



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 072 780 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2001 Patentblatt 2001/05

(51) Int. Cl.⁷: **F02D 41/38, F02D 33/02**

(21) Anmeldenummer: **00107645.4**

(22) Anmeldetag: **08.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI
(30) Priorität: **24.07.1999 DE 19934833**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)
(72) Erfinder:
• **Grieshaber, Hermann**
72631 Aichtal (DE)
• **Haerle, Heribert**
70439 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Steuerung eines Common-Rail-Einspritzsystems**

(57) Verfahren zur Steuerung eines Common-Rail-Einspritzsystems für turboladbare Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, bei welchem in einem ersten stationären oder quasistationären Lastzustand des Verbrennungsmotors ein Raildruck als Funktion der Einspritzmenge gemäß einer ersten Kennlinie eingestellt wird, wobei in einem zweiten, instationären Lastzustand des Verbrennungsmotors, insbesondere bei instationärer Vollast, der Raildruck als Funktion der Einspritzmenge gemäß einer zweiten Kennlinie eingestellt wird, wobei der Raildruck bei instationärem Lastzustand bezüglich des Raildrucks bei stationärem oder quasistationärem Lastzustand bei gleicher Einspritzmenge jeweils erhöht ist.

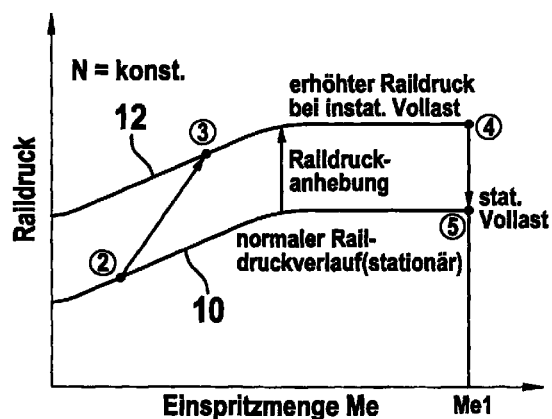


FIG. 1

EP 1 072 780 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Common-Rail-Einspritzsystems für Verbrennungsmotoren, insbesondere für turboladbare Dieselmotoren, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die Anforderungen an eine erfolgreiche Applikation eines Diesel-Einspritzsystems bestehen darin, mit einer gegebenen Einspritzausrüstung mögliche Variationsparameter derart zu variieren, daß in bezug auf Abgasemissionen, Kraftstoffverbrauch und Geräuschentwicklung optimale Ergebnisse erzielt werden können.

[0003] Neben Variationen der verwendeten Bauelemente, beispielsweise Düsen, Injektoren, usw. sind bei Common-Rail-Systemen als übliche Variationsparameter der Spritzbeginn, der Raildruck sowie eventuelle Zusatzeinspritzungen zu nennen.

[0004] Bei instationären Vorgängen, wie etwa bei einer plötzlichen Lasterhöhung an einem turboladbaren Dieselmotor entsteht ein plötzliches Ladedruckdefizit, welches zu einer plötzlichen starken Erhöhung der Rußemission führen kann. Bei einem derartigen Ladedruckdefizit wird herkömmlicherweise durch eine ladedruckabhängige Begrenzung der maximalen Einspritzmenge entgegengewirkt. Durch diese Maßnahme verlängert sich jedoch die notwendige Zeitspanne zur Bereitstellung des vollen Motordrehmoments.

[0005] Insbesondere bei turboladbaren Motoren ist es, im Gegensatz zu herkömmlichen Saugmotoren, von großer Bedeutung, ob der Motor bei stationärer Last (d.h. konstanter Einspritzmenge) oder instationärer Last betrieben wird. Dies liegt daran, daß bei turboladbaren Motoren der Abgasstrom eine Turbine antreibt, die wiederum einen Verdichter beaufschlagt, der die Frischluft in den Brennraum drückt. Wird mehr Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt, ergibt die höhere Energie im Abgas einen höheren Ladedruck. Der Ladedruck hängt daher stark von der Einspritzmenge ab. Bei einem stationären Betriebspunkt (Drehzahl und Last konstant) ergibt sich daher ein ausgeglichener Zustand, d.h. der Turbolader dreht sich mit konstanter Drehzahl. Bei instationären Lastzuständen liegt ein derartiger ausgeglichener Zustand nicht vor. Dies sei anhand eines Beispiels erläutert: Es sei davon ausgegangen, daß sich ein Motor mit einer Drehzahl N_1 dreht, welcher eine maximal zulässige Einspritzmenge Me_1 , ein Ladedruck p_1 und eine entsprechende Luftmenge M_{L1} , welche durch den Turbolader geliefert wird, zugeordnet sind. Wird der Motor jedoch instationär in diesen Betrieb überführt, wird die Einspritzmenge Me sprunghaft von kleiner Menge auf den Wert Me_1 erhöht. Hierbei liefert der Turbolader einen Ladedruck p_2 , der kleiner als p_1 ist. Dies führt bei instationärer Lasterhöhung dazu, daß Ladedruck und dadurch Verbrennungsluft fehlt, und sich die Verbrennung verschlechtert. Der Motor würde in

diesem Fall während der instationären Lasterhöhung einen Rauchstoß emittieren. Dieser Rauchstoß ist nicht nur sichtbar, sondern wirkt sich bei einem transienten Abgastest auf das Partikelergebnis sehr negativ aus.

[0006] Um einen derartigen Rauchstoß zu verhindern oder zumindest zu verringern, ist es bekannt, bei instationärer Lasterhöhung die Einspritzmenge abhängig von der Drehzahl und dem Ladedruck zu begrenzen (sogenanntes Rauchkennfeld).

[0007] Aus der US 4,841,936 ist eine Kraftstoffeinspritzsteuervorrichtung eines Verbrennungsmotors bekannt, bei welchem eine Anzahl von Einspritzdüsen einer unter Druck stehenden Brennstoffsammelkammer zugeordnet sind. Es sind ferner Antriebsmittel zur Steuerung des abzugebenden Kraftstoffs sowie Steuermittel zur Anpassung des Drucks in der Druckkammer auf einen vorbestimmten Wert vorgesehen.

[0008] Aus der EP 0 812 981 A2 ist ferner ein Verfahren zur Steuerung der Einspritzung eines während eines instationären Zustandes eines turboladbaren Dieselmotors bekannt. Hierbei ist eine Variation des Einspritzdrucks mit zunehmender Motorlast bekannt, wobei jedoch bei Feststellung eines instationären Zustandes eine geringere Druckerhöhung als bei einem entsprechenden stationären Zustand ausgeführt wird.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Steuerung eines Common-Rail-Einspritzsystems, mit welchem sich die Gesamtpartikelemission gegenüber herkömmlichen Lösungen in einfacher Weise verringern läßt.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Durch den mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Verfügung gestellten erhöhten Einspritzdruck bei instationärem Ladezustand des Motors ergibt sich eine wesentlich bessere Zerstäubung und hierdurch verursacht ein wesentlich geringerer Rauchstoß. Nach Beendigung des instationären Lastzustands des Motors ist der erhöhte Raildruck nicht mehr notwendig, da wieder genügend Ladedruck zur Verfügung steht, so daß der Raildruck wieder auf Normalniveau (als alleinige Funktion der Einspritzmenge) abgesenkt werden kann.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Zweckmäßigerweise ist der Raildruck bei instationärer Motorlast bezüglich des Raildrucks bei stationärer Motorlast bei gleichen Einspritzmengen jeweils um einen konstanten Betrag erhöht. Eine derartige Addition eines konstanten Wertes zu einer stationären Kennlinie ist steuerungstechnisch in einfacher und unaufwendiger Weise durchführbar.

[0013] Ein bevorzugter Differenz-Raildruckbetrag beträgt 200 - 400 bar, insbesondere 300 bar. Derartige Raildruckanhebungen sind leicht zu verwirklichen und führen zu vorteilhaften Veränderungen der Charakteristika des Verbrennungsmotors. Es sei jedoch angemerkt, daß die Raildruckanhebung bzw. der Differenz-

Raildruckbetrag nicht konstant sein muß, und die angegebenen Druckwerte lediglich beispielhaft angegeben sind. Die Raildruckanhebung kann frei gewählt werden, und kann, beispielsweise abhängig von den Motorparametern Drehzahl, Last, oder auch anderen Parametern, optimiert werden.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine maximal zulässige Einspritzmenge pro Verbrennungsmotorhub als Funktion eines Turboladedrucks des Verbrennungsmotors in dem ersten, stationären oder quasistationären Lastzustand gemäß einer ersten Kennlinie, und in dem zweiten, instationären Lastzustand gemäß einer zweiten Kennlinie eingestellt, wobei die maximal zulässige Einspritzmenge bei instationärem Lastzustand bezüglich der maximal zulässigen Einspritzmenge bei stationärem oder quasistationärem Lastzustand bei gleichem Ladedruck jeweils erhöht ist. Durch diese Maßnahme der Anhebung der maximalen Einspritzmenge bei instationärer Lasterhöhung ist ein optimales Hochfahren des Motordrehmoments bei instationärer Lasterhöhung in Abhängigkeit von einem Ladedruck erzielbar. Das volle Motordrehmoment steht hierbei erst dann an, wenn der Ladedruck über einen bestimmten Punkt einer Rauchkennfeldlinie hinausgeht und die Einspritzmenge, drehzahlabhängig, nicht mehr erhöht werden darf. Durch die Kombination der erfindungsgemäßen Anhebung des Raildrucks bzw. Einspritzdrucks und der gleichzeitigen Erhöhung der Begrenzungsmenge im sogenannten Rauchkennfeld ergeben sich insbesondere folgende Vorteile: Bei gleicher maximaler Abgastrübung (Zielwert der Mengenerhöhung im Rauchkennfeld) verkürzt sich der Rauchstoß, und die Gesamtpartikelemission wird verringert. Das volle Motordrehmoment wird gegenüber herkömmlichen Lösungen zu einem früheren Zeitpunkt erreicht, und während der Lasterhöhung steht dem Fahrer ein höheres Drehmoment zur Verfügung. Im Fahrbetrieb ergeben sich hierdurch Vorteile beim Anfahr- und Beschleunigungsverhalten. Insgesamt wird der Wirkungsgrad eines über das erfindungsgemäße Verfahren gesteuerten Motors während der Raildruckanhebung verbessert, was beispielsweise zu einem niedrigeren spezifischen Verbrauch führt. Die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann softwaremäßig erfolgen, wobei herkömmlicherweise bereits vorhandene EDC-Sensoren verwendet werden können.

[0015] Es erweist sich als besonders zweckmäßig, daß der Einspritz-Differenzbetrag 15 - 25, insbesondere 21 mg/Hub beträgt. Mit derartigen Differenzbeträgen ist die Zeitdauer bis beispielsweise etwa 90% des stationären Vollastdrehmoments zur Verfügung steht, um etwa 30% verkürzbar. Ferner steht während einer instationären Phase dem Fahrer ein bis zu 20% höheres Drehmoment zur Verfügung. Der Einspritz-Differenzbetrag bzw. die Erhöhung der Einspritzmenge muß ebenfalls nicht notwendigerweise konstant gewählt werden, wobei auch hier die angegebenen Werte lediglich beispielhaft

mitgeteilt sind. Die Grenzwerte können auch hier im Rahmen einer Optimierung frei gewählt werden.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter erläutert. In dieser zeigt

Fig. 1 ein Schaubild zur Darstellung der erfindungsgemäßen Maßnahme der Anhebung des Raildrucks bei einem instationären Lastzustand,

Fig. 2 ein Schaubild zur Darstellung des Drehmoments und einer Abgastrübung in Abhängigkeit von der Zeit mit und ohne die erfindungsgemäße Raildruckanhebung,

Fig. 3 ein Schaubild zur Darstellung der Maßnahme der Erhöhung der maximalen Einspritzmenge im Rauchkennfeld bei instationärer Vollast,

Fig. 4 ein der Fig. 2 entsprechendes Schaubild im Falle einer zusätzlich vorgesehenen Erhöhung der maximalen Einspritzmenge.

[0017] Im Gegensatz zu nockenbetriebenen Systemen besteht bei Common-Rail-Systemen die Möglichkeit, den Einspritzdruck im Rahmen der Systemgrenzen frei zu wählen. Im sogenannten Raildruckkennfeld ist der Raildruck in Abhängigkeit von Drehzahl und Einspritzmenge M_e abgelegt. Für eine konstante Drehzahl ergibt sich somit der Raildruck als alleinige Funktion der Einspritzmenge M_e . Ein derartiger Raildruckverlauf für eine konstante Drehzahl ist in Fig. 1 mit 10 bezeichnet. Man erkennt, daß mit zunehmender Einspritzmenge M_e ein Anstieg des Raildrucks vorgesehen ist. Bei höheren Einspritzmengen kann die Kurve des Raildruckverlaufs flach (konstanter Raildruck) oder auch stetig steigend ausgebildet sein.

[0018] Die grundsätzliche Idee der vorliegenden Erfindung liegt nun in einer temporären Überhöhung des Raildruckes während einer Phase der instationären Last bzw. Vollast des Motors. Diese Erhöhung des Raildrucks gegenüber dem stationären Fall ist in Fig. 1 mittels der Kurve 12 dargestellt. Es sei zur Einfachheit der Darstellung hierbei davon ausgegangen, daß die Kurven 10 und 12 für die gleiche konstante Drehzahl gelten. Man erkennt, daß der Raildruck hier über den gesamten zulässigen Einspritzmengenbereich um einen konstanten Betrag gegenüber dem stationären Fall erhöht ist. Wird beispielsweise bei konstanter Drehzahl das Fahrpedal voll durchgetreten (der Motor wird in der Darstellung der Fig. 1 von Punkt 2 nach Punkt 3 überführt), wird wie dargestellt der Raildruck angehoben. Das Maß der Anhebung, welches in der Fig. 1 nicht im einzelnen dargestellt ist, hängt insbesondere von der Drehzahl und dem Niveau des normalen Raildruckverlaufes (Kurve 10) ab.

[0019] Durch den erhöhten Rail- bzw. Einspritzdruck ergibt sich eine bessere Zerstäubung und dadurch ein wesentlich geringerer Rauchstoß. Insgesamt ergibt sich, in der Darstellung der Fig. 1, während der Phase der instationären Vollast ein Kurvenverlauf von Punkt 2 über den Punkt 3 bis zu einem Punkt 4. Hat der Motor die instationäre Phase verlassen (ab Punkt 4) ist der erhöhte Raildruck nicht mehr notwendig bzw., wegen der limitierten NO_x -Emission im Stationärtest, auch nicht mehr zulässig. Es steht wieder genügend Ladedruck zur Verfügung und der Raildruck wird wieder auf das Normalniveau (als alleinige Funktion der Einspritzmenge) abgesenkt, wie mittels des Punktes 5 in der Fig. 1 dargestellt ist.

[0020] In Fig. 2 ist das bei Anwendung der beschriebenen Raildruckerhöhung erzielbare Ergebnis für einen Motor bei einer Drehzahl $N = 1000 \text{ 1/min}$ (= konstant) dargestellt. Hierbei ist auf der Abszisse die Zeit, auf der linken Ordinaten das verfügbare Drehmoment und auf der rechten Ordinate die Abgastrübung angegeben. Die Kurven A, B zeigen hierbei das verfügbare Drehmoment in Abhängigkeit von der Zeit, und die Kurven C, D die Abgastrübung in Abhängigkeit von der Zeit während einer instationären Vollast. Die durchgezogenen Linien zeigen jeweils die Kurven bei Einsatz der erfindungsgemäßen Raildruckanhebung, die gestrichelten Kurven zeigen den Zustand ohne Raildruckanhebung. Die Abgastrübung wird beispielsweise mit einem Lichtabsorptionsmeßgerät bestimmt (Celesco-Trübung). Mit einer stationären Vollast-Einspritzmenge $\text{Me}_1 = 185 \text{ mg/Hub}$ ergibt sich für das dargestellte Beispiel ein stationäres Vollastdrehmoment $\text{Md}_{\text{VL(stat.)}}$ von 1500 Nm.

[0021] Man erkennt, daß ohne die Raildruckerhöhung bei einer Lasterhöhung eine maximale Trübung von etwa 8 % entsteht (Kurve D). Sie entspricht einer Bosch-Schwärzungsziffer von etwa 3,2. Wird nun während der Lastanhebung der Raildruck erhöht (im dargestellten Beispiel um 300 bar) so wird nur eine maximale Trübung von 2 % ausgestoßen (Kurve C), was einer Schwärzungsziffer von etwa 1,7 entspricht. Die Mengenbegrenzung bei der instationären Vollast wurde hierbei nicht verändert. Dies führt dazu, daß sich hierbei keine Änderung des Drehmomentverlaufs ergibt (Kurven A, B).

[0022] Anhand der Fig. 3 wird nun die zweite erfindungsgemäß vorgesehene Maßnahme, nämlich die Erhöhung der maximal zulässigen Einspritzmenge im Rauchkennfeld bei instationärer Vollast erläutert. Hier ist die maximal zulässige Einspritzmenge Me in Abhängigkeit von dem mittels eines Turboladers zur Verfügung gestellten (korrigierten) Ladedruck p dargestellt. Kurve F (gestrichelt gezeichnet) stellt hierbei die Kennlinie für eine instationäre Teillast, Kurve G die Kennlinie für eine instationäre Vollast, und Kurve H die erfindungsgemäß vorgesehene Kennlinie für eine instationäre Vollast mit Anhebung der Begrenzungsmenge im Fall einer Raildruckerhöhung dar.

[0023] Herkömmlicherweise erfolgte bei einer Überführung des Motors von einer statischen Teillast (Kurve F) in einen instationären Vollastbetrieb ein Übergang von der Kennlinie F zu der Kennlinie G. Das heißt, es wurde zwar, entsprechend einem Übergang von Punkt 2 auf Punkt 3, eine Erhöhung der Einspritzmenge für einen bestimmten Ladedruck zugelassen, jedoch wurde diese Einspritzmengenerhöhung entsprechend der Kennlinie der instatischen Vollast gewählt.

[0024] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, in einem derartigen Fall eine zusätzliche Erhöhung der Einspritzmenge zuzulassen, wie mittels der Kennlinie H dargestellt ist. Man erkennt, daß der Kennlinienverlauf um einen in etwa konstanten Betrag gegenüber dem Kennlinienverlauf der Kurve G erhöht ist. Bei plötzlicher Beschleunigung bzw. instationärer Vollast erfolgt daher eine Erhöhung der Einspritzmenge von Punkt 2 über den Punkt 3 der Kurve G nach Punkt 3' der Kurve H. Es ergibt sich hierdurch eine höhere Abgasenergie, so daß der Lader mehr Luft verdichten kann, was insgesamt dazu führt, daß der steigende Ladedruck eine höhere Einspritzmenge ermöglicht. Im weiteren Verlauf des dargestellten Zustandes der instationären Vollast geht die Kennlinie bzw. Kurve H über den Punkt 3' in den Punkt 4 über. Durch die dargestellte Begrenzung und allmähliche Erhöhung der Einspritzmenge gemäß der Kennlinie H steht das volle Drehmoment erst dann zur Verfügung, wenn der Ladedruck über Punkt 4 hinausgeht und die Einspritzmenge nicht mehr erhöht werden darf (Drehmomentbegrenzung der Einspritzmenge). Die erfindungsgemäße Maßnahme besteht also darin, die maximal zulässige Einspritzmenge für einen Zustand der instationären Last des Motors gegenüber der herkömmlichen maximalen Einspritzmenge zu erhöhen. Es sei darauf hingewiesen, daß die Erhöhung der Begrenzungsmenge nur in Verbindung mit der Raildruckerhöhung erfolgen sollte. Mit dieser Maßnahmenkombination können optimale Ergebnisse erzielt werden.

[0025] Durch diese zusätzliche Anhebung der Begrenzungsmenge wird der Rauchstoß wieder auf den zulässigen Ursprungswert erhöht. In Versuchen wurde die Begrenzungsmenge über die ganze Kurve der instationären Vollast (Kurve H) gegenüber der Kurve der statischen Vollast (Kurve G, welche unverändert blieb) um $\Delta \text{Me} = 21 \text{ Me/Hub}$ erhöht.

[0026] Die in Fig. 3 eingezeichneten Begrenzungslinien (für konstante Drehzahl) sind beispielsweise in einer EDC-Einrichtung als Kennfelder abgelegt. Die Kennlinie G existiert bereits in Form des Rauchkennfeldes. Die Kennlinie H wird als neues Kennfeld abgelegt. Außerdem muß ein neues Kennfeld der Raildruckerhöhung (Raildruckerhöhung $\Delta p = f$ (Drehzahl, Einspritzmenge)) abgelegt werden. Dieses Kennfeld wird wiederum als Funktion der Kennlinien bzw. Kennfelder G, H aktiviert, die wiederum eine Funktion der Drehzahl und des Ladedrucks sind. Es können nun drei Fälle unterschieden werden: Wird eine instationäre Einspritz-

menge gewünscht, die unterhalb von Kennlinie G liegt, ist keine Maßnahme erforderlich. Wird jedoch eine instationäre Einspritzmenge gewünscht, die oberhalb von Kennlinie H liegt, wird die Menge entsprechend der Kennlinie H begrenzt und gleichzeitig der Raildruck entsprechend des neuen Kennfeldes der Raildruckerhöhung erhöht. Wird schließlich eine instationäre Einspritzmenge gewünscht, die zwischen den Kennlinien G und H liegt, wird diese Menge freigegeben und gleichzeitig der Raildruck entsprechend dem Kennfeld erhöht.

[0027] Die mit dieser Maßnahme erzielbaren Ergebnisse sind in Fig. 4 dargestellt. Hierbei symbolisieren die Kurven A, B den Verlauf des Drehmoments über die Zeit bei instationärer Vollast, und die Kurven D, E die entsprechende Abgastrübung. Die durchgezogenen Linien zeigen Zustände, bei welchen eine Raildruckerhöhung und eine erhöhte maximale Einspritzmenge vorgesehen sind, die gestrichelten Linien den Basiszustand gemäß Fig. 2, d.h. ohne Raildruckerhöhung und ohne die zusätzliche Erhöhung der maximalen Einspritzmenge gemäß der Kennlinie H der Fig. 3.

[0028] Anhand der Fig. 4 lassen sich drei wesentliche Vorteile aufzeigen, die mit der dargestellten Kombination von Raildruckerhöhung und zusätzlichen Erhöhung der maximalen Einspritzmenge erzielbar sind: Der Maximalwert der Trübung ist zwar gegenüber dem Ausgangszustand nicht verringert (jeweils etwa 8% für die Kurven C,D), die integrierte Trübung (Fläche unter der Kurve C bzw. D) ist jedoch geringer, da sich die instationäre Phase verkürzt. Dies bedeutet eine Verringerung der Gesamtpartikelemission.

[0029] Die Qualität einer guten Anpassung des Rauchkennfeldes wird meist dadurch bewertet, daß einerseits der maximale Rauchstoß beobachtet wird, und andererseits die Dauer ermittelt wird, bis 90 % des stationären Vollastdrehmoments $M_{dVL(stat.)}$ zur Verfügung stehen. Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß diese Dauer im Basiszustand (ohne Raildruckerhöhung und zusätzliche Einspritzmengenerhöhung) etwa 2,7 Sekunden beträgt. Mit der erfindungsgemäß vorgesehenen Raildruckerhöhung und einer zusätzlichen Anhebung der Begrenzungsmenge im Rauchkennfeld verkürzt sich diese Dauer auf 1,9 Sekunden, was einer Verringerung um etwa 30 % entspricht. Es sind also mittels der erfindungsgemäßen Maßnahmen ein höheres Beschleunigungsmoment und ein schneller erreichtes statisches Vollastmoment zur Verfügung gestellt.

[0030] Schließlich wird das volle Drehmoment nicht nur früher erreicht, es steht ferner während der instationären Phase ein bis zu 20 % höheres Drehmoment zur Verfügung. Für einen Fahrbetrieb mit ständig wechselnder Fahrpedalstellung ist dies ein erheblicher Vorteil.

[0031] Die erfindungsgemäß erzielbaren Vorteile werden abschließend noch einmal zusammengefaßt: Wird bei einer plötzlichen Lasterhöhung an einem turboaufgeladenen Dieselmotor während einer instationä-

ren Phase der Einspritzdruck (im Vergleich zum stationären Zustand) angehoben und gleichzeitig die Begrenzungsmenge im sogenannten Rauchkennfeld ebenfalls erhöht, ergeben sich die folgenden Effekte: Bei gleicher maximaler Abgastrübung (Zielwert der Mengenerhöhung im Rauchkennfeld) verkürzt sich der Rauchstoß, und die Gesamtpartikelemission wird verringert. Das volle Drehmoment wird gegenüber herkömmlichen Lösungen zu einem früheren Zeitpunkt erreicht. Während der Lastanhebung steht dem Fahrer ein höheres Drehmoment zur Verfügung, woraus sich im Fahrbetrieb Vorteile im Anfahr- und Beschleunigungsverhalten ergeben. Der Wirkungsgrad des Motors wird während der Raildruckerhöhung verbessert (niedrigerer spezifischer Verbrauch).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Common-Rail-Einspritzsystems für turboladbare Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, bei welchem in einem ersten stationären oder quasistationären Lastzustand des Verbrennungsmotors ein Raildruck als Funktion der Einspritzmenge gemäß einer ersten Kennlinie eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in einem zweiten, instationären Lastzustand des Verbrennungsmotors, insbesondere bei instationärer Vollast, der Raildruck als Funktion der Einspritzmenge gemäß einer zweiten Kennlinie eingestellt wird, wobei der Raildruck bei instationärem Lastzustand bezüglich des Raildrucks bei stationärem oder quasistationären Lastzustand bei gleicher Einspritzmenge jeweils erhöht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kennlinie sich von der ersten Kennlinie um einen konstanten Differenz-Raildruckbetrag unterscheidet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenz-Raildruck unter Berücksichtigung von Verbrennungsmotorparametern und im Hinblick auf diese gewählt bzw. optimiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenz-Raildruck 200 - 400 bar, insbesondere 300 bar, beträgt.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine maximal zulässige Einspritzmenge pro Verbrennungsmotorhub als Funktion eines Turboladedrucks des Verbrennungsmotors in dem ersten, stationären oder quasistationären Lastzustand gemäß einer ersten Kennlinie, und in dem zweiten, instationären Lastzustand gemäß einer zweiten Kennlinie eingestellt wird, wobei die maximal zulässige Einspritzmenge

bei instationärem Lastzustand bezüglich der maximal zulässigen Einspritzmenge bei stationärem oder quasistationärem Lastzustand bei gleichem Ladedruck jeweils erhöht ist.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Einspritzmengen-Kennlinie sich von der ersten Einspritzmengen-Kennlinie wenigstens teilweise um einen im wesentlichen konstanten Einspritzmengen-Differenzbetrag unterscheidet. 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzmengen-Differenzbetrag im Hinblick auf Verbrennungsmotorparameter und/oder Emissionen frei gewählt bzw. optimiert wird. 15
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzmengen-Differenzbetrag 15 - 25, insbesondere 21 mg/Hub beträgt. 20

25

30

35

40

45

50

55

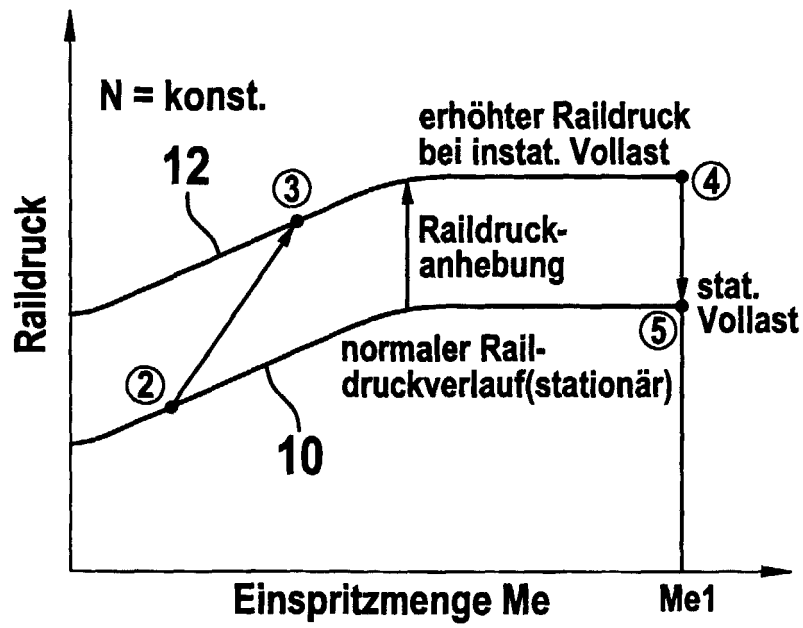


FIG. 1

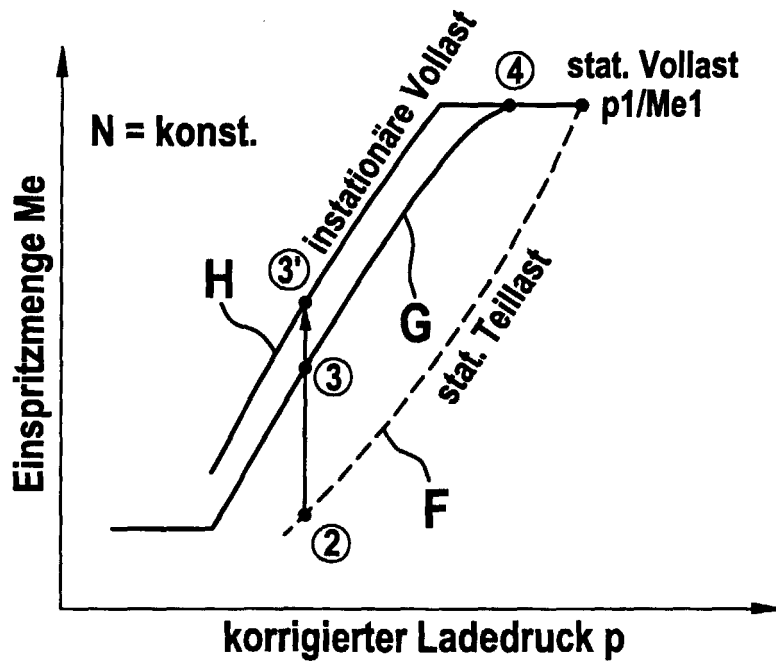


FIG. 3

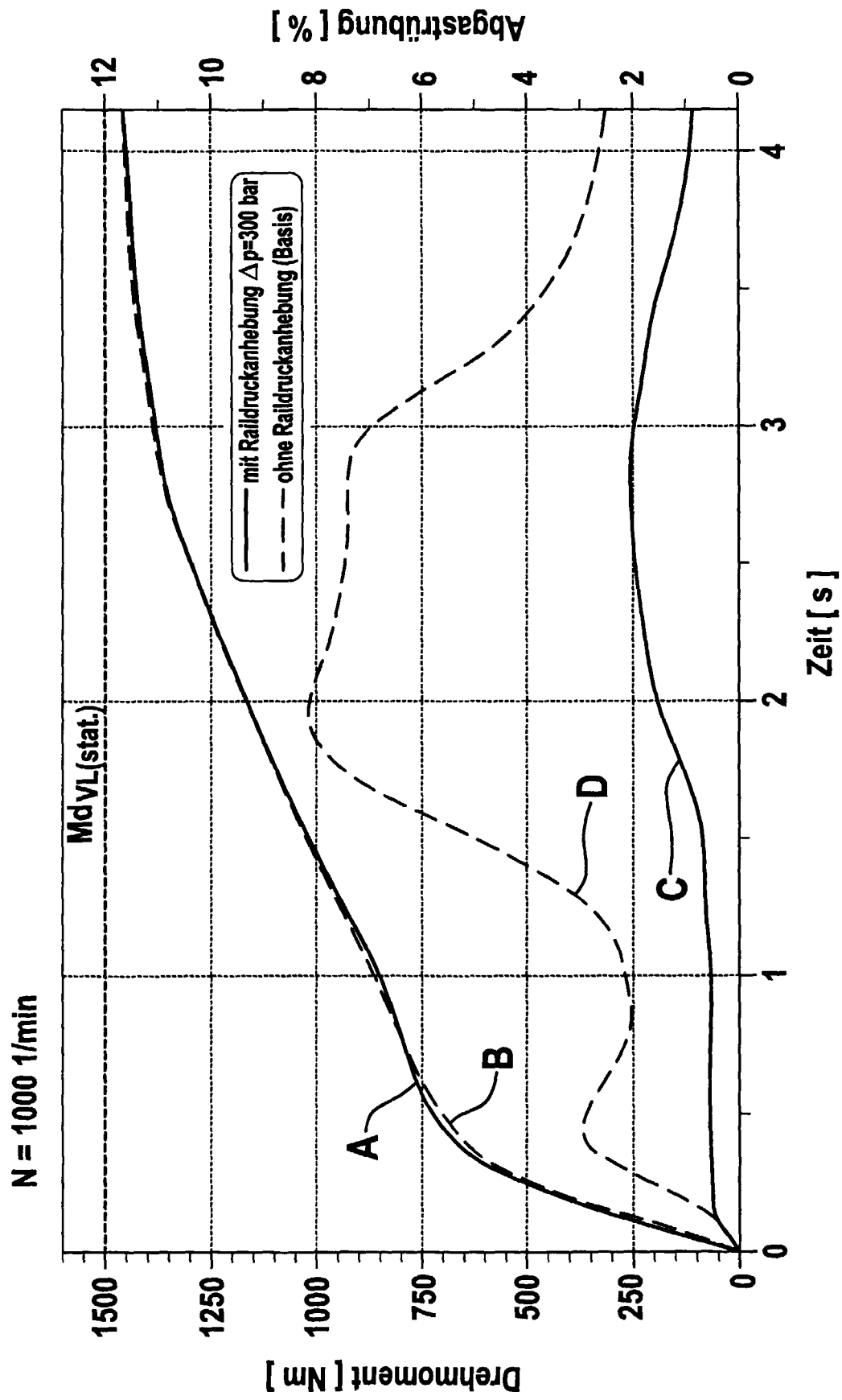


FIG. 2

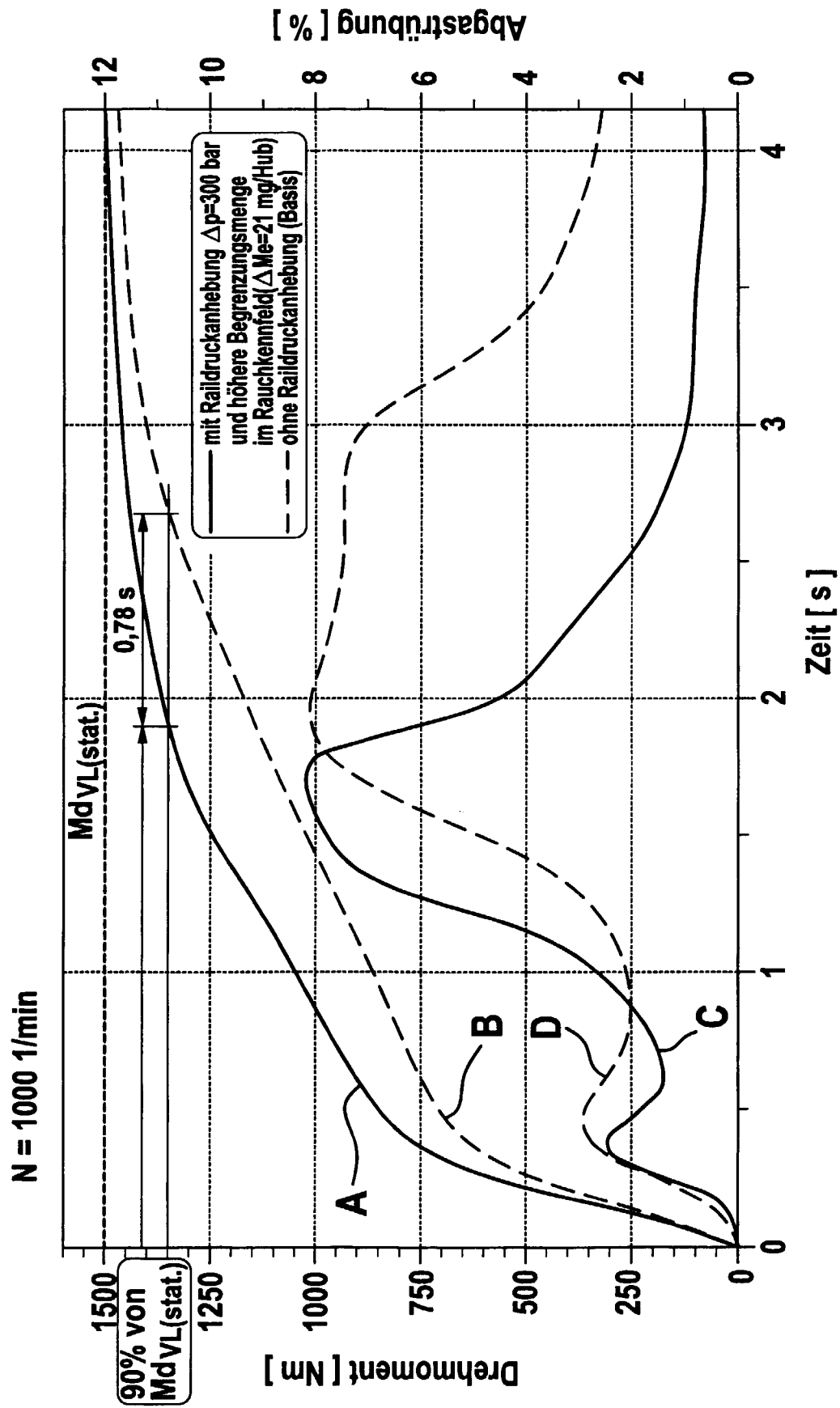


FIG. 4