



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2003 Patentblatt 2003/02

(51) Int Cl.7: **F02M 59/26**, F02D 1/16,
F02M 59/20

(21) Anmeldenummer: **02008887.8**

(22) Anmeldetag: **20.04.2002**

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

(72) Erfinder: **Schlemmer-Kelling, Udo**
24113 Schulsesee (DE)

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **04.07.2001 DE 10132363**

(71) Anmelder: **Caterpillar Motoren GmbH & Co. KG**
24159 Kiel (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff**

(57) Damit der Einspritzpunkt von Kraftstoff in den Verbrennungsraum (1) eines Dieselmotors in Richtung "früh" verstellbar ist, wird der Drehbewegung des Pum-

penkolbens (5) eine Axialbewegung überlagert, die von einer Exzentereinrichtung (12) einstellbar ist, so daß bei unterschiedlichen Laststellungen des Motors der Einspritzzeitpunkt veränderbar ist.

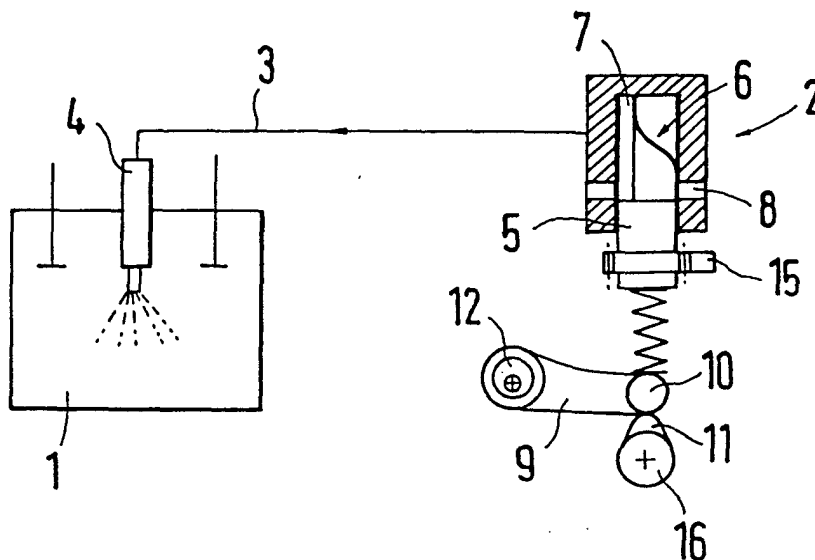


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors über eine Einspritzdüse, die mittels einer Druckleitung mit einer Einspritzpumpe verbunden ist, welche einen verstellbaren Pumpenkolben mit einer Steuerkante aufweist.

[0002] Es hat sich durch verschärfte Anforderungen an Verbrauch und Abgasemission gezeigt, daß ein unveränderlicher Förderbeginn des Kraftstoffs nicht mehr zu vertreten ist. Im Zusammenhang mit gesetzlichen Emissionsbeschränkungen ist es erforderlich, durch Verlegung des Zündzeitpunktes den NO_x-Ausstoß zu beeinflussen. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung einer besonderen obenliegenden Steuerkante am Pumpenkolben, mit der eine regelweg- und damit lastabhängige Förderbeginnverstellung erreichbar ist. Die Geometrie von aufeinander abgestimmter Steuerkante und Steuerbohrung erlaubt keine beliebige Förderbeginnänderung über den Regelweg. Diese Förderbeginnänderung wird auch erzielt, wenn eine motorseitige Lagerstelle eines Schwinghebels im Antrieb der Einspritzpumpe als Exzenter ausgebildet ist, so daß durch ein Verstellen des Exzenters eine Förderbeginnänderung in Richtung "früh" oder "spät" vorgenommen werden kann (Handbuch Dieselmotor, Klaus Mollenhauer, Springer-Verlag 1997, S. 207).

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors zu schaffen, mit dem schädliche Abgasemissionen in einfacher Weise bei vorbestimmten Lastzuständen des Motors herabsetzbar sind.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Verfahrensmerkmale der Ansprüche 1 und 2 gelöst, wobei die Durchführung des Verfahrens weiterbildende Vorrichtungsmerkmale in den Ansprüchen 3 bis 6 dargestellt sind.

[0005] Damit der Einspritzzeitpunkt in Richtung "früh" erzielbar ist, das heißt, wenn der Förderbeginn sowie der Einspritzzeitpunkt entsprechend vor einer OT-Stellung erfolgt, wird eine sogenannte Rußbildung bei Teil- und Schwachlast vermieden. Hierzu wird bei einer Verstellung des Pumpenkolbens in der Einspritzpumpe bei Teillast- und Schwachlast ein hoher Einspritzdruck an der Einspritzdüse erzielt, der in einem Bereich von etwa minus 20° bis minus 10° des Kolbenwinkels vor OT des Motorkolbens und in einem Bereich der Geschwindigkeit des Pumpenkolbens von etwa 2,5 bis 3,5 m/s liegt. Der hohe Einspritzdruck bei einem Kurbelwinkel von etwa minus 14° vor OT des Motorkolbens und bei einer Geschwindigkeit von etwa 3 m/s des Pumpenkolbens liegt. Durch diese Maßnahme wird sowohl der Einspritzzeitpunkt vorverlegt, als auch der Förderbeginn des Kraftstoffs.

[0006] Der frühe Förderbeginn und Einspritzzeitpunkt wird erreicht, indem der Pumpenkolben der Einspritz-

pumpe mit seiner Steuerkante über eine Regelstange in eine Förderstellung in Richtung "früh" verdrehbar ist und dieser Verdrehbewegung "früh" eine axiale Stellbewegung zum korrespondierenden Einspritzbeginn über eine mit dem Pumpenkolben wirkverbundenen Steuereinrichtung, wie eine Exzentereinrichtung, überlagert ist. Durch diese kombinierte kontinuierliche Verstellung des Pumpenkolbens kann eine optimale frühe Einspritzung erfolgen, die zudem bei hoher Kolbengeschwindigkeit erzielt wird, wodurch ein relativ hoher Einspritzdruck gewährleistet ist.

[0007] Insbesondere wird durch diese kombinierte und aufeinander abgestellte Verstellung des Pumpenkolbens die Frühförderstellung des Kraftstoffs bei einem Kurbelwinkel von etwa minus 40° vor OT bis zu einem Kurbelwinkel von etwa minus 14° vor OT erzielt, und bei etwa minus 14° vor OT ist eine Kraftstoffeinspritzung in Richtung "früh" über die Exzentereinrichtung steuerbar.

[0008] Die axiale Verstellung des Pumpenkolbens erfolgt in Abhängigkeit von der Kolbenstellung des Motors und hierzu weist die Exzentereinrichtung einen auf einem Exzenter gehaltenen Schwinghebel auf, der mit seinem freien Ende mittels einer Rolle zwischen dem Pumpenkolben und einer Nockenwelle angeordnet ist und über den Exzenter zur Nockenwelle in eine Einspritzstellung in Richtung "früh" einstellbar ist.

[0009] Diese Exzentereinstellung ermöglicht es, in einfacher Weise durch Verstellen des Exzenters eine Förderbeginn in Richtung "früh" oder "spät" vorzunehmen, das heißt, die Rolle kann zum Nocken der Nockenwelle entsprechend eingestellt werden, so daß erfindungsgemäß bei Teillast bzw. Schwachlast die Verstellung in Richtung "früh" wählbar ist und danach beispielsweise bei Volllast nachfolgend wieder eine Verstellung in Richtung "spät" oder in anderer Weise vorgenommen werden kann.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm mit einem über die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens zum Kurbelwinkel aufgetragenen Kurvenverlauf mit Förderbeginn und "frühen und/späten" Einspritzzeit,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit Einspritzpumpe und axialer Verstellung und Drehverstellung des Pumpenkolbens.

[0011] Ein Einspritzen des Kraftstoffs in einen Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine 1 beispielsweise eines Dieselmotors, erfolgt mittels einer kraftstofffördernden Pumpeneinheit 2, die über eine Druckleitung 3 mit einer Einspritzdüse 4 verbunden ist. Die Einspritzpumpe 2 weist einen verstellbaren Pumpenkolben 5 mit einer Steuerkante 6 sowie einer Längsnut 7 auf.

[0012] Eine Verstellung des Pumpenkolbens 5 zur Regelung der Fördermenge erfolgt mittels einer Regelstange 15 oder der gleichen Mittel. Das Förderende wird durch die Stellung der Steuerkante 6 nach einer Verdrehung des Kolbens 5 bestimmt, die entsprechend der Zielsetzung ausgebildet ist. Bestimmend für die Förderung sind auch die Zulaufbohrungen 8, die wesentlich mitbestimmend sind für den Förderhub und die Fördermenge.

[0013] Die axiale Anhebung des Pumpenkolbens 5 erfolgt über eine an einem Schwinghebel 9 angeordnete Rolle 10, die in Wirkverbindung mit einem Nocken II einer Nockenwelle 12 steht. Zur Veränderung der Stellung der Rolle 10 zum Nocken II ist der Schwinghebel 9 auf einem Exzenter 12 gelagert, der entsprechend der Einstellung "früh" oder "spät" verstellbar ist. Hierdurch ändert sich die Position der Rolle 10 zum Nocken II und der Einspritzzeitpunkt ist veränderbar, das heißt, es kann der Einspritzzeitpunkt entsprechend dem Lastzustand des Motors verändert werden, was im Zusammenspiel mit der Förderung des Kraftstoffs über die Stellung der Steuerkante in der Einspritzpumpe 2 erfolgt.

[0014] Wie in Fig. 2 anhand des Diagramms näher dargestellt, ist der "frühe" Einspritzzeitpunkt E1 vor dem "späten" Einspritzzeitpunkt E in einem Bereich von minus 20° bis minus 10° des Kurbelwinkels K vor dem OT vorgesehen und die Einspritzung erfolgt bei einer Geschwindigkeit V des Pumpenkolbens 5 in einem Bereich von 2,5 bis 3,5 M/S. Insbesondere ist der Einspritzzeitpunkt um 14° Kurbelwinkel K vorverlegt und dies bei einer erhöhten Kolbengeschwindigkeit V von 3 m/s der Einspritzpumpe 2.

[0015] Die Vorverlegung des Einspritzzeitpunktes erfolgt bei der gezeigten Ausführung um ca. 14° Kurbelwinkel von E zu E2, wobei der Förderbeginn des Kraftstoffs insbesondere durch die Verstellung des Exzenter 12 am Schwenkhebel 9 erzielt wird und die Verlagerung der Kraftstoffförderung von ca. 1,8 m/s auf 3,5 m/s durch entsprechende Verdrehung des Pumpenkolbens 5 nach E1 erfolgt. Beide Maßnahmen ermöglichen eine Verlegung des Förderbeginns und des Einspritzpunktes in Richtung "früh".

[0016] Ausgehend von einer Basisauslegung wird somit eine doppelte (gegenläufige) Förderbeginn-Verstellung durchgeführt. Bei Teillast wird über die Lenkerwelle der Förderbeginn weit nach früh verschoben, von E auf E2. Um in Bereiche höherer Plungergeschwindigkeit zu gelangen, wird über die Pumpe wieder eine Rückstellung nach spät durchgeführt. Dadurch kommt eine Einstellung von E2 zu E1 zustande.

[0017] Hierdurch wird eine wesentlich höhere Einspritzintensität zu einem frühen Zeitpunkt zur Rußsenkung erzielt. Die Verbrennung bei Teillast wird intensiviert, um die Ruß-Emission zu reduzieren.

[0018] Neben dem Nockenprofil über einen exzentrischen Lenker ist eine Verdrehung der Nockenwelle im Antriebszahnrad möglich. Die Verstellung des Förder-

beginns erfolgt über die Förderbeginnseite die Plungers der Pumpe.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum eines Dieselmotors, über eine Einspritzdüse, die mittels einer Druckleitung mit einer Einspritzpumpe verbunden ist, welche einen verstellbaren Pumpenkolben mit einer Steuerkante und Steuerbohrungen aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** über eine kombinierte Verstellung des Pumpenkolbens (5) in der Einspritzpumpe (2) bei Teil- und Schwachlast ein hoher Einspritzdruck an der Einspritzdüse (4) erzeugt wird, der in einem Bereich von etwa minus 20° bis minus 10° des Kurbelwinkels (K) vor OT des Motorkolbens und in einem Bereich der Geschwindigkeit (V) des Pumpenkolbens (5) von etwa 2,5 bis 3,5 m/s liegt, wobei der Pumpenkolben (5) der Einspritzpumpe (2) mit seiner Steuerkante (6) über eine Regelstange (15) in eine Förderrichtung "früh" verdrehbar ist und dieser Verdrehbewegung in Richtung "früh" eine axiale Stellbewegung zum korrespondierenden Einspritzbeginn über eine mit dem Pumpenkolben (5) wirkverbundene Steuereinrichtung, wie eine Exzentereinrichtung (12), überlagert ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der hohe Einspritzdruck bei einem Kurbelwinkel (K) von etwa minus 14° vor OT des Motorkolbens und bei einer Geschwindigkeit (V) von etwa 3 m/s des Pumpenkolbens (5) liegt.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Förderstellung in Richtung "früh" des Kraftstoffs bei einem Kurbelwinkel (K) von etwa minus 40° vor OT bis zu einem Kurbelwinkel (K) von etwa minus 14° vor OT verläuft und bei etwa minus 14° vor OT eine Kraftstoffeinspritzung in Richtung "früh" über die Exzentereinrichtung (12) steuerbar ist.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Exzentereinrichtung (12) aus einem auf einem Exzenter gehaltenen Schwinghebel (9) besteht, der mit seinem freien Ende mittels einer Rolle (10) zwischen dem Pumpenkolben (5) und einer Nockenwelle (16) angeordnet und über den Exzenter (12) zur Nockenwelle (16) in eine Einspritzstellung in Richtung "früh" einstellbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Exzenter (12) zur Verstellung der Rolle (10) des Schwinghebels (9) zur Nockenwelle (16) in Abhängigkeit von einer Teil-

und Schwachlast des Motors einstellbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine direkte Verdrehung der Nockenwelle über ein Antriebszahnrad einstellbar ist. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

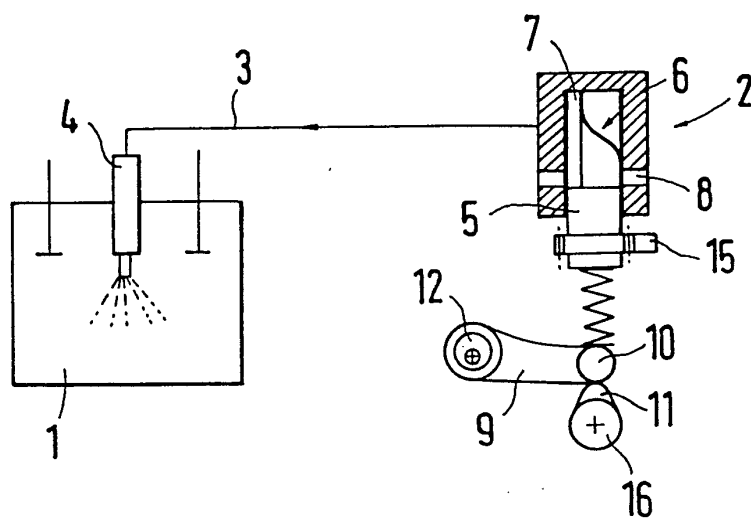


Fig.1

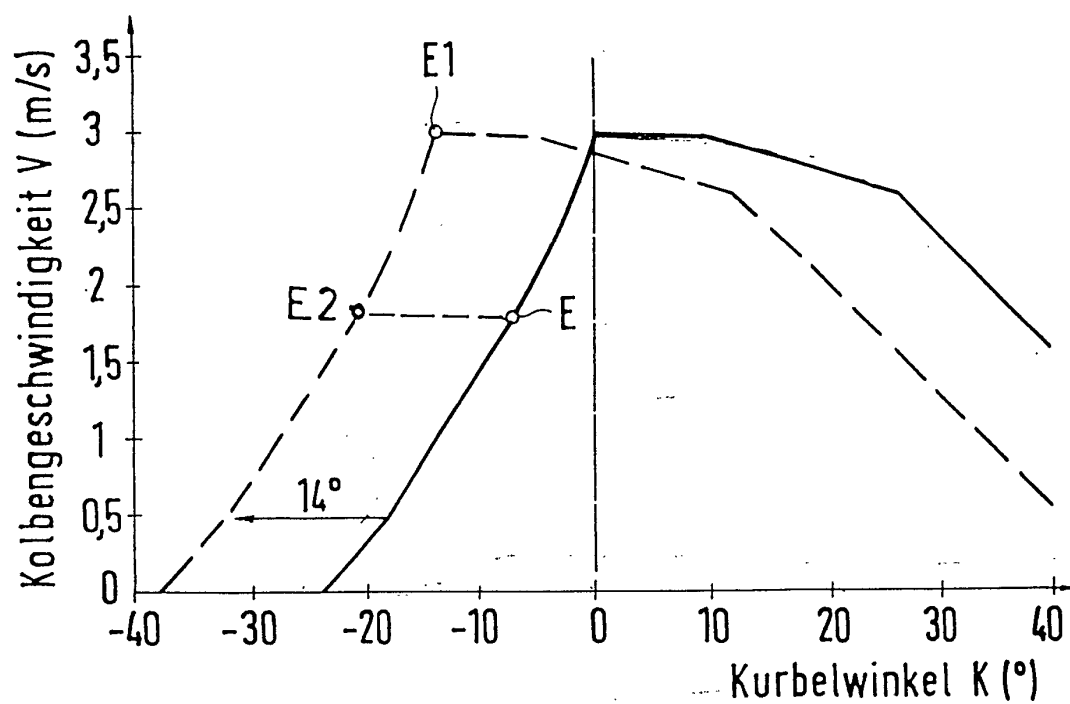


Fig.2