet werden, sobald eine Sollwert für die EGR-Rate erreicht oder unterschritten wird.

Um die Emissionsvorgaben zu erfüllen, wird nach Beenden des Spülmodus das Frischluftventil und/oder die Drehzahl des elektrisch betriebenen Verdichters auf eine dem Sollwert der EGR-Rate entsprechende Einstellung gebracht.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von in den Figuren gezeigten nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer ersten Ausführungsvariante,

Fig. 2 den Verlauf von ausgewählten Motorbetriebsparametern während der Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei dieser Ausführungsvariante,

Fig. 3 eine Brennkraftmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer zweiten Ausführungsvariante und

Fig. 4 den Verlauf von ausgewählten Motorbetriebsparametern während der Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei dieser Ausführungsvariante.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die für mehrere Zylinder Z ausgebildete Brennkraftmaschine 1 weist ein Abgasrückführsystem 2 zwischen einem Auslasssystem 3 und einem Einlasssystem 4 auf. Mit Bezugszeichen 5 ist ein Abgasturbolader bezeichnet, dessen Abgasturbine 6 im Auslassstrang 7 des Auslasssystems 3 und dessen Verdichter 8 im Einlassstrang 9 des Einlasssystems 4 angeordnet ist. Stromabwärts der Turbine 6 des Abgasturboladers 5 sind Abgasreinigungseinrichtungen 10 und Schalldämpfer 11 angeordnet.

Im Einlassstrang 4 ist stromaufwärts des Verdichters 8 des Abgasturboladers 5 ein Luftfilter 12 und stromabwärts des Verdichters 8 ein Ladeluftkühler 13 angeordnet. Mit Bezugszeichen 14 ist eine im Abgasstrang 7 stromabwärts der Abgasturbine 6 angeordnete Lambdasonde, mit Bezugszeichen 15 ein im Einlassstrang 9 stromabwärts des Verdichters 8 angeordneter Ladedrucksensor bezeichnet. Vor dem Eintritt des Einlassstranges 9 in den Einlasssammler 16 ist eine Drosselklappe

17 angeordnet. Vom Einlasssammler 16 führen zylinderindividuelle Einlasskanäle 18 zu den einzelnen Zylindern Z.

Das Abgasrückführsystem 2 weist eine Abgasrückführleitung 19 auf, welche vom Abgasstrang 7 ausgeht, und zum Einlasssystem 4 führt. In der Abgasrückführleitung 19 ist ein Abgasrückführkühler 20 und stromabwärts von diesem ein als einfaches Regelventil ausgebildetes Abgasrückführventil 21 angeordnet.

Mit Bezugszeichen 22 ist ein elektrischer Verdichter bezeichnet, welcher in einem Luft/EGR -Strömungsweg 30 so zwischen dem Abgasrückführsystem 2 und dem Einlasssystem 4 positioniert ist, dass er wahlweise rückgeführtes Abgas, Frischluft, oder ein Gemisch aus rückgeführtem Abgas und Frischluft fördern kann. Stromabwärts des elektrischen Verdichters 22 im Luft/EGR-Strömungsweg 30 ein Abgasrückführkühler 31 angeordnet. Frischluftseitig ist im Frischluftströmungsweg 9a, 9b stromaufwärts des elektrischen Verdichters 22 ein Frischluftventil 23 angeordnet, welches als Klappe ausgeführt sein kann. Der elektrische Lader 22 kann frischluftseitig über eine vom Frischluftströmungsweg 9a ausgehende Umgehungsleitung - dem Frischluftströmungsweg 9c -, in welcher ein Rückschlagventil 25 angeordnet ist, umgangen werden.

Das Abgasrückführsystem 2 ist als Hochdruckabgasrückführsystem ausgebildet, wobei die Abgasrückführleitung 19 stromaufwärts der Abgasturbine 6 vom Abgasstrang 7 abzweigt und stromabwärts des Verdichters 8 in das Einlasssystem 4 einmündet. Im Bereich der Einmündung des Luft/EGR-Strömungsweges 30 in das Einlasssystem 4 ist eine Verteilerleiste 26 mit nicht weiter bezeichneten zylinderselektiven Zuführkanälen angeordnet. Die Zuführkanäle münden in der in Fig.1 dargestellten Ausführungsvariante direkt in zu jedem Zylinder Z führenden Einlasskanäle 18.

Der erste Frischluftströmungsweg 9a des Einlassstranges 9 verzweigt sich in einen zweiten Frischluftströmungsweg 9b und einen dritten Frischluftströmungsweg 9c. Der zweite Frischluftströmungsweg 9b und die Abgasrückführleitung 2 vereinigen sich stromaufwärts des durch einen Elektromotor angetriebenen elektrischen Verdichters 22 zum Luft/EGR-Strömungsweg 30. Der dritte Frischluftströmungsweg 9c führt über das Rückschlagventil 25 und die Drosselklappe 17 zum

Einlasssammler 16. Das Rückschlagventil 25 öffnet in Richtung des Einlasssammlers 16 und schließt in entgegengesetzter Richtung.

In zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich – beispielsweise bei niedriger Teillast – wird das Abgasrückführventil 21 geöffnet und Abgas über die Abgasrückführleitung 19 und den Luft/EGR-Strömungsweg 30 vom Auslasssystem 3 zum Einlasssystem 4 geleitet. Dabei kann Frischluft aus dem ersten Frischluftströmungsweg 9a über den zweiten Frischluftströmungsweg 9b in den Luft/EGR-Strömungsweg 30 geleitet werden.

Wird nun vom Fahrer durch Betätigen des Gaspedals eine plötzliche Antriebsleistungserhöhung angefordert, so muss diese erhöhte Leistung möglichst rasch und unverzüglich zur Verfügung gestellt werden. Eine im Luft/EGR-Strömungsweg 30 verbliebene hohe Abgaskonzentration, welche quasi als Pfropfen vor einer erhöhten Frischluftmenge in der Brennkraftmaschine 1 erst abgearbeitet werden müsste, würde die Leistungssteigerung der Brennkraftmaschine und somit die Fahrbarkeit des Fahrzeuges stark beinträchtigen. Um dies zu vermeiden sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass unmittelbar im Anschluss an den ersten Motorbetriebsbereich in einem transienten Motorbetriebsbereich ein Spülmodus Ms gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg 30 mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus Ms das Abgasrückführventil 21 geschlossen ist oder geschlossen wird. Der Spülmodus Ms wird dabei in Abhängigkeit der Stellung oder des Gradienten des durch den Fahrer betätigten Gaspedals des Kraftfahrzeugs gestartet.

Im Spülmodus Ms wird dabei das Frischluftventil 23 zumindest teilweise geöffnet, wobei in dieser Öffnungsstellung beispielsweise mindestens 15% des Durchflussquerschnittes des zweiten Frischluftströmungsweges 9b freigegeben wird. Der im Luft/EGR-Strömungsweg 30 angeordnete elektrische Verdichter 22 wird beim Start des Spülmodus Ms deaktiviert oder mit Leerlaufdrehzahl betrieben. Die Drehzahl des elektrischen Verdichters 22 wird im Spülmodus Ms erst nach einer definierten Vorhaltezeit gegebenenfalls wieder erhöht.

Nach Spülung des Luft/EGR-Strömungsweges 30 wird der Spülmodus Ms beendet und das Frischluftventil 23 und gegebenenfalls auch die Drehzahl des elektrischen Verdichters 22 auf eine dem Sollwert der EGR-Rate entsprechende Einstellung gebracht. Das Ende des Spülvorganges kann entweder nach Verstreichen einer

vordefinierten Spüldauer oder bei Erreichen eines Sollwertes für die Abgasmenge im Einlasssystem 4 erreicht werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsvariante unterscheidet sich von Fig. 1 im Wesentlichen dadurch, dass die Drosselklappe 17 im ersten Frischluftströmungsweg 9a stromaufwärts der Verzweigung in den zweiten und dritten Frischluftströmungsweg 9c angeordnet ist und somit die Funktion des Frischluftventils 23 übernimmt (und hier auch als solches bezeichnet wird). Der zweite Frischluftströmungsweg 9b ist dabei völlig ohne jede zusätzliche Einrichtung zur Veränderung des Strömungsquerschnittes, also ohne irgendwelche Ventile oder Klappen, ausgeführt. Der dritte Frischluftströmungsweg 9c enthält – abgesehen vom Rückschlagventil 25 – ebenfalls kein steuerbares Ventil oder eine steuerbare Klappe.

Durch Ansteuerung des Abgasrückführventils 21 und der Drosselklappe 17 fördert der elektrische Verdichter 22 entweder Frischluft aus dem Frischluftstrang 9a des Einlasssystems 4, oder ein Gemisch aus rückgeführtem Abgas und Frischluft. Über die Drosselklappe 17 erfolgt somit sowohl die Lastregelung, als auch die Gemischregelung. Das Abgasrückführventil 21 braucht dabei nur für die höchstzulässige rückgeführte Abgasmenge, aber für hohe Abgastemperaturen ausgelegt werden. Die Drosselklappe 17 wird thermisch wenig belastet, muss aber große Einlassluftmengen steuern können. Somit kann jedes der beiden Steuerorgane 17, 21 optimal für seinen jeweiligen Verwendungszweck ausgelegt werden.

Weiters mündet der dritte Frischluftströmungsweg 9c in einen ersten Sammelraum 16a und der Luft/EGR-Strömungsweg 30 in einen zweiten Sammelraum 16b des Einlasssammlers 16, wobei die beiden Sammelräume 16a, 16b durch eine Trennwand 29 voneinander getrennt sind, welche als (nicht weiter dargestellte) Längstrennwand ihre Fortsetzung in den Einlasskanälen 18 jedes Zylinders Z findet. Durch die Längstrennwand ist jeder Einlasskanal 18, oder zumindest ein Einlasskanal 18 jedes Zylinders Z oder zumindest eines Zylinders Z, in einen ersten 18a und einen zweiten Teilkanal 18b aufgeteilt, wobei der erste Teilkanal 18a vom ersten Sammelraum 16a und der zweite Teilkanal 16b vom zweiten Sammelraum 16b ausgeht. Die Längstrennwand erstreckt sich bis in den Ventilraum des jeweiligen Einlasskanals 18, sodass die Strömung jedes Teilkanals 18a, 18b bis

unmittelbar vor die Eintrittsöffnung in den Zylinder Z geführt ist. Dadurch kann im Brennraum eine gezielte Drallströmung, insbesondere eine Tumble-Bewegung, oder eine Schichtung des rückgeführten Abgases im Brennraum erzeugt werden.

In zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich – beispielsweise bei niedriger Teillast – wird das Abgasrückführventil 21 geöffnet und Abgas über die Abgasrückführleitung 19 und den Luft/EGR-Strömungsweg 30 vom Auslasssystem 3 zum Einlasssystem 4 geleitet. Dabei kann Frischluft aus dem ersten Frischluftströmungsweg 9a über den zweiten Frischluftströmungsweg 9b in den Luft/EGR-Strömungsweg 30 geleitet werden.

Wird nun vom Fahrer durch Betätigen des Gaspedals eine plötzliche Antriebsleistungserhöhung angefordert, so muss diese erhöhte Leistung möglichst rasch und unverzüglich zur Verfügung gestellt werden. Eine im Luft/EGR-Strömungsweg 30 verbliebene hohe Abgaskonzentration, welche quasi als Pfropfen vor einer erhöhten Frischluftmenge in der Brennkraftmaschine 1 erst abgearbeitet werden müsste, würde die Leistungssteigerung der Brennkraftmaschine und somit die Fahrbarkeit des Fahrzeuges stark beinträchtigen. Um dies zu vermeiden sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass unmittelbar im Anschluss an den ersten Motorbetriebsbereich in einem transienten Motorbetriebsbereich ein Spülmodus Ms gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg 30 mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus Ms das Abgasrückführventil 21 geschlossen ist oder geschlossen wird. Der Spülmodus Ms wird dabei in Abhängigkeit der Stellung oder des Gradienten des durch den Fahrer betätigten Gaspedals des Kraftfahrzeugs gestartet.

Im Spülmodus Ms wird dabei das Frischluftventil 23 (Fig. 1) bzw. die Drosselklappe 17 (Fig. 3) zumindest teilweise geöffnet, wobei in dieser Öffnungsstellung beispielsweise maximal 40% des Durchflussquerschnittes des zweiten Frischluftströmungsweges 9b (Fig. 1) bzw. des ersten Frischluftströmungsweges 9a (Fig. 3) freigegeben wird. Der im Luft/EGR-Strömungsweg 30 angeordnete elektrische Verdichter 22 wird beim Start des Spülmodus Ms deaktiviert oder mit Leerlaufdrehzahl betrieben. Die Drehzahl n des elektrischen Verdichters 22 wird im Spülmodus Ms erst nach einer definierten Vorhaltezeit Δt gegebenenfalls wieder erhöht.

Nach Spülung des Luft/EGR-Strömungsweges 30 wird der Spülmodus Ms beendet und das Frischluftventil 23 und gegebenenfalls auch die Drehzahl des elektrischen Verdichters 22 auf eine dem Sollwert der EGR-Rate entsprechende Einstellung gebracht. Das Ende des Spülvorganges kann entweder nach Verstreichen einer vordefinierten Spüldauer oder bei Erreichen eines Sollwertes für die Abgasmenge im Einlasssystem 4 erreicht werden.

Fig. 2 und 4 zeigen die Parameter AV (Stellung des Frischluftventils 23) , GG (Gradient des Gaspedals), GS (Stellung des Gaspedals), L (relative Motorlast), p (Saugrohrdruck), n (Drehzahl des elektrischen Verdichters 22), EGRV (Stellung des Abgasrückführventils 21), SF (Spülflag), TV (Stellung der Drosselklappe 17) während eines Spülganges über der Zeit t aufgetragen, während eines Überganges von einem ersten Betriebsmodus M_1 in einen transienten Betriebsmodus M_T der Brennkraftmaschine 1, über der Zeit t aufgetragen. Der Beginn des Spülmodus Ms ist mit t_1, das Ende des Spülmodus Ms mit t_2 bezeichnet.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der genannten Parameter bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der in Fig. 1 gezeigten Brennkraftmaschine 1. Fig. 4 den Verlauf der genannten Parameter bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der in Fig. 3 dargestellten Brennkraftmaschine 1.

In beiden Fällen wird zum Zeitpunkt t_1 aus geringer Last (Abgasrückführventil 21 geöffnet, elektrischer Verdichter 22 läuft im Leerlauf beispielsweise bei einer Drehzahl n von etwa 5000 Umdrehungen pro Minute) das Gaspedal vom Fahrer relativ rasch durchgedrückt. Es ergibt sich ein hoher Gradient des Gaspedals GG. Das Abgasrückführventil 21 wird sofort geschlossen, wie aus der Kurve EGRV hervorgeht. Die Drosselklappe 17 öffnet sich.

Zu diesem Zeitpunkt ist beim in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel das Frischluftventil 23 geschlossen (siehe Kurve AV, Fig. 2). Im Luft/EGR-Strömungsweg 30 befindet sich konzentriertes Abgas. Wenn nun sofort der elektrische Verdichter 22 die Drehzahl erhöhen würde, ohne dass das Frischluftventil 23 geöffnet werden würde, würde ein „Abgas-Pfropfen" in den Motor geschoben werden, der zu einer schlechten Verbrennung führt (zu hohe EGR Rate in einigen Zyklen).

Eine Vorsteuerung des Frischluftventils auf höhere Öffnungswerte ist nicht zielführend, da sich dadurch Luft/ EGR Verhältnisse im Stationärbetrieb ergeben würden, welche außerhalb des optimalen Bereiches liegen.

Die erfindungsgemäße Lösung des Problems sieht vor, dass ein Spülmodus Ms gestartet wird, wobei eine Spülfunktion mit einer speziellen Steuerungsfunktion für die Frischluftventil 23 eingesetzt wird. Dabei wird nach Detektion des Pedalgradienten - wie bereits beschrieben - das Abgasrückführventil 21 sofort geschlossen. Es wird die Position des Frischluftventils 23 bestimmt. Wenn sich die Position des durch eine Luftklappe gebildeten Frischluftventils 21 oberhalb eines definierten Schwellwertes von beispielsweise 80% der Schließstellung befindet (93% wäre in diesem Fall geschlossen), wird die Spülfunktion durch Setzen des Spülflags SF aktiviert.

Das Frischluftventil 21 wird auf einen vorgegebenen Wert sofort geöffnet, wobei zumindest 15%, vorzugsweise etwa 25 – 40% des Strömungsquerschnittes des Frischluftströmungsweges 9b freigegeben werden. Die Erhöhung der Drehzahl n des elektrischen Verdichters 22 wird verzögert. Es ist nun möglich mit zusätzlicher Luft die hohe EGR Rate schnell abzusenken. Während oder nach Ablauf des Spülens - beispielsweise nach Verstreichen einer definierten Vorhaltezeit Δt - wird die Drehzahl n des elektrischen Verdichters 22 angehoben. Der Ladedruck p steigt. Da die EGR-Rate vor Erhöhung der Drehzahl n des elektrischen Verdichters 22 abgesenkt wurde (im Luft/EGR-Strömungsweg 30 befindet sich nun ein Luft/AGR Gemisch) kommt es zu keinen Verbrennungsdefekten.

Nach Ablauf der Spülfunktion wird das Frischluftventil 21 wieder auf den Wert der Vorsteuerung (passend zur Drehzahl n des elektrischen Verdichters 22 und der EGR Rate – in diesem Fall 0) gebracht.

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsvariante der Brennkraftmaschine 1, bei der die Drosselklappe 17 im ersten Frischluftströmungsweg 9a angeordnet ist, wird die Spülfunktion des Frischluftventils für die Drosselklappe 17 angewendet (Fig. 4). Ein separates Frischluftventil im zweiten Frischluftströmungsweg 9b kann somit entfallen.

Wie in Fig. 4 durch die Linie TV_0 gezeigt ist, wird die Drosselklappe 17 ohne Aktivierung der Spülfunktion relativ langsam geöffnet, um die Fahrbarkeit zu

verbessern und/oder um die vorgegebene EGR-Rate einzuhalten. Bei aktivierter Spülfunktion hingegen wird die Drosselklappe 17 während des Spülmodus Ms rasch geöffnet, um ein effizientes Spülen ohne nachteilige Beeinträchtigung der Verbrennung zu erreichen. Auf diese Weise können sehr rasch der Spülmodus Ms beendet und die dem Betriebspunkt entsprechende Vorgaben für die EGR-Rate und den Saugrohrdruck p erreicht werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern (Z) eines Kraftfahrzeuges, bei der in zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich (M_1) Abgas über zumindest ein Abgasrückführventil (21), eine Abgasrückführleitung (19) und einen Luft/EGR-Strömungsweg (30) von einem Auslasssystem (3) zu einem Einlasssystem (4) geführt wird, und im ersten (M_1) oder zumindest einem weiteren Motorbetriebsbereich Frischluft aus einem ersten Frischluftströmungsweg (9a) über einen zweiten Frischluftströmungsweg (9b) in den Luft/EGR-Strömungsweg (30) geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem - vorzugsweise transienten - Motorbetriebsbereich (M_T) ein Spülmodus (Ms) gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg (30) mit Frischluft gespült wird, wobei zu Beginn des Spülmodus (Ms) das Abgasrückführventil (21) geschlossen ist oder geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülmodus zumindest im Anschluss an den ersten Motorbetriebsbereich (M_1) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülmodus (Ms) in Abhängigkeit der Stellung (GS) oder eines Gradienten (GG) eines Gaspedals des Kraftfahrzeugs gestartet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Spülmodus (Ms) ein Frischluftventil (23) zumindest teilweise geöffnet wird, wobei vorzugsweise in dieser Öffnungsstellung zumindest 15%, vorzugsweise 25% bis 40%, des Durchflussquerschnittes freigegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Frischluftventil (23) der Strömungsquerschnitt der zweiten Frischluftleitung (9b) verändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Frischluftventil (23) der Strömungsquerschnitt der ersten Frischluftleitung (9a) verändert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung des Strömungsquerschnittes im Spülmodus (Ms) mit einem definierten Gradienten erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Luft/EGR-Strömungsweg (30) angeordneter elektrisch betriebener Verdichter (22) beim Start des Spülmodus (Ms) deaktiviert oder mit einer ersten Drehzahl, vorzugsweise der Leerlaufdrehzahl, betrieben wird und die Drehzahl (n) des elektrisch betriebenen Verdichters (22) im Spülmodus (Ms) erst nach einer definierten Vorhaltezeit (Δt) erhöht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer vordefinierten Spüldauer (t_2-t_1) der Spülmodus (Ms) beendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die EGR-Rate im Luft/EGR-Strömungsweg (30) oder im Einlasssystem (4) bestimmt wird und der Spülmodus (Ms) beendet wird, sobald eine Sollwert für die EGR-Rate erreicht oder unterschritten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beenden des Spülmodus (Ms) das Frischluftventil (23) und/oder die Drehzahl (n) des elektrisch betriebenen Verdichters (22) auf eine dem Sollwert der EGR-Rate entsprechende Einstellung gebracht wird.

2016 02 10
Fu

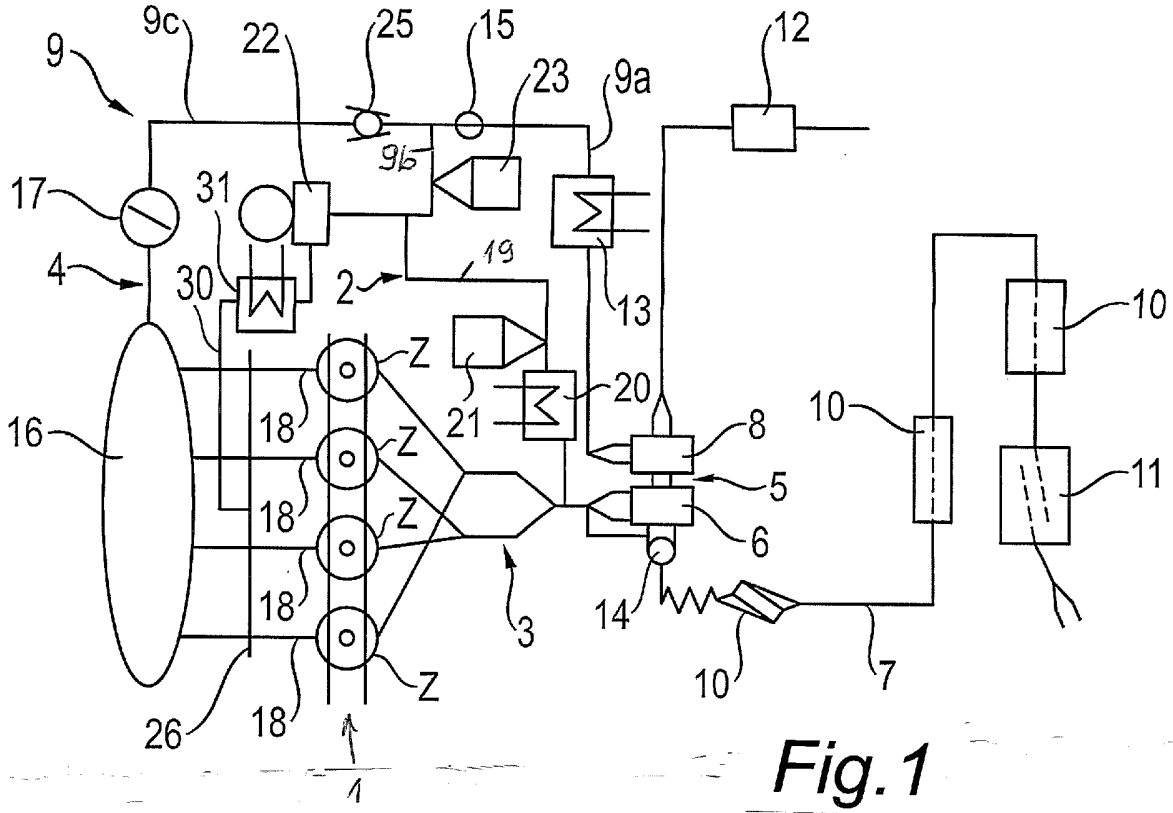

9
9c
22
25
15
23
9a
12
9b
17
31
4
30
2
19
13
10
Z
18
20
21
8
16
5
6
3
14
7
11
26
1

Fig.1

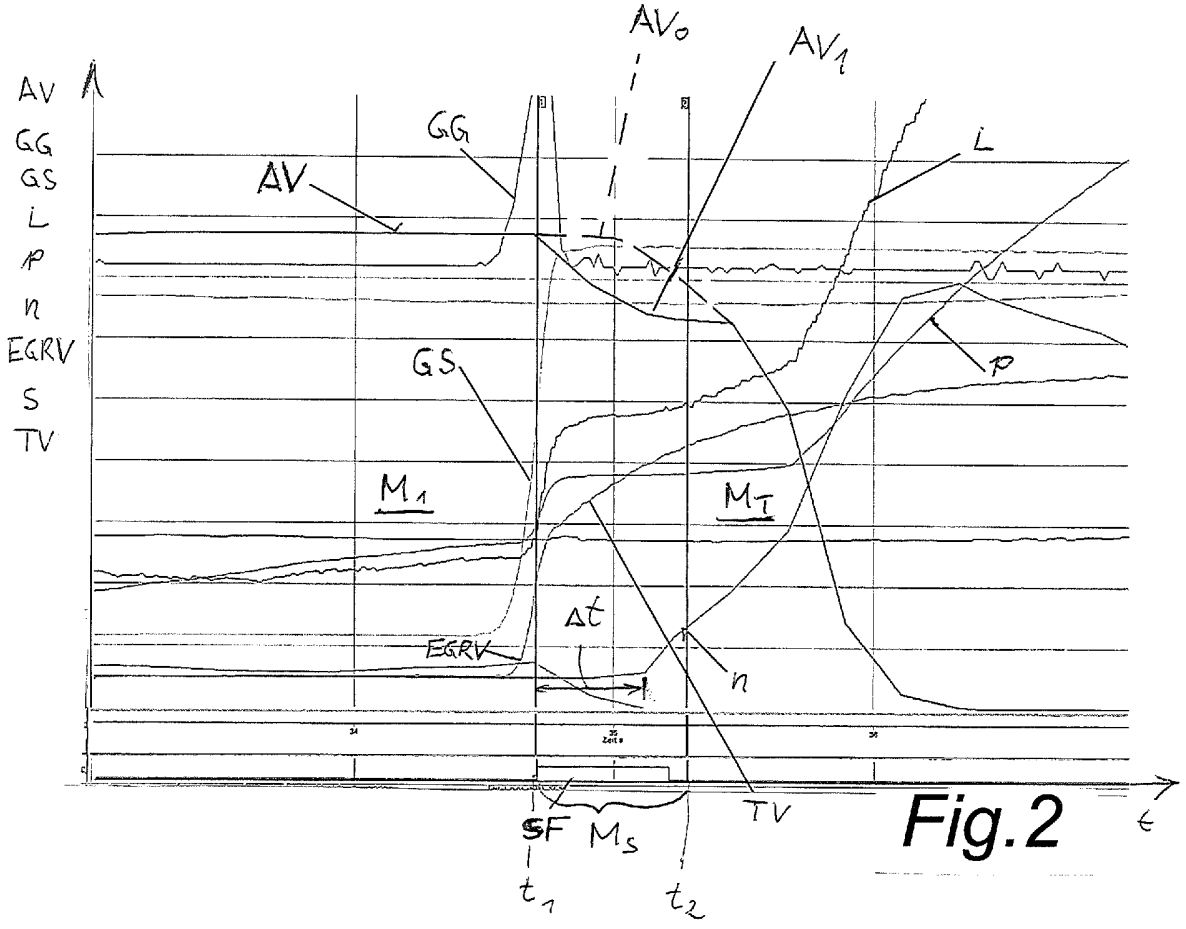

AV
GG
GS
L
p
n
EGRV
S
TV
AV0
AV1
GG
L
AV
GS
p
M1
MT
EGRV
Δt
n
TV
SF
MS
t1
t2
t

Fig.2

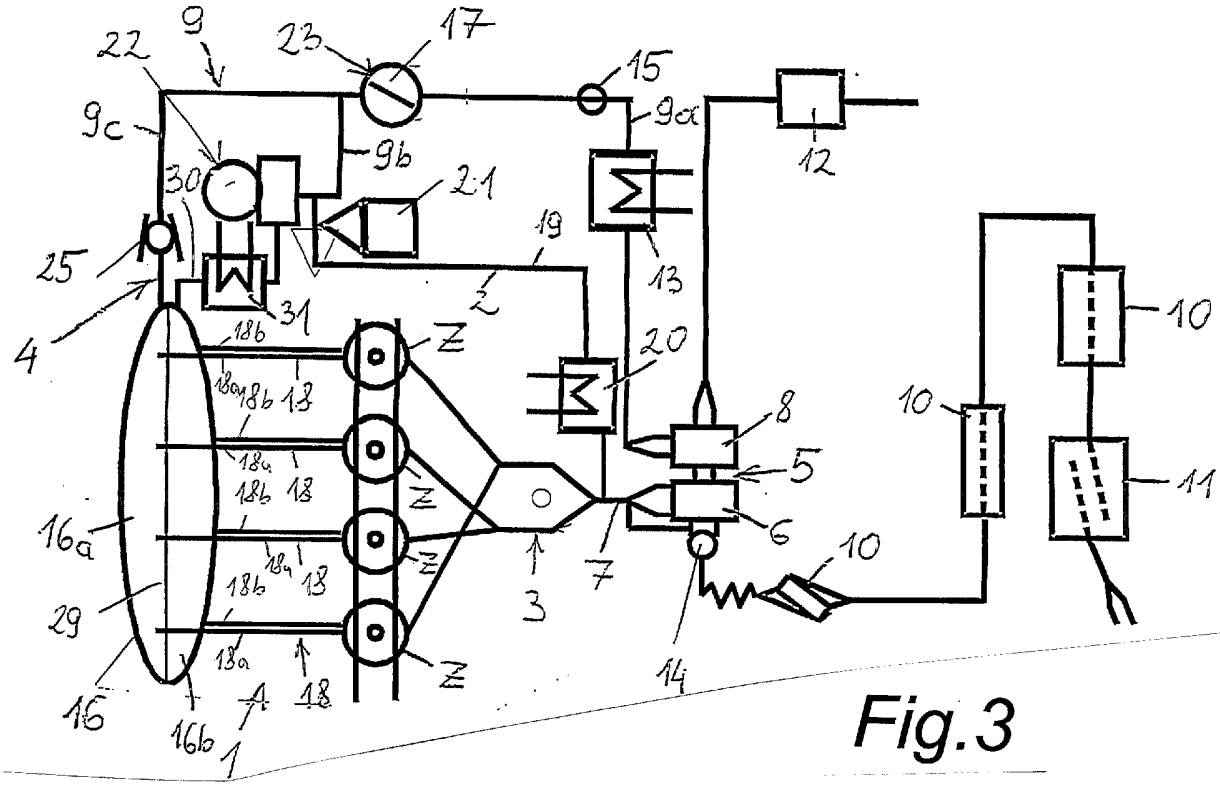

9
22
23
17
15
9c
9a
9b
12
30
21
19
25
13
2
4
31
20
10
18b
Z
8
18a
18b
13
5
16a
6
10
7
3
29
14
16
16b
A
18
1

Fig.3

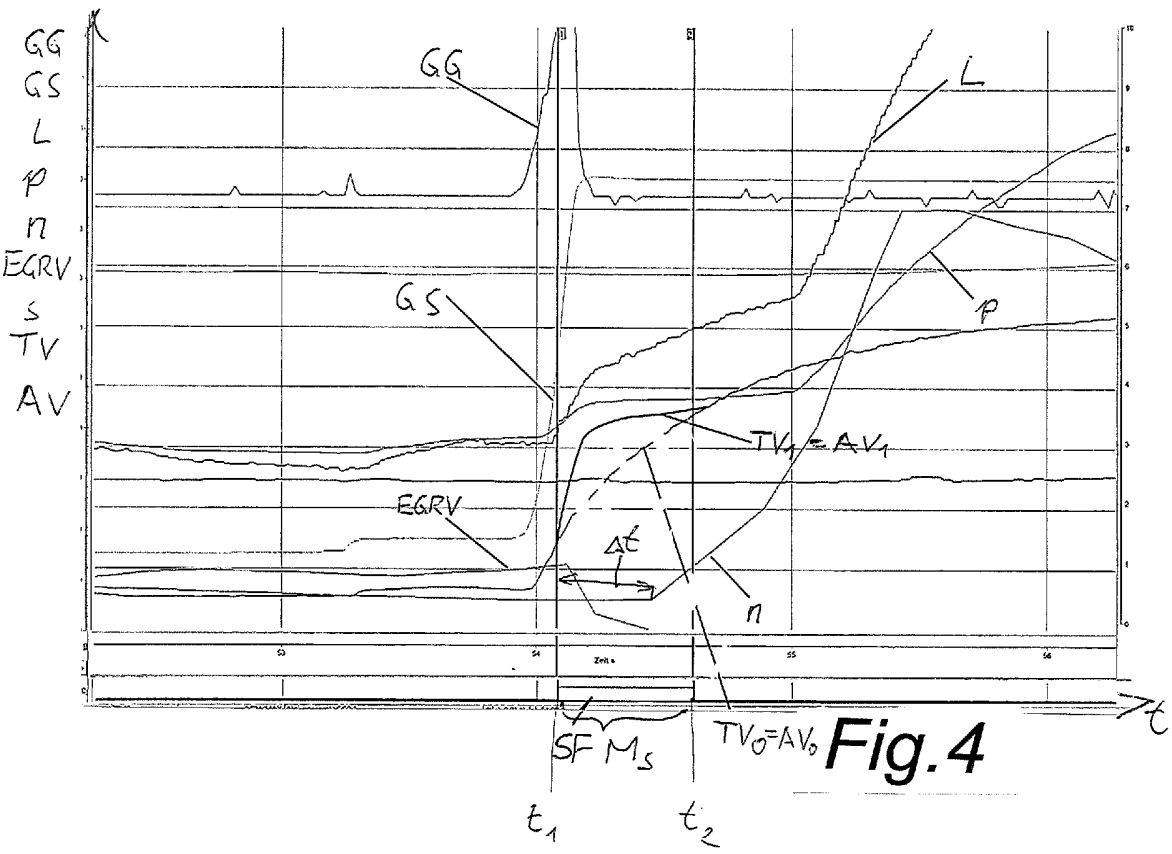

GG
GS
L
p
n
EGRV
s
TV
AV
GG
L
GS
p
TV1 = AV1
EGRV
Δt
n
SF Ms
TV0=AV0
t
t1
t2

Fig.4

(neue) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern (Z) eines Kraftfahrzeuges, bei der in zumindest einem ersten Motorbetriebsbereich (M_1) Abgas über zumindest ein Abgasrückführventil (21), eine Abgasrückführleitung (19) und einen Luft/EGR-Strömungsweg (30) von einem Auslasssystem (3) zu einem Einlasssystem (4) geführt wird, und im ersten (M_1) oder zumindest einem weiteren Motorbetriebsbereich Frischluft aus einem ersten Frischluftströmungsweg (9a) über einen zweiten Frischluftströmungsweg (9b) in den Luft/EGR-Strömungsweg (30) geleitet wird, wobei in zumindest einem Motorbetriebsbereich ein Spülmodus (Ms) gestartet wird, bei dem der Luft/EGR-Strömungsweg (30) mit Frischluft gespült wird, und wobei zu Beginn des Spülmodus (Ms) das Abgasrückführventil (21) geschlossen ist oder geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem transienten Motorbetriebsbereich (M_T) ein Spülmodus (Ms) gestartet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülmodus zumindest im Anschluss an den ersten Motorbetriebsbereich (M_1) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spülmodus (Ms) in Abhängigkeit der Stellung (GS) oder eines Gradienten (GG) eines Gaspedals des Kraftfahrzeugs gestartet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Spülmodus (Ms) ein Frischluftventil (23) zumindest teilweise geöffnet wird, wobei vorzugsweise in dieser Öffnungsstellung zumindest 15%, vorzugsweise 25% bis 40%, des Durchflussquerschnittes freigegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Frischluftventil (23) der Strömungsquerschnitt der zweiten Frischluftleitung (9b) verändert wird.

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Frischluftventil (23) der Strömungsquerschnitt der ersten Frischluftleitung (9a) verändert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung des Strömungsquerschnittes im Spülmodus (Ms) mit einem definierten Gradienten erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Luft/EGR-Strömungsweg (30) angeordneter elektrisch betriebener Verdichter (22) beim Start des Spülmodus (Ms) deaktiviert oder mit einer ersten Drehzahl, vorzugsweise der Leerlaufdrehzahl, betrieben wird und die Drehzahl (n) des elektrisch betriebenen Verdichters (22) im Spülmodus (Ms) erst nach einer definierten Vorhaltezeit (Δt) erhöht wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer vordefinierten Spüldauer (t_2-t_1) der Spülmodus (Ms) beendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die EGR-Rate im Luft/EGR-Strömungsweg (30) oder im Einlasssystem (4) bestimmt wird und der Spülmodus (Ms) beendet wird, sobald eine Sollwert für die EGR-Rate erreicht oder unterschritten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beenden des Spülmodus (Ms) das Frischluftventil (23) und/oder die Drehzahl (n) des elektrisch betriebenen Verdichters (22) auf eine dem Sollwert der EGR-Rate entsprechende Einstellung gebracht wird.

2017 03 03
Fu

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE