

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 971 123 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.05.2003 Patentblatt 2003/19**

(51) Int Cl.7: **F02M 59/26**, F02M 55/00

(21) Anmeldenummer: **99113205.1**

(22) Anmeldetag: **08.07.1999**

(54) **Kraftstoffeinspritzpumpe**

Fuel injection pump

Pompe d'injection de carburant

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE GB IT LI**

(30) Priorität: **10.07.1998 DE 19831078**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.2000 Patentblatt 2000/02**

(73) Patentinhaber: **L'ORANGE GMBH**  
**D-70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Prillwitz, Rolf**  
**71696 Möglingen (DE)**

(74) Vertreter: **Winter, Josef**  
**MTU Motoren- und Turbinen-Union**  
**Friedrichshafen GmbH**  
**Patentabteilung ZJXP**  
**88040 Friedrichshafen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 270 519** **DE-A- 3 347 430**  
**DE-A- 3 804 843** **DE-A- 4 002 557**  
**DE-A- 4 006 899** **US-A- 3 677 256**  
**US-A- 4 163 634**

**EP 0 971 123 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Eine übliche Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine enthält einen in einem Pumpenzylinder geführten Pumpenkolben und einen von dem Pumpenkolben begrenzten Druckraum, sowie mindestens eine Steuerbohrung. Der Pumpenkolben verfügt über eine obere, druckraumseitig gelegene Steuerkante und mindestens eine untere, schräge Steuerkante, welche durch Überstreichen der Steuerbohrung Beginn und Ende der Kraftstoffförderung der Einspritzpumpe festlegen. Der Pumpenkolben weist einen den in dem Druckraum befindlichen Kraftstoff druckbeaufschlagenden Kolbenkopf auf. Eine solche Kraftstoffeinspritzpumpe ist beispielsweise aus der DE 43 04 084 C2 bekannt.

**[0003]** Aus der DE 38 04 843 A 1 geht eine Kraftstoffeinspritzpumpe als bekannt hervor, an deren in einem Zylinder axial und drehbeweglich geführtem Pumpenkolben eine Absteuerkante und eine Vorabsteuernut ausgebildet ist, die im wesentlichen dem Verlauf der Absteuerkante folgt. Die Vorabsteuernut steht mit einer Längsnut in der Mantelfläche des Pumpenkolbens in Verbindung, die ihrerseits mit dem Pumpenarbeitsraum in Verbindung steht. Die Vorabsteuernut gelangt unmittelbar vor Eintreten der Absteuerkante in den Bereich der Steueröffnung, wodurch unter Hochdruck stehender Kraftstoff in dosierter Menge bereits unmittelbar vor Absteuerbeginn in die Steueröffnungen abströmt, wodurch Kavitationsschäden an der Mantelfläche des Pumpenkolbens vermieden werden.

**[0004]** Ebenfalls zur Vermeidung von Kavitation wird an einem Pumpenelement einer Einspritzpumpe gemäß der DE 40 06 899 A1 während eines Fördervorgangs eine Leckmenge aus dem Druckraum des Pumpenzylinders zu den Steuerbohrungen geleitet, um Vakuumblasen von der Steuerkante des Pumpenkolbens wegzudrücken. Zur Erzielung einer ständigen Leckage ist ein ausreichendes Spiel zwischen den Führungsflächen von Pumpenkolben und Zylinder vorgesehen. In einer Ausgestaltung dient eine Umfangsnut im Kolben in einer horizontalen Ebene zur Führung der Leckmenge zu den Steuerbohrungen.

**[0005]** Auch die Kraftstoffeinspritzpumpe, die in der EP 0 270 519 A1 dargestellt ist, bedient sich ständiger Leckage zur Wegförderung von in den Saug- und Überströmbohrungen befindlichen Gasblasen. Hierzu dienen auf dem Umfang des Pumpenkolbens austretende radiale Bohrungen, die über eine Längsbohrung im Pumpenkolben in gedrosselter Verbindung mit dem Arbeitsraum des Pumpenkolbens stehen.

**[0006]** Bei der Kraftstoffeinspritzpumpe nach der DE 43 47 430 A1 dient eine über einem Teil des Umfangs des Pumpenkolbens verlaufende Außennut zur drehzahlabhängigen Beeinflussung der Kraftstofffördermenge und des Förderbeginns. Die Außennut ist über Ra-

dialbohrungen und eine Axialbohrung im Pumpenkolben mit dem Pumpenarbeitsraum verbunden und ist nur zu Beginn des Förderhubs des Pumpenkolbens wirksam.

**[0007]** Bei derartigen Einspritzpumpen, wie sie insbesondere bei Dieselmotoren verwendet werden, treten in dem Druckraum Pumpendrucke von bis zu 2000 bar auf, wobei der Kraftstoff mit Ausströmgeschwindigkeiten von 500m/s und darüber aus dem Druckraum entweicht, wenn die Steuerkante die Steuerbohrung freigibt. Aufgrund dieser Bedingungen tritt an den Steuerkanten und den Steuerbohrungen immer wieder die Bauteile zerstörende Kavitation auf.

**[0008]** Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine anzugeben, bei der das Auftreten von Kavitation wesentlich vermindert oder sogar gänzlich vermieden wird.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kraftstoffeinspritzpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0010]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine umfasst einen in einem Pumpenzylinder geführten Pumpenkolben und einen von dem Pumpenkolben begrenzten Druckraum, sowie mindestens eine Steuerbohrung, wobei der Pumpenkolben eine obere, druckraumseitig gelegene Steuerkante und mindestens eine untere, schräge Steuerkante aufweist, welche durch Überstreichen der Steuerbohrung(en) Beginn und Ende der Kraftstoffförderung der Einspritzpumpe festlegen, wobei der Pumpenkolben einen den in dem Druckraum befindlichen Kraftstoff druckbeaufschlagenden Kolbenkopf aufweist. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass im Bereich der unteren Steuerkante an dem Pumpenkolben eine Vorabsteuernut ausgebildet ist, welche beim Überstreichen der Steuerbohrung(en) früher als die untere, schräge Steuerkante die Steuerbohrung im Sinne einer Beendigung der Kraftstoffförderung freigibt, und dass eine von dem Kolbenkopf zu der Vorabsteuernut führende Strömungsverbindung vorgesehen ist, welche Mittel zur Strömungsbegrenzung aufweist. Es ist vorgesehen, dass die Vorabsteuernut im wesentlichen dem Verlauf der unteren, schrägen Steuerkante folgend in der Mantelfläche des Pumpenkolbens ausgebildet ist. Hierbei ist die Vorabsteuernut durch Beabstandung gegen den an die untere, schräge Steuerkante anschließenden Hochdruckbereich abgedichtet. Es ist weiter vorgesehen, dass die Strömungsverbindung mindestens eine vom Kolbenkopf in axialer Richtung in das Innere des Pumpenkolbens verlaufende Bohrung und mindestens eine in radialer Richtung von der Vorabsteuernut in das Innere des Pumpenkolbens verlaufende, die axiale Bohrung schneidende Bohrung umfasst.

**[0012]** Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzpumpe ist es, dass bevor die Steuerkante des Pumpenkolbens die Steuerbohrung

überstreicht, mittels der Vorabsteuernut ein signifikanter Abbau des Drucks im Druckraum erfolgt und damit kavitationsbegründende Strömungsvorgänge im Bereich von Steuerkante und Steuerbohrung vermindert werden.

**[0013]** Eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kraftstoffpumpe sieht es vor, dass der Pumpenzylinder zwei diametral gegenüberliegende Steuerbohrungen aufweist und der Pumpenkolben jeweils zwei diametral gegenüberliegende untere Steuerkanten und Vorabsteuernuten aufweist, und dass die in radialer Richtung verlaufenden Bohrungen diametral gegenüberliegend in die axiale Bohrung münden. Die diametrale Anordnung der Einmündungen der radialen Bohrungen in die axiale Bohrung bringt die vorteilhafte Wirkung mit sich, dass die in die radialen Bohrungen eintretenden Kraftstoffströme entgegengesetzt gerichtet sind und damit möglichst viel Druckenergie vernichtet wird.

**[0014]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist es vorgesehen, dass für jede Vorabsteuernut mehrere radiale Bohrungen vorgesehen sind, die winkelmäßig gegeneinander versetzt verlaufen, wobei jeweils zwei Bohrungen diametral gegenüberliegend auf gleicher Höhe in die axiale Bohrung münden. Dies führt einerseits zu einer Aufspaltung der vom Kolbenkopf in die Vorabsteuernut eintretenden Kraftstoffströme mit der Wirkung eines starken Abbaus an Druckenergie, sowie in den Vorabsteuernuten auftretende entgegengesetzte Kraftstoffströme, durch welche ein weiterer Energieabbau erfolgt.

**[0015]** Vorteilhafterweise sind für jede Vorabsteuernut zwei radiale Bohrungen vorgesehen, die jeweils in der Nähe der Enden der Vorabsteuernuten in diese münden. Dies führt zu zwei entgegengesetzten Strömungen in den Vorabsteuernuten, deren Energien sich beim Eintreten in die Steuerbohrungen gegenseitig abbauen.

**[0016]** Die Mittel zur Strömungsbegrenzung sind vorteilhafterweise durch mindestens einen Bereich geringen Querschnitts der durch das innere des Pumpenkolbens verlaufenden Bohrungen gebildet. Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, daß der Querschnitt der axialen Bohrung kleiner ist als die Summe der Querschnitte der in diese mündenden radialen Bohrungen.

**[0017]** Bei den Ausführungsformen, bei denen für jede Vorabsteuernut mehrere radiale Bohrungen vorgesehen sind, ist es vorteilhafterweise vorgesehen, daß sich der Querschnitt der axialen Bohrung vom Kolbenkopf her zwischen den einmündenden radialen Bohrungen vermindert.

**[0018]** Insbesondere ist es bei den Ausführungsformen, bei denen für jede Vorabsteuernut zwei radiale Bohrungen vorgesehen sind, besonders vorzuziehen, daß die vom Kolbenkopf ausgehende axiale Bohrung vor der ersten radialen Bohrung einen ersten Querschnitt A und vor der zweiten radialen Bohrung einen zweiten Querschnitt B aufweist, wobei der zweite Quer-

schnitt B kleiner als der erste Querschnitt A ist. Insbesondere beträgt dabei der erste Querschnitt A vorteilhafterweise etwa das Doppelte des zweiten Querschnitts B.

**[0019]** Vorteilhafterweise ist der Querschnitt der radialen Bohrung kleiner oder ungefähr klein dem Querschnitt der Vorabsteuernut.

**[0020]** Bei allen Ausführungsbeispielen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzpumpe ist es von Vorteil, wenn die Vorabsteuernut an ihrer Sohle mit einem Radius R verrundete Kanten aufweist.

**[0021]** Im folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben.

**[0022]** Es zeigen:

Fig. 1) eine Querschnittsansicht eines Pumpenelements einer Einspritzpumpe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2a) eine vergrößerte Seitenansicht des mit dem Druckraum und den Steuerbohrungen zusammenwirkenden Teils des Pumpenkolbens;

Fig. 2b) eine Draufsicht auf den Pumpenkolben;

Fig. 2c) eine Abwicklung um 360° des mit dem Druckraum und den Steuerbohrungen zusammenwirkenden Teils des Pumpenkolbens;

Fig. 3a) eine nochmals vergrößerte Draufsicht auf den Kopf des Pumpenkolbens;

Fig. 3b) eine Schnittansicht der durch den Pumpenkolben als Strömungsverbindung führenden Bohrungen bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel; und

Fig. 3c) eine vergrößerte Schnittansicht entlang der Linie A-B in Fig. 2c), welche den Querschnitt der Vorabsteuernut zeigt.

**[0023]** In Fig. 1 bedeutet das Bezugszeichen 1 den Pumpenzylinder einer Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine, insbesondere einen Dieselmotor. In dem Pumpenzylinder 1 ist ein Pumpenkolben 2 in Axialrichtung verschieblich geführt, welcher von einer auf einen Kolbenfuß des Pumpenkolbens einwirkenden Nockenwelle zyklisch angetrieben wird. Nockenwelle und Kolbenfuß sind in Fig. 1 nicht gezeigt. Der Pumpenkolben 2 ist an seinem unteren Ende mit einer Kolbenfahne 11 versehen, welche im Zusammenwirken mit beispielsweise einer Zahnstange eine Verdrehung um die Kolbenachse über einen vorgegebenen Winkelbereich ermöglicht. Der Pumpenkolben 2 begrenzt an seiner Oberseite einen Druckraum 3, welcher in dem Pumpen-

zylinder 1 vorgesehen ist. An der Oberseite des Druckraums 3 münden ein Zulaufkanal 10 und ein Ablaufkanal 9 für den Kraftstoff.

**[0024]** Seitlich in dem Pumpenzylinder 1 sind Steuerbohrungen 4a und 4b vorgesehen. Ein das obere Ende des Pumpenkolbens 2 bildender Kolbenkopf 5 ist an einem Umfang mit einer oberen, druckraumseitigen Steuerkante 6 und unteren, schrägen Steuerkanten 7a, 7b versehen, von denen in Fig. 1 nur eine Steuerkante 7a sichtbar ist. Die obere Steuerkante 6 und die untere Steuerkante 7a begrenzen zusammen mit einer Verbindung des Druckraums 3 mit der Unterseite der unteren, schrägen Steuerkante 7a, 7b herstellenden Kolbennut 8 ein Steuerdreieck, welches durch Überstreichen der Steuerbohrungen 4a, 4b Beginn und Ende der Kraftstoffförderung der Einspritzpumpe festlegt. Bei der dargestellten Kraftstoffeinspritzpumpe sind zwei derartige Steuerdreiecke ausgebildet, welche jeweils mit den Steuerbohrungen 4a bzw. 4b zusammenwirken.

**[0025]** Durch Verdrehen des Pumpenkolbens 2 mittels der Kolbenfahne 11 wird durch Veränderung der gegenseitigen Lage von unterer Steuerkante 7a, 7b und Steuerbohrung 4a, 4b das Ende der Kraftstoffförderung und damit die Einspritzdauer eingestellt. Insoweit entspricht die beschriebene Kraftstoffeinspritzpumpe Bekanntem.

**[0026]** Wie aus Fig. 1 und Fig. 2a) bis c) ersichtlich ist, ist im Bereich von jeweils der unteren Steuerkante 7a, 7b an dem Pumpenkolben 2 eine Vorabsteuermut 20a, 20b in Form einer dem Verlauf der unteren Steuerkante 7a, 7b folgenden Einfräsung vorgesehen. Die Vorabsteuermut 20a, 20b steht durch eine im Inneren des Pumpenkolbens 2 ausgebildete Strömungsverbindung mit dem Kolbenkopf 5 und damit mit dem Druckraum in Verbindung. Die Strömungsverbindung ist durch eine im Zentrum des Pumpenkolbens 2 verlaufende axiale Bohrung 23 und jeweils zwei für jede Vorabsteuermut 7a, 7b vorgesehene radial verlaufende Bohrungen 21a, 22a bzw. 21b, 22b hergestellt. An ihrer Oberseite ist die axiale Bohrung 23 durch einen Konus 24 erweitert.

**[0027]** Die Vorabsteuermut 20a, 20b überstreicht bei der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens 2 während des Förderhubes der Einspritzpumpe früher die jeweilige Steuerbohrung 4a, 4b als die untere, schräge Steuerkante 7a, 7b, so daß eine frühere Druckentlastung des Druckraums 3 über die Bohrungen 23 und 21a, 22a, 21b, 22b und die Vorabsteuernuten 20a, 20b im Sinne einer Beendigung der Kraftstoffförderung erfolgt.

**[0028]** Der Querschnitt der durch die axiale Bohrung 23 und die radialen Bohrungen 21a, 22a, 21b, 22b gebildeten Strömungsverbindung ist so gewählt, daß ein wesentlicher Abbau der in dem Druckraum 3 gespeicherten Druckenergie erfolgt, so daß bei der endgültigen Druckentlastung des Druckraums 3 über die untere Steuerkante 7a, 7b keine Kavitation mehr auftritt, andererseits jedoch noch keine Kavitation an der Vorabsteuermut 20a, 20b auftritt.

**[0029]** Wie aus Fig. 2c) ersichtlich ist, die eine Abwicklung des oberen Teils des Pumpenkolbens 2 um 360° zeigt, überstreichen die Vorabsteuernuten 20a, 20b jeweils gleichzeitig die Steuerbohrungen 4a, 4b, die in Fig. 2c) gestrichelt dargestellt sind. Die Vorabsteuernuten 20a, 20b sind gegen den an die untere Steuerkante 7a, 7b anschließenden Hochdruckbereich durch Beabstandung um einen Abstand S abgedichtet.

**[0030]** Die radialen Bohrungen 21a, 22a bzw. 21b, 22b münden jeweils nahe den Enden der Vorabsteuernuten 20a, 20b in diese. Wie aus Fig. 2b) ersichtlich ist, sind die radialen Bohrungen 21a, 22a und 21b, 22b winkelmäßig gegeneinander versetzt und münden jeweils paarweise einander diametral gegenüberliegend in die axiale Bohrung 23. Die gegenseitige Lage der radialen Bohrungen 21a, 22a und 21b, 22b ist in Fig. 3a) nochmals vergrößert dargestellt.

**[0031]** Wie aus Fig. 3b) ersichtlich ist, weist die axiale Bohrung 23 zwischen den Einmündungen der radialen Bohrungen 21a, 21b und 22a, 22b eine Verminderung des Querschnitts auf. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Querschnitte der axialen Bohrung 23 so gewählt, daß der erste Querschnitt an der ersten radialen Bohrung 21a, 21b ungefähr doppelt so groß wie der zweite Querschnitt an der zweiten radialen Bohrung 22a, 22b ist. Durch diese Verminderung des die Strömung in der axialen Bohrung 23 begrenzenden Querschnitts soll erreicht werden, daß sich die Strömung vom Druckraum 3 zu den Vorabsteuernuten 20a, 20b ungefähr gleich auf die erste radiale Bohrung 21a, 21b und die zweite radiale Bohrung 22a, 22b verteilt. Weiterhin sind die Querschnitte der Bohrungen so gewählt, daß der Querschnitt der axialen Bohrung 23 kleiner ist als die Summe der Querschnitte der in diese mündenden radialen Bohrungen 21a, 21b bzw. 22a, 22b.

**[0032]** Fig. 3c) zeigt einen nochmals vergrößerten Schnitt entlang der Linie A-B in Fig. 2c) im Bereich der Vorabsteuermut 20b. Wie ersichtlich ist, sind die Kanten der Vorabsteuermut an ihrer Sohle mit einem Radius R verrundet, was zum einen einer Verbesserung des Strömungsverhaltens innerhalb der Vorabsteuermut 20a, 20b und zum anderen die Festigkeit des Pumpenkolbens 2 im Bereich der Vorabsteuermut 20a, 20b und insbesondere der hochbelasteten unteren Steuerkanten 7a, 7b dient. Hinsichtlich der Festigkeit ist das Maß des Abstandes S zwischen der Vorabsteuermut 20a, 20b und der unteren Steuerkante 7a, 7b von Bedeutung. Dieses Maß S ist so zu wählen, daß einerseits der Beginn der Vorabsteuerung beim Anlangen der Vorabsteuermut 20a, 20b an der Steuerbohrung 4a, 4b in einer passenden Beziehung zum Ende der Kraftstoffförderung beim Anlangen der unteren Steuerkante 7a, 7b an der Steuerbohrung 4a, 4b steht und andererseits das Auftreten eines Schadens in diesem hochbeanspruchten Bereich des Pumpenkolbens 2 zuverlässig ausgeschlossen ist.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzpumpe für eine Brennkraftmaschine mit einem in einem Pumpenzylinder (1) geführten Pumpenkolben (2) und einem von dem Pumpenkolben (2) begrenzten Druckraum (3), und mit mindestens einer Steuerbohrung (4a, 4b), wobei der Pumpenkolben (2) eine obere, druckraumseitig gelegene Steuerkante (6) und mindestens eine untere, schräge Steuerkante (7a, 7b) aufweist, welche durch Überstreichen der Steuerbohrung (en) (4a, 4b) Beginn und Ende der Kraftstoffförderung der Einspritzpumpe festlegen, wobei der Pumpenkolben (2) einen den in dem Druckraum (3) befindlichen Kraftstoff beaufschlagenden Kolbenkopf (5) aufweist, wobei im Bereich der unteren Steuerkante(n) (7a, 7b) an dem Pumpenkolben (2) eine Vorabsteuernut (20a, 20b) ausgebildet ist, welche beim Überstreichen der Bohrung(en) (4a, 4b) früher als die untere, schräge Steuerkante (7a, 7b) die Steuerbohrung (4a, 4b) im Sinne einer Beendigung der Kraftstoffförderung freigibt, und wobei eine von dem Kolbenkopf (5) zu der Vorabsteuernut (20a, 20b) führende Strömungsverbindung vorgesehen ist, welche Mittel zur Strömungsbegrenzung aufweist, wobei die Vorabsteuernut (20a, 20b) im wesentlichen dem Verlauf der unteren, schrägen Steuerkante (7a, 7b) folgend in der Mantelfläche des Pumpenkolbens (2) ausgebildet ist, und wobei die Vorabsteuernut (20a, 20b) durch Beabstandung (S) gegen den an die untere, schräge Steuerkante (7a, 7b) anschließenden Hochdruckbereich abgedichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungsverbindung mindestens eine vom Kolbenkopf (5) in axialer Richtung in das Innere des Pumpenkolbens (2) verlaufende Bohrung (23) und mindestens eine in radialer Richtung von der Vorabsteuernut (20a, 20b) in das Innere des Pumpenkolbens (2) verlaufende, die axiale Bohrung (23) schneidende Bohrung (21a, 21b, 22a, 22b) umfaßt.
2. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pumpenzylinder (1) zwei diametral gegenüberliegende Steuerbohrungen (4a, 4b) aufweist und der Pumpenkolben (2) jeweils zwei diametral gegenüberliegende untere Steuerkanten (7a, 7b) und Vorabsteuernuten (2a, 2b) aufweist, und daß die in radialer Richtung verlaufenden Bohrungen (21a, 21b, 22a, 22b) diametral gegenüberliegend in die axiale Bohrung (23) münden.
3. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** für jede Vorabsteuernut (20a, 20b) mehrere radiale Bohrungen (21a, 22a bzw. 21b, 22b) vorgesehen sind, die winkelmäßig gegeneinander versetzt verlaufen, wobei jeweils zwei Bohrungen (21a, 21b bzw. 22a, 22b) diametral gegenüberliegend in die axiale Bohrung (23) münden.
4. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** für jede Vorabsteuernut (20a, 20b) zwei radiale Bohrungen (21a, 22a bzw. 21b, 22b) vorgesehen sind, die jeweils in der Nähe der Enden der Vorabsteuernuten (20a, 20b) in diese münden.
5. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zur Strömungsbegrenzung durch mindestens einen Bereich geringen Querschnitts der durch das Innere des Pumpenkolbens (2) verlaufenden Bohrung(en) (21a, 21b, 22a, 22b, 23) gebildet ist.
6. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Querschnitt der axialen Bohrung (23) kleiner ist als die Summe der Querschnitte der in diese mündenden radialen Bohrung(en) (21a, 21b bzw. 22a, 22b).
7. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 6 in Verbindung mit Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Querschnitt der axialen Bohrung (23) vom Kolbenkopf (5) her zwischen den einmündenden radialen Bohrungen (21a, 21b und 22a, 22b) vermindert.
8. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 7 in Verbindung mit Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom Kolbenkopf (5) ausgehende axiale Bohrung (23) vor der ersten radialen Bohrung (21a, 21b) einen ersten Querschnitt und vor der zweiten radialen Bohrung (22a, 22b) einen zweiten Querschnitt aufweist, wobei der zweite Querschnitt kleiner als der erste Querschnitt ist.
9. Kraftstoffeinspritzpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Querschnitt etwa das Doppelte des zweiten Querschnitts beträgt.
10. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Querschnitt der radialen Bohrung(en) (21a, 21b, 22a, 22b) kleiner oder ungefähr gleich dem Querschnitt der Vorabsteuernut (20a, 22b) ist.
11. Kraftstoffeinspritzpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorabsteuernut (20a, 20b) an ihrer Sohle mit einem Radius R verrundete Kanten aufweist.

## Claims

1. Fuel injection pump for an internal combustion engine, with a pump piston (2) guided in a pump cylinder (1), with a pressure space (3) delimited by the pump piston (2) and with at least one control bore (4a, 4b), the pump piston (2) having an upper control edge (6) located on the pressure-space side and at least one lower oblique control edge (7a, 7b), which control edges, by passing over the control bore or control bores (4a, 4b), define the start and end of fuel conveyance of the injection pump, the pump piston (2) having a piston head (5) acting upon the fuel located in the pressure space (3), there being formed in the region of the lower control edge or control edges (7a, 7b), on the pump piston (2), a pre-cut-off groove (20a, 20b) which, when it passes over the bore or bores (4a, 4b), opens the control bore (4a, 4b) earlier than the lower oblique control edge (7a, 7b) with the effect of ending fuel conveyance, and there being provided a flow connection which leads from the piston head (5) to the pre-cut-off groove (20a, 20b) and which has means for flow limitation, the pre-cut-off groove (20a, 20b) being formed, so as to essentially follow the run of the lower oblique control edge (7a, 7b), in the outer surface of the pump piston (2), and the pre-cut-off groove (20a, 20b) being sealed off by spacing (S) relative to the high-pressure region adjacent to the lower oblique control edge (7a, 7b), **characterized in that** the flow connection comprises at least one bore (23) running from the piston head (5) in the axial direction into the interior of the pump piston (2) and at least one bore (21a, 21b, 22a, 22b) running in the radial direction from the pre-cut-off groove (20a, 20b) into the interior of the pump piston (2) and intersecting the axial bore (23).
2. Fuel injection pump according to Claim 1, **characterized in that** the pump cylinder (1) has two diametrically opposite control bores (4a, 4b), and the pump piston (2) has in each case two diametrically opposite lower control edges (7a, 7b) and pre-cut-off grooves (20a, 20b), and **in that** the bores (21a, 21b, 22a, 22b) running in the radial direction issue, diametrically opposite one another, into the axial bore (23).
3. Fuel injection pump according to Claim 2, **characterized in that**, for each pre-cut-off groove (20a, 20b), a plurality of radial bores (21a, 22a and 21b, 22b) are provided, which run, offset angularly relative to one another, in each case two bores (21a, 21b and 22a, 22b) issuing, diametrically opposite one another, into the axial bore (23).
4. Fuel injection pump according to Claim 3, characterized in that, for each pre-cut-off groove (20a, 20b), two radial bores (21a, 22a and 21b, 22b) are provided, which issue into the pre-cut-off grooves (20a, 20b) in each case in the vicinity of the ends of the latter.
5. Fuel injection pump according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the means for flow limitation are formed by at least one region of small cross section of the bore or bores (21a, 21b, 22a, 22b, 23) running through the interior of the pump piston (2).
6. Fuel injection pump according to Claim 5, **characterized in that** the cross section of the axial bore (23) is smaller than the sum of the cross sections of the radial bore or bores (21a, 21b and 22a, 22b) issuing into the latter.
7. Fuel injection pump according to Claim 6, in conjunction with Claim 3 or 4, **characterized in that** the cross section of the axial bore (23) decreases from the piston head (5) between the radial bores (21a, 21b and 22a, 22b) issuing into the said axial bore.
8. Fuel injection pump according to Claim 7, in conjunction with Claim 4, **characterized in that** the axial bore (23) emanating from the piston head (5) has a first cross section upstream of the first radial bore (21a, 21b) and a second cross section upstream of the second radial bore (22a, 22b), the second cross section being smaller than the first cross section.
9. Fuel injection pump according to Claim 8, **characterized in that** the first cross section is about double the second cross section.
10. Fuel injection pump according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the cross section of the radial bore or bores (21a, 21b, 22a, 22b) is smaller than or approximately equal to the cross section of the pre-cut-off groove (20a, 20b).
11. Fuel injection pump according to one of Claims 1 to 10, characterized in that the pre-cut-off groove (20a, 20b) has on its floor edges which are rounded with a radius R.

## Revendications

1. Pompe d'injection de carburant pour un moteur à combustion interne avec un piston de pompe (2) guidé dans un cylindre de pompe (1) et une chambre de compression (3) délimitée par le piston de pompe (2), et avec au moins un alésage de commande (4a, 4b), dans laquelle le piston de pompe (2) présente une arête de commande supérieure (6) située du côté de la chambre de compression et au

- moins une arête de commande inférieure oblique (7a, 7b), qui fixent, par le franchissement des alésages de commande (4a, 4b), le commencement et la fin de l'envoi de carburant à la pompe d'injection, dans laquelle le piston de pompe (2) présente une tête de piston (5) refoulant le carburant qui se trouve dans la chambre de compression (3), dans laquelle une rainure de commande anticipée (20a, 20b) est formée sur le piston de pompe (2) dans la région de l'arête/des arêtes de commande inférieure(s) (7a, 7b), qui, en franchissant les alésages de commande (4a, 4b) plus tôt que l'arête de commande inférieure oblique (7a, 7b), libère l'alésage de commande (4a, 4b) dans le sens d'un achèvement de l'envoi de carburant, et dans laquelle il est prévu une communication fluïdique menant de la tête de piston (5) à la rainure de commande anticipée (20a, 20b), qui présente des moyens de limitation de l'écoulement, dans laquelle la rainure de commande anticipée (20a, 20b) est formée dans la surface latérale du piston de pompe (2) en suivant sensiblement le tracé de l'arête de commande inférieure oblique (7a, 7b), et dans laquelle la rainure de commande anticipée (20a, 20b) est rendue étanche par l'espace-ment (S) par rapport à la zone de haute pression succédant à l'arête de commande inférieure oblique (7a, 7b), **caractérisée en ce que** la communication fluïdique présente au moins un alésage (23) allant de la tête de piston (5) en direction axiale jusqu'à l'intérieur du piston de pompe (2) et au moins un alésage (21a, 21b, 22a, 22b) allant en direction radiale de la rainure de commande anticipée (20a, 20b) jusqu'à l'intérieur du piston de pompe (2) et coupant l'alésage axial (23).
2. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le cylindre de pompe (1) présente deux alésages de commande (4a, 4b) diamétralement opposés et le piston de pompe (2) présente respectivement deux arêtes de commande inférieures (7a, 7b) et deux rainures de commande anticipée (20a, 20b) diamétralement opposées, et **en ce que** les alésages orientés en direction radiale (21a, 21b, 22a, 22b) débouchent dans des positions diamétralement opposées dans l'alésage axial (23).
  3. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 2, **caractérisée en ce qu'il** est prévu pour chaque rainure de commande anticipée (20a, 20b) plusieurs alésages radiaux (21a, 22a, respectivement 21b, 22b), qui sont angulairement décalés les uns par rapport aux autres, dans laquelle deux alésages (21a, 21b, respectivement 22a, 22b) débouchent chaque fois dans des positions diamétralement opposées dans l'alésage axial (23).
  4. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 3, **caractérisée en ce qu'il** est prévu pour chaque rainure de commande anticipée (20a, 20b) deux alésages radiaux (21a, 22a, respectivement 21b, 22b), qui débouchent dans les rainures de commande anticipée (20a, 20b) chaque fois à proximité des extrémités de celles-ci.
  5. Pompe d'injection de carburant suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les moyens de limitation de l'écoulement sont formés par au moins une région de section transversale réduite du/des alésage(s) (21a, 21b, 22a, 22b, 23) traversant l'intérieur du piston de pompe (2).
  6. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 5, **caractérisée en ce que** la section transversale de l'alésage axial (23) est plus petite que la somme des sections transversales des alésages radiaux (21a, 21b, respectivement 22a, 22b) débouchant dans celui-ci.
  7. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 6 en relation avec la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** la section transversale de l'alésage axial (23) diminue à partir de la tête de piston (5) entre les embouchures des alésages radiaux (21a, 21b et 22a, 22b).
  8. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 7 en relation avec la revendication 4, **caractérisée en ce que** l'alésage axial (23) partant de la tête de piston (5) présente une première section transversale avant le premier alésage radial (21a, 21b) et une seconde section transversale avant le second alésage radial (22a, 22b), la seconde section transversale étant plus petite que la première section transversale.
  9. Pompe d'injection de carburant suivant la revendication 8, **caractérisée en ce que** la première section transversale vaut environ le double de la seconde section transversale.
  10. Pompe d'injection de carburant suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** la section transversale des alésages radiaux (21a, 21b, 22a, 22b) est inférieure ou environ égale à la section transversale de la rainure de commande anticipée (20a, 20b).
  11. Pompe d'injection de carburant suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** la rainure de commande anticipée (20a, 20b) présente dans son fond des arêtes arrondies avec un rayon R.

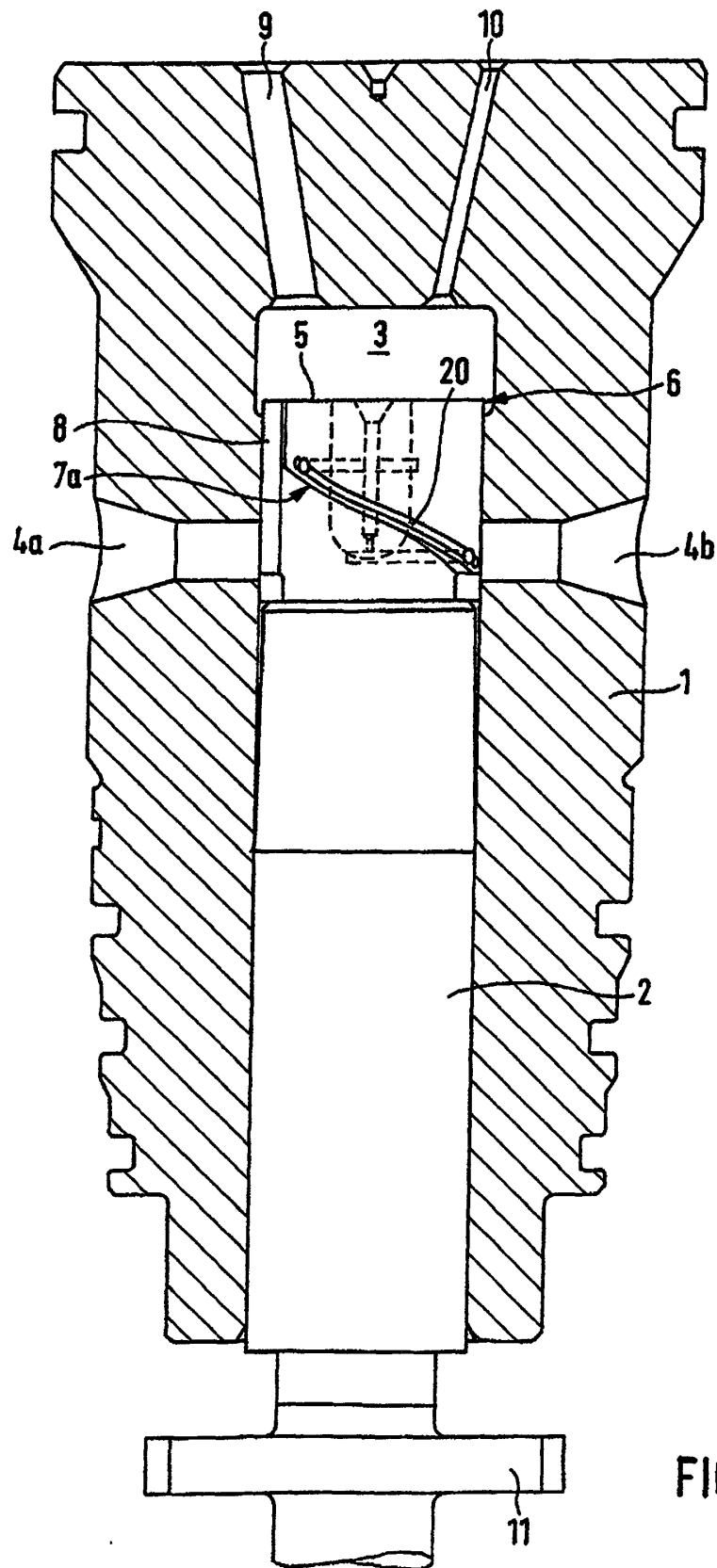


FIG. 1



