

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1094/2006** (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **F02D 13/02** (2006.01),  
(22) Anmeldetag: **29.06.2006** **F01L 1/34** (2006.01),  
(43) Veröffentlicht am: **15.10.2006** **F02B 37/00** (2006.01)

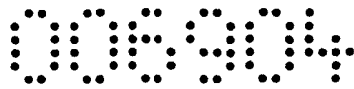
(73) Patentanmelder:

AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER FREMDGEZÜNDETEN BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung, welche zumindest einen Abgasturbolader und zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung aufweist, mit zumindest einer Einrichtung zur Veränderung der Einlass- und/oder Auslasssteuerzeit, wobei die Brennkraftmaschine insbesondere bei niedriger Drehzahl mit einer definierten Ventilüberschneidung von Ein- und Auslassventilen zum Spülen des Brennraumes betrieben wird, und wobei die Ventilüberschneidung in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters verändert wird. Um das Drehmoment der Brennkraftmaschine, insbesondere bei niedriger Motordrehzahl zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Spülen nach Erreichen eines Schwellwertes des Motorbetriebsparameters begrenzt oder vermindert wird.

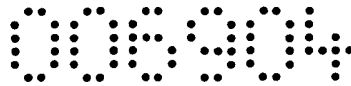
**AT 501 678 A2 2006-10-15**



## **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung, welche zumindest einen Abgasturbolader und zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung aufweist, mit zumindest einer Einrichtung zur Veränderung der Einlass- und/oder Auslasssteuerzeit, wobei die Brennkraftmaschine insbesondere bei niedriger Drehzahl mit einer definierten Ventilüberschneidung von Ein- und Auslassventilen zum Spülen des Brennraumes betrieben wird, und wobei die Ventilüberschneidung in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters verändert wird. Um das Drehmoment der Brennkraftmaschine, insbesondere bei niedriger Motordrehzahl zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Spülen nach Erreichen eines Schwellwertes des Motorbetriebsparameters begrenzt oder vermindert wird.

Fig.



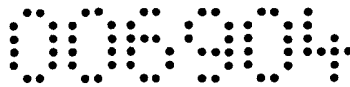
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung, welche zumindest einen Abgasturbolader und zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung aufweist, mit zumindest einer Einrichtung zur Veränderung der Einlass- und/oder Auslasssteuerzeit, wobei die Brennkraftmaschine insbesondere bei niedriger Drehzahl mit einer definierten Ventilüberschneidung von Ein- und Auslassventilen zum Spülen des Brennraumes betrieben wird, und wobei die Ventilüberschneidung in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters verändert wird.

Eine durch Hubraumreduktion erwirkte Verlagerung der Motorbetriebspunkte hin zu verbrauchsgünstigeren Kennfeldpunkten stellt eine wirksame Maßnahme zur Verbrauchsreduktion bei Diesel-Brennkraftmaschinen und bei Otto-Brennkraftmaschinen dar. Zur Beibehaltung der Fahrleistung ist eine Steigerung der Leistungsdichte des Motors durch Aufladung erforderlich. Turboaufladung ist dabei aus verschiedenen bekannten Gründen vorteilhaft. Der Nachteil dieser Aufladart ist jedoch eine prinzipielle Schwäche im stationären und insbesondere im instationären Verhalten bei niedrigen Motordrehzahlen. Die Optimierung des Ladungswechsels bei sehr niedrigen Drehzahlen ist eine Voraussetzung für die bestmögliche Nutzung des Turboladers, bzw. weiterer Aufladeaggregate und folglich für ein breites nutzbares Drehzahlband.

Wichtig für niedrige Vollastdrehzahlen ist ein spülender Ladungswechsel, einerseits wegen einer effizienten Restgasausspülung und eines hohen Liefergrades, andererseits wegen einer Erhöhung des Massenstroms über die Turbine. Dieser bewirkt höhere Turbinenarbeit und steigenden Ladedruck. Die Gefahr des Verdichterpumpens wird insofern begegnet, als sich die Betriebspunkte im Verdichterkennfeld mit spülendem Ladungswechsel deutlich nach rechts, hin zu größeren Durchsätzen verlagern.

Bei niedriger Drehzahl wird mit großer Ventilüberschneidung gefahren, um den Abgasturbolader in einen besseren Wirkungsgradbereich zu schieben. Das Spülen ist begrenzt durch exotherme Reaktionen im Katalysator. Da sich im Stationärfall der Katalysator zu stark aufheizen würde, wenn über längere Zeitdauer auf konstant niedriger Drehzahl gefahren würde, wird zumeist nicht die optimale Überschneidung für den besten Drehmomentaufbau appliziert, um zu starke Katalysatoralterung zu vermeiden.

Bei Turbomotoren werden Phasenschieber eingesetzt, um das Drehmoment der Brennkraftmaschine bei niedrigen Drehzahlen zu verbessern. Bei dieser Spülstrategie kommt es zu einer Erhöhung der HC-Emissionen und des Sauerstoffge-



haltes im Abgas. Dies führt zu einer exothermen Reaktion im Katalysator und weiter zu Katalysatoralterung, bzw. Überhitzung des Katalysators. Daher muss die Überschneidung, bzw. das Spülen begrenzt werden.

Es ist bekannt, die Ventilüberschneidung in Abhängigkeit der Motortemperatur durchzuführen, beispielsweise aus der JP 2004-176680 A2 oder der US 6,109,225 A. Dies gestattet allerdings nur eine quasistationäre, keinesfalls eine dynamische Änderung der Nockenwellenstellung, um den Ladedruckaufbau eines Turboladers zu unterstützen.

Aufgabe der Erfindung ist es, im Transientfall einen optimalen Betrieb des Abgasturboladers zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erzielt, dass das Spülen nach Erreichen eines Schwellwertes des Motorbetriebsparameters – beispielsweise des Ladedruckes, einer abgelaufenen Zeit, der Abgastemperatur, der Temperatur im Katalysator, des Motormomentes - begrenzt oder vermindert wird, wobei vorzugsweise die Ventilüberschneidung im transienten Betriebsfall verändert wird.

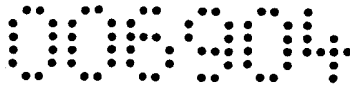
Besonders vorteilhaft ist es, wenn vor Erreichen des Schwellwertes die Ventilüberschneidung für maximalen Ladedruck eingestellt wird, und nach Erreichen des Schwellwertes auf den Wert für maximale zulässige Temperatur im Katalysator zurückgefahren (reduziert) wird.

Im Transientfall – der Beschleunigung – wird nur kurz die kritische Drehzahl des Abgasturboladers durchlaufen. Falls die Brennkraftmaschine stationär im kritischen Drehzahlbereich mit großer Überschneidung betrieben wird, kann die Überschneidung auf das katalysatorverträgliche Maß zurückgefahren werden. Diese Verminderung der Überschneidung (bzw. des Spülens, bzw. das Verstellen der Ein- oder Auslassnockenwelle oder beider Nockenwellen) kann in Abhängigkeit verschiedener berechneter oder gemessener Motorparameter, wie dem Ladedruck, dem Motordrehmoment, der Abgastemperatur, der Temperatur in der Abgasnachbehandlungseinrichtung oder einer bestimmten Betriebsdauer in einem bestimmten Motorbetriebszustand durchgeführt werden.

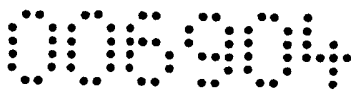
Somit kann das Drehmoment der Brennkraftmaschine verbessert werden, indem die Ventilüberschneidung, bzw. die Verstellung der Nockenwellen an das Verhalten der Brennkraftmaschine, bzw. des Katalysators angepasst wird.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figur näher erläutert.

Die Figur zeigt die Fahrpedalstellung FP, den Stellweg ENS des Einlassnockenwellensteller, den Stellweg ANS des Auslassnockenwellensteller, den die No-



ckenwellenverstellung bestimmenden Parameter P (zum Beispiel den Ladedruck) und die Temperatur T im Katalysator über der Zeit t aufgetragen. Bei der durch die Fahrpedalstellung FP angedeuteten Lastanforderung aus niedriger Last wird der Einlassnockenwellensteller und/oder der Auslassnockenwellensteller in Richtung früh bzw. spät verstellt, sodass die Ventilüberschneidung im Sinne eines spülenden Ladungswechsels verändert wird. Bei Erreichen einer durch den Parameter P (Zeit, Ladedruck, Abgastemperatur, oder dergleichen) vorgegebenen Schwelle S wird die Überschneidung auf das maximale Maß, welches beispielsweise durch die Abgastemperatur im Katalysator bestimmt wird, zurückgefahren. Wie der untersten Kurve T zu entnehmen ist, steigt die Temperatur T im Katalysator während des Ladedruckaufbaues und sinkt wieder, nachdem die Ventilüberschneidung verringert worden ist.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung, welche zumindest einen Abgasturbolader und zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung aufweist, mit zumindest einer Einrichtung zur Veränderung der Einlass- und/oder Auslasssteuerzeit, wobei die Brennkraftmaschine insbesondere bei niedriger Drehzahl mit einer definierten Ventilüberschneidung von Ein- und Auslassventilen zum Spülen des Brennraumes betrieben wird, und wobei die Ventilüberschneidung in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters verändert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spülen nach Erreichen eines Schwellwertes des Motorbetriebsparameters begrenzt oder vermindert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Erreichen des Schwellwertes die Ventilüberschneidung für maximalen Ladedruck eingestellt wird und nach Erreichen des Schwellwertes auf den Wert für maximal zulässige Temperatur im Katalysator nach Erreichen des Schwellwertes reduziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motorbetriebsparameter der Ladedruck ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motorbetriebsparameter ein berechnetes oder gemessenes Motordrehmoment ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motorbetriebsparameter eine gemessene oder berechnete Temperatur an der Abgasnachbehandlungseinrichtung ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motorbetriebsparameter eine vordefinierte Betriebsdauer ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilüberschneidung im transienten Betriebsfall verändert wird.

2006 06 29  
Fu/Sc/Ki

  
Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk  
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17  
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333  
e-mail: patent@babeluk.at

006904

