



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.03.2005 Patentblatt 2005/11**

(51) Int Cl.7: **F02M 37/10**

(21) Anmeldenummer: **04017811.3**

(22) Anmeldetag: **28.07.2004**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Schueler, Peter  
71229 Leonberg (DE)**

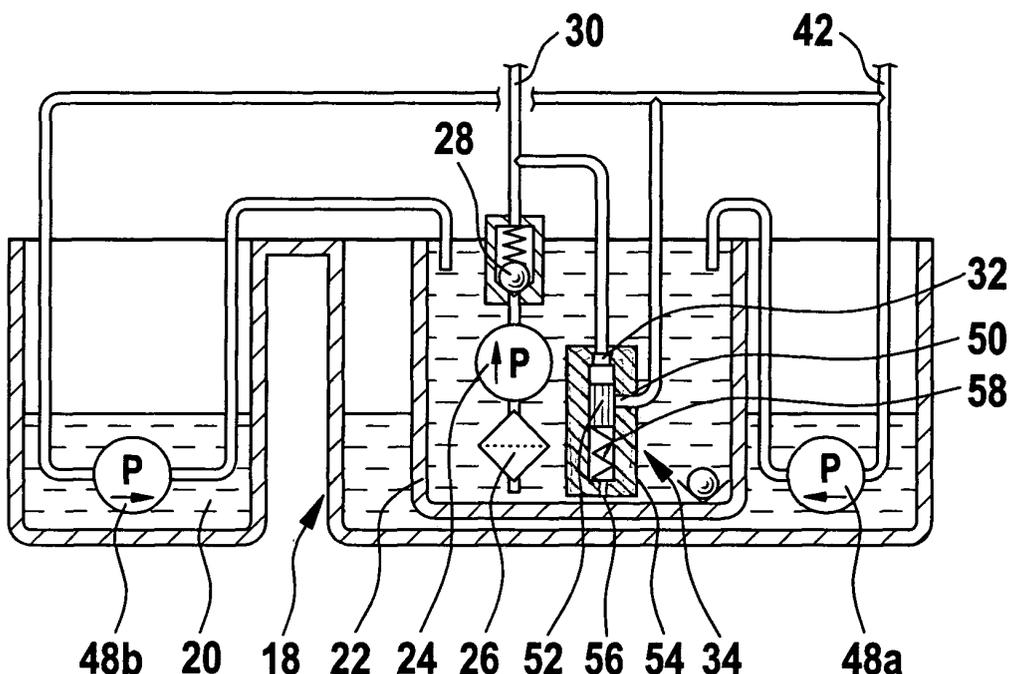
(30) Priorität: **11.09.2003 DE 10341948**

(54) **Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine**

(57) Ein Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine umfasst einen Vorratsbehälter (18) und eine Kraftstoffpumpe (24), die aus dem Vorratsbehälter (18) in einen Druckbereich (30) fördert. Eine Ventileinrichtung (34) öffnet abhängig vom Druck im Druckbereich (30) und weist mindestens einen ersten Auslass (50) auf, durch den Kraftstoff aus dem Druckbereich (30) abgeleitet werden kann. Der Öffnungsdruck hängt von ei-

nem Referenzdruck ab. Durch eine Rücklaufleitung (42) gelangt geförderter, aber nicht verwendeter Kraftstoff in den Vorratsbehälter (18) zurück, wodurch eine Zusatzpumpeinrichtung (48) gespeist wird. Es wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung (34) so ausgebildet ist, dass der Referenzdruck der Druck im Vorratsbehälter (18) ist, und dass der erste Auslass (50) der Ventileinrichtung (34) mit der Rücklaufleitung (42) verbunden ist.

**Fig. 2**



## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einem Vorratsbehälter für den Kraftstoff, mit einer Kraftstoffpumpe, die aus dem Vorratsbehälter in einen Druckbereich fördert, mit einer Ventileinrichtung, welche abhängig vom Druck im Druckbereich öffnet und mindestens einen ersten Auslass aufweist, durch den Kraftstoff aus dem Druckbereich abgeleitet werden kann, und deren Öffnungsdruck von einem Referenzdruck abhängt, und mit einer Rücklaufleitung, durch die geförderter, aber nicht verwendeter Kraftstoff in den Vorratsbehälter zurückströmt und eine Zusatzpumpeinrichtung antreibt.

**[0002]** Ein Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art ist aus der DE 101 00 700 C1 bekannt. Diese beschreibt ein Kraftstoffeinspritzsystem, welches bei einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoff-Direkteinspritzung verwendet wird. Bei diesem fördert eine elektrische Kraftstoffpumpe den Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu einer von der Brennkraftmaschine angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Von dort wird der Kraftstoff unter hohem Druck weiter zu einer Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail") gefördert, an die mehrere Injektoren angeschlossen sind. Diese spritzen den Kraftstoff direkt in einen ihnen jeweils zugeordneten Brennraum ein.

**[0003]** Den Injektoren wird mehr Kraftstoff zugeführt als diese in den Brennraum einspritzen. Der nicht verwendete Kraftstoff wird über eine Rücklaufleitung in den Vorratsbehälter zurückgeführt und dient dort zum Betrieb einer Saugstrahlpumpe.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass es im gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine zuverlässig arbeitet und eine möglichst dynamische und exakte Regelung der Fördermenge durch die Kraftstoff-Hochdruckpumpe ermöglicht.

**[0005]** Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Ventileinrichtung so ausgebildet ist, dass der Referenzdruck der Druck im Vorratsbehälter ist, und dass der erste Auslass der Ventileinrichtung mit der Rücklaufleitung verbunden ist.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** Bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffsystem kann ein, absolut gesehen, vergleichsweise konstanter Druck im Druckbereich realisiert werden. Dies führt wiederum dazu, dass die Fördermenge einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, welche aus dem Druckbereich gespeist wird, sehr exakt und mit hoher Dynamik eingestellt werden kann. Damit können Abweichungen des Drucks von einem Sollwert in einer Kraftstoff-Sammelleitung ("Rail"), in die eine solche Kraftstoff-Hochdruck-

pumpe fördert, mit Hilfe einer elektronischen Vorsteuerung sehr schnell ausgeregelt werden.

**[0007]** Grundlage hierfür ist die Tatsache, dass als Referenzdruck für die Ventileinrichtung, mit der Kraftstoff aus dem Druckbereich abgeleitet werden kann, der Druck im Vorratsbehälter verwendet wird. Dieser entspricht im Wesentlichen dem Umgebungsdruck, der nur geringen Schwankungen unterworfen ist.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem hat aber noch einen weiteren Vorteil: Dadurch, dass der erste Auslass der Ventileinrichtung mit der Rücklaufleitung verbunden ist, ist in allen Betriebssituationen des Kraftstoffsystems ein zuverlässiger Betrieb der Zusatzpumpeinrichtung gewährleistet. Insbesondere im Schub- und Niedriglastbetrieb der Brennkraftmaschine strömt in der Rücklaufleitung nur wenig oder überhaupt kein Kraftstoff von den Injektoren zum Vorratsbehälter zurück, was den Betrieb der Zusatzpumpeinrichtung gefährden könnte.

**[0009]** Grund hierfür ist, dass in diesen Betriebssituationen der Brennkraftmaschine die Kraftstoffpumpe, die aus dem Vorratsbehälter in den Druckbereich fördert, normal arbeitet, wohingegen eine nachgeschaltete Hochdruck-Kraftstoffpumpe aus dem Druckbereich nur wenig oder überhaupt keinen Kraftstoff abruft. Letztlich führt dies dazu, dass von den Injektoren der Brennkraftmaschine nur wenig Kraftstoff über die Rücklaufleitung zum Vorratsbehälter zurückströmt, gleichzeitig aber relativ viel Kraftstoff durch die Ventileinrichtung aus dem Druckbereich abgeleitet wird. Diese Kraftstoffmenge wird bei der Erfindung dazu verwendet, die Zusatzpumpeinrichtung, beispielsweise eine oder mehrere Saugstrahlpumpen, anzutreiben. Eine solche Zusatzpumpeinrichtung dient beispielsweise dazu, in einem Schwalltopf des Vorratsbehälters den Kraftstoff der Kraftstoffpumpe zuzuführen.

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

**[0011]** Zunächst wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung einen Ventilkörper umfasst, der auf der einen Seite vom Druck im Druckbereich und auf der anderen Seite vom Druck im Vorratsbehälter beaufschlagt wird, und der im Verlauf seiner Öffnungsbewegung den ersten Auslass freigibt. Eine solche Ventileinrichtung kann in Form eines Schieberventils sehr einfach gebaut werden, so dass das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem preiswert ist.

**[0012]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Ventileinrichtung einen zweiten Auslass aufweist, der direkt mit dem Vorratsbehälter verbunden ist. Durch eine solche Ventileinrichtung wird vermieden, dass die Zusatzpumpeinrichtung mit zuviel Kraftstoff gespeist wird, was zu einem unerwünscht hohen Druck in der Rücklaufleitung führen würde.

**[0013]** In Weiterbildung hierzu wird wiederum vorgeschlagen, dass der Öffnungsdruck für den zweiten Auslass höher ist als jener für den ersten Auslass, vorzugsweise ungefähr 0,2 bar höher als jener für den ersten

Auslass. In diesem Fall ist die Ventileinrichtung als "Kaskadenventil" ausgebildet, welches eine relativ konstante Versorgung der Zusatzpumpeinrichtung sicherstellt.

**[0014]** Die Fertigung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems wird vereinfacht, wenn die Kraftstoffpumpe und die Ventileinrichtung Teil einer Baueinheit sind.

**[0015]** Der Aufbau wird weiter vereinfacht, indem die Baueinheit im Vorratsbehälter angeordnet ist, da in diesem Fall auf zusätzliche Leitungen verzichtet werden kann.

Zeichnung

**[0016]** Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;
- Figur 2 eine vergrößerte Darstellung eines Vorratsbehälters des Kraftstoffsystems von Figur 1;
- Figur 3 eine Darstellung ähnlich Figur 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;
- Figur 4 eine Darstellung ähnlich Figur 2 des Vorratsbehälters des Kraftstoffsystems von Figur 3;
- Figur 5 ein Diagramm, in dem eine Fördermenge einer Kraftstoffpumpe der Kraftstoffsysteme der Figuren 1 bis 4 über der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufgetragen ist;
- Figur 6 ein Diagramm, in dem ein Druck in einer Rücklaufleitung der Kraftstoffsysteme der Figuren 1 bis 4 über der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufgetragen ist;
- Figur 7 ein Diagramm, in dem ein Speisedruck einer Saugstrahlpumpe der Kraftstoffsysteme der Figuren 1 bis 4 über der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufgetragen ist;
- Figur 8 ein Diagramm, in dem der Förderdruck der Kraftstoffpumpe der Kraftstoffsysteme der Figuren 1 bis 4 über der Drehzahl aufgetragen ist;
- Figur 9 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Kraftstoffsystems; und

Figur 10 eine schematische Darstellung einer nochmals abgewandelten Ausführungsform eines Kraftstoffsystems.

5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0017]** In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es umfasst eine Tankeinheit 12, eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 und eine Kraftstoff-Sammelleitung 16 ("Rail").

**[0018]** Die Tankeinheit 12 umfasst wiederum einen Vorratsbehälter 18, in dem Kraftstoff 20 bevorratet ist. In einem Schwalltopf 22 des Vorratsbehälters 18 ist eine elektrische Kraftstoffpumpe 24 angeordnet, die über einen Filter 26 Kraftstoff aus dem Schwalltopf 22 über ein Rückschlagventil 28 in einen als Druckleitung ausgebildeten Druckbereich 30 fördert. Der Druckbereich 30 ist mit einem Anschluss 32 einer Ventileinrichtung 34 verbunden. Auf diese wird weiter unten noch stärker im Detail eingegangen.

**[0019]** Der Druckbereich 30 führt über einen weiteren Filter 36 zu der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14. Diese ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als 3-Zylinder-Radialkolbenpumpe ausgeführt und wird von einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine direkt angetrieben. Die Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 wird durch ein Zumesventil 38 eingestellt. Der Auslass des Zumesventils 38 ist zum einen mit Einlassventilen (ohne Bezugszeichen) der einzelnen Förderräume der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 und andererseits über eine Nullförderdrossel 40 mit einer Rücklaufleitung 42 verbunden.

**[0020]** Die Kraftstoff-Sammelleitung 16 wird von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 gespeist. In ihr ist der Kraftstoff unter hohem Druck gespeichert. An die Kraftstoff-Sammelleitung 16 sind mehrere Injektoren angeschlossen, von denen in Figur 1 nur einer mit dem Bezugszeichen 44 gezeigt ist. Die Injektoren 44 spritzen den Kraftstoff direkt in einen ihnen jeweils zugeordneten Brennraum (nicht dargestellt) ein. Der Injektor 44 ist ebenfalls mit der Rücklaufleitung 42 verbunden. Auch ein optionales Druckregelventil 46, mit dem der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 16 geregelt werden kann, ist mit dieser Rücklaufleitung 42 verbunden.

**[0021]** Die Rücklaufleitung 42 führt zum Vorratsbehälter 18 zurück. Durch sie werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Saugstrahlpumpen 48a und 48b gespeist, die eine Zusatzpumpeinrichtung darstellen, in den Rand- und vor allem in den Bodenbereichen des Vorratsbehälters 18 angeordnet sind und den Kraftstoff aus diesen Bereichen in den Schwalltopf 22 fördern. Wie insbesondere aus Figur 2 hervorgeht, ist ein Auslass 50 der Ventileinrichtung 34 mit der Rücklaufleitung 42 verbunden. Ebenfalls aus Figur 2 geht hervor, dass die Ventileinrichtung 34 als Schieberventil ausgebildet ist. Sie umfasst einen Kolben 52, der gleitend verschieblich in einem Gehäuse 54 aufgenommen ist. Die eine Seite des Kolbens 52 wird über den Anschluss 32 mit

jenem Druck beaufschlagt, der im Druckbereich 30 herrscht. Die andere Seite des Kolbens 52 wird über eine Öffnung 56 mit jenem Druck beaufschlagt, der im Vorratsbehälter 18 herrscht. Der Auslass 50 ist im Gehäuse 54 radial angeordnet und wird im drucklosen Zustand vom Kolben 52 verdeckt. In diese Position wird der Kolben 52 von einer Feder 58 gedrückt.

**[0022]** Das in den Figuren 1 und 2 gezeigte Kraftstoffsystem 10 arbeitet folgendermaßen:

**[0023]** Die elektrische Kraftstoffpumpe 24 wird mit konstanter Leistung angetrieben. Entsprechend ist auch die Fördermenge der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 im Wesentlichen konstant. Wenn die Brennkraftmaschine mit mittlerer oder hoher Last arbeitet, wird von den Injektoren 44 eine relativ große Kraftstoffmenge aus der Kraftstoff-Sammelleitung 16 abgerufen. Entsprechend muss die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 eine vergleichsweise große Kraftstoffmenge in die Kraftstoff-Sammelleitung 16 fördern, was dadurch ermöglicht wird, dass das Zumessventil 38 geöffnet ist. In einem solchen Betriebszustand wird von den Injektoren 44 zwar eine vergleichsweise große Kraftstoffmenge in den ihnen jeweils zugeordneten Brennraum eingespritzt, über die Rücklaufleitung 42 strömt dennoch von den Injektoren 44 eine vergleichsweise große Kraftstoffmenge zum Vorratsbehälter 18 zurück. Dort treibt dieser Kraftstoff die Saugstrahlpumpen 48a und 48b an, die den Kraftstoff, der im Bodenbereich des Vorratsbehälters 18 vorhanden ist, in den Schwalltopf 22 fördern, wo er wieder von der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 angesaugt und zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 gefördert werden kann.

**[0024]** Da das Zumessventil 38 geöffnet ist, wird ein erheblicher Anteil der Kraftstoffmenge, die von der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 gefördert wird, von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 abgerufen. Die elektrische Kraftstoffpumpe 24 ist jedoch so ausgelegt, dass selbst bei maximaler Last der Brennkraftmaschine die von der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 geförderte Kraftstoffmenge höher ist als jene Kraftstoffmenge, die von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 komprimiert und in die Kraftstoff-Sammelleitung 16 weitergefördert wird. Im Druckbereich 30 stellt sich daher ein bestimmter erhöhter Druck ein, der üblicherweise zwischen 4,5 und 5,2 bar liegt. Dieser Druck wird durch die Auslegung der Ventileinrichtung 34 festgelegt:

**[0025]** Diese ist so ausgestaltet, dass der Kolben 52 den Auslass 50 dann freigibt, wenn am Anschluss 32 ein Druck von 4,5 bis 5,2 bar erreicht wird, so dass der Kraftstoff aus dem Druckbereich 30 in die Rücklaufleitung 42 abströmen kann. Da der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung 34 von dem an der Öffnung 56 des Gehäuses 54 anliegenden Druck abhängt, dieser jedoch dem Druck im Vorratsbehälter 18 entspricht, welcher wiederum dem wenigstens näherungsweise konstanten Umgebungsdruck entspricht, sind die Schwankungen des Öffnungsdrucks der Ventileinrichtung 34 gering.

**[0026]** Unabhängig vom Betriebszustand der Brenn-

kraftmaschine beziehungsweise des Kraftstoffsystems 10 herrscht daher im Druckbereich 30 ein vergleichsweise konstanter Druck.

**[0027]** Entsprechend kann die Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 durch eine Vorsteuerung des Zumessventils 38 exakt und schnell eingestellt werden. Das Ausgleichen von Regelschwankungen des Drucks in der Kraftstoff-Sammelleitung 16 ist daher schnell und zuverlässig möglich.

**[0028]** Im Schubbetrieb oder bei sehr niedriger Last der Brennkraftmaschine wird von den Injektoren 44 nur wenig oder überhaupt kein Kraftstoff in die entsprechenden Brennräume eingespritzt. Um den Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung konstant zu halten und nicht zu viel Kraftstoff über das Druckregelventil 46 absteuern zu müssen, wird die Förderleistung der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 reduziert, indem das Zumessventil 38 geschlossen wird. Da nun nur noch wenig oder überhaupt kein Kraftstoff mehr zu den Injektoren 44 gelangt, strömt von diesen auch nur noch wenig oder überhaupt kein Kraftstoff mehr in die Rücklaufleitung 42. Auch von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 gelangt nur noch wenig Kraftstoff in die Rücklaufleitung 42, nämlich gerade noch jene Menge, die zum Einen durch die Leckage des Zumessventils 38 und die Nullförderdrossel 40 strömt und die zum Anderen über eine Kühl- und Schmierdrossel (ohne Bezugszeichen) in das Gehäuse der Hochdruck-Kraftstoffpumpe und von dort weiter in die Rücklaufleitung 42 strömt. Diese geringe Kraftstoffmenge könnte, ohne zusätzliche Maßnahmen, den sicheren Betrieb der Saugstrahlpumpen 48a und 48b gefährden.

**[0029]** Da die elektrische Kraftstoffpumpe 24 jedoch weiterhin mit konstanter Förderleistung in den Druckbereich 30 fördert, die entsprechende Fördermenge von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 aber nicht abgerufen wird, strömt eine vergleichsweise hohe Kraftstoffmenge über die Ventileinrichtung 34 und dort über den Anschluss 32 und den Auslass 50 in die Rücklaufleitung 42. Diese Kraftstoffmenge reicht aus, um auch in einer solchen Betriebssituation die Saugstrahlpumpen 48a und 48b anzutreiben.

**[0030]** In den Figuren 3 und 4 ist eine alternative Variante eines Kraftstoffsystems 10 dargestellt. Dabei tragen solche Elemente und Bereiche, die äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen des in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

**[0031]** Das in den Figuren 3 und 4 gezeigte Kraftstoffsystem 10 unterscheidet sich von dem obigen Ausführungsbeispiel durch die Ausgestaltung der Ventileinrichtung 34, welches als "Kaskaden-Überströmventil" ausgebildet ist. Diese umfasst einen zweiten Auslass 60, der in Öffnungsrichtung des Kolbens 52 gesehen hinter dem ersten Auslass 50 angeordnet ist und in den Schwalltopf 22 des Vorratsbehälters 18 führt. Die axiale Entfernung der beiden Auslässe 50 und 60 ist derart,

dass der zweite Auslass 60 vom Kolben 52 bei einem Druck im Druckbereich 30 freigegeben wird, der ungefähr 0,2 bar über jenem Druck liegt, bei dem der erste Auslass 50 freigegeben wird.

**[0032]** Dies führt im Betrieb des Kraftstoffsystems 10 dazu, dass beispielsweise im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine, in dem von den Injektoren 44 überhaupt kein Kraftstoff abgegeben und entsprechend von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 überhaupt kein Kraftstoff gefördert wird, der von der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 geförderte Kraftstoff nicht vollständig in die Rücklaufleitung 42 strömt, sondern zum Teil direkt in den Vorratsbehälter 18 abgegeben wird. Hierdurch wird eine zu hohe Förderung der Saugstrahlpumpen 48a und 48b vermieden und somit ein unzulässiger Druckanstieg im Druckbereich 30 verhindert.

**[0033]** Die Eigenschaften der beiden in den Figuren 1 bis 4 gezeigten Kraftstoffsysteme 10 ergeben sich auch aus den Darstellungen in den Diagrammen der Figuren 5 bis 8.

**[0034]** In Figur 5 ist die Durchflussmenge QF über der Drehzahl N der Brennkraftmaschine aufgetragen, welche man auf Höhe des Filters 36, also am Einlass der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 erhält. Die obere gestrichelte Kurve zeigt die bei bisherigen Kraftstoffsystemen maximal und die untere gestrichelte Kurve die bei bisherigen Kraftstoffsystemen minimal erhaltene Durchflussmenge. Man sieht, dass diese Durchflussmenge über der Drehzahl N beinahe konstant ist und dass sich die Minimal- und Maximalwerte deutlich unterscheiden. Die beiden durchgezogenen Linien in Figur 5 werden mit den Kraftstoffsystemen 10 der Figuren 1 bis 4 erhalten. Man sieht, dass bei geringer Drehzahl N eine deutlich geringere Kraftstoffmenge QF als bei großer Drehzahl N am Filter 36 erhalten wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei geringer Drehzahl N von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 14 nur wenig Kraftstoff abgerufen wird und somit ein erheblicher Anteil des von der elektrischen Kraftstoffpumpe 24 geförderten Kraftstoffs über die Ventileinrichtung 34 in den Vorratsbehälter 18 zurückströmt.

**[0035]** In Figur 6 ist der Druck PR in der Rücklaufleitung 42 im Bereich der Saugstrahlpumpen 48a und 48b über der Drehzahl N der Brennkraftmaschine aufgetragen. Durch gepunktete Linien sind die maximal und minimal erhaltenen Werte bei dem Kraftstoffsystem 10 der Figuren 1 und 2, durch durchgezogene Linien jene des Kraftstoffsystems 10 der Figuren 3 und 4 dargestellt. Gestrichelte Linien zeigen die entsprechenden Werte bei bisherigen Kraftstoffsystemen. Man erkennt, dass der Druck bei den Kraftstoffsystemen 10 der Figuren 1 bis 4 auch bei niedrigen Drehzahlen ausreichend hoch und insgesamt über die Drehzahl vergleichsweise konstant ist.

**[0036]** In Figur 7 ist der Druck PT in der Rücklaufleitung 42 im Bereich der Saugstrahlpumpen 48a und 48b über der Drehzahl N der Brennkraftmaschine aufgetragen. Die gepunkteten Linien entsprechen wieder den

Maximal- beziehungsweise Minimalwerten, welche bei dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel erhalten werden, wohingegen die durchgezogenen Kurven mit jenem Kraftstoffsystem erhalten werden, welches in den Figuren 3 und 4 gezeigt ist. Man erkennt, dass der Druck in der Rücklaufleitung 42 im Bereich der Saugstrahlpumpen 48a und 48b bei dem Kraftstoffsystem 10 der Figuren 3 und 4 vergleichsweise konstant ist.

**[0037]** In Figur 8 ist der Druck PF im Druckbereich 30 über der Drehzahl N der Brennkraftmaschine aufgetragen. Die gestrichelten Kurven entsprechen den Maximalbeziehungsweise Minimalwerten bei bisherigen Kraftstoffsystemen, die gepunkteten Kurven bei einem Kraftstoffsystem entsprechend den Figuren 1 und 2, und die durchgezogenen Kurven den Werten bei einem Kraftstoffsystem entsprechend den Figuren 3 und 4. Man erkennt, dass bei den Kraftstoffsystemen der Figuren 1 bis 4 die Maximal- und Minimalwerte vergleichsweise dicht beieinander und dass die Maximalwerte deutlich niedriger als bei bisherigen Kraftstoffsystemen liegen. Vor allem Letzteres senkt die Belastung der elektrischen Kraftstoffpumpe 24.

**[0038]** In Figur 9 ist eine weitere Ausführungsform eines Kraftstoffsystems 10 gezeigt. Auch hier gilt, dass solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der vorhergehenden Ausführungsbeispiele aufweisen, die gleichen Bezugszeichen tragen.

**[0039]** Bei dem in Figur 9 gezeigten Kraftstoffsystem 10 wird eine Saugstrahlpumpe 48 nicht von der Rücklaufleitung 42, sondern ausschließlich über eine zusätzliche Rücklaufleitung 62 gespeist, die mit dem Auslass 50 der Ventileinrichtung 34 verbunden ist. Ferner ist die Ventileinrichtung 34 so ausgestaltet, dass ihr Öffnungsdruck nicht vom Druck im Vorratsbehälter 18, sondern vom Druck der Feder 58 abhängt.

**[0040]** Eine nochmals abgewandelte Ausführungsform eines Kraftstoffsystems 10 ist in Figur 10 gezeigt. Auch hier gilt bezüglich funktionsäquivalenter Elemente und Bereiche das oben Gesagte. Bei dem in Figur 10 gezeigten Kraftstoffsystem 10 ist der Auslass 50 der Ventileinrichtung 34 zwar mit der Rücklaufleitung 42 verbunden, der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung 34 hängt im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 4 jedoch im Wesentlichen vom Druck in dieser Rücklaufleitung 42 ab.

## 50 Patentansprüche

1. Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Vorratsbehälter (18) für den Kraftstoff, mit einer Kraftstoffpumpe (24), die aus dem Vorratsbehälter (18) in einen Druckbereich (30) fördert, mit einer Ventileinrichtung (34), welche abhängig vom Druck im Druckbereich (30) öffnet und mindestens einen ersten Auslass (50) aufweist, durch den Kraft-

stoff aus dem Druckbereich (30) abgeleitet werden kann, und deren Öffnungsdruck von einem Referenzdruck abhängt, und mit einer Rücklaufleitung (42), durch die geförderter, aber nicht verwendeter Kraftstoff in den Vorratsbehälter (18) zurückströmt und eine Zusatzpumpeinrichtung (48) antreibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (34) so ausgebildet ist, dass der Referenzdruck der Druck im Vorratsbehälter (18) ist, und dass der erste Auslass (50) der Ventileinrichtung (34) mit der Rücklaufleitung (42) verbunden ist.

2. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (34) einen Ventilkörper (52) umfasst, der auf der einen Seite vom Druck im Druckbereich (30) und auf der anderen Seite vom Druck im Vorratsbehälter (18) beaufschlagt wird, und der im Verlauf seiner Öffnungsbewegung den ersten Auslass (50) freigibt.
3. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (34) einen zweiten Auslass (60) aufweist, der direkt mit dem Vorratsbehälter (18) verbunden ist.
4. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsdruck für den zweiten Auslass (60) höher ist als jener für den ersten Auslass (50), vorzugsweise ungefähr 0,2 bar höher als jener für den ersten Auslass (50).
5. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffpumpe (24) und die Ventileinrichtung (34) Teil einer Baueinheit (35) sind.
6. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baueinheit (35) im Vorratsbehälter (18) angeordnet ist.

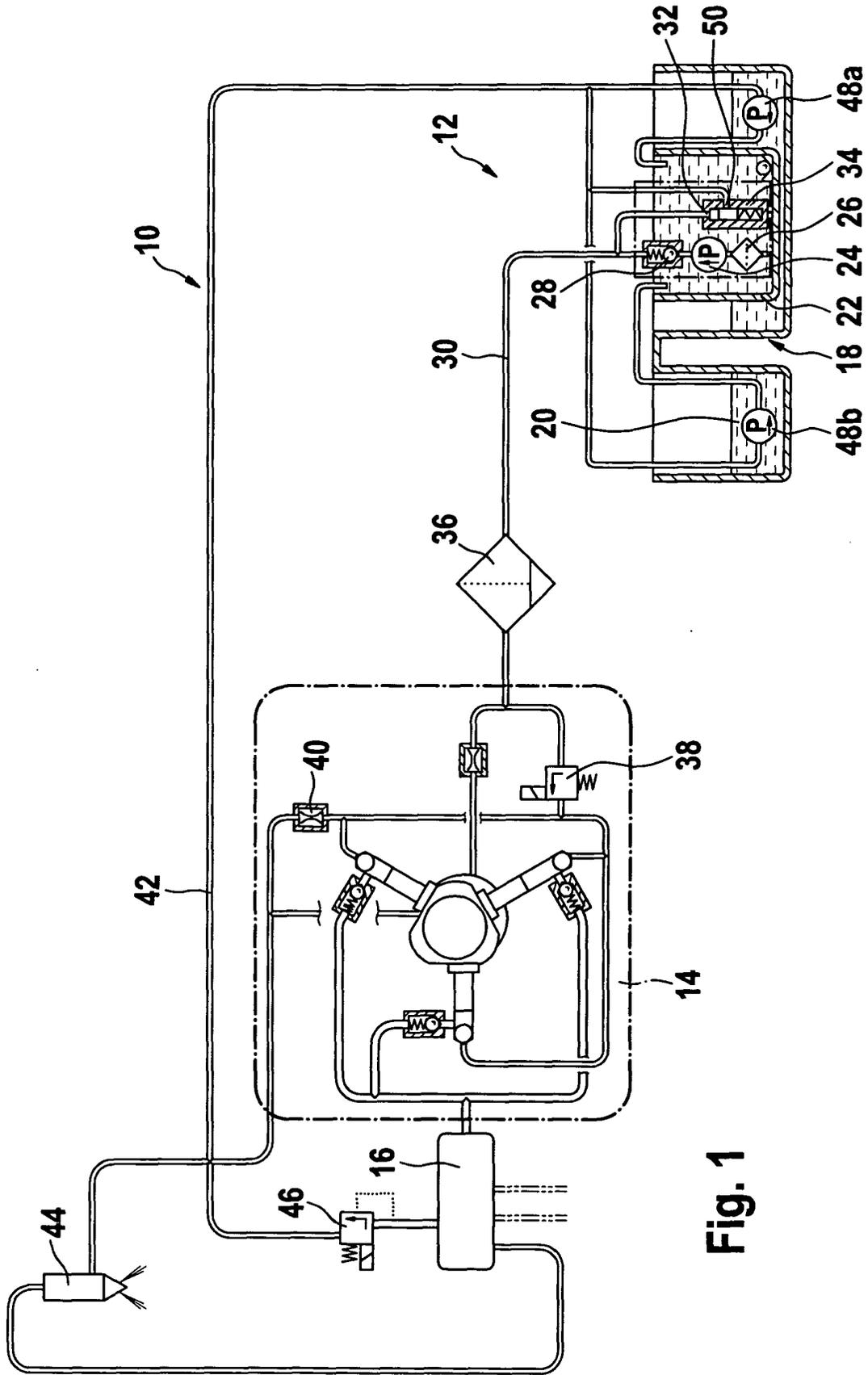


Fig. 1



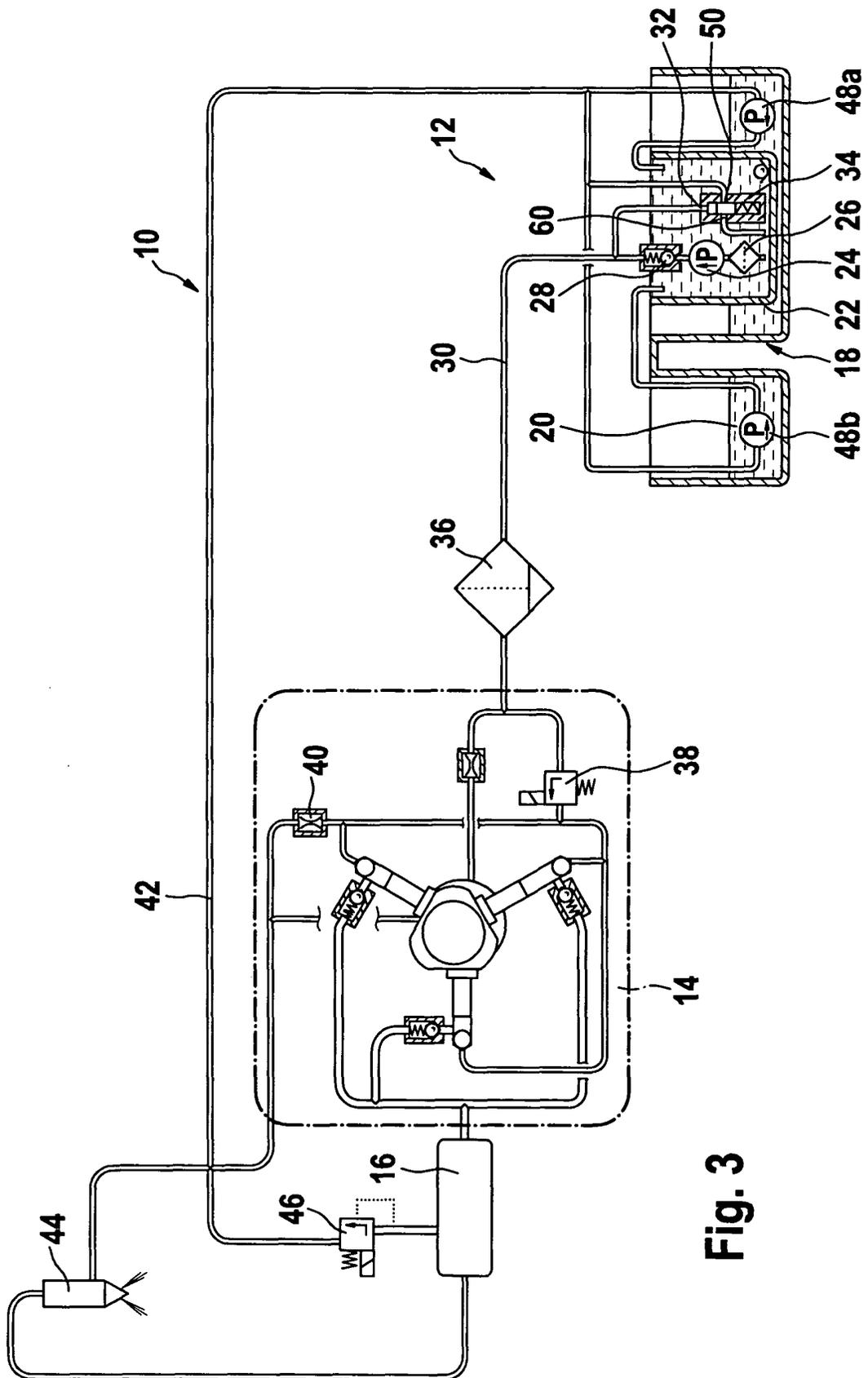


Fig. 3

Fig. 4

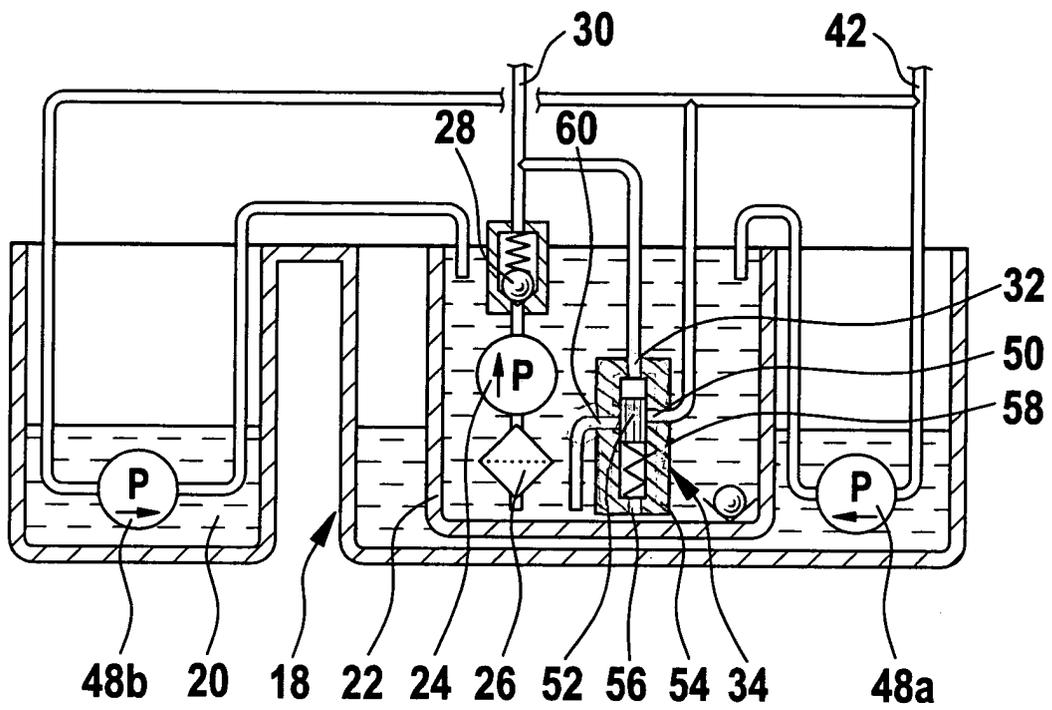


Fig. 5

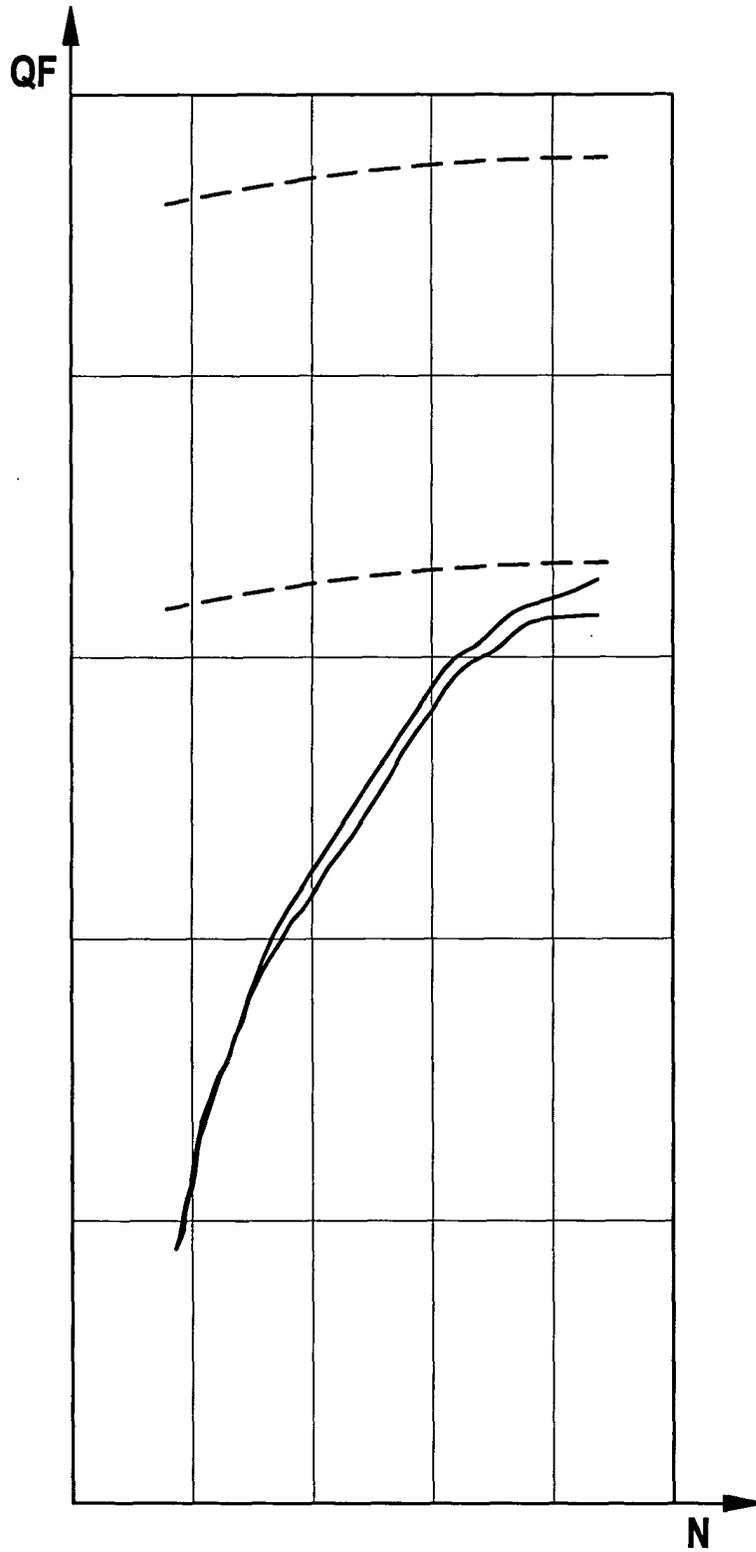


Fig. 6

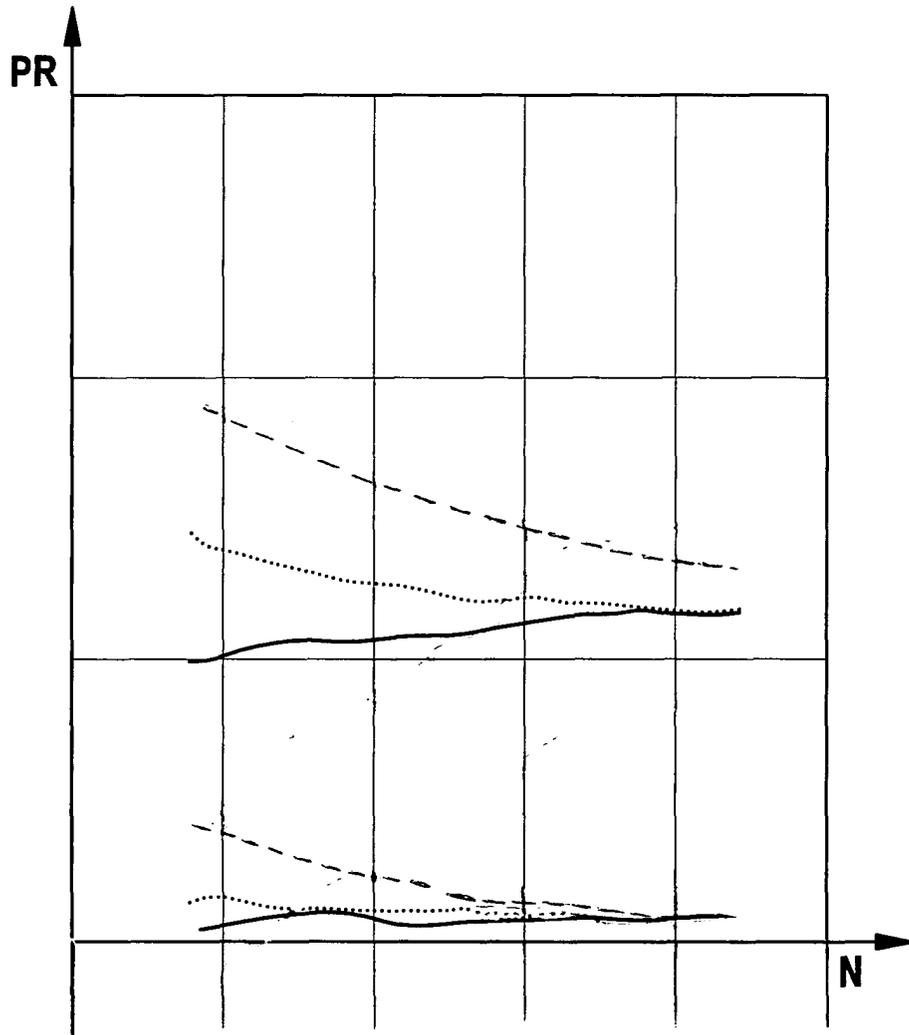


Fig. 7

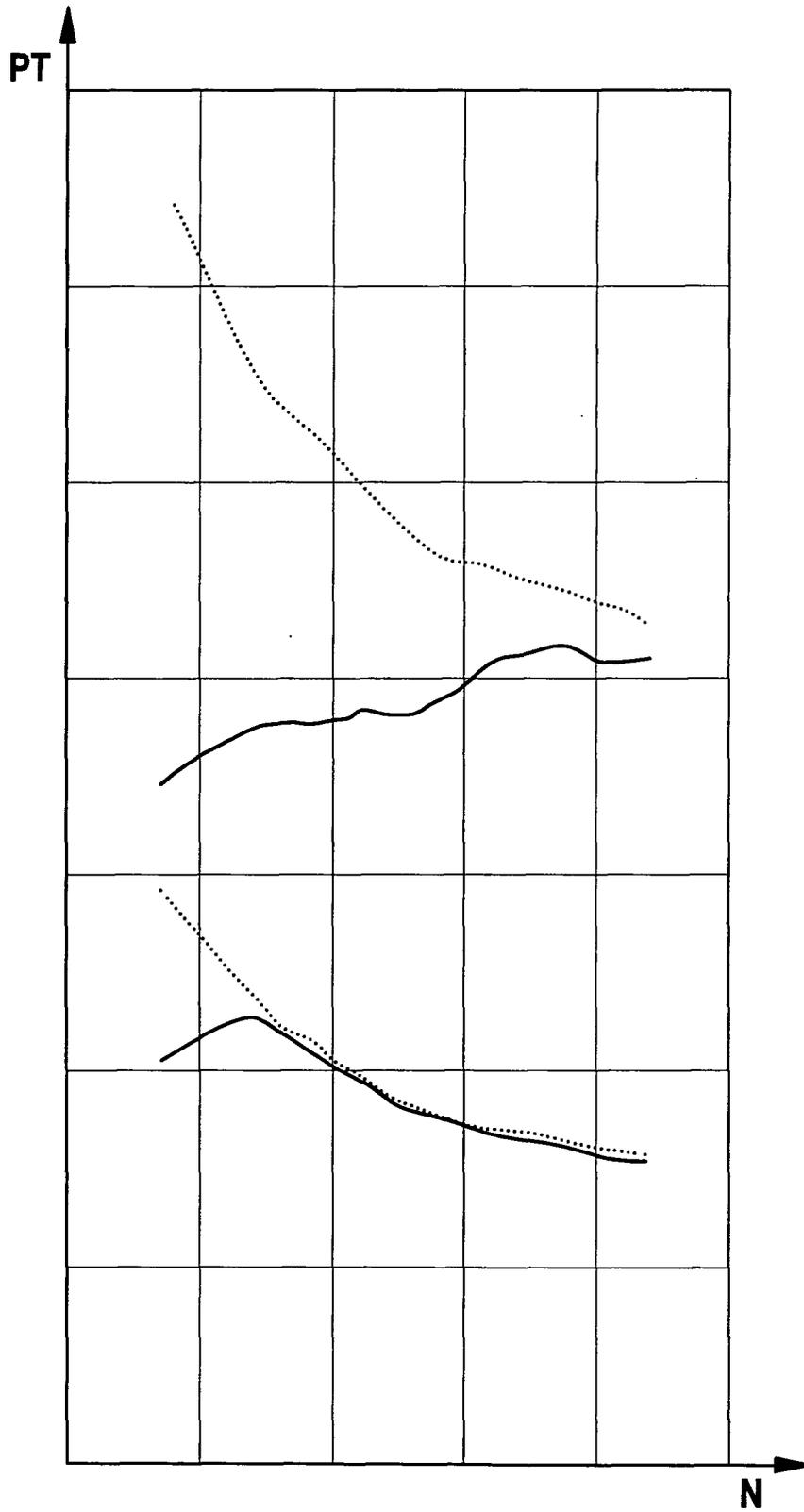


Fig. 8

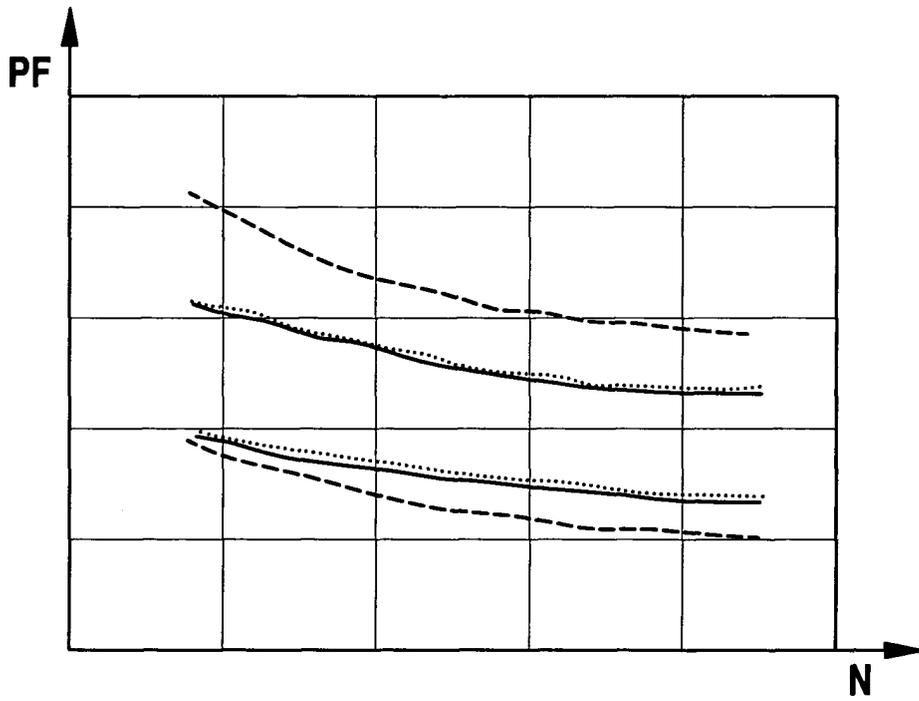


Fig. 9

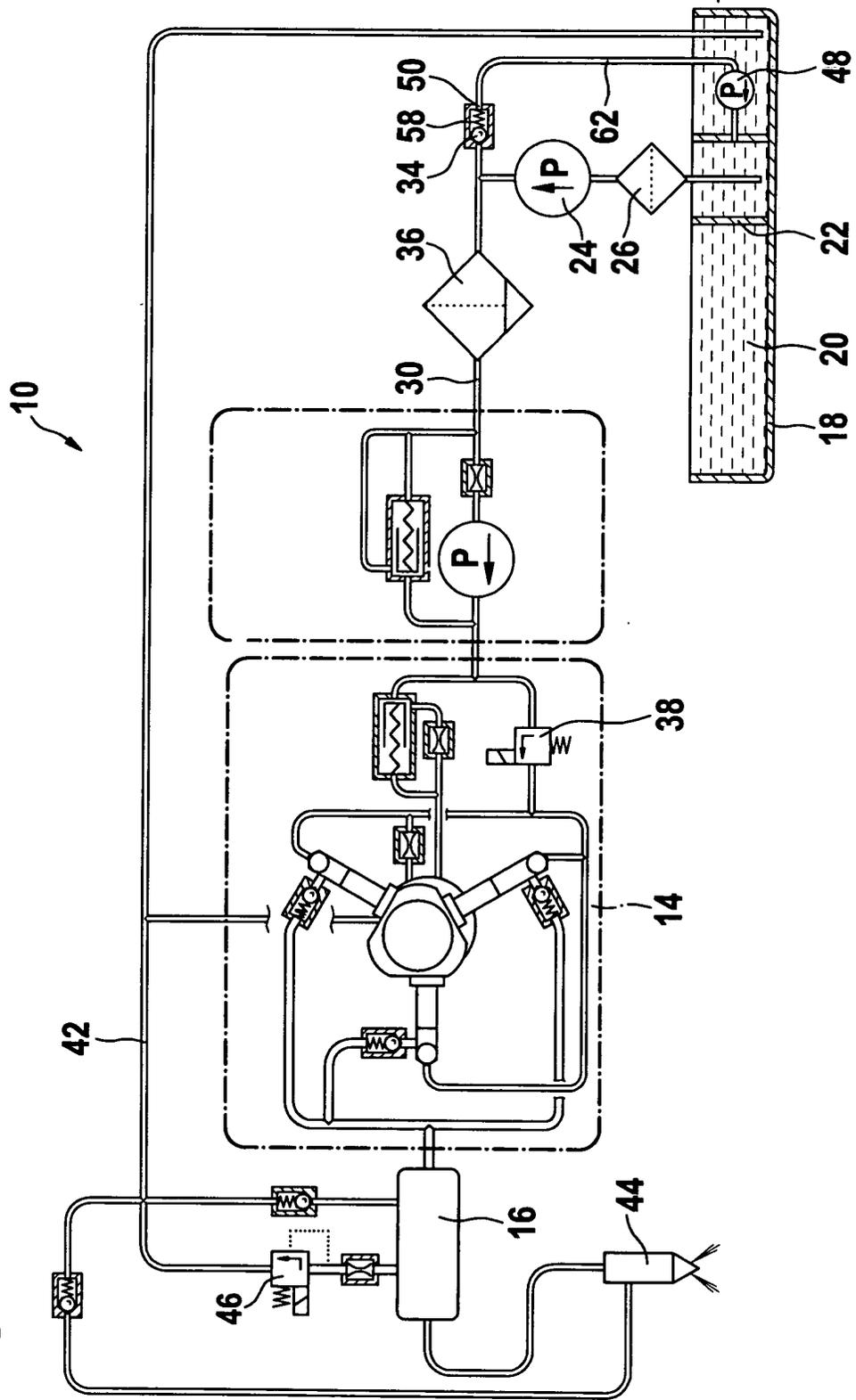
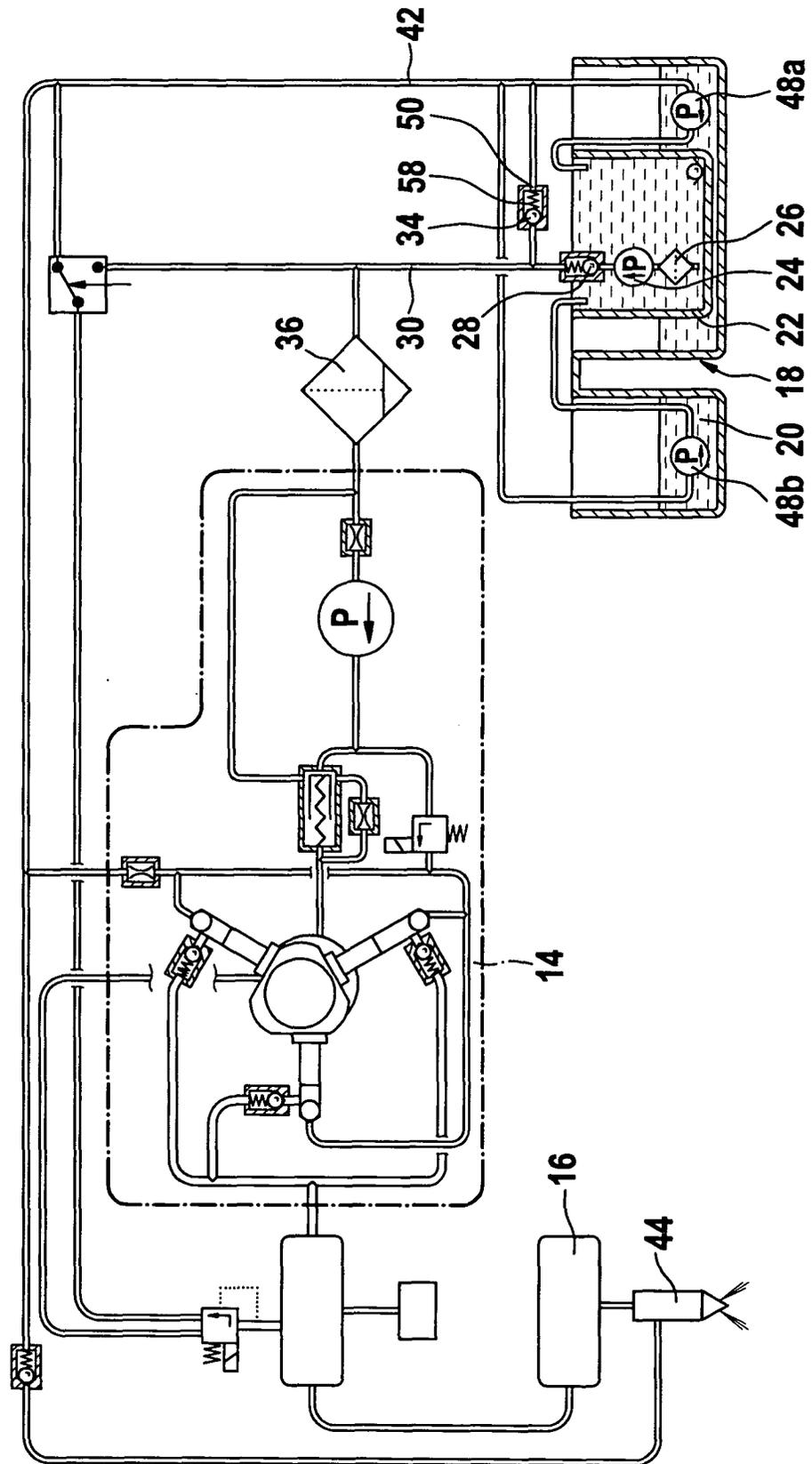


Fig. 10





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 01 7811

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile  | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| A  | US 2003/111050 A1 (SCHUELER PETER)<br>19. Juni 2003 (2003-06-19)<br>* Absatz [0030]; Abbildungen 1-4 *   | 1   | F02M37/10                               |
| A  | DE 195 22 512 A (WALBRO CORP)<br>1. Februar 1996 (1996-02-01)<br>* Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 57; Abbildung 1 *                                | 1   |   |
| A  | US 6 345 608 B1 (MARQUARDT WERNER-KARL ET AL)<br>12. Februar 2002 (2002-02-12)<br>* Spalte 4, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 45; Abbildungen 1-3 * | 1   |   |
|  |  |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)    |
|  |  |   | F02M                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |  |   |   |
| Recherchenort<br>Den Haag  |  | Abschlußdatum der Recherche<br>30. Dezember 2004  | Prüfer<br>Raposo, J                     |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  |   |   |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 7811

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-12-2004

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2003111050 A1                                   | 19-06-2003                    | DE 10100700 C1                    | 01-08-2002                    |
|  |                               | WO 02055873 A1                    | 18-07-2002                    |
|  |                               | EP 1352174 A1                     | 15-10-2003                    |
|  |                               | JP 2004517260 T                   | 10-06-2004                    |
| -----  |                               |                                   |                               |
| DE 19522512 A                                      | 01-02-1996                    | US 5398655 A                      | 21-03-1995                    |
|  |                               | US 5579739 A                      | 03-12-1996                    |
|  |                               | US 5590631 A                      | 07-01-1997                    |
|  |                               | BR 9502873 A                      | 30-01-1996                    |
|  |                               | BR 9502874 A                      | 30-01-1996                    |
|  |                               | DE 4447083 A1                     | 20-07-1995                    |
|  |                               | DE 19522512 A1                    | 01-02-1996                    |
|  |                               | DE 19522514 A1                    | 25-01-1996                    |
|  |                               | FR 2717277 A1                     | 15-09-1995                    |
|  |                               | FR 2721353 A1                     | 22-12-1995                    |
|  |                               | FR 2721354 A1                     | 22-12-1995                    |
|  |                               | JP 2747430 B2                     | 06-05-1998                    |
|  |                               | JP 7224740 A                      | 22-08-1995                    |
|  |                               | JP 8121290 A                      | 14-05-1996                    |
|  |                               | JP 8189432 A                      | 23-07-1996                    |
| US 5727529 A                                       | 17-03-1998                    |                                   |                               |
| FR 2731252 A1                                      | 06-09-1996                    |                                   |                               |
| -----  |                               |                                   |                               |
| US 6345608 B1                                      | 12-02-2002                    | DE 19834121 A1                    | 03-02-2000                    |
|  |                               | WO 0006895 A1                     | 10-02-2000                    |
|  |                               | DE 59907935 D1                    | 15-01-2004                    |
|  |                               | EP 1042608 A1                     | 11-10-2000                    |
|  |                               | JP 2002521616 T                   | 16-07-2002                    |
| -----  |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82