



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②¹ Anmelde­nummer: 95104446.0

⑤¹ Int. Cl.⁶: **F02M 59/44**, F02M 59/02

②② Anmeldetag: 25.03.95

③ Priorität: 28.04.94 AT 884/94

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.95 Patentblatt 95/44

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

71 Anmelder: STEYR NUTZFAHRZEUGE AG
Schönauerstrasse 5,
Postfach 222
A-4400 Steyr (AT)

(72) Erfinder: **Priesner, Helmut, Dipl. Ing.**
Hessenplatz 4/3
A-4400 Steyr (AT)
 Erfinder: **Rammer, Franz, Dipl. Ing.**
Roseggerstrasse 2
A-4493 Wolfern (AT)

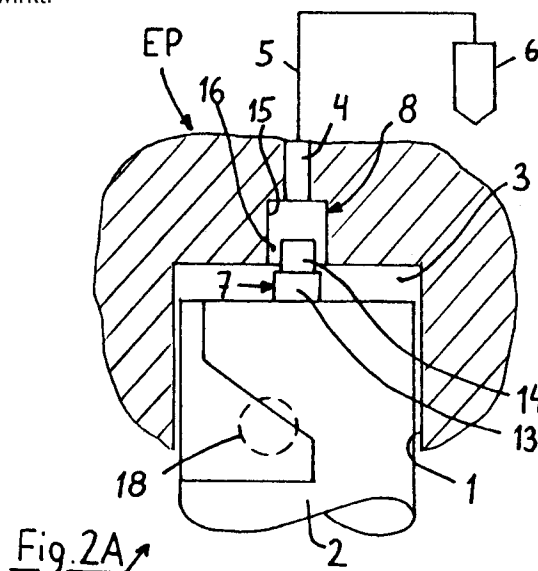
54 Verfahren in Verbindung mit der Kraftstoffeinspritzung in Brennkraftmaschinen.

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren in Verbindung mit der Kraftstoffeinspritzung in Brennkraftmaschinen, wobei der Kraftstoff durch eine Einspritzpumpe über eine Einspritzleitung zu einem Einspritzventil gefördert wird.

Zur Beherrschung der nach Beendigung eines pumpenseitigen Fördervorganges in der Einspritzleitung auftretenden Druckwellen wurden bisher Druckventile verschiedenster Bauarten verwendet, die jedoch alle den Nachteil hatten, die Einspritzpumpen zu verteuern und deren Langzeitfunktion zu reduzieren.

Unter Vermeidung solcher Druckventile wird daher erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß - zum Druckabbau der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in der Einspritzleitung (5) auftretenden Druckwellen sowie zum anschließenden vollständigen Auffüllen der Einspritzleitung mit Kraftstoff für die nächste Einspritzung - in der Einspritzpumpe (EP) eine kurbelwinkelabhängig durch die Bewegung des Pumpenkolbens (2) steuerbare Drosselung des Kraftstoffflusses zwischen Pumpenhochdruckraum (3) und anschließender Einspritzleitung (5) bzw. Pumpenniederdruckraum herbeigeführt wird, und zwar durch ein fest am Pumpenkolben (2) angeordnetes, mit diesem mitbewegtes Drosselorgan (7), das zur temporären Bildung einer Drosselstelle mit einem speziell gestalteten bzw. angeordneten Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbereich (8) zusammen-

wirkt.



EP 0 679 803 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren in Verbindung mit der Kraftstoffeinspritzung in Brennkraftmaschinen, wobei der Kraftstoff durch eine Einspritzpumpe über eine Einspritzleitung zu einem Einspritzventil gefördert wird.

Einspritzpumpen, dienockengesteuerte Pumpenkolben aufweisen und mit Einspritzleitungen, Düsenhaltern und Einspritzdüsen das Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, bilden, wurden bisher zur Kontrolle des hydraulischen Verhaltens nach dem Ende der Einspritzung ausnahmslos mit Druckventilen ausgerüstet. Diese Druckventile sind in der Einspritzpumpe räumlich zwischen Pumpenhochdruckraum und Einspritzleitung in der entsprechend ausgestalteten Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung angeordnet. Bekannt sind für solche Druckventile insbesondere folgende Bauarten:

- Gleichraumventile; das sind dichte Ventile, die nach dem Ende der Förderung die Ableitung eines bestimmten Volumens an Kraftstoff aus der Einspritzleitung zulassen;
- Gleichdruckventile; das sind dichte Ventile, die nach dem Ende der Förderung den in der Einspritzleitung eingeschlossenen Kraftstoff bis zu einem bestimmten Restdruck entlasten;
- Rückströmdrosselventile; das sind undichte Ventile, bei denen nach dem Ende der Förderung Kraftstoff durch eine Drossel aus der Einspritzleitung entweichen kann bzw. auch umgekehrt in die Einspritzleitung eingeleitet werden kann, wobei das Ventil in Förderrichtung öffnet und eine ungedrosselte Verbindung freigibt.

Ein Beispiel einer Einspritzpumpe nach dem Stand der Technik mit einem solchen Rückströmdrosselventil ist zusammen mit einem zugehörigen Druckverlaufdiagramm in Fig. 8 dargestellt. Hierauf sei nachfolgend zum Verständnis der der Erfindung zugrunde liegenden Problematik Bezug genommen. In solchen Einspritzsystemen wird der Einspritzvorgang von Druckwellen gesteuert, die im Leitungsweg zwischen Pumpendruckraum und Einspritzdüse hin und her laufen. Je nach Drehzahl, Förderdauer, Einspritzleitungslänge und Kraftstoffeigenschaften kann es dabei entweder zu einer völligen Trennung von vorlaufender Welle (die durch die Einspritzpumpe erzeugt wird) und rücklaufender Welle (die durch die Reflexion der vorlaufenden Druckwelle an der Einspritzdüse entsteht) oder zu einer Überlagerung der beiden Wellen kommen. In jedem Fall verbleibt nach Ende der Förderung eine bedeutende Druckwelle in der Einspritzleitung. Diese muß abgebaut werden, denn andernfalls würde die Düsennadel des Einspritzventiles ein zweites Mal öffnen, mit der Folge einer Nacheinspritzung und damit einhergehend sehr

schlechten Abgas- und Verbrauchswerten. Die diesbezügliche Entlastung der Einspritzleitung kann beispielsweise durch ein bekanntes Druckventil der in Fig. 8 dargestellten Art vorgenommen werden. Bei einem solchen undichten Rückströmdrosselventil muß der Durchmesser der Drossel D so groß gewählt werden, daß die Druckspitze (siehe Bereich a1 des Diagramms) der Reflexionswelle (Bereich a1 + a2 des Diagramms) hinreichend stark abbaubar ist. Dabei ist es jedoch in den meisten Lastbereichen nicht vermeidbar, daß aus der Einspritzleitung mehr Kraftstoff entlastet wird als in der Druckwelle gespeichert ist. Dies bedeutet, daß nach Abklingen der Druckwellen (Bereich b des Diagramms) die Einspritzleitung nur noch teilweise mit Kraftstoff gefüllt ist. Zur Sicherstellung von stabilen Einspritzungen muß aber die Einspritzleitung vor Beginn der nächsten Einspritzung mit Kraftstoff gefüllt sein. Da die hierfür zur Verfügung stehenden Drücke in der Regel vergleichsweise niedrig sind und in der Größenordnung zwischen 1 bis 3 bar liegen, wird die Ventalnadel V des Druckventiles nicht geöffnet, so daß die Rückfüllung der Einspritzleitung mit Kraftstoff nur sehr langsam über die Drossel D erfolgen kann, was insbesondere im Vollastbereich ungenügend sein kann.

Im übrigen stellen solche Druckventile sowohl wegen ihrer komplizierten Herstellung und Montage innerhalb einer Einspritzpumpe einen ganz beträchtlichen Kostenfaktor dar.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Möglichkeiten zu schaffen, mit denen unter Verzicht auf herkömmliche Druckventile trotzdem eine sichere Kraftstoffeinspritzung erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsgemäßen Art gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 dadurch gelöst, daß - zum Druckabbau der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in der Einspritzleitung auftretenden Druckwellen sowie zum anschließenden vollständigen Auffüllen der Einspritzleitung mit Kraftstoff für die nächste Einspritzung - in der Einspritzpumpe eine kurbelwinkelabhängig durch die Bewegung des Pumpenkolbens steuerbare Drosselung des Kraftstoffflusses zwischen Pumpenhochdruckraum und anschließender Einspritzleitung bzw. Pumpenniederdruckraum erfolgt, und zwar durch ein fest am Pumpenkolben angeordnetes, mit diesem mitbewegtes Drosselorgan, das zur temporären Bildung einer Drosselstelle mit einem speziell gestalteten bzw. angeordneten Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbereich zusammenwirkt.

Aufgrund dieses erfindungsgemäßen Verfahrens kann in der Einspritzpumpe auf das Vorsehen herkömmlicher Druckventile vollständig verzichtet werden, was eine erhebliche Reduzierung der Herstellkosten der Einspritzpumpe bewirkt.

Die besagte erfindungsgemäße Drosselung kann je nach Art der Einspritzpumpe durch verschiedene Mittel erfolgen, die vergleichsweise einfach und wesentlich billiger als herkömmliche Druckventile realisierbar sind, wofür in den Unteransprüchen jeweils eine detaillierte Verfahrensdarstellung angegeben ist. Die diesbezüglichen Einzelheiten sind anhand der nachfolgenden Beschreibung mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 bis 4 jeweils

schematisiert als Teil einer Einspritzpumpe einen Pumpenzylinder, Pumpendruckraum, Pumpenkolben, eine zu letzterem koaxiale Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung, die anschließende Einspritzleitung und ein Einspritzventil, in Verbindung mit einer Ausführungsform von Mitteln zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 5

schematisiert eine Ausführungsform von Mitteln zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Einspritzpumpe mit dezentraler Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung,

Fig. 6 und 7

in verschiedenen Ansichten schematisiert eine weitere Ausführungsform von Mitteln zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Verbindung mit einer Einspritzpumpe mit radialer Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung,

Fig. 8

den Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht.

In den Fig. 1 bis 7 sind des besseren Verständnisses wegen gleiche bzw. einander entsprechende Teile des jeweils dargestellten Einspritzsystems mit gleichen Bezugszeichen angezogen, nämlich mit 1 ein Pumpenzylinder einer Einspritzpumpe EP, mit 2 ein darin wirkender,nockengesteuerter Pumpenkolben, mit 3 der zugehörige Pumpenhochdruckraum, mit 4 dessen Ausgangsbohrung, mit 5 eine an letzterer angeschlossene Einspritzleitung und mit 6 ein aus letzterer mit Kraftstoff versorgtes Einspritzventil.

Mit jedem der in den Fig. 1 bis 5 und 6, 7 dargestellten Ausführungsbeispiele läßt sich in Verbindung mit der Kraftstoffeinspritzung in Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, bei der der Kraftstoff durch die Einspritzpumpe EP über eine Einspritzleitung 5 zu einem Einspritzventil 6 gefördert wird, ein Verfahren durchführen, das zum Druckabbau der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in der Einspritzleitung 5 auftretenden Druckwellen sowie zum anschließenden vollständigen Auffüllen der Einspritzleitung 5 mit Kraftstoff für die nächste Einspritzung dient. Dabei wird zu den genannten Zwecken in der Ein-

spritzpumpe EP eine kurbelwinkelabhängig durch die Bewegung des Pumpenkolbens 2 steuerbare Drosselung des Kraftstoffflusses zwischen Pumpenhochdruckraum 3 und anschließender Einspritzleitung 5 bzw. Pumpenniederdruckraum herbeigeführt, und zwar durch ein fest am Pumpenkolben 2 angeordnetes, mit diesem mitbewegtes Drosselorgan 7, das zur temporären Bildung einer Drosselstelle mit einem speziell gestalteten bzw. angeordneten Ausgangsbereich 8 des Pumpenhochdruckraumes 3 zusammenwirkt.

Im Fall gemäß Fig. 1 ist das Drosselorgan 7 durch einen stirnseitig koaxial am Pumpenkolben 2 angeordneten, kreiszylindrischen oder - keglichen Drosselzapfen 9 gebildet, während als Gegenpart zur Darstellung der temporären Drosselstelle der Ausgangsbereich 8 durch einen formmäßig angepaßten, am Eingang der koaxialen Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung 4 gegebenen, letztere erweiternden oder (wie auch möglich, aber nicht dargestellt) verengenden Bohrungsabschnitt 10 gebildet wird. Mit diesen Mitteln stellt sich die erfindungsgemäße Drosselung verfahrensmäßig wie folgt dar: Nach Beendigung einer Förderung des Pumpenkolbens 2, die in üblicher Weise abläuft und eine Kraftstoffeinspritzung über das Einspritzventil 6 bewirkt, wird beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens 2 die erfindungsgemäße Drosselung dadurch herbeigeführt, daß der am Pumpenkolben 2 angeordnete Drosselzapfen 9 in den Bohrungsabschnitt 10 der Ausgangsbohrung 4 eintaucht und dann mit diesem einen gleichbleibenden (siehe Fig. 1) oder - bei keglicher Ausbildung der Teile 9 und 10 - sich stufenlos verengenden Drosselringspalt 11 bildet, der einen die erforderliche Druckentlastung des im Leitungsweg 4, 5 eingeschlossenen Kraftstoffes gewährleistenden Querschnitt hat. Letzterer wird durch entsprechende Abstimmung der Form und des Durchmessers des Drosselzapfens 9 und des Bohrungsabschnittes 10 sichergestellt. Die Druckentlastung der Reflexionsdruckwellen erfolgt dabei aus dem Leitungsweg 4, 5 über den Drosselringspalt 11 in den Pumpenhochdruckraum 3 hinein. Nach erfolgter Druckentlastung, also nach Abklingen der Druckwellen im Leitungsweg 4, 5, gibt beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens 2 dessen Drosselzapfen 9 die Ausgangsbohrung 4 wieder frei, so daß die vorher gegebene temporäre Drosselstelle wieder aufgelöst ist und über den dann ungedrosselten Eingangsquerschnitt der Ausgangsbohrung 4 das Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 mit dann - aufgrund der wiederhergestellten Verbindung mit den pumpenseitigen Niederdruckraum 12 - mit Niederdruck im Pumpenhochdruckraum 3 anstehendem Kraftstoff erfolgen kann.

Im Fall gemäß Fig. 2 ist der Einspritzpumpen-Typ der gleiche wie im Fall gemäß Fig. 1. Als

Drosselorgan 7 ist im Fall von Fig. 2 ebenfalls ein stirnseitig koaxial am Pumpenkolben angeordneter kreiszylindrischer Drosselzapfen vorgesehen, jedoch ist dieser im Gegensatz zu jenem gemäß Fig. 1 ein- oder mehrfach abgestuft und weist einen durchmessergößten Hinterabschnitt 13 und wenigstens einen demgegenüber durchmesserschwächeren Vorderabschnitt 14 auf. Das Gegenstück (Ausgangsbereich 8) zur Bildung der temporären Drosselstelle ist am Eingang der koaxialen Ausgangsbohrung 4 des Pumpenhochdruckraumes 3 durch einen Bohrungsabschnitt 15 gegeben, der den gleichen Durchmesser wie die Ausgangsbohrung 4 haben oder diese erweitern oder verengen kann. Aufgrund dieser Konfiguration der Einspritzpumpe läßt sich nach Beendigung eines Fördervorganges des Pumpenkolbens 2 bei dessen weiterem Aufwärtsgang im Gegensatz zum Fall von Fig. 1 hier eine wenigstens zweistufige Drosselung darstellen, wobei der Drosselzapfen 13, 14 in der ersten Stufe (siehe Fig. 2A) zunächst mit seinem durchmesserschwächsten Vorderabschnitt 14 und dann zur Bildung der weiteren Stufe(n) (siehe Fig. 2B) auch mit dem/den Hinterabschnitten 13 in den Bohrungsabschnitt 15 eintaucht. Dabei bildet der Drosselzapfen mit seinem Vorderabschnitt 14 im Bohrungsabschnitt 15 während der ersten Drosselstufe einen Drosselringspalt 16 größeren Querschnitts, der zum raschen Druckabbau des größten Teils der im Leitungsweg 4, 5 auftretenden Reflexionsdruckwellen dient, wobei diesem Ziel gehorchend die Durchmesser des Bohrungsabschnittes 15 und des Drosselzapfen-Vorderabschnittes 14 entsprechend abgestimmt sind. In der/den nächsten Drosselstufe(n) bildet der Hinterabschnitt 13 des Drosselzapfens 13, 14 mit dem Bohrungsabschnitt 15 ebenfalls wenigstens einen Ringspalt 17, aber kleineren Querschnitts, der zum Restabbau der in Leitungsweg 4, 5 noch auftretenden Reflexionsdruckwellen dient, wobei auch diesem Ziel gehorchend der Durchmesser des Hinterabschnittes 13 des Drosselzapfens entsprechend auf den Durchmesser des Bohrungsabschnittes 15 abgestimmt ist. Diese weitere(n) Drosselstufe(n) dient/dienen auch dem Zweck, den Abfluß von Kraftstoff aus der Einspritzleitung 5 in den Pumpenhochdruckraum 3 hinein zu minimieren. Nach erfolgter Druckentlastung gibt beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens 2 dessen Drosselzapfen 13, 14 die Ausgangsbohrung 4 wieder frei, und zwar ebenfalls abgestuft, wobei nach Austritt des Drosselzapfen-Hinterabschnittes 13 zunächst ein leicht gedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 und nach Austritt des Drosselzapfen-Vorderabschnittes 14, also nach vollständiger Auflösung der vorher temporär gegebenen Drosselstelle, ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 mit Kraftstoff erfolgt, der in diesem Bewegungsstadium des

Pumpenkolben 2 im Pumpenhochdruckraum 3 - aufgrund der wieder hergestellten Verbindung zum Niederdruckraum 18 - mit Niederdruck ansteht.

Auch dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 liegt eine Einspritzpumpe EP gleichen Typs wie in den Fällen gemäß Fig. 1 und 2 zugrunde. In diesem Fall sind das Drosselorgan 7 sowie der Ausgangsbereich 8 ebenfalls für eine wenigstens zweistufige Drosselung ausgelegt. Als Drosselorgan 7 ist stirnseitig und koaxial am Pumpenkolben 2 ein kreiszylindrischer Drosselzapfen 19 vorgesehen. Der Ausgangsbereich 8 des Pumpendruckraumes 3 ist hier ebenfalls durch einen am Eingangsbereich der Ausgangsbohrung 4 gegebenen Bohrungsabschnitt gebildet, der im Gegensatz zu Fig. 1 und 2 hier abgestuft ist und einen durchmessergößten Eingangsabschnitt 20 sowie wenigstens einen demgegenüber durchmessergeringeren Innenabschnitt 21 aufweist. Mit diesen Mitteln stellt sich nach einem Förderende beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens 2 die erfindungsgemäße Drosselung wie folgt dar. Zunächst taucht der Drosselzapfen 19 in den durchmessergößeren Eingangsbereich 20 des Bohrungsabschnittes 20, 21 ein (siehe Fig. 3a) und bildet mit diesem einen Drosselringspalt 22 größten Querschnitts, der zum raschen Abbau des größten Teils der im Leitungsweg 4, 5 auftretenden Reflexionsdruckwellen dient. Anschließend taucht der Drosselzapfen 19 auch in den/die durchmessergeringeren Innenbereich(e) 21 des Bohrungsabschnittes 20, 21 ein (siehe Fig. 3b) und bildet mit diesem wenigstens einen Drosselringspalt 23 kleineren Querschnitts, der zum Restabbau der im Leitungsweg 4, 5 noch auftretender Reflexionsdruckwellen dient und außerdem ein Abströmen von Kraftstoff aus der Einspritzleitung 5 minimiert. Der jeweilige Drosselquerschnitt der Drosselringspalte 22, 23 ist dem angegebenen Zweck gehorchend durch entsprechende Festlegung der Durchmesser der Bohrungsabschnitts-Bereiche 21, 22 in Bezug auf den Durchmesser des Drosselzapfens 19 eingestellt. Nach erfolgter Druckentlastung gibt auch hier beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens 2 dessen Drosselzapfen 19 den Bohrungsabschnitt 21, 22 wieder frei, und zwar ebenfalls abgestuft wie im Fall gemäß Fig. 2, wobei nach Austritt des Drosselzapfens 19 aus dem Innenbereich 21 des Bohrungsabschnittes 20, 21 zunächst ein leicht gedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 über den querschnittsgeringeren Drosselringspalt 22 und nach Austritt des Drosselzapfens 19 aus der Ausgangsbohrung 4, also nach vollständiger Auflösung der vorher temporär gegebenen Drosselstelle, ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 mit Kraftstoff erfolgt, der im Pumpenhochdruckraum 3 - aufgrund der nunmehr wiederhergestellten Verbindung zum Pumpenniederdruckraum 24 - mit

Niederdruck ansteht.

Eine der Ausführungsfunktion gemäß Fig. 1 bei typgleicher Einspritzpumpe EP funktionsgleiche, aber mit anderen Drosselmitteln realisierte Lösung ist in Fig. 4 gezeigt. In diesem Fall ist das Drosselorgan 7 durch eine von der Stirnseite coaxial her eingebaute Sacklochdrosselbohrung 25 im Pumpenkolben 2 gebildet. Der den Gegenpart bildende Ausgangsbereich 8 ist durch einen coaxialen, den Eingangsbereich der Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung 4 bildenden, innenseitig an der Hochdruckraumbegrenzungsfläche 26 angeordneten bzw. ausgebildeten und in den Hochdruckraum 3 hineinragenden kreiszylindrischen Drosselzapfen 27 realisiert. Mit diesen Mitteln 25, 27 stellt sich im Anschluß an einen Einspritzvorgang die erfindungsgemäße Drosselung wie folgt dar. Beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens nach Förderende taucht der Drosselzapfen 27 in die pumpenkolbenseitige Sacklochdrosselbohrung 25 ein und bildet dann mit letzterer frontseitig einen Druckentlastungsraum 28 (siehe Fig. 4) sowie umfangsseitig einen Drosselringspalt 29, über den eine Druckentlastung der in Leitungsweg 4, 5 auftretenden Reflexionswellen und eine Ableitung des aus der Einspritzleitung 5 und der Ausgangsbohrung 4 in den Entlastungsraum 28 eingeleiteten und bei der Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens 2 aus diesem verdrängten Kraftstoffes in den Pumpenhochdruckraum 3 hinein erfolgt. Diesem Zweck entsprechend sind der Querschnitt des Drosselringspaltes 29 durch Abstimmung der Durchmesser von Drosselzapfen 27 und Sacklochdrosselbohrung 25 sowie das Volumen des Entlastungsraumes 28 durch die Tiefe der Sacklochdrosselbohrung 25 entsprechend bemessen. Aufgrund des sich beim Aufwärtsgang des Pumpenkolbens 2 verkleinernden Volumens des Druckentlastungsraumes 28 wird durch die damit einhergehende Pumpwirkung ein zu starkes Abströmen von Kraftstoff aus der Einspritzleitung 5 verhindert. Nach erfolgter Druckentlastung wird beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens 2 dessen Sacklochdrosselbohrung 25 durch den austretenden Drosselzapfen 27 wieder freigegeben, mithin die vorher temporär gegebene Drosselstelle aufgelöst, so daß dann ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 mit Kraftstoff erfolgen kann, der im Pumpenhochdruckraum 3 - aufgrund der dann wieder hergestellten Verbindung mit dem Pumpenniederdruckraum 30 - mit Niederdruck ansteht. Auch bei dieser Ausführungsform besteht die Möglichkeit, ähnlich wie im Fall gemäß Fig. 2 oder 3 eine mehrstufige Drosselung darzustellen, entweder durch entsprechende durchmessermäßige Abstufung der Sacklochdrosselbohrung 25 in Verbindung mit kreiszylindrischem Drosselzapfen 27 oder durch durchmessermäßige Abstufung des letzteren (27) in Verbindung

mit einer kreiszylindrischen Sacklochdrosselbohrung 25. Desweiteren ist es bei dieser Einspritzpumpenversion auch möglich, ähnlich wie im Fall gemäß Fig. 1, einen stufenlos veränderbaren Drosselspalt darzustellen, und zwar durch einen keglichen Drosselzapfen 27 in Verbindung mit einer entsprechend angepaßten keglichen Sacklochdrosselbohrung 25.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 ist auf einen gegenüber den vorher beschriebenen Beispielen abweichenden Typ einer Einspritzpumpe EP abgestellt, nämlich einen solchen, bei dem die Ausgangsbohrung 4 dezentral vom Pumpenhochdruckraum 3 abgeht. In diesem Fall wird die erfindungsgemäße Drosselung durch eine entsprechende Einflußnahme auf den Verbindungsweg zwischen Pumpenhochdruckraum 3 und Pumpenniederdruckraum 31 bewirkt. Diese Verbindung ist pumpenkolbenintern durch eine coaxial stirnseitig des Pumpenkolbens 2 abgehende Sacklochbohrung 32 sowie eine von dieser abgehende und in einer äußeren Steuernut 34 ausmündenden Querbohrung 33 gebildet. Als pumpenkolbenseitiges Drosselorgan 7 fungiert in diesem Fall der stirnbereichseitig am Pumpenkolben 2 gegebene Eintrittsbereich der Sacklochbohrung 32, während der zugehörige Ausgangsbereich 8 durch einen neben der Eingangsöffnung der Ausgangsbohrung 4 coaxial zur Sacklochbohrung 32 innenseitig an der Hochdruckraumbegrenzungsfläche 35 angeordneten in den Hochdruckraum 3 hineinragenden Drosselzapfen 36 gebildet ist. Dieser kann, wie dargestellt, kreiszylindrisch, aber auch kreiskegig oder durchmessermäßig abgestuft sein (ähnlich wie in den Fällen gemäß Fig. 1 bis 3), was bedeutet, daß auch der Eingangsbereich der Sacklochbohrung 32 entsprechend angepaßt sein muß. Nach einem Einspritzvorgang stellt sich mit diesen Mitteln 32, 36 die erfindungsgemäße Drosselung wie folgt dar. Beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens 2 nach einem Förderende taucht der Drosselzapfen 2 in den Eingangsbereich der pumpenkolbeninternen Sacklochbohrung 32 ein und bildet dann mit diesem einen Drosselringspalt 37. Der Querschnitt dieses Drosselringspaltes 37 ist durch entsprechende Bemessung und/oder Formgebung des Eintrittsbereiches der Sacklochbohrung 32 und des Drosselzapfens 36 so eingestellt, daß einerseits der Druck der im Leitungsweg 4, 5 auftretenden Reflexionswellen abbaubar ist und andererseits auch das im Pumpenhochdruckraum 3 eingeschlossene Kraftstoffvolumen über den Drosselringspalt 37 und den anschließenden Leitungsweg 32, 33, 34 zum Niederdruckraum 31 hin abgeleitet werden kann. Der diesbezügliche Querschnitt des Drosselringspaltes 37 ist mithin wesentlich größer als in vorherbeschriebenen Fällen zu bemessen. Nach erfolgter Druckentlastung der Einspritzleitung 5 wird beim

anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens 2 durch den aus dessen Sacklochbohrung 32 austretenden Drosselzapfen 36 die vorher temporär gegebene Drosselstelle wieder aufgelöst, so daß dann ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 mit Kraftstoff erfolgen kann, der nun im Pumpenhochdruckraum 3 - aufgrund der wieder hergestellten Verbindung mit dem Niederdruckraum 31 - mit Niederdruck ansteht.

Der Ausführungsform gemäß Fig. 6 und 7 liegt eine Einspritzpumpe EP solchen Typs zugrunde, bei der die Ausgangsbohrung 4 radial vom Pumpenhochdruckraum 3 abgeht und die einen Pumpenkolben 2 aufweist, der über einen internen und/oder externen Kanal 38, 39, 40, über den die Verbindung zwischen Pumpenniederdruckraum 41 und Pumpenhochdruckraum 3 herstellbar und unterbrechbar ist, sowie eine stirnseitig des Pumpenkolbens abgehende externe Steuernut 42 mit unterer Steuerkante 43 aufweist, die in ihrem Zusammenwirken mit der Ausgangsbohrung 4 so auf die Steuervertiefung 40 abgestimmt ist, daß während der Kraftstoffförderung (d.h. so lange noch keine Verbindung zwischen Hochdruckraum 3 und Niederdruckraum 41 besteht) zunächst keine wesentliche Verengung des Querschnitts der Ausgangsbohrung 4 erfolgt. Um möglichst bald nach Ende der Förderung die erwünschte Drosselung zu bewirken, ist die untere Steuerkante 43 vorzugsweise schräg unter ähnlichem Winkel wie die Steuervertiefung 40 auszuführen. In diesem Beispiel ist als pumpenkolbenseitiges Drosselorgan 7 eine sich am Pumpenkolben 2 an der unteren Steuerkante 43 der Steuernut 42 unmittelbar anschließende Drosselnut 44 vorgesehen, die eine wesentlich geringere radiale Tiefe als die Steuernut 42 aufweist und ebenfalls eine untere Steuerkante 45 besitzt. Der Ausgangsbereich 8 ist in diesem Fall durch die Lage und Querschnittsbemessung des Eintritts der Ausgangsbohrung 4 in entsprechender Abstimmung auf die hubwirksame Länge der Drosselnut 44 dargestellt. Mit diesen Mitteln stellt sich im Anschluß an einen Einspritzvorgang die erfindungsgemäße Drosselung wie folgt dar. Nach dem Öffnen der Verbindung zwischen Hochdruckraum 3 und Niederdruckraum 41 durch die Steuervertiefung 40 wird der Eintrittsquerschnitt der Ausgangsbohrung 4 durch die untere Steuerkante 43 verschlossen. Danach wird bei weiterem Aufwärtsgang des Pumpenkolbens 2 die Ausgangsbohrung 4 in gedrosselter Weise so lange über die einen Drosselspalt 46 mit der Zylinderbohrungswand 47 bildende Drosselnut 44 in Kommunikation mit dem Pumpenhochdruckraum 3 gehalten, bis deren Querschnitt durch die sich an die untere Steuerkante 45 der Drosselnut 44 anschließende Pumpenkolbenmantelfläche abgedeckt ist bzw. der Pumpenkolben 2 seinen oberen Totpunkt erreicht hat. Die

radiale Tiefe und axiale Länge der Drosselnut 44 ist dabei in Bezug auf den Eintrittsquerschnitt der Ausgangsbohrung 4 so bemessen, daß sich der Druck der Reflexionswellen in der Einspritzleitung 5 in den Pumpenhochdruckraum 3 hinein abbauen kann. Beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens erfolgt das Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung 5 durch den dann mit Niederdruck im Pumpenhochdruckraum 3 anstehenden Kraftstoff zweistufig, und zwar zunächst gedrosselt über den Drosselquerschnitt der Drosselnut 44 und dann nach Auflösung der vorher temporär gegebenen Drosselstelle ungedrosselt über den weitaus größeren Zutrittsquerschnitt der Steuernut 42. Der Vorteil dieser Lösung ist darin begründet, daß die Drosselung an die Förderdauer, das heißt, die Last, optimal angepaßt werden kann. Außerdem besteht bei dieser Lösung die Möglichkeit, die Verbindung zwischen Pumpenhochdruckraum 3 und Einspritzleitung 5 temporär ganz zu unterbrechen, was eine unnötige Entleerung der Einspritzleitung 5 im Bereich relativ kleiner Restdruckwellen vermeidet.

Zusammenfassend ergeben sich mit der der erfindungsgemäßen Lösung folgende wesentlichen Vorteile:

- keine beweglichen Teile (keine herkömmlichen Druckventile) in der Einspritzpumpe EP, dadurch Kostensenkung und Steigerung der Zuverlässigkeit,
- optimal an den Motor anpaßbare Entlastungswirkung,
- verbesserte Füllung der Einspritzleitung zwischen den einzelnen Einspritzungen.

Patentansprüche

1. Verfahren in Verbindung mit der Kraftstoffeinspritzung in Brennkraftmaschinen, wobei der Kraftstoff durch eine Einspritzpumpe über eine Einspritzleitung zu einem Einspritzventil gefördert wird, dadurch gekennzeichnet, daß - zum Druckabbau der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in der Einspritzleitung (5) auftretenden Druckwellen sowie zum anschließenden vollständigen Auffüllen der Einspritzleitung (5) mit Kraftstoff für die nächste Einspritzung - in der Einspritzpumpe (EP) eine kurbelwinkelabhängig durch die Bewegung des Pumpenkolbens (2) steuerbare Drosselung des Kraftstoffflusses zwischen Pumpenhochdruckraum (3) und anschließender Einspritzleitung (5) bzw. Pumpenniederdruckraum herbeigeführt wird, und zwar durch ein fest am Pumpenkolben (2) angeordnetes, mit diesem mitbewegtes Drosselorgan (7), das zur temporären Bildung einer Drosselstelle mit einem speziell gestalteten bzw. angeordneten Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbereich (8) zusam-

menwirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit zum Pumpenkolben (2) koaxialer Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) - die besagte Drosselung durch einen stirnseitig koaxial am Pumpenkolben (2) angeordneten, kreiszylindrischen oder - kegigen Drosselzapfen (9) herbeigeführt wird, der nach Förderende bei weiterem Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) in einen formmäßig angepaßten, am Eingang der koaxialen Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) gegebenen Bohrungsabschnitt (10) eintaucht und dann mit letzterem einen die erforderliche Druckentlastung der Reflexionsdruckwellen gewährleistenden Drosselringspalt (11) bildet, und daß nach erfolgter Druckentlastung beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) durch dessen Drosselzapfen (9) der Bohrungsabschnitt (10) unter Auflösung der Drosselstelle wieder freigegeben wird und über den dann ungedrosselten Eingangsquerschnitt der Ausgangsbohrung (4) das Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch mit Niederdruck im Pumpenhochdruckraum (3) anstehenden Kraftstoff erfolgt (Fig. 1).

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit zum Pumpenkolben (2) koaxialer Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) - die besagte Drosselung wenigstens zweistufig erfolgt, und zwar durch einen stirnseitig koaxial am Pumpenkolben (2) angeordneten kreiszylindrischen, durchmesserseitig abgestuften Drosselzapfen (13, 14), der nach Förderende beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) zunächst mit seinem durchmesserschwächsten Vorderabschnitt (14) und dann mit durchmessergrößeren Hinterabschnitt(en) (13) in einen am Eingang der koaxialen Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) gegebenen Bohrungsabschnitt (15) eintaucht, wobei er mit letzterem (15) und seinem Vorderabschnitt (14) einen Drosselringspalt (16) größeren Querschnitts zum raschen Abbau des größten Teils der Reflexionsdruckwellen und mit dem/den Hinterabschnitt(en) (13) wenigstens einen Drosselringspalt (17) kleineren Querschnitts zum Rest-Abbau der Reflexionsdruckwellen bildet, und daß nach erfolgter Druckentlastung beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) durch dessen Drosselzapfen (13, 14) der Bohrungsabschnitt (15) unter Auflösung der Drosselstellen wieder freigegeben wird, und zwar abgestuft, wobei zunächst ein leicht gedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Ein-

spritzleitung (5) und nach vollständigem Austritt des Drosselzapfens (13, 14) aus der Ausgangsbohrung (4) über diese ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch mit Niederdruck in Pumpenhochdruckraum (3) anstehenden Kraftstoff erfolgt (Fig. 2A, 2B).

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit zum Pumpenkolben (2) koaxialer Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) - die besagte Drosselung wenigstens zweistufig erfolgt, und zwar durch einen stirnseitig koaxial am Pumpenkolben (2) angeordneten kreiszylindrischen Drosselzapfen (19), der nach Förderende beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) in einen durchmessermäßig abgestuften, am Eingang der Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) gegebenen Bohrungsabschnitt (20, 21) eintaucht, wobei er mit dem durchmessergrößten Eingangsabschnitt (20) des Bohrungsabschnittes (20, 21) zunächst einen Drosselringspalt (22) größeren Querschnitts zum raschen Abbau des größten Teils der Reflexionsdruckwellen und anschließend mit dem wenigstens einen durchmesserkleineren Innenstück (21) des Bohrungsabschnittes (20, 21) einen Drosselringspalt (23) kleineren Querschnitts zum Rest-Abbau der Reflexionsdruckwellen bildet, und daß nach erfolgter Druckentlastung beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) durch dessen Drosselzapfen (19) unter Auflösung der Drosselstellen die Ausgangsbohrung (4) wieder freigegeben wird, und zwar ebenfalls abgestuft, wobei nach Austritt des Drosselzapfens (19) aus dem Innenstück (21) des Bohrungsabschnittes (20, 21) zunächst ein leicht gedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) über den querschnittsgrößeren Drosselringspalt (22) und nach vollständigem Austritt des Drosselzapfens (19) aus der Ausgangsbohrung (4) über diese ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch mit Niederdruck in Pumpenhochdruckraum (3) anstehenden Kraftstoff erfolgt (Fig. 3A, 3B).

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit zum Pumpenkolben (2) koaxialer Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) - die besagte Drosselung durch einen den Eingangsbereich der Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung (4) bildenden, koaxial innenseitig an der Hochdruckraumbegrenzungsfläche (26) ausgebildeten bzw. angeordneten, in den Pumpenhochdruckraum (3) hineinragenden kreiszylindri-

schen oder - kegligen oder durchmessermäßig abgestuften Drosselzapfen (27) herbeigeführt wird, der nach Förderende beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) in eine stirnbereichsseitig an diesem gegebene, formmäßig entsprechend angepaßte Sacklochbohrung (25) eintaucht und dann mit letzterer frontseitig einen Druckentlastungsraum (28) sowie umfangsseitig einen die erforderliche Druckentlastung der Reflexionsdruckwellen und eine Überströmung zum/vom Pumpenhochdruckraum (3) gewährleistenden Drosselringspalt (29) bildet, wobei die Ableitung des im Druckentlastungsraum (28) verdrängten Kraftstoffs über den Drosselringspalt (29) in den Pumpenhochdruckraum (3) hinein erfolgt, und daß nach erfolgter Druckentlastung beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) dessen Sacklochdrosselbohrung (25) durch den austretenden Drosselzapfen (27) unter Auflösung der Drosselstelle freigegeben wird und dann ein ungedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch in Pumpenhochdruckraum (3) mit Niederdruck anstehenden Kraftstoff erfolgt (Fig. 4).

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit dezentral vom Pumpenhochdruckraum (3) abgehender Ausgangsbohrung (4) - die besagte Drosselung durch einen innenseitig an der Hochdruckraumbegrenzungsfläche (35) koaxial in den Hochdruckraum hineinragend angeordneten, kreiszylindrischen oder - kegligen oder durchmessermäßig abgestuften Drosselzapfen (36) herbeigeführt wird, der nach Förderende beim weiteren Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) in eine stirnseitig an letzterem abgehende, durch diesen die Kommunikation zum Pumpenniederdruckraum (31) herstellende Verbindungsbohrung (32) eintaucht und dann mit deren entsprechend formmäßig angepaßtem Eintrittsbereich einen die erforderliche Druckentlastung der Reflexionsdruckwellen sowie eine Kraftstoff-Ableitung vom Hochdruckraum (3) zum Niederdruckraum (31) gewährleistenden Drosselringspalt (37) bildet, wobei die Ableitung des im Pumpenhochdruckraum (3) verdrängten Kraftstoffes über den Drosselringspalt (37) und den anschließenden Abschnitt der Verbindungsbohrung (32, 33, 34) in/am Pumpenkolben (2) zum Pumpenniederdruckraum (31) erfolgt, und daß nach erfolgter Druckentlastung beim anschließenden Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) dessen Verbindungsbohrung (32) durch den austretenden Drosselzapfen (36) freigegeben, mithin die Drosselstelle aufgelöst wird und dann ein un-

gedrosseltes Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch im Pumpendruckraum (3) dann mit Niederdruck anstehenden Kraftstoff erfolgt (Fig. 5).

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß - bei Einspritzpumpen (EP) mit radial vom Pumpenhochdruckraum (3) abgehender, mit der Einspritzleitung (5) verbundener Ausgangsbohrung (4) und mit einem Pumpenkolben (2), der über einen internen und/oder externen Kanal (38, 39, 40), über den die Verbindung zwischen Pumpenniederdruckraum (41) und Pumpenhochdruckraum (3) herstellbar und unterbrechbar ist, sowie eine externe Steuernut (42) mit unterer Steuerkante (43) verfügt - die besagte Drosselung durch eine sich am Pumpenkolben (2) an der unteren Steuerkante (43) von dessen Steuernut (42) unmittelbar anschließende Drosselnut (44) geringerer radialer Tiefe und ebenfalls schräger Steuerkante (45) erfolgt, wobei nach einem Förderende bei weiterem Aufwärtsgang des Pumpenkolbens (2) die Ausgangsbohrung (4) so lange über die einen querschnittsmäßig die erforderliche Druckentlastung der Reflexionsdruckwellen gewährleistenden Drosselspalt (46) mit der Pumpenzylinderbohrungswand (47) bildende Drosselnut (44) in Kommunikation mit dem Pumpenhochdruckraum (3) bleibt, bis deren Querschnitt durch die sich an die Drosselnut-Steuerkante (45) anschließende Pumpenkolbenmantelfläche abgedeckt ist bzw. der Pumpenkolben (2) seinen oberen Totpunkt erreicht hat, und daß bei anschließendem Abwärtsgang des Pumpenkolbens (2) nach Aufsteuern des Eintrittsquerschnittes der Ausgangsbohrung (4) durch die Drosselnut-Steuerkante (45) das Auf-/Nachfüllen der Einspritzleitung (5) durch mit Niederdruck im Pumpenhochdruckraum (3) anstehendem Kraftstoff zweistufig erfolgt, und zwar zunächst gedrosselt über den Drosselquerschnitt der Drosselnut (46) und dann ungedrosselt über den weit aus größeren Zutrittsquerschnitt der Steuernut (42) (Fig. 6, 7).

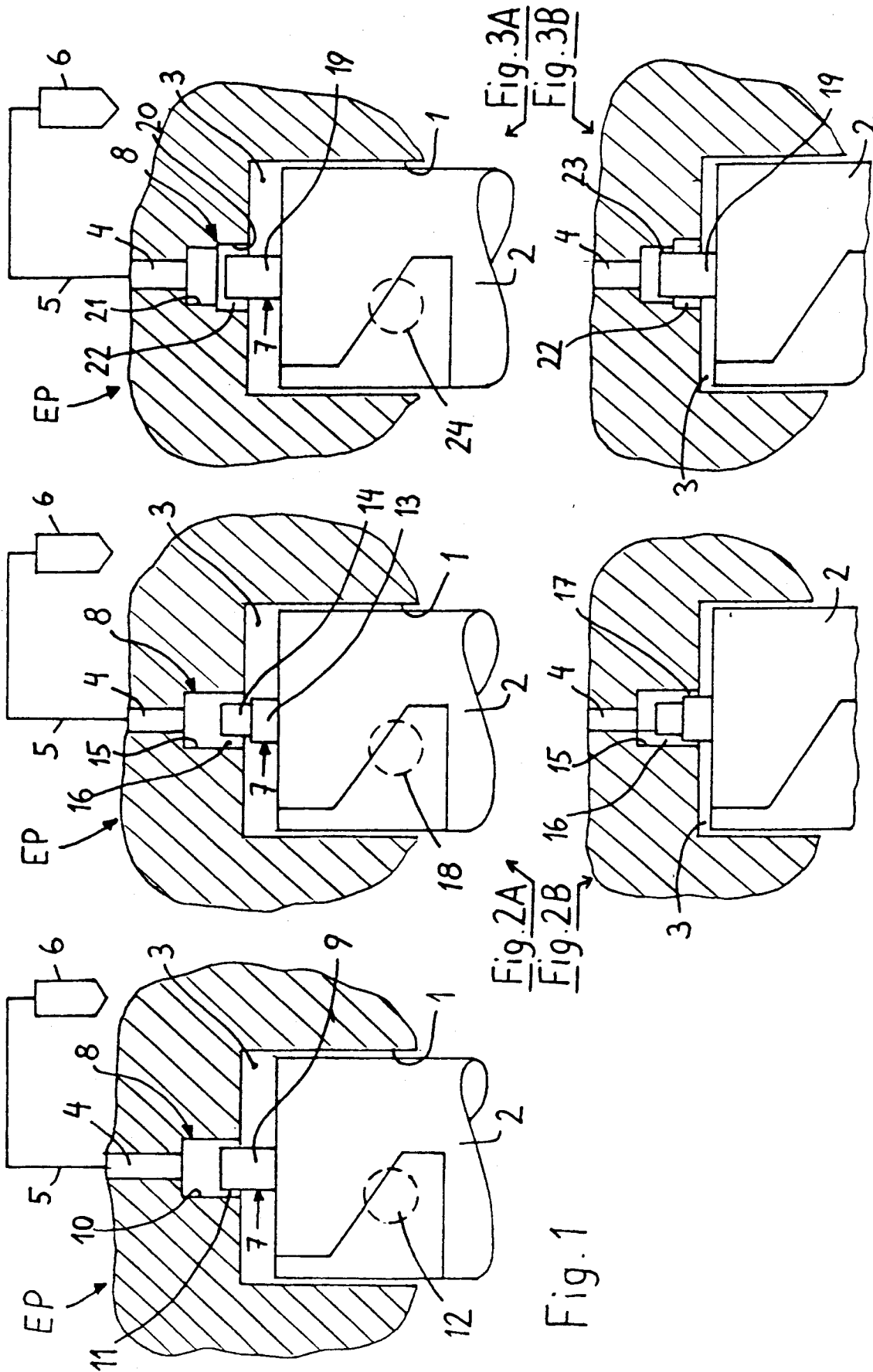


Fig. 1

Fig. 2A

Fig. 2B

Fig. 3A

Fig. 3B

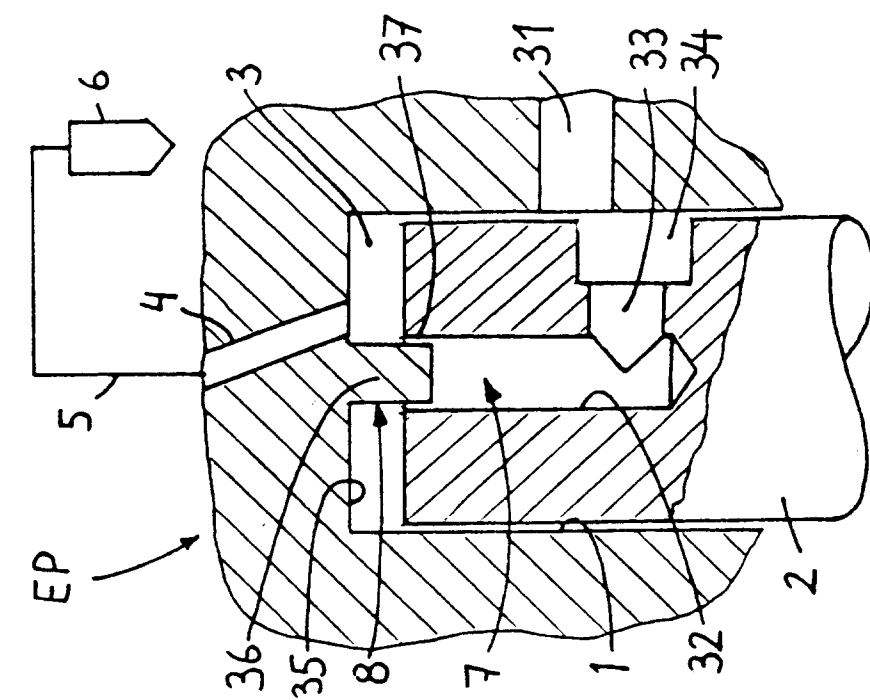


Fig. 4

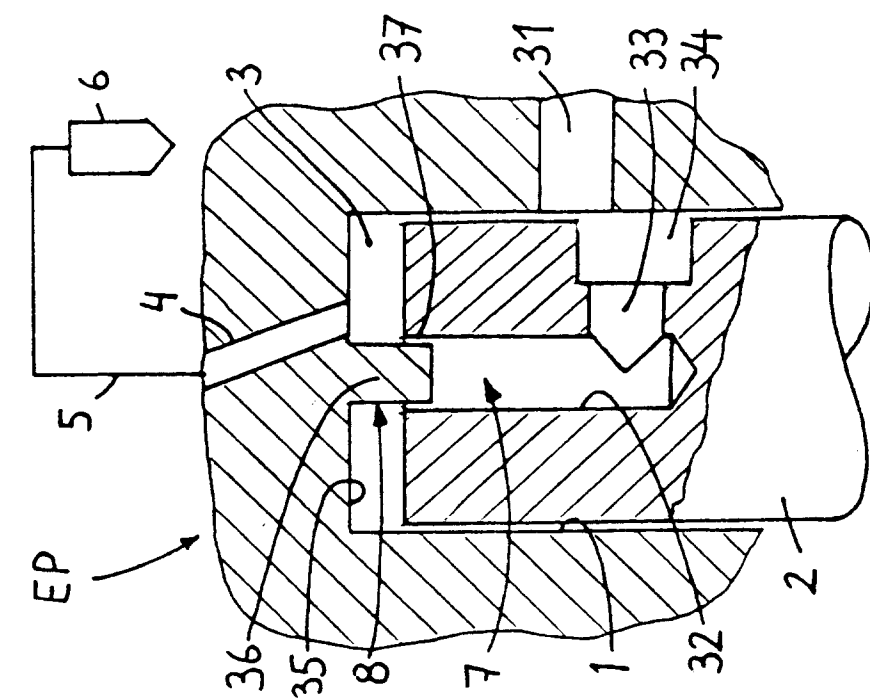


Fig. 5

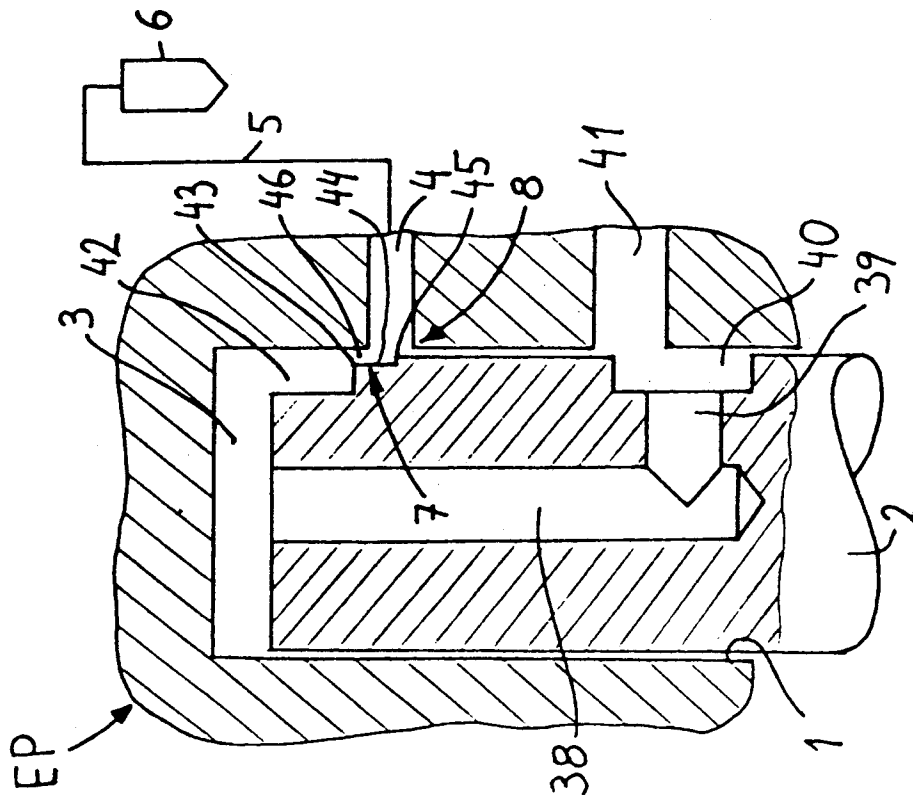


Fig. 6

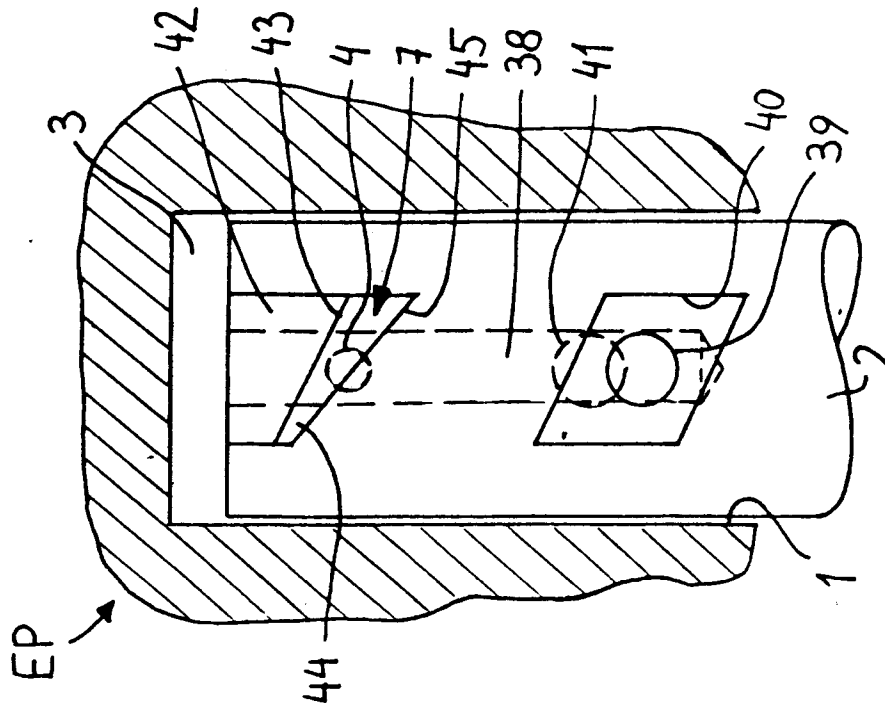


Fig. 7

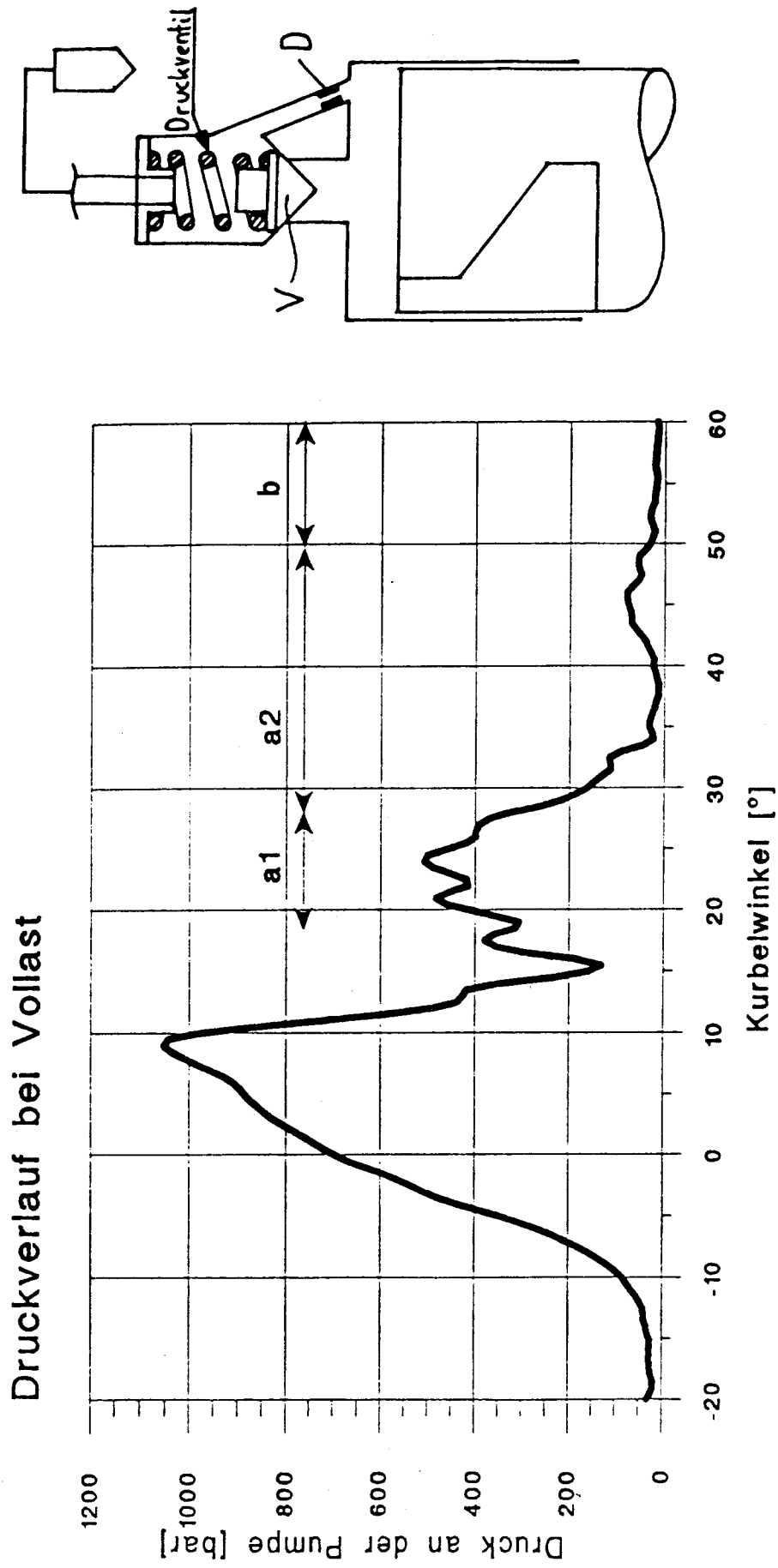


Fig. 8
(Stand der Technik)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 4446

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10 no. 10 (M-446) [2067] ,16.Januar 1986 & JP-A-60 173365 (MITSUBISHI JUKOGYO) 6.September 1985, * Zusammenfassung *	1	F02M59/44 F02M59/02
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12 no. 428 (M-762) ,11.November 1988 & JP-A-63 162961 (YANMAR DIESEL) 6.Juli 1988, * Zusammenfassung *	1	
A	GB-A-2 269 209 (ROBERT BOSCH GMBH)		
A	FR-A-2 516 174 (ROBERT BOSCH GMBH)		
A	DE-A-26 50 368 (SOCIETE D'ETUDES DE MACHINES THERMIQUES S.E.M.T.)		
A	DE-A-34 28 175 (ROBERT BOSCH GMBH)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7.August 1995	Prüfer Friden, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	