

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: GM 369/00

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> : F02M 45/04

(22) Anmeldetag: 18. 5.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 9.2003

(45) Ausgabetag: 27.10.2003

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

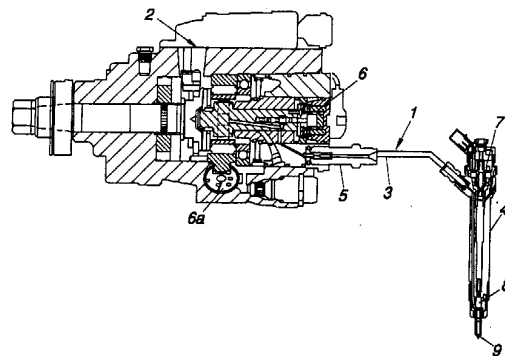
AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

KAMMERDIENER THOMAS DIPL.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).  
BÜGLER LUDWIG DIPL.ING.  
ST. RADEGUND B. GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE DIESEL-BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Diesel-Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzsystem (1) mit zumindest einer Verteilereinspritzpumpe (2), welche Kraftstoff zumindest einem Einspritzventil (4) pro Zylinder zuführt, wobei die Verteilereinspritzpumpe (2) zumindest ein elektromagnetisches oder piezomechanisches Stellglied (6, 6a) zur Fördermengen- und/oder Förderbeginnverstellung aufweist. Um die Leistungsausbeute zu erhöhen und die Emissionen zu vermindern ist vorgesehen, dass die Öffnungs- und Schließzeitpunkte des Einspritzventiles (4) unabhängig vom durch die Verteilereinspritzpumpe (2) bereitgestellten Kraftstoffdruck steuerbar sind.



Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Diesel-Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzsystem mit zumindest einer Verteilereinspritzpumpe, welche Kraftstoff zumindest einem Einspritzventil pro Zylinder zuführt, wobei die Verteilereinspritzpumpe zumindest ein elektromagnetisches oder piezomechanisches Stellglied zur Fördermengen- und/oder Förderbeginnverstellung aufweist.

Bei Brennkraftmaschinen dieser Art wird der Kraftstoff von der Verteilereinspritzpumpe über die Einspritzleitungen unter hohem Druck, in genau dosierter Menge und zu bestimmten Zeitpunkten den direkt in den Zylinder einspritzenden Einspritzventilen zugeführt, wobei die Öffnung der Ventalnadeln der Einspritzventile durch Überschreiten eines bestimmten Kraftstoffdruckes in der Einspritzleitung erfolgt. Um die Einspritzmenge und den Einspritzzeitpunkt an den geforderten Betriebspunkt (Lastpunkt) der Brennkraftmaschine anpassen zu können, weist die Verteilereinspritzpumpe jeweils voneinander unabhängige Stellglieder auf.

Allerdings sind der Einspritzratenformung enge Grenzen gesetzt, da das Einspritzventil für einen bestimmten Öffnungsdruck eingestellt ist und daher nicht unabhängig von der Druckerzeugung (Pumpendruck und damit Druck in der Einspritzleitung) geöffnet werden kann. Des weiteren sind die Anzahl und die Zeitpunkte pro Arbeitszyklus limitiert und prinzipbedingt an die kinematischen Randbedingungen – vorgegeben durch die Einspritznockengeometrie – gebunden. Dies wirkt sich nachteilig auf die Leistung und die Emissionen der Brennkraftmaschine aus. Ein Einspritzsystem dieser Art ist aus der US 5,345,916 A bekannt.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile zu vermeiden und bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art die Leistung zu steigern und die Emissionen zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Öffnungs- und Schließzeitpunkte des Einspritzventiles unabhängig vom durch die Verteilereinspritzpumpe bereitgestellten Kraftstoffdruck steuerbar sind. Neben einer wesentlichen Leistungssteigerung und Emissionsverbesserung ergibt sich der Vorteil, dass das Verbrennungsgeräusch vermindert wird. Weiters kann vorgesehen sein, dass die Öffnungs- und/oder Schließcharakteristik des Einspritzventiles variierbar ist. Eine

einfache Veränderung der Öffnungs- und Schließcharakteristik, das heißt, des Strömungsquerschnittes über der Zeit, ist insbesondere bei Verwendung einer piezomechanischen Betätigungseinrichtung möglich. Das unabhängig vom Pumpendruck betätigbare Einspritzventil ermöglicht es, den Einspritzzeitpunkt sowie die Einspritzmenge weitgehend frei zu gestalten, insbesondere dann, wenn in der Einspritzleitung zwischen Verteilereinspritzpumpe und Einspritzventil ein vorbestimmter Standdruck zwischen den Einspritzungen gehalten werden kann. Die Einstellung des Standdruckes erfolgt vorteilhafterweise über das Stellglied. Das Standdruckniveau in der Einspritzleitung wird dabei von der Zeitdauer der Pumpennachförderung bei schon geschlossenem Einspritzventil – nach Ende der Haupteinspritzung – bestimmt. Unabhängig von den durch den Einspritznocken vorgegebenen kinematischen Randbedingungen können damit mehrere Einspritzungen zu beliebigen Zeitpunkten durch Betätigen des Einspritzventiles realisiert werden.

Somit können Vor- oder Nacheinspritzungen während des gesamten Arbeitszyklus unabhängig vom Einspritznockenhub durchgeführt werden.

Das Einspritzventil kann entweder elektromagnetisch oder piezomechanisch, direkt – das heißt, die Betätigungseinrichtung wirkt mechanisch auf die Düsen-nadel – oder indirekt – das heißt, durch eine servohydraulisch gesteuerte Bewegung der Düsen-nadel – betätigbar sein.

Die Verteilereinspritzpumpe kann als Axial- oder als Radialkolbenpumpe ausgeführt sein.

Um den Standdruck im Einspritzsystem halten zu können, ist im Strömungsweg zwischen der Verteilereinspritzpumpe und jeder Einspritzdüse ein Rückschlagventil angeordnet. Die Einstellung des Standdruckes ist somit auch vom Öffnungsdruck des Rückschlagventiles abhängig.

Das jeweilige Volumen in der Einspritzleitung zwischen dem Rückschlagventil und dem Einspritzventil und das Volumen im Einspritzventil zwischen dem Druckanschluss und der Einspritzdüse stellt für jeden einzelnen Zylinder einen Druckspeicher dar, der den Einspritzdruck für Vor- und Nacheinspritzungen und gegebenenfalls für die anfängliche Haupteinspritzung zur Verfügung stellt.

Prinzipbedingt ist daher die Anzahl der Vor- und Nacheinspritzungen pro Arbeitszyklus durch das Volumen dieses Druckspeichers begrenzt.

Mit der Fördermengensteuerung der Verteilereinspritzpumpe kann der Restdruck bzw. der Druck im Druckspeicher variabel eingestellt werden. Die Form des Einspritzverlaufes lässt sich in weiten Grenzen steuern, nämlich von gestuften, über rampenförmige Ratenverläufe bis hin zu sehr steilen anfänglichen Ratenverläufen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Einspritzsystems, Fig. 2 ein Einspritzraten-Zeit-Diagramm, Fig. 3 ein Einspritzdruck-Zeit-Diagramm und Fig. 4 ein Stromsignal-Zeit-Diagramm.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Einspritzsystem 1 mit einer Verteilereinspritzpumpe 2, welche über jeweils eine Einspritzleitung 3 mit Einspritzventilen 4 verbunden ist. Im Strömungsweg zwischen der Verteilereinspritzpumpe 2 und dem Einspritzdüse 9 ist ein Rückschlagventil 5 angeordnet. Die Verteilereinspritzpumpe 2 weist jeweils ein elektromagnetisches oder piezomechanisches Stellglied 6 zur Fördermengenverstellung und/oder ein elektromagnetisches oder piezomechanisches Stellglied 6a zur Förderbeginnverstellung auf.

Das Einspritzventil 4 weist eine elektromagnetische oder piezoelektrische Betätigungseinrichtung 7 auf, über welche die Düsennadel 8 des Einspritzventiles 4 unabhängig vom Pumpendruck der Verteilereinspritzpumpe 2 geöffnet werden kann. Zwischen dem Rückschlagventil 5 und der Einspritzdüse 9 kann ein bestimmter Standdruck  $p_0$  von beispielsweise 300 bar gehalten werden.

In Fig. 2 ist die Einspritzrate  $V_e$  über der Zeit  $t$  aufgetragen. Bezugszeichen 10 bezeichnet eine Voreinspritzung, Bezugszeichen 12 eine gestufte Haupteinspritzung mit einer anfangs kleinen Rate. Dieser Anfangsbereich der Haupteinspritzung 12 ist mit 11 bezeichnet. Bezugszeichen 13 stellt eine Nacheinspritzung dar.

Das anfängliche Standdruckniveau  $p_0$  wird von der Zeitdauer der Pumpennachförderung bei schon geschlossenem Einspritzventil 4 nach Ende der Haupteinspritzung 12 bestimmt. Unabhängig von den durch die Einspritznocken der Verteilereinspritzpumpe 2 vorgegebenen kinematischen Randbedingungen können mehrere Einspritzungen zu einem beliebigen Zeitpunkt durch Betätigung der Betätigungseinrichtung 7 des Einspritzventiles 4 realisiert werden. Dies bedingt eine entsprechende Absenkung des Standdruckes  $p_0$  pro Einspritzung. Durch die Nacheinspritzung 13 wird etwa der Standdruck  $p_0$  um  $\Delta p_1$  auf den Standdruck  $p_1$

abgesenkt. Durch die Voreinspritzung 10 des nächsten Einspritzzyklus wird der Standdruck  $p_1$  um ein weiteres  $\Delta p_2$  auf  $p_2$  vermindert. Während des Anfangsbereiches 11 der Haupteinspritzung 12 kommt es zu einer weiteren Druckabsenkung um  $\Delta p_3$  auf den Standdruck  $p_3$ . Einspritzungen außerhalb des Pumpenförderzeitraumes sind daher hinsichtlich der Einspritzmenge  $V_e$  und der Anzahl der Einspritzungen pro Einspritzzyklus durch das Volumen limitiert, das durch den Strömungsweg zwischen dem Rückschlagventil 5 und der Einspritzdüse 9 gebildet wird. Das Einspritzventil 4 kann durch einen herkömmlichen Common-Rail-Injector gebildet werden.

Eine Haupteinspritzung 12 entsprechend Fig. 2 lässt sich durchführen, indem die Einspritzung mit dem Einspritzventil 4 initiiert wird, bevor die Pumpenförderung beginnt. Die damit erzielte gestufte Einspritzrate im Anfangsbereich 11 der Haupteinspritzung 12 lässt sich über die Zeitdifferenz der Bestromung der elektromagnetischen oder piezomechanischen Betätigungseinrichtung 7 und des elektromagnetischen oder piezomechanischen Stellgliedes 6, 6a variieren. In Fig. 4 ist dazu das Stromsignal  $I_1$  der Betätigungseinrichtung 7 des Einspritzventiles 4 und das Stromsignal  $I_p$  des Stellgliedes 6 der Verteilereinspritzpumpe 2 über der Zeit  $t$  aufgetragen. Die anfänglich kleine Rate ist dabei von der Öffnungsquerschnitt-Zeit-Funktion des Einspritzventils 4, zu Beginn vom Druckniveau  $p_2$  und anschließend vom nachfolgenden Druckabfall bestimmt. Der Druckabfall  $\Delta p_3$  hängt von der Zeitdauer der anfänglich kleinen Rate bzw. Zeitdifferenz der Bestromung ab. Im weiteren Verlauf der Haupteinspritzung 12 steigt nach Bestromung des Stellgliedes 6 der Verteilereinspritzpumpe 2 nach kurzer Zeit der Einspritzdruck  $p$  im Düsenraum der Einspritzdüse 9 des Einspritzventiles 4 an und die Einspritzrate nimmt rasch zu.

Für die Formung der Haupteinspritzung 12 ergeben sich aber auch andere Möglichkeiten: Durch geänderte Betätigungszeitpunkte des Stellgliedes 6 und der Betätigungseinrichtung 7 kann eine anfänglich sehr steile Einspritzrate realisiert werden, nämlich indem der Förderbeginn der Verteilereinspritzpumpe 2 vor den Einspritzbeginn des Einspritzventiles 4 gelegt wird. Es kommt zu einer "Vorspannung" des Kraftstoffes, wodurch sich ein Einspritzverlauf mit steiler Anfangsflanke (ähnlich wie bei herkömmlichen Verteilereinspritzsystemen mit sehr hohem Düsenöffnungsdruck) verwirklichen lässt. Die anfängliche Rate der Haupteinspritzung 12 lässt sich somit in weiten Grenzen steuern, nämlich von gestuften über einen rampenförmigen bis hin zu einem sehr steilen anfänglichen Ratenverlauf (boot, ramp, square).

Gegen Ende der Haupteinspritzung 12 wird wiederum durch den Betätigungszeitpunkt des Stellgliedes 6 und der Betätigungseinrichtung 7 das Spritzende formbar. Durch früheres Schließen der Düsennadel 8 mittels der Betätigungseinrichtung 7 lässt sich ein schnelles Spritzende realisieren. Wie bereits beschrieben, wird durch den Schließzeitpunkt des Stellgliedes 6 das Standdruckniveau  $p_0$  für den nachfolgenden Arbeitszyklus bzw. für die Nacheinspritzung 13 bestimmt. Somit lässt sich mit dem beschriebenen Einspritzsystem 1 auf sehr einfache Weise ein schnelles Spritzende der Haupteinspritzung 12 und ein variabler Standdruck  $p_0$  realisieren.

Die mit der gegenständlichen Erfindung erzielten Funktionen

- Mehrfach-Voreinspritzungen bei niedrigem, wählbarem Druckniveau,
- Mehrfach-Nacheinspritzungen bei niedrigem, wählbarem Druckniveau und
- Ratenformungsmöglichkeit für die Haupteinspritzung

haben zum Ziel, eine Drehmomentsteigerung zu erreichen und das Geräusch, sowie die Emissionen abzusenken. Insbesondere kann durch das niedrige Druckniveau für die Vor- und Nacheinspritzung eine geringere Strahleindringtiefe – zur Vermeidung von Schmierölverdünnung, verursacht bei sehr frühen Vor- oder sehr späten Nacheinspritzungen durch Benetzung der Zylinderwände mit Kraftstoff – und eine kleinere Mengenstreuung erzielt werden.

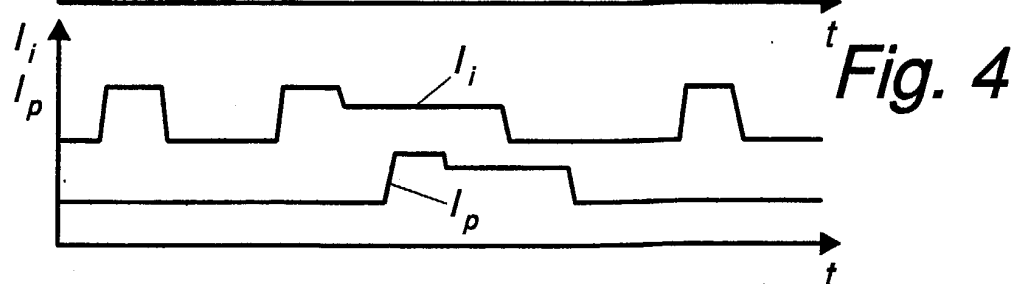
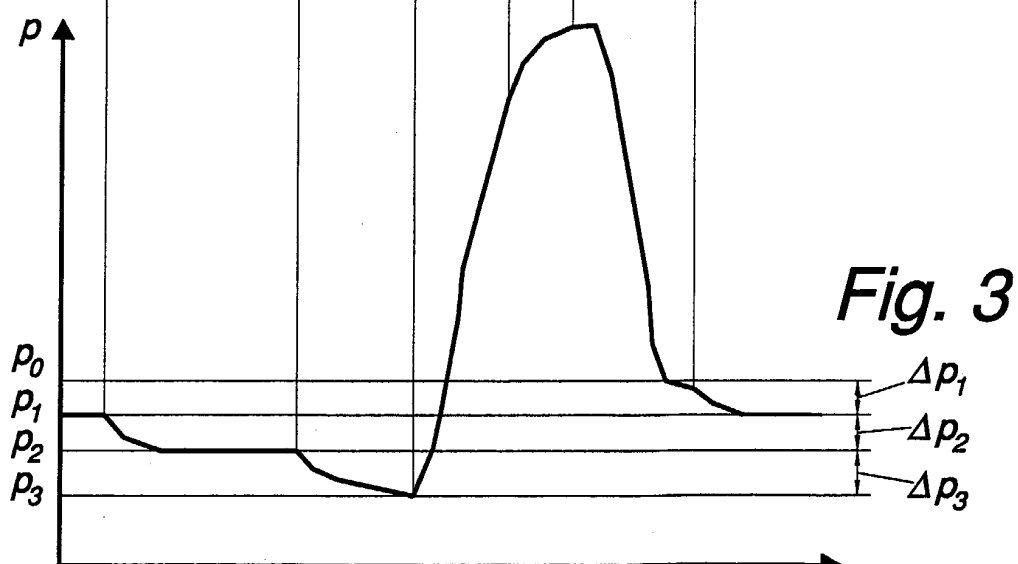
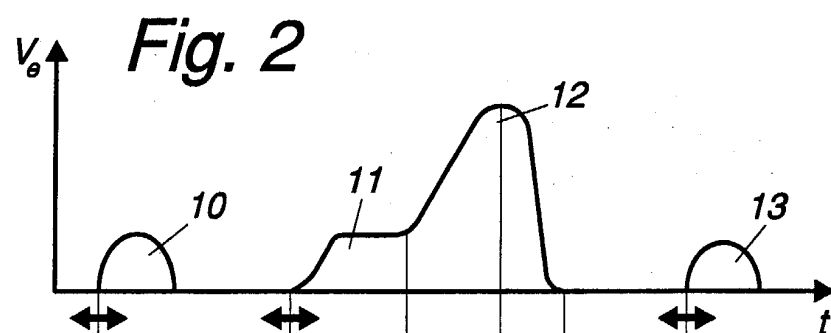
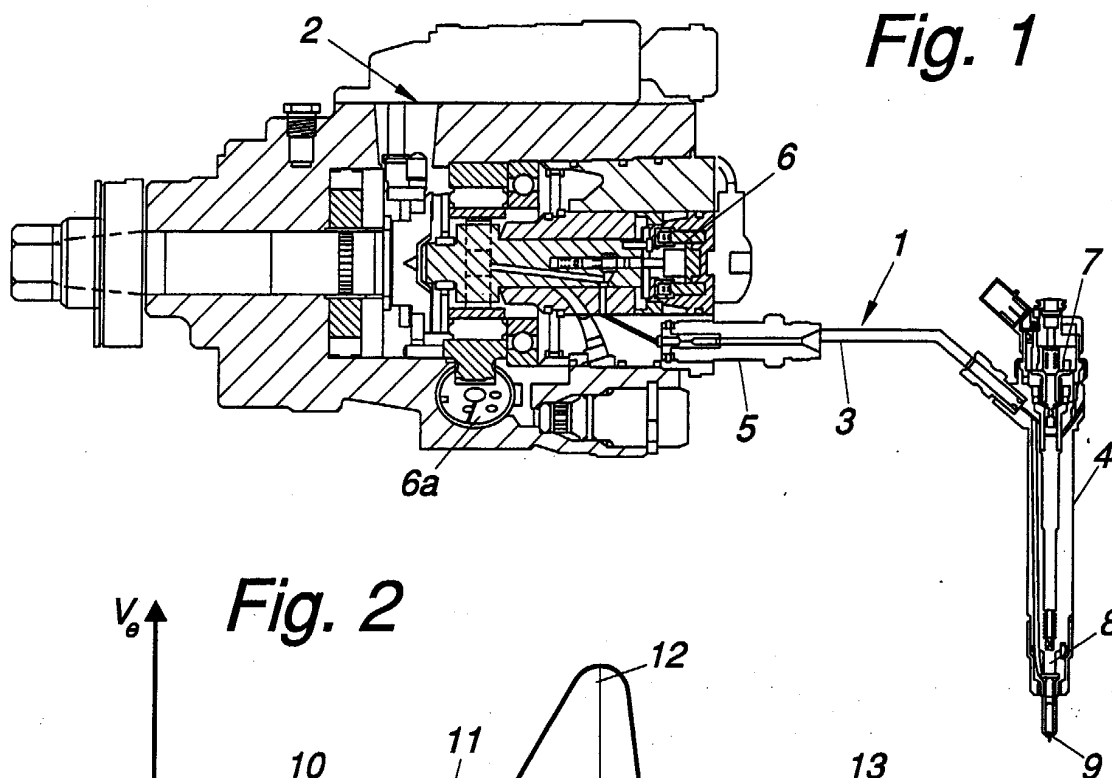
Weiters kann mit sehr geringem Aufwand eine Nacheinspritzung 13 für einen unterstöchiometrischen Betrieb – etwa während der Regenerationsphase eines  $\text{NO}_x$ -Adsorbers – durchgeführt werden.

## **ANSPRÜCHE**

1. Brennkraftmaschine, insbesondere Diesel-Brennkraftmaschine, mit einem Einspritzsystem (1) mit zumindest einer Verteilereinspritzpumpe (2), welche Kraftstoff zumindest einem Einspritzventil (4) pro Zylinder zuführt, wobei die Verteilereinspritzpumpe (2) zumindest ein elektromagnetisches oder piezomechanisches Stellglied (6, 6a) zur Fördermengen- und/oder Förderbeginnverstellung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungs- und Schließzeitpunkte des Einspritzventiles (4) unabhängig vom durch die Verteilereinspritzpumpe (2) bereitgestellten Kraftstoffdruck steuerbar sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungs- und/oder Schließcharakteristik des Einspritzventiles (4) variierbar ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Strömungsweg zwischen Verteilereinspritzpumpe (2) und Einspritzdüse (5) ein Standdruck ( $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ ) zwischen den Einspritzungen haltbar ist.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Standdruck ( $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$ ) über das Stellglied (6, 6a) einstellbar ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Strömungsweg zwischen Verteilereinspritzpumpe (2) und Einspritzdüse (9) ein Rückschlagventil (5) angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einspritzventil (4) elektromagnetisch betätigbar ist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einspritzventil (4) piezomechanisch betätigbar ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einspritzventil (4) servohydraulisch betätigbar ist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilereinspritzpumpe (2) als Axialkolbenpumpe ausgebildet ist.

10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilereinspritzpumpe (2) als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist.







## ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

Recherchenbericht zu GM 369/2000

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC <sup>*)</sup> : <b>F 02 M 45/04</b>		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): <b>IPC F 02 M 45/02, 45/04, 47/00, 47/02, 51/00</b>		
Konsultierte Online-Datenbank:		
<p>Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>18.05.2000 eingereichten</b> Ansprüchen erstellt.</p> <p>Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrundeliegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.</p>		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode <sup>*)</sup> , Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	<b>GB 1 277 220 A (SOC. DES PROCEDES MODERNES D'INJECTION "SOPROMI")</b> <b>7. Juni 1972 (07.06.72)</b> <b>gesamtes Dokument</b>	1, 3, 6, 8
Datum der Beendigung der Recherche: <b>19. Mai 2003</b>		Prüfer(in): <b>Dipl.-Ing. BAUMANN</b>
<sup>*)</sup> Bitte beachten Sie die Hinweise auf dem Erläuterungsblatt!		
<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt		



# ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

## Erläuterungen zum Recherchenbericht

Die **Kategorien** der angeführten Dokumente dienen in Anlehnung an die Kategorien der Entgegenhaltungen bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik. Sie stellen keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar:

**"A"** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

**"Y"** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

**"X"** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

**"P"** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie „X“), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

**"&"** Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

### Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland; EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan; RU = Russische Föderation; SU = Ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA); WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere Codes siehe **WIPO ST. 3**.

Die **genannten Druckschriften** können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 bis 12 Uhr 30, Dienstag von 8 bis 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamts betriebenen Kopierstelle können **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Bestellung gibt die von der Teilrechtsfähigkeit des Österreichischen Patentamts betriebene Serviceabteilung gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentedokumenten allfällige veröffentlichte **"Patentfamilien"** (den selben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt.

**Auskünfte und Bestellmöglichkeit** zu diesen Serviceleistungen erhalten Sie unter der Telefonnummer

01 / 534 24 - 738 bzw. 739;

Schriftliche Bestellungen:

per FAX Nr. 01 / 534 24 – 737 oder per E-Mail an [Kopierstelle@patent.bmvit.gv.at](mailto:Kopierstelle@patent.bmvit.gv.at)