

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 568 874 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**31.08.2005 Patentblatt 2005/35**

(51) Int Cl. 7: **F02D 41/38, F02D 41/24**

(21) Anmeldenummer: **05100301.0**

(22) Anmeldetag: **19.01.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR LV MK YU**

(30) Priorität: **27.02.2004 DE 102004009616**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

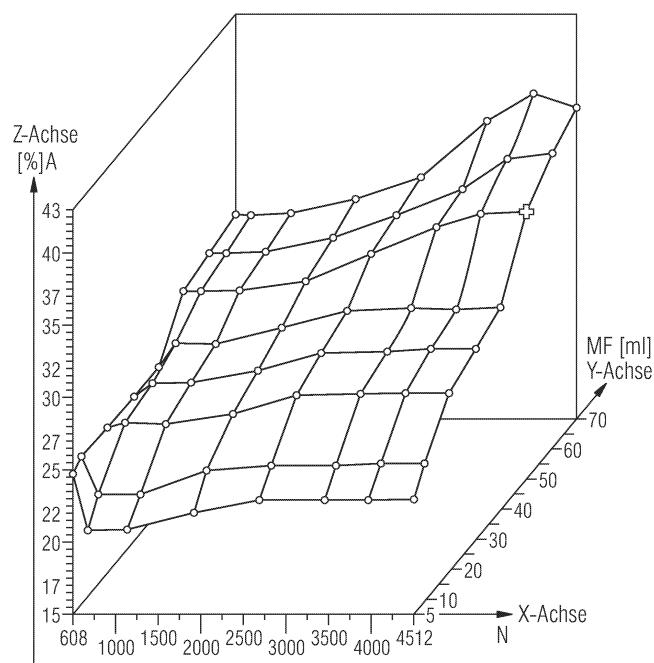
- Jung, Uwe**  
93086 Wörth a.d. Donau (DE)
- Valero-Bertrand, Diego**  
93047 Regensburg (DE)
- Wirkowski, Michael**  
93055, Regensburg (DE)

### (54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Volumenstroms in einem Kraftstoff-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine

(57) Bei heutigen Common Rail Einspritzsystemen, die mit einem Hochdruckregelventil (PCV) und einem Volumenstromregelventil (VCV) ausgebildet sind, tritt das Problem auf, dass oftmals die adaptierte Ventilstellung des Volumenstromregelventils (VCV) fehlerbehaftet ist. Das liegt in der Regel daran, dass die Ventilstellung in Abhängigkeit vom Raildruck nur über ein eindimensionales Adoptionskennfeld gesteuert wird. Dieses

kann unerwünschte Mehrdeutigkeiten ergeben, die zur Kraftstoffeinspritzung mit Fehlmengen führen kann. Zur Lösung dieses Problems wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, für die Adaptierung der Ventilstellung und damit des Volumenstromes ein zweidimensionales Adoptionskennfeld zu verwenden, wobei die Adoptionswerte für die Ventilstellung durch das Adoptionskennfeld in Abhängigkeit von zwei Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgegeben werden.

FIG 3



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht von einem Verfahren beziehungsweise von einer Vorrichtung zur Steuerung des Volumenstroms in einem Common Rail Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine gemäß den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 8 aus. Es ist schon bekannt, dass bei Einspritzsystemen, bei denen der Kraftstoff direkt in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, der Raildruck durch Absteuerung im Hochdruckbereich mit einem Druckregelventil geregelt wird. Der lastpunktabhängige Volumenstrom wird dagegen von einem Volumenstromregelventil gesteuert. Die Steuerung ist dabei so ausgebildet, dass die Hochdruckpumpe möglichst nur den aktuellen Bedarf an Kraftstoff liefert. Mit dieser Vorgehensweise soll erreicht werden, dass einerseits die Leistungsaufnahme der Hochdruckpumpe gering gehalten wird. Andererseits wird auch die Kraftstoffrücklaufmenge und die dabei in den Niederdruckbereich eingebrachte Wärmemenge minimiert.

**[0002]** Zur Steuerung des Volumenstromventils wird ein zweidimensionales Vorsteuerkennfeld verwendet, das von der Einspritzmenge und der Motordrehzahl geführt wird. In diesem Vorsteuerkennfeld bilden die Einspritzmenge und die Motordrehzahl ein Maß für den aktuellen Volumenstrombedarf, der einer bestimmten Last für die Brennkraftmaschine entspricht. Aufgrund von Bauteilestreuungen ist es erforderlich zusätzlich ein Kennfeld mit Adoptionswerten für die Steuerung des Volumenstromregelventils vorzusehen. Insbesondere da sich der Volumenstrombedarf durch verschleißbedingte höhere interne Leckagen über der Lebenszeit des Systems erhöhen kann. Das bisher verwendete Adoptions-Kennfeld ist lediglich vom Raildruck abhängig. So mit wird zusätzlich zum Vorsteuerkennfeld das eindimensionale Adoptionskennfeld zur Steuerung des Volumenstromregelventils verwendet.

**[0003]** Liefert das Vorsteuerkennfeld (z. B. durch verschleißbedingten höheren Volumenstrombedarf) zu geringe Werte, wird durch das Verhalten des Raildruckreglers (hohe positive Regelabweichung, da die Menge zur Aufrechterhaltung des Druckes nicht ausreicht) eine Adaption des Volumenstromregelventilsansteuerungswertes ausgelöst, bis die Menge wieder ausreichend ist.

**[0004]** Dieser Adoptionswert wird bisher in Abhängigkeit des Raildruckes gespeichert und bei jedem Lastpunkt, der mit diesem Druck gefahren wird, benutzt. Das Volumenstromregelventil wird somit immer mit dem Vorsteuerwert plus dem Adoptionswert gesteuert.

**[0005]** Die Zuordnung des Lastpunktes und des Raildruckes ist aber nicht eindeutig. Ein und dasselbe Druck wird an verschiedenen Lastpunkten verwendet. Dies kann dazu führen, dass an einem Lastpunkt der Adoptionswert grundlos benutzt wird, weil an diesem Lastpunkt der gleiche Raildruck gefahren wird, wie an einem anderen Lastpunkt, bei dem die Adaption erfolgte.

**[0006]** Die Folge ist, dass beispielsweise an Stelle

des korrekten Adoptionswertes ein falscher, zu hoher Adoptionswert aus der Kennlinie ausgelesen und damit zuviel Kraftstoff bereitgestellt wird. Die druckabhängige Steuerung führt somit in den genannten Fällen zur Förderung einer falschen Kraftstoffmenge.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Steuerung des Volumenstromregelventils so zu verbessern, dass möglichst nur die erforderliche Kraftstoffmenge bereitgestellt wird. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 8 gelöst.

**[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung des lastpunktabhängigen Volumenstroms in einem KraftstoffEinspritzsystem einer Brennkraftmaschine mit den kennzeichnenden Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 8 besteht der Vorteil darin, dass zur Bestimmung der Ventilstellung des Volumenstromregelventils zusätzlich zum Vorsteuerkennfeld ein zweidimensionales Adoptions-Kennfeld verwendet wird. Als besonders vorteilhaft wird dabei angesehen, dass bei dem zweidimensionalen Adoptions-Kennfeld die Adoptionswerte für das Volumenstromregelventil in Abhängigkeit von zwei Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgegeben werden.

**[0009]** Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den nebengeordneten Ansprüche 1 und 8 gegeben. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass in dem Adoptions-Kennfeld die Adoptionswerte für die Ventilstellung in Abhängigkeit von zwei der nachfolgend genannten vier Betriebsparametern Einspritzmenge, Motordrehmoment, Motordrehzahl und Last gebildet werden kann. Bei diesen möglichen Zweierkombinationen von Betriebsparametern ergeben sich in vorteilhafter Weise Adoptionswerte, die auf den jeweiligen Lastpunkt angepasst sind.

**[0010]** Eine besonders günstige Lösung wird auch darin gesehen, dass die Adoptionswerte in einem Adoptionskennfeld abgelegt sind, das die Adoptionswerte in Abhängigkeit von den beiden Betriebsparametern Motordrehzahl und Einspritzmenge wiedergibt. Denn mit diesen beiden Betriebsparametern lässt sich ein eindeutiger Adoptionswert für das Volumenstromregelventil vorgeben.

**[0011]** Es ist weiterhin vorgesehen, sowohl bei dem Vorsteuerkennfeld, als auch bei dem Adoptionskennfeld die gleichen Betriebsparameter für die Achsen des Kennfeldes zu verwenden. Diese Vorgehensweise vereinfacht die Steuerung des Volumenstromregelventils, da die beiden Betriebsparameter bereits für das Vorsteuerkennfeld verwendet werden und damit eine Übereinstimmung der Lastpunkte gegeben ist.

**[0012]** Da im Adoptions-Kennfeld nicht in jedem Fall die gespeicherten Werte dem aktuellen Lastpunkt entsprechen, ist vorgesehen, dass zwischen zwei gespeicherten, benachbarten Werten des Adoptionskennfeldes interpoliert wird.

**[0013]** Vorzugsweise wird eine lineare Interpolation

der Adoptionswerte durchgeführt, für die die bekannten Algorithmen verwendet werden können.

**[0014]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die Werte des Adoptionskennfeldes während des Betriebs des Einspritzsystems angepasst. Vorrangswise werden die Werte des Adoptionskennfeldes geändert, wenn die Regelgröße des Reglers des Druckregelventils eine festgelegte Schwelle über- oder unterschreitet.

**[0015]** Die Vorrichtung ist in vorteilhafter Weise bei einem Diesel-, Benzin- oder Gasmotor anwendbar.

**[0016]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung den Hochdruckteil eines Common Rail Einspritzsystems,

Figur 2 zeigt ein zweidimensionales Vorsteuerkennfeld nach dem Stand der Technik,

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem zweidimensionalem Adoptionskennfeld und

Figur 4 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0017]** In Figur 1 ist in schematischer Darstellung im wesentlichen der Hochdruckteil eines Common Rail Einspritzsystems abgebildet, das für eine Brennkraftmaschine, beispielsweise einem Diesel-, Benzin- oder Gasmotor verwendbar ist. Es zeigt die Komponenten, mit denen der Kraftstoff im Rail unter hohem Druck für die Injektoren bereitgestellt wird.

**[0018]** Der Kraftstoff wird zunächst von einem (in Figur 1 nicht dargestellten Tank) über einen Kraftstoffzulauf A einer Kraftstoffförderpumpe 1 zugeführt. Die Kraftstoffförderpumpe 1 ist über ihren Ausgang mit dem Eingang eines steuerbaren Volumenstromregelventils VCV verbunden. Zur Regelung des Vordrucks ist parallel zur Kraftstoffförderpumpe ein Vordruckregelventil 5 geschaltet, über das überschüssiger Kraftstoff wieder in den Niederdruckbereich zurückgeführt werden kann. Des Weiteren ist der Ausgang des Volumenstromregelventils VCV mit einer Hochdruckpumpe 8 verbunden, die im Rail einen sehr hohen Kraftstoffdruck, je nach Anwendungsfall beispielsweise 800...2000 bar erzeugt. Zur Erzeugung des hohen Raildrucks weist die Hochdruckpumpe 8 drei Verdrängereinheiten 3 auf. Des Weiteren ist im Zulaufbereich der Hochdruckpumpe 8 ein Spül-/Schmierventil 6 eingebaut, über das die Kraftstoffförderpumpe 1 die Hochdruckpumpe 8 mit Kraftstoff spült und schmiert.

**[0019]** Am Hochdruckausgang der Hochdruckpumpe 8 ist ein Hochdruckregelventil PCV angeordnet. Das Hochdruckregelventil PCV regelt vorzugsweise mittels

eines PI-Reglers den Kraftstoffhochdruck im Rail. Ausgangsseitig ist dem Hochdruckregelventil PCV ein Spaltfilter 7 nachgeschaltet, um feste Schwebeteilchen im Kraftstoff auszufiltern, bevor der Kraftstoff über einen

5 Hochdruckanschluss B einem nachgeschalteten Kraftstoffspeicher mit daran angeschlossenen Injektoren zugeführt wird. Vor dem Eingang des Hochdruckregelventils PCV ist ein Abzweig für einen Kraftstoffrücklauf C vorgesehen, um überschüssigen Kraftstoff wieder in

10 den Niederdruckbereich zurückzuführen.

**[0020]** Figur 2 zeigt ein bekanntes zweidimensionales Vorsteuerkennfeld, das zur Steuerung des Volumenstromregelventils VCV Verwendung findet.

**[0021]** Bei der Darstellung des Vorsteuerkennfeldes 15 gemäß Figur 2 sind auf der X-Achse die Motordrehzahl N und auf der Y-Achse die Einspritzmenge MF (Mass of Fuel) aufgetragen. Der Vorsteuerkennwert für das Volumenstromregelventil VCV ist dann für eine aktuelle Drehzahl N und eine lastabhängige vorgegebene Einspritzmenge MF auf der Z-Achse als Prozentwert (%-Wert) des pulsweiten modulierten Signals, mit dem das Volumenstromregelventil angesteuert wird, ablesbar. Der Vorsteuerkennwert dient zunächst für das Volumenstromregelventil VCV als ein Voreinstellwert, der noch 20 mit Hilfe eines Adoptionswertes angepasst werden kann, um abhängig von den tatsächlichen Parametern 25 des Einspritzsystems eine exakte Ventilstellung zu erhalten.

**[0022]** Alternativ kann der Vorsteuerkennwert auch 30 als Tabelle abgelegt sein. In der Tabelle werden ebenfalls abhängig von der Motordrehzahl N und der Einspritzmenge MF die Kennwerte als Prozentwerte vom maximalen Öffnungswinkel des Volumenstromregelventils VCV angegeben.

**[0023]** Die Ventilstellung des Volumenstromregelventils VCV wird mit Hilfe einer Pulsweitenmodulation (PWM-Werte) gesteuert. Um eine Adaption der Ventilstellung zu erreichen, wird zur Ermittlung des PWM-Wertes für einen aktuellen Betriebspunkt ein Adoptionswert 40 aus dem Adoptionskennfeld zu dem Vorsteuerkennwert des Vorsteuerkennfelds addiert.

**[0024]** Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das Adoptionskennfeld in Abhängigkeit von zwei Betriebsparametern zweidimensional auszubilden.

**[0025]** Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Adoptionskennfeld. Hier werden als Betriebsparameter die Einspritzmenge MF und die Motordrehzahl N verwendet. Das Adoptionskennfeld besitzt damit - in diesem Sonderfall - die gleichen Achsen wie das Vorsteuerkennfeld der Figur 2. Auf der X-Achse ist die Drehzahl N und auf der Y-Achse die Einspritzmenge MF aufgetragen. Der Adoptionswert A kann dann auf der Z-Achse als Prozentwert vom maximalen Öffnungswinkel des Volumenstromregelventils VCV abgelesen werden.

**[0026]** In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Adoptionswerte im Adoptionskennfeld in Abhängigkeit von jeweils zwei der folgenden

Betriebsparameter abgelegt werden: die Einspritzmenge MF, das Motordrehmoment, die Motordrehzahl N und/oder die Last TQI. Durch jeweils zwei dieser Parameter kann über das zweidimensionale Adoptionskennfeld eine genaue Zuordnung des Adoptionswertes zur Last der Brennkraftmaschine hergestellt werden. Es wird damit vermieden, dass durch einen falschen Öffnungswinkel des Volumenstromregelventils VCV die Hochdruckpumpe zu viel oder zu wenig Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher der Brennkraftmaschine gefördert wird. Die erfindungsgemäße Steuerung gleicht in vorteilhafter Weise Fertigungstoleranzen der einzelnen Baugruppen des Einspritzsystems der Brennkraftmaschine aus.

**[0027]** Für die Ermittlung der Adoptionswerte ist des Weiteren vorgesehen, dass die Werte des Adoptionskennfeldes vorzugsweise linear interpoliert werden. Dadurch lassen sich mit einer einfachen linearen Regression auch Zwischenwerte ermitteln, so dass die Adoptionswerte genauer ermittelt werden.

**[0028]** Erfindungsgemäß ist weiter vorgesehen, dass die Adoptionswerte für die einzelnen Lastpunkte in dem zweidimensionalen Adoptionskennfeld kontinuierlich angepasst werden, so dass sich eine automatische Adaption für das Volumenstromregelventil VCV ergibt. Dadurch ergibt sich eine exakte lastpunktabhängige Anpassung an die toleranzbehafteten verbauten Komponenten, die auch von deren Alterung und Verschleiß unabhängig funktioniert.

**[0029]** Zur Adaption der Adoptionswerte des Adoptionskennfeldes wird die Regelgröße des PI-Regler des Druckregelventils von einer Steuereinheit überwacht. Überschreitet die Regelgröße des PI-Reglers eine festgelegte Schwelle, so wird von der Steuereinheit ein entsprechender Adoptionswert in das Adoptionskennfeld zu dem vorliegenden Betriebspunkt entsprechend den Parametern der Achse des Adoptionskennfeldes einge tragen. Er Adoptionswert ist so gewählt, dass bei Ansteuerung des Volumenstromregelventils VCV mit dem Vorsteuerwert aus dem Vorsteuerkennfeld und dem Adoptionswert aus dem Adoptionskennfeld so viel Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher befördert wird, dass die Regelgröße des PI-Reglers wieder unter die Schwelle gelangt. Der Adoptionswert wird beispielsweise bei Überschreiten oder Unterschreiten der Schwelle für den Reglerwert um einen festgelegten Wert oder einen festgelegten Prozentsatz erniedrigt bzw. erhöht.

**[0030]** Durch die optimale Anpassung an die erforderliche Kraftstoffmenge ist sichergestellt, dass das Niederdrucksystem unempfindlich wird gegen den Wärme eintrag über das Kraftstoffrücklaufsystem. Das Rücklaufsystem kann daher in der Nähe, beziehungsweise direkt an der Hochdruckpumpe angeschlossen werden, da der Kraftstoff nicht mehr aufgeheizt wird.

**[0031]** Ein weiterer Vorteil wird auch darin gesehen, dass die Regelgüte insbesondere bei Einspritzverfahren mit einer Mehrfacheinspritzung verbessert wird, da die Druckschwankungen im Rail auf Grund einer fal-

schen oder instabilen Ventilstellung minimiert werden.

**[0032]** Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Vorrichtung zur Steuerung des lastpunktabhängigen Volumenstroms in einem Common Rail Einspritzsystem. Es weist eine programmgesteuerte Steuereinheit 10 auf, die mit einem Programmspeicher 11, einem Speicher 12 für ein erstes Vorsteuerkennfeld für das Druckregelventil und ein zweites Vorsteuerkennfeld für das Volumenstromregelventil und mit einem Speicher 13 für ein Adoptionskennfeld verbunden ist. Die Steuereinheit 10 arbeitet ein Programm ab, das die angeschlossenen Komponenten Kraftstoffförderpumpe 1, Hochdruckpumpe 8, Hochdruckregelventil PCV und das Volumenstromregelventil VCV usw. regelt beziehungsweise steuert. Es ist vorgesehen, dass ein PI-Regler 9 das Hochdruckregelventil PCV nach dem vorgegebenen ersten Vorsteuerkennfeld regelt. Zudem ist der PI-Regler 9 mit dem Steuergerät 10 verbunden und meldet den aktuellen Regelwert des Hochdruckregelventils an das Steuergerät 10. Das Steuergerät 10 ist mit Sensoren verbunden, die die Betriebsparameter, insbesondere die Drehzahl, die Einspritzmenge, das Motordrehmoment und die Last erfassen. Das Volumenstromregelventil VCV wird in seiner Ventilstellung mittels des zweiten Vorsteuerkennfeldes und des zweidimensionalen Adoptionskennfeldes so gesteuert, dass zu jedem aktuellen Lastpunkt möglichst genau die erforderliche Kraftstoffmenge bereitgestellt wird. Durch diese lastpunktabhängige Steuerung des Volumenstromregelventils VCV wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass die Kraftstoffrücklaufmenge minimiert und damit insbesondere ein Aufheizen des Kraftstoffs im Tank vermieden wird. Des Weiteren wird erreicht, dass die Hochdruckpumpe, die mit einem Zahnräumen oder einer mechanischen Kupplung angetrieben wird, weniger Energie aufnimmt und sich damit die Leistungsaufnahme der Hochdruckpumpe verringert. Die Folge ist eine hohe Motorleistung und/oder ein verminderter Kraftstoffverbrauch.

40

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Volumenstroms in einem Common Rail Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, wobei der Raildruck mittels einer Hochdruckpumpe (8) erzeugt und von einem regelbaren Hochdruckregelventil (PCV) im Rail eingestellt wird und wobei der Volumenstrom durch eine Ventilstellung eines steuerbaren Volumenstromregelventils (VCV) bestimmt wird, das mittels eines Vorsteuerkennfeldes und eines Adoptionskennfeldes in Abhängigkeit von einem Betriebsparameter der Brennkraftmaschine gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adoptionskennfeld zweidimensional ausgebildet ist, wobei im Adoptionskennfeld die Adoptionswerte für die Ventilstellung in Abhängigkeit von zwei Betriebsparametern

- der Brennkraftmaschine vorgegeben sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Adoptionskennfeld die Adoptionswerte für die Ventilstellung in Abhängigkeit von jeweils zwei der folgenden Betriebsparameter bestimmt werden:
- der Einspritzmenge (MF) des Kraftstoffs,  
der Motordrehzahl (N) und/oder  
dem Motordrehmoment oder der Last (TQI).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adoptionswerte in dem Adoptionskennfeld mit den Betriebsparametern Motordrehzahl (N) und Einspritzmenge (MF) abgelegt sind.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adoptionskennfeld die gleichen Parameterachsen aufweist wie das Vorsteuerkennfeld.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein aktueller Adoptionswert aus benachbarten Werten des Adoptionskennfeldes interpoliert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Interpolation linear erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adoptionswerte des Adoptionskennfeldes in Abhängigkeit vom Regelwert des Reglers (9) des Hochdruckregelventils (PCV) angepasst wird.
8. Vorrichtung zur Steuerung des lastpunktabhängigen Volumenstroms in einem Common Rail Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, mit einer Hochdruckpumpe (8), mit einem regelbaren Hochdruckregelventil (PCV), mit einem steuerbaren Volumenstromregelventil (VCV), mit einer programmgesteuerten Steuereinheit (10) und mit einem Speicher (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Speicher (13) ein zweidimensionales Adoptionskennfeldes für das Volumenstromregelventil (VCV) abgelegt ist, und dass die Steuereinheit die Ventilstellung des Volumenstromregelventils (VCV) in Abhängigkeit von einem Vorsteuerkennfeld und dem Adoptionskennfeld in Abhängigkeit von zwei Betriebsparametern der Brennkraftmaschine steuert.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Adoptionskennfeld die Adoptionswerte in Abhängigkeit von der Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine und der Einspritzmenge (MF)
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (10) einen Regelwert des Reglers (9) des Hochdruckregelventils (PCV) erfasst und bei Überschreiten oder Unterschreiten von Vergleichsschwellen den Adoptionswert in Adoptionskennfeld erniedrigt bzw. erhöht.

FIG 1

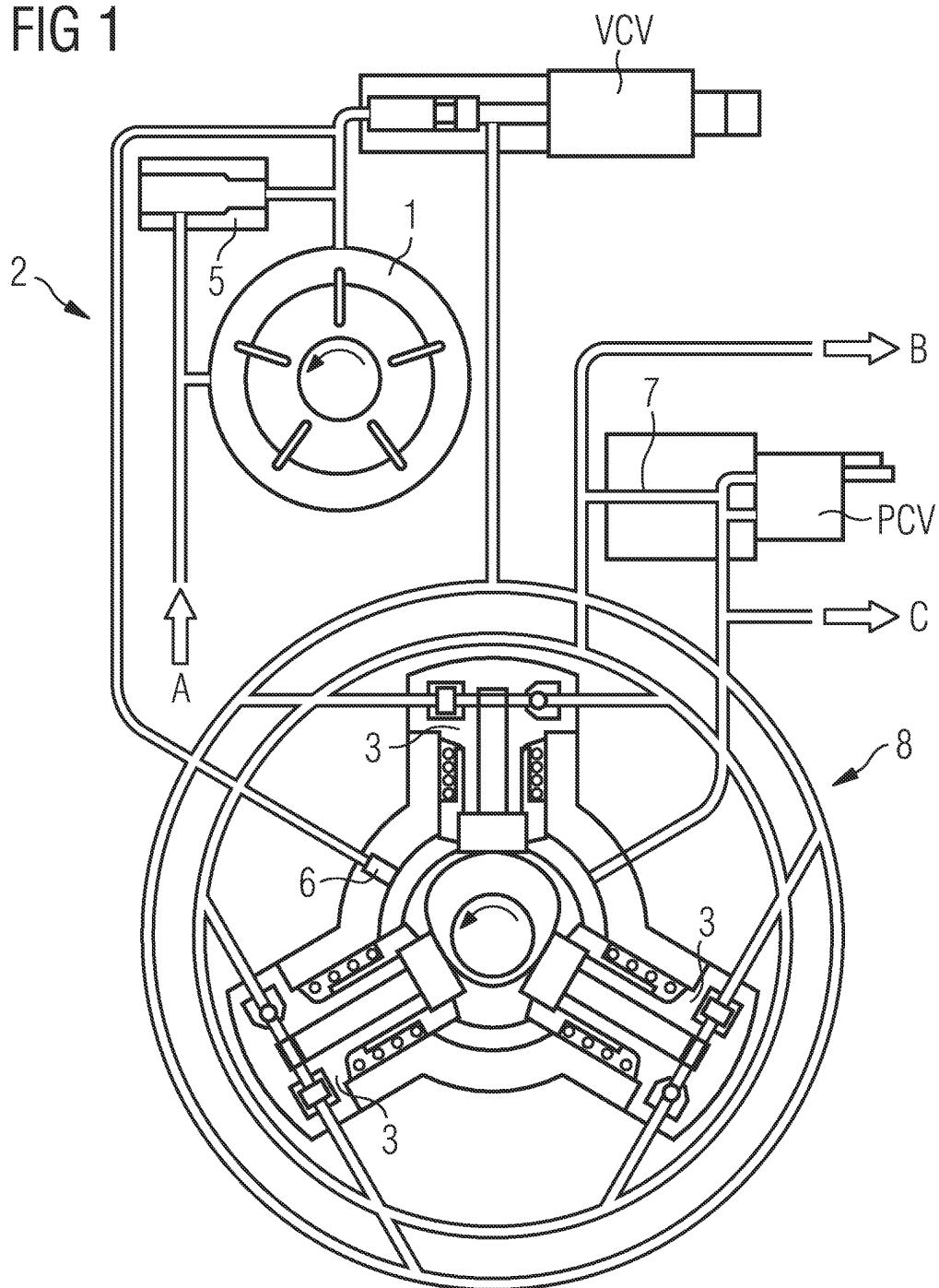


FIG 2 Stand der Technik

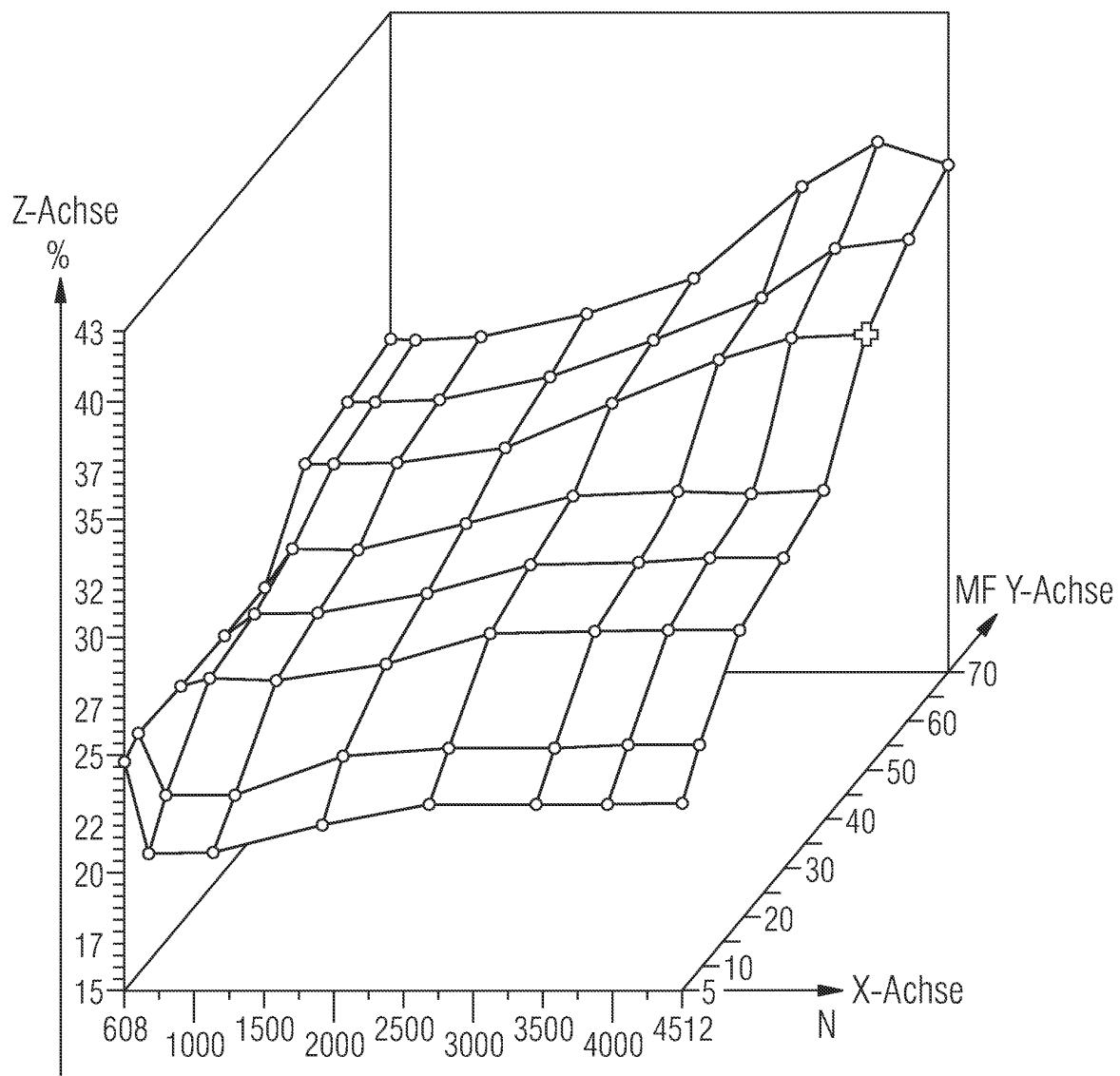


FIG 3

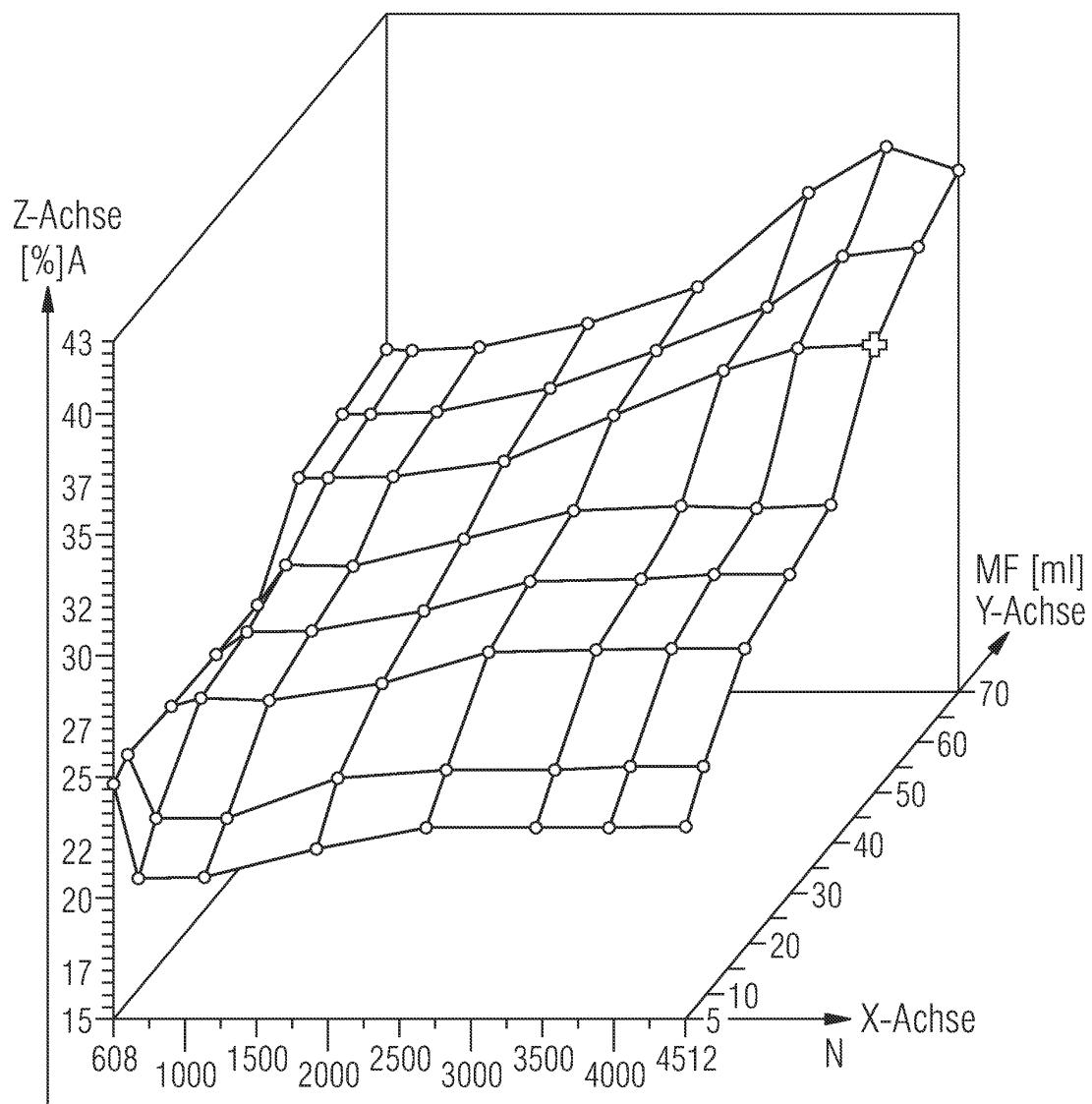


FIG 4

