

(19)



(11)

**EP 2 589 851 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.05.2013 Patentblatt 2013/19**

(51) Int Cl.:  
**F16N 13/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12007478.6**

(22) Anmeldetag: **02.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **Voigt, Dieter, Dipl.-Ing.**  
**38110 Braunschweig (DE)**

(72) Erfinder: **Voigt, Dieter, Dipl.-Ing.**  
**38110 Braunschweig (DE)**

(30) Priorität: **02.11.2011 DE 102011117576**  
**10.02.2012 DE 102012002672**

(74) Vertreter: **Plöger, Jan Manfred et al**  
**Gramm, Lins & Partner GbR**  
**Theodor-Heuss-Strasse 1**  
**38122 Braunschweig (DE)**

**(54) Registerpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Registerpumpe, zum Fördern von Öl mit einem vorgebbaren Öldruck ( $p_6$ ) in eine Druckleitung (6), mit (a) einer ersten Pumpe (10), die einen ersten Saugkanal (14) zum Verbinden mit einer Zuführleitung, einen ersten Druckkanal (15), eine Antriebswelle (3) und zumindest ein von der Antriebswelle (3) antreibbar angeordnetes erstes Förderrad (12) umfasst, und (b) mindestens einer zweiten Pumpe (20), die einen zweiten Saugkanal (24), einen zweiten Druckkanal (25), ein von der Antriebswelle (3) antreibbar angeordnetes zweites Förderrad (22) und ein Ventil (26) umfasst. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass das Ventil (26) eingerichtet ist zum Unterbrechen des zweiten Saugkanals (24), so dass eine Ölförderung durch die zweite. Pumpe (20) unterbrochen ist.

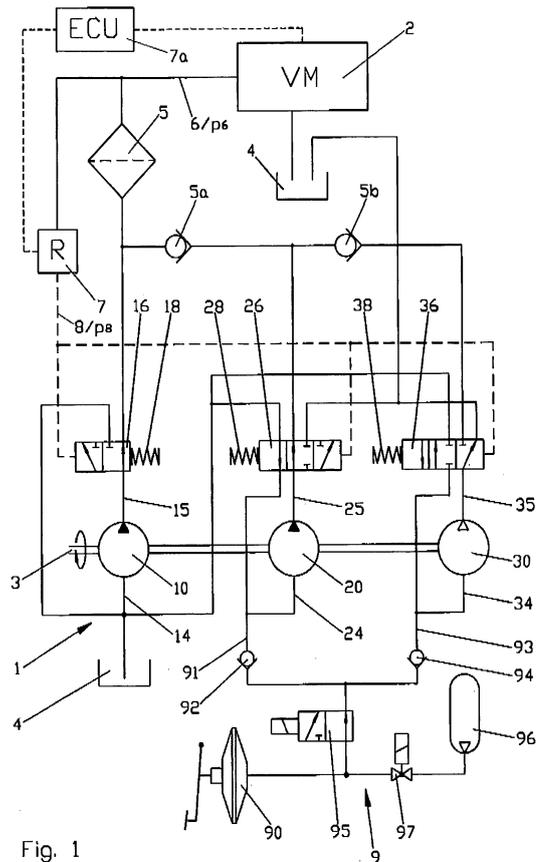


Fig. 1

**EP 2 589 851 A2**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Registerpumpe, also eine mehrstufig ausgebildete Pumpe, die mindestens zwei einzelne Pumpen mit einem gemeinsamen Antrieb aufweist. Jede dieser einzelnen Pumpen weist eine Ventilvorrichtung auf.

**[0002]** Mehrstufige Pumpen werden beispielsweise auch als sog. Trockensumpfpumpen für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren eingesetzt, wobei eine erste Pumpe als Druckstufe die Druckölversorgung vornimmt und mindestens eine zweite Pumpe als Saugstufe zur sicheren Ölabsaugung aus der Ölwanne dient. Eine Pumpe mit zwei unterschiedlich zu pumpenden Medien wird auch als Tandempumpe bezeichnet, wobei beispielsweise die erste Pumpe als Schmierölpumpe eines Verbrennungsmotors und die zweite Pumpe als Vakuumpumpe für die Unterdruckversorgung eines Bremskraftverstärkers von einem zugehörigen Kraftfahrzeug ausgebildet ist.

**[0003]** Für die Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend sog. Regelölpumpen eingesetzt, die eine stufenlose Volumenstromregelung aufweisen und abhängig vom Bedarf auch den Öldruck variieren können, so dass eine entsprechend geringe Pumpenantriebsleistung resultiert. Sie können als Zahnradpumpen, als Flügelzellenpumpen oder als Pendelschieberpumpen ausgebildet sein. Alternativ zur stufenlosen Volumenstromregelung können auch umschaltbare Mehrstufenpumpen zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Hierbei wird bei ausreichender Schmierölversorgung des Verbrennungsmotors durch die erste Pumpe dann die zweite Pumpe über ein Ventil kurzgeschlossen und ihr Förderöl drucklos zur Saugseite zurückgeführt, wodurch sich entsprechend ihre Antriebsleistung reduziert.

**[0004]** Aus der DE 10305781 B4 ist eine mehrstufige Pumpe bekannt, bei der eine als Druckstufe arbeitende Außenzahnrad-Regelölpumpe die Schmierölversorgung eines Verbrennungsmotors vornimmt, während mehrere als Saugstufen arbeitende Pumpen für eine sichere Ölabsaugung sorgen.

**[0005]** Die DE 102011008362 A1 beschreibt eine zweistufige Pumpe, bei der die erste Pumpe die Schmierölversorgung eines Verbrennungsmotors vornimmt, während die zweite Pumpe je nach Bedarf sowohl die Schmierölversorgung unterstützt oder aber auch die Druckversorgung eines einen Druckspeicher aufweisenden hydraulischen Drucksystems sicherstellt.

**[0006]** Die PCT/DE 20111000014 beschreibt eine mehrstufige Pumpe, bei der eine erste und eine zweite Pumpe zwischen sich eine schaltbare Kupplung aufweisen. Ein den Antrieb vornehmender Elektromotor ist über eine erste Antriebswelle mit der ersten Pumpe verbunden, während von einer hydraulisch oder elektrisch axial bewegbaren zweiten Antriebswelle die Kupplung zum Abschalten der zweiten Pumpe betätigt wird.

**[0007]** Aus der DE 10223966 A1 ist eine mehrstufige Pumpe bekannt, die bei ausreichender Ölversorgung durch die erste Pumpe das von der zweiten Pumpe geförderte Öl wieder zur Ansaugseite zurückführt. Hierdurch wird die Antriebsleistung der mehrstufigen Pumpe reduziert.

**[0008]** Die DE 19935781 A1 beschreibt eine zweistufige Pumpe mit einem gemeinsamen Antrieb einer ersten Pumpe und einer zweiten Pumpe zur Versorgung eines Verbrennungsmotors mit unter Öldruck stehendem Öl. Je Pumpe ist ein entgegen der Kraft einer Feder beaufschlagtes Ventil zur Regelung des Öldrucks durch teilweise oder vollständige Ableitung des Ölflusses einer jeden Pumpe vorgesehen.

**[0009]** Die DE 102 37 801 C5 beschreibt eine Regelölpumpe, bei der ein zweistufiger Regelkolben den Öldruck bedarfsabhängig umschaltbar auf zwei unterschiedliche Druckwerte einregelt. Durch den als Drucksensor arbeitenden Regelkolben kann der jeweilige Öldruck unabhängig vom betriebsabhängig sich verändernden Öldurchsatz immer präzise auf dem jeweiligen Druckniveau gehalten werden.

**[0010]** Aus der DE 10 2006 029 553 A1 ist ein Pumpenmodul mit einem gemeinsamen Antrieb einer Ölpumpe als erste Pumpe und einer Vakuumpumpe als zweite Pumpe bekannt.

**[0011]** Die DE 10 2011 114 893 A1 beschreibt eine Tandempumpe, bei der eine Ölpumpe permanent angetrieben ist und eine Vakuumpumpe durch eine Trennkupplung bedarfsweise zugeschaltet wird.

**[0012]** Die DE 10 2005 015 721 B3 beschreibt eine Vakuumpumpe zur Unterdruckerzeugung, bei der ein in einem Rotor radial verschieblich gelagerter Flügel in einem exzentrisch zum Rotor ausgebildeten Pumpengehäuse radialgeführt ist. Die beidseits des Flügels befindlichen Volumina verändern sich periodisch mit der Rotordrehung, so dass ein Pumpeneffekt für ein von der Vakuumpumpe zu förderndes Gas erfolgt.

**[0013]** Die bekannten, mehrstufig ausgebildeten Pumpen sind mit einer ersten und mindestens eine zweiten Pumpe ausgeführt, die entweder unterschiedliche Funktionen ausüben oder die bei gleicher Funktion der beiden Pumpen, beispielsweise zweier Druckpumpen für ein Hydrauliksystem, eine bedarfsabhängige Abschaltung der effektiven Fördermenge der zweiten Pumpe ermöglichen und damit Antriebsleistung einsparen. Für die Abschaltung der Fördermenge der zweiten Pumpe kann eine schaltbare Kupplung zur Stilllegung der Pumpe verwendet werden, die den Bauraum vergrößert und entsprechende Mehrkosten verursacht. Alternativ hierzu kann die Fördermenge der zweiten Pumpe anstatt zum Hydrauliksystem auch drucklos zur Saugseite bei dann reduzierter Antriebsleistung der zweiten Pumpe zurückgefördert werden. Regelölpumpen fördern zwar nur die für die Erzeugung des erforderlichen Öldrucks notwendige Fördermenge und erfordern eine entsprechend geringe Antriebsleistung, sie sind jedoch wegen der stufenlosen Rege-

lung der Fördermenge und einer aufwändigen Druckregelung entsprechend kostspielig.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung für die Verstellung der effektiven Fördermenge einer aus mehreren, insbesondere nicht verstellbaren, Pumpen bestehenden Registerpumpe zu finden, die bei geringem Aufwand die Antriebsleistung absenkt.

**[0015]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend Anspruch 1 dadurch gelöst, dass bei nicht erforderlicher Ölförderung der zweiten Pumpe deren Ventilvorrichtung eingerichtet ist zum Unterbrechen der Ölförderung durch Abschalten der Ölsaugung über einen der zweiten Pumpe zugehörigen Saugkanal.

**[0016]** Vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Registerpumpe ist, dass die zweite Pumpe bei unterbrochener Ölförderung entweder im Saugkanal einen Unterdruck bzw. ein Vakuum erzeugt oder ein Gas ansaugt. Dadurch sinkt die Antriebsleistung der zweiten Pumpe.

**[0017]** Bei erfindungsgemäßer Abschaltung der Ölförderung einer Pumpe sind folgende Zustände für deren Saugkanal möglich:

- (a) er ist verschlossen und weist durch die weiter ansaugende Pumpe einen hohen Unterdruck auf
- (b) er weist als Erweiterung zu Zustand a zusätzlich ein Unterdruckbegrenzungsventil auf, so dass bei moderatem Unterdruck eine Luftansaugung erfolgt
- (c) er ist mit einem Unterdrucksystem verbunden und saugt bei steigendem Unterdruck Luft aus diesem ab, bis dieses evakuiert ist und bei dann hohem Unterdruck über den Saugkanal keine Luftansaugung mehr erfolgt (entspricht dann faktisch dem Zustand a)
- (d) er ist über ein Schaltventil ohne nennenswerte Unterdruckbildung mit Luft durchströmt.

**[0018]** Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter der ersten Pumpe eine selbstständige Einheit innerhalb der Registerpumpe verstanden, die permanent Öl fördert und ein Ventil zur Regelung des Öldrucks aufweist. Selbstverständlich ist es möglich, dass neben der zweiten Pumpe noch eine dritte, eine vierte, oder weitere

Pumpen vorhanden sind, deren Ölförderung jeweils erfindungsgemäß abgeschaltet werden kann.

**[0020]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die zweite Pumpe einen Gaszuführkanal und ein Gaszuführventil, über die mit der zweiten Pumpe ein Gas bei unterbrochener Ölförderung förderbar ist. Beispielsweise ist das Gaszuführventil als Rückschlagventil so ausgebildet, dass Gas, insbesondere Luft, auf der Saugseite nur zur zweiten Pumpe hin fließen kann. Es ist aber auch möglich, dass das Gaszuführventil einen Drucksensor umfasst und so geschaltet ist, dass es nur dann öffnet, wenn auf der Pumpenseite des Gaszuführventils ein geringerer Druck herrscht als auf der Zuströmseite.

**[0021]** Vorzugsweise umfasst die Registerpumpe eine Regeleinheit, die eine Regeldruckleitung und einen Regler aufweist. Ein vom Regler in der Regeldruckleitung eingestellter Regeldruck wirkt auf vorzugsweise alle Ventile der Registerpumpe, um über den Ölfluss den Öldruck zu regeln und gegebenenfalls den Ölfluss der zweiten Pumpe und weiterer Pumpen erfindungsgemäß ab- oder zuzuschalten.

**[0022]** Vorzugsweise umfassen die Ventile der einzelnen Pumpen je eine dem Regeldruck entgegen wirkende Feder, so dass ein jeweils zugehöriger Ventilkolben durch Erhöhen des Regeldrucks verschiebbar ist.

**[0023]** Hier, wie in der gesamten Beschreibung, werden die Begriffe Regel und Steuern synonym verwendet, obwohl sowohl ein reines Steuern, das heißt, dass kein Rückkopplungssignal erzeugt wird, als auch ein Regeln, das heißt, ein rückgekoppeltes Steuern, jeweils gemeint ist.

**[0024]** Vorzugsweise umfasst der Regler einen Regelkolben zum Erzeugen des Regeldrucks. Insbesondere ist der Regler mit der Druckleitung so verbunden, dass Öl mit Öldruck in den Regler eintreten kann, wobei der Regler zudem mit einer Niederdruckseite verbunden ist, die einen deutlich geringeren Öldruck aufweist, insbesondere den Umgebungsdruck. Es ist möglich, dass der Regler, beispielsweise bei einem Proportionalventil oder einer einstellbaren Drossel, den mittleren Strömungswiderstand variiert, den das Öl erfährt, das von der Druckseite zur Niederdruckseite strömt, so dass sich der Regeldruck einstellt.

**[0025]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Registerpumpe eine dritte Pumpe, die einen dritten Saugkanal, einen dritten Druckkanal, einen von der Antriebswelle antreibbar angeordnetes drittes Förderrad und ein drittes Ventil umfasst, mittels dem ein Ölfluss der dritten Pumpe regelbar und auch unterbrechbar ist. Besonders günstig ist es, wenn das dritte Ventil so ausgebildet ist, dass es als erstes öffnet, bevor das zweite Ventil der zweiten Pumpe zu öffnen beginnt. In anderen Worten erfolgt die Regelung des Öldrucks durch Ableitung des Ölflusses der einzelnen Pumpen bis zum erfindungsgemäßen Abschalten des Ölflusses durch die jeder Pumpe zugehörigen Ventile druckabhängig in Abhängigkeit vom Steuerdruck nacheinander.

**[0026]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die erste Pumpe als Verstellpumpe mit veränderlicher Ölförderung, als sog. Regelölpumpe, ausgebildet ist. Zwar wird der Aufbau der Registerpumpe dadurch komplexer, es ist aber möglich, dadurch den Energieverbrauch der Registerpumpe noch weiter zu verringern.

**[0027]** Vorzugsweise kämmt das erste Förderrad der ersten Pumpe mit einem ersten Co-Förderrad, das zweite Förderrad der zweiten Pumpe mit einem zweiten Co-Förderrad und ein gegebenenfalls vorhandenes drittes Förderrad einer

dritten Pumpe mit einem dritten Co-Förderrad. Zum Antrieb aller Förderräder ist die teilweise Verwendung von form-schlüssig drehmomentübertragenden Steckverbindungen vorteilhaft, wodurch ein gute Montierbarkeit der Registerpumpe gegeben ist.

**[0028]** Die erfindungsgemäße Registerpumpe dient bevorzugt der Schmierölversorgung eines Verbrennungsmotors. Vorzugsweise umfasst der Verbrennungsmotor einen Unterdruckspeicher, der mit dem Gaszuführkanal der zweiten Pumpe verbunden ist, so dass die zweite Pumpe den Unterdruckspeicher evakuiert, wenn das zweite Ventil den Ölfluss abgeschaltet hat und die zweite Pumpe Unterdruck erzeugt.

**[0029]** Gegeben falls ist an der Registerpumpe eine Vakuumpumpe angeschlossen, die mittels einer automatisch lösbaren und schließbaren Kupplung mit der Antriebswelle verbunden ist. In diesem Fall wirkt die zweite Pumpe als Unterdruck erzeugende Unterstützung der zuschaltbaren Vakuumpumpe, so dass diese häufiger abgeschaltet werden kann, wenn die zweite Pumpe kein Öl fördert. Das senkt den Energieverbrauch der Registerpumpe.

**[0030]** Die erste Pumpe, die zweite Pumpe und gegebenenfalls weitere Pumpen sind vorzugsweise Außenzahnpumpen. Allerdings ist die Erfindung nicht auf derartige Pumpen beschränkt, beispielsweise können die Pumpen auch Innenzahnradpumpen, Flügelzellenpumpen, Drehschieberpumpen oder Kolbenpumpen sein. Auch ist es möglich, dass die Pumpen untereinander verschiedene Bauformen haben.

**[0031]** Der von der immer Öl fördernden ersten Pumpe erzeugte Öldruck wird zur Schmierung aller Lager der mehrstufigen Pumpe genutzt, wobei das aus den Lagern austretende Öl bei abgeschalteter Ölförderung bzw. Gasförderung der zweiten Pumpe deren Förderräder schmiert und diese infolge Ölfilm benetzung auch gut abdichtet.

**[0032]** Der für den zu versorgenden Verbrennungsmotor erforderliche Öldruck kann durch die jeweiligen Ventile der einzelnen Pumpen der Registerpumpe im einfachsten Fall auch ausschließlich hydraulisch geregelt werden. Während das Ventil der immer Öl fördernden ersten Pumpe dann ein relativ hohes Öldruckniveau für beispielsweise hohe Motordrehzahlen gewährleisten muss, kann das Ventil der zweiten, abschaltbaren Pumpe ein bei niedrigen Motordrehzahlen ausreichend geringes Öldruckniveau einstellen.

**[0033]** Die Überwachung der Ölversorgung des Verbrennungsmotors und die Steuerung und Umschaltung der einzelnen Pumpen der Registerpumpe durch einen Regler wie auch die Überwachung eines von der Registerpumpe versorgten Unterdrucksystems wird vorzugsweise vom Steuergerät des Verbrennungsmotors vorgenommen.

**[0034]** Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von in Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung der Ölversorgung eines Verbrennungsmotors durch eine Registerpumpe,

Figur 2 einen Längsschnitt einer Registerpumpe mit angeschlossenem Unterdrucksystem,

Figur 3 einen Querschnitt durch die erste Pumpe bei maximaler Ölförderung,

Figur 4 eine Ansicht auf die Flanschfläche der ersten Pumpe,

Figur 5 eine Schnittansicht der zweiten Pumpe bei reduzierter Ölförderung,

Figur 6 eine Ansicht auf die Flanschfläche der zweiten Pumpe,

Figur 7 eine Schnittansicht der dritten Pumpe bei abgeschalteter Ölförderung,

Figur 8 einen Deckel der Registerpumpe und

Figur 9 eine Registerpumpe mit zusätzlicher Vakuumpumpe

**[0035]** Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Registerpumpe 1, die in diesem Anwendungsbeispiel der Versorgung eines Verbrennungsmotors 2 mit Schmieröl dient. Der Verbrennungsmotor 2 treibt eine Welle 3 der Registerpumpe 1 an, die eine erste Pumpe 10, eine zweite Pumpe 20 und eine dritte Pumpe 30 aufweist. Die Registerpumpe 1 saugt aus einer Ölwanne 4 des Verbrennungsmotors 2 Öl an und fördert es über ein Filter 5 und eine unter Öldruck  $p_6$  stehende Druckleitung 6 zum Verbrennungsmotor 2.

**[0036]** Das von den Pumpen 20 und 30 geförderte Öl fließt vor dem Filter 5 durch ein erstes Rückschlagventil 5a oder durch ein zweites Rückschlagventil 5b. Zur Ölsaugung weist jede der drei Pumpen 10, 20 und 30 je einen Saugkanal 14, 24 und 34 auf. Nach jeder Pumpe 10, 20 und 30 ist jeweils an einem Druckkanal 15, 25 und 35 ein Ventil 16, 26 und 36 angeordnet. Je nach Stellung des Ventils 16, 26 und 36 ist die Pumpe 10, 20 und 30 entweder mit dem Filter 5 oder mit einer Drucksenke verbunden, beispielsweise um bei zu hohem Öldruck in der Druckleitung 6 zum Verbrennungsmotor einen Teil des Ölflusses zum Saugkanal 14 oder in die Ölwanne 4 abzuleiten. Hierzu können die Ventile

16, 26 und 36 entweder direkt mit Öldruck oder aber vorzugsweise über einen mit der Druckleitung 6 verbundenen Regler 7 über eine Steuerdruckleitung 8 mit einem Regeldruck  $p_8$  beaufschlagt werden. Der Regler 7 besitzt einen nicht eingezeichneten Öldrucksensor zum Erfassen des Öldrucks  $p_6$  und regelt den Regeldruck  $p_8$  so, dass der Öldrucks  $p_6$  einem Sollöldruck  $p_{6,\text{Soll}}$  entspricht.

5 **[0037]** Der Regler 7 wird vorzugsweise vom Motorsteuergerät 7a (ECU=Electronic Control Unit) des Verbrennungsmotors 2 gesteuert. Es ist vorteilhaft, wenn die Ventile 16, 26 und 36 nacheinander den Ölfluss abregeln, zunächst jeweils teilweise und danach wenn nötig komplett, was durch eine Verwendung unterschiedlich starker Federn 18, 28 und 38 erzielt werden kann.

10 **[0038]** In der gezeigten Darstellung hat der Regeldruck  $p_8$  nur das mit der schwächsten Feder 38 bestückte Ventil 36 komplett verstellt und den Druckkanal 35 mit der Ölwanne 4 verbunden. Um die Antriebsleistung der Registerpumpe 1 maximal abzusenken, hat das Ventil 36 dabei auch die Verbindung des Saugkanals 34 zum Saugkanal 14 und damit die Ölansaugung und die Ölförderung der Pumpe 30 aus der Ölwanne 4 abgeschaltet. Wenn auch der durch den weiterhin bestehenden Ölfluss der Pumpen 10 und 20 erzeugte Öldruck den bestimmten Sollöldruck  $p_{6,\text{Soll}}$  übersteigt, so erhöht der Regler 7 den Regeldruck  $p_8$  in der Steuerdruckleitung 8, wodurch dann auch das Ventil 26 der Pumpe 20 teilweise oder komplett deren Ölfluss zur Ölwanne 4 umleitet beziehungsweise wie bereits bei Pumpe 30 abschaltet. Bei einem abhängig vom Öldruck  $p_6$  in der Druckleitung 6 weiterhin vom Regler 7 erhöhtem Regeldruck  $p_8$  steuert schließlich auch noch das Ventil 16 von Pumpe 10 deren Ölfluss teilweise zu deren Saugkanal 14 um.

15 **[0039]** Bei Abschaltung des Ölflusses der Pumpe 30 oder zusätzlich auch der Pumpe 20 entsteht in deren Saugkanälen 34 und 24 ein Unterdruck, der vorteilhafterweise zur Evakuierung eines angeschlossenen Unterdrucksystems 9 verwendet werden kann. Das Unterdrucksystem 9 kann beispielsweise einen Bremskraftverstärker 90 eines vom Verbrennungsmotor 2 angetriebenen Kraftfahrzeuges versorgen. Hierzu ist es über zwei Gaszuführventile, im vorliegenden Fall über ein Rückschlagventil 92 und ein Rückschlagventil 94, an die Registerpumpe 1 angeschlossen und weist ein Schaltventil 95 auf. Ein zusätzlicher Speicher 96, der über ein Elektroventil 97 angeschlossen ist, sichert bei durch Ölförderung der Pumpe 20 und/oder der Pumpe 30 nicht ausreichender Luftabsaugung aus dem Unterdrucksystem 9 die Funktionsfähigkeit des Bremskraftverstärkers 90.

20 **[0040]** Die Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer mit Außenzahnrädern dreistufig ausgebildeten Registerpumpe 1 zur Schmierölversorgung des nicht mehr dargestellten Verbrennungsmotors 2 in einem Längsschnitt, entsprechend dem Schnittverlauf A-A von Figur 3. Die erste Pumpe 10 mit einem Gehäuse 11 weist ein erstes Förderzahnrad 12 auf, das mit einem hinter der Schnittebene von Figur 2 liegenden und deshalb nicht sichtbaren ersten Co-Förderzahnrad 13 in Zahneingriff steht. Die vom Verbrennungsmotor über ein Antriebsrad und die Welle 3 angetriebenen Förderzahnräder 12 und 13 saugen über den Saugkanal 14 aus der Ölwanne 4 Öl an und drücken es über den Druckkanal 15, das Ventil 16, den Filter 5 und die Druckleitung 6 unter Öldruck zum Verbrennungsmotor 2.

25 **[0041]** Die Pumpe 20 mit einem Gehäuse 21, das an der Pumpe 10 angeflanscht ist, weist auf der Welle 3 ein Förderzahnrad 22 und ein mit diesem in Zahneingriff stehendes, nicht sichtbar hinter der Schnittebene befindliches Co-Förderzahnrad 23 auf. Die beiden Förderzahnräder 22 und 23 saugen aus dem Saugkanal 24 das zu fördernde Öl an und drücken es über den Druckkanal 25 zum Ventil 26. In der gezeigten Position des Ventils 26 strömt das von der Pumpe 20 geförderte Öl über eine Druckbohrung 50 und dem Rückschlagventil 5a weiter zur Pumpe 10 und von dort zusammen mit dem von der Pumpe 10 geförderten Öl in die Druckleitung 6. Die Pumpe 20 steht bei Ölansaugung mit ihrem Saugkanal 24 über mehrere Verbindungskanäle 27 und 17, und deren in Figur 2 nicht sichtbare Verbindung über das Ventil 26, mit dem Saugkanal 14 der Pumpe 10 in Verbindung.

30 **[0042]** Die Pumpe 30 ist mit ihrem Gehäuse 31 an der Pumpe 20 angeflanscht. Sie saugt in der gezeigten Stellung des Ventils 36 mit einem Förderzahnrad 32 und einem nicht sichtbaren Co-Förderzahnrad 33 über den Saugkanal 34, einen Verbindungskanal 37 und den Verbindungskanal 17 ähnlich wie die Pumpe 20 Öl aus der Ölwanne 4 an. Das geförderte Öl gelangt über den Druckkanal 35 und das entsprechend positionierte Ventil 36 sowie über die alle Pumpen 10, 20 und 30 verbindende Druckbohrung 50 und dem Rückschlagventil 5b zur Druckleitung 6.

35 **[0043]** Ein die Pumpe 30 verschließender Deckel 40 lagert in seinem Gehäuse 41 die die Förderzahnräder 12, 22 und 32 aufnehmende Welle 3.

40 **[0044]** Bei den beiden Pumpen 20 und 30 ist an deren Saugkanälen 24 und 34 das Unterdrucksystem 9 für den Bremskraftverstärker 90 angeschlossen. In einer Leitung 91 und einer Leitung 93, die als Gaszuführkanäle dienen, sind das Rückschlagventil 92 und das Rückschlagventil 94 angeordnet. In Zuströmrichtung vor den Rückschlagventilen 92, 94 ist das Schaltventil 95 angeordnet.

45 **[0045]** Das Schaltventil 95 kann bei ausreichend hoch im Bremskraftverstärker 90 bzw. im Unterdruckspeicher 96 gespeichertem Unterdruckniveau umgeschaltet werden, um dann die Saugkanäle 24 und 34 zu belüften. Weiterhin kann an den bei abgeschaltetem Ölfluss betriebenen Pumpen 20 und 30 auch mindestens ein Unterdruckbegrenzungsventil 98 angeschlossen sein. Bei Luftförderung der vom Ölfluss abgeschalteten Pumpen 20 und 30 wird die geförderte Luft in den Bereich der Ölwanne 4 zurückgeführt.

50 **[0046]** Grundsätzlich sind bei erfindungsgemäßer Abschaltung des Ölflusses beispielsweise der Pumpe 3 folgende Zustände für den Saugkanal 34 möglich:

(a) er ist verschlossen und weist einen durch die rotierenden Förderzahnräder 32 und 33 erzeugten, hohen Unterdruck auf

(b) er weist als Erweiterung zu Zustand a ein Unterdruckbegrenzungsvonil 98 auf, so dass bei moderatem Unterdruck eine Luftansaugung erfolgt

(c) er ist mit einem Unterdrucksystem 9 verbunden und saugt bei steigendem Unterdruck Luft aus diesem ab / bei nicht erforderlicher Unterdruckerzeugung kann der Saugkanal 34 durch ein Schaltventil 95 belüftet werden.

**[0047]** Alle Lager der Registerpumpe 1 werden mit Öldruck aus dem Druckkanal 15 der Pumpe 10 über Druckverbindungen im Gehäuse 11, in der Welle 3 oder auch in weiteren Wellen geschmiert, wobei aus den Lagern austretendes Öl auch die Schmierung der Förderzahnräder 22, 23, 32 und 34 bei abgeschalteter Ölförderung der Pumpen 20 und 30 sicherstellt.

**[0048]** Die Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch das Gehäuse 11 der Pumpe 10. Das auf der Welle 3 fixierte Förderzahnrad 12 steht mit dem nun sichtbaren ersten Co-Förderzahnrad 13, das auf einem Bolzen 103 angeordnet ist, in Zahneingriff. Das Ventil 16 ist über eine alle drei Pumpen 10, 20 und 30 verbindende Steuerdruckbohrung 51 mit dem vom Regler 7 erzeugten Regeldruck beaufschlagt. In der gezeigten Position, bei der der Regeldruck der Steuerdruckbohrung 51 das Ventil 16 nicht gegen die Kraft der Feder 18 verschoben hat, fließt das aus dem Druckkanal 15 zufließende Öl vollständig über eine radiale Nut 52 zur Druckleitung 6. Bei einem durch erhöhten Regeldruck in der Steuerdruckbohrung 51 gegen die Kraft der Feder 18 verschobenen Ventil 16 fließt eine Teilmenge des geförderten Öls aus dem Druckkanal 15 über eine Nut 53 und eine Querbohrung 54 in eine Zentralbohrung 55 des Ventils 16. Von hier aus fließt es weiter über eine die Feder 18 aufnehmende Kammer 19 und den Verbindungskanal 17 zum drucklosen Saugkanal 14 zurück.

**[0049]** Der mit Öldruck aus der Druckleitung 6 beaufschlagte Regler 7 besteht aus einem Regelkolben 70 und einem zugehörigen Elektroventil 74. Der Regelkolben 70 ist bevorzugt im Gehäuse 11 angeordnet und weist eine Regelfeder 71 auf. Der Regelkolben 70 ist zweistufig für eine bekannt zweistufige Druckregelung ausgebildet. Der aus dem Druckkanal 15 zugeführte Förderdruck wirkt permanent stirnseitig an einem kleinen Zapfen 72 des Regelkolbens 70, während der in einer Ringkammer 73 über das Elektroventil 74 zuschaltbare Öldruck der Druckleitung 6 an einer Ringfläche eines großen Zapfens 75 axial gegen die Kraft der Regelfeder 71 auf den Regelkolben 70 wirkt. Ein Zapfen 76 erzeugt schließlich aus dem seitlich einerseits an ihm anliegenden Förderdruck aus dem Druckkanal 15 und dem seitlich andererseits an ihm anliegenden Umgebungsdruck der Kammer der Regelfeder 71 einen Regeldruck in der Steuerdruckbohrung 51 für eine durch das Elektroventil 74 zweistufig umschaltbare Öldruckregelung.

**[0050]** Die Figur 4 zeigt eine Ansicht auf die Flanschfläche der Pumpe 10, die bei zusammengefügter Registerpumpe 1 von der Pumpe 20 abgedeckt ist. Der Verbindungskanal 17 ist als eine zur Flanschfläche offen gießbare Vertiefung ausgebildet. Weiterhin sind in der Flanschfläche der Pumpe 10 als Mehrfachverbindungen für alle Pumpen 10, 20 und 30 die Druckbohrung 50, die Steuerdruckbohrung 51, eine der Ölsaugung der Pumpen 20 und 30 dienende Ansaugbohrung 56 und fünf zur axialen Schraubverbindung der Pumpen 10, 20 und 30 dienende Bohrungen sichtbar.

**[0051]** Die Figur 5 zeigt teilweise einen Querschnitt durch die Pumpe 20, ähnlich wie die Figur 3 für die Pumpe 10, deren Gehäuse 11 im Hintergrund weiterhin sichtbar ist, sowie das Förderzahnrad 22 und das auf einem Bolzen 105 fixierte Co-Förderzahnrad 23. Das Ventil 26 ist durch den für alle Pumpen 10, 20 und 30 aus der Steuerdruckbohrung 51 wirkenden Regeldruck hier in eine mittleren Position gegen die Kraft der gegenüber der Feder 18 von Pumpe 10 nun schwächeren Feder 28 verschoben. Abweichend zu Figur 3 wird hierdurch nur noch ein erster Teilstrom des Ölflusses aus dem Druckkanal 25 über eine Nut 57 und die Druckbohrung 50 zum "Verbrennungsmotor 2 geleitet, während ein zweiter Teilstrom aus dem Druckkanal 25 in eine Nut 58 des Ventils 26 und über eine Bohrung 58a in den Raum der Ölwanne 4 zurückgeleitet wird. Zur Ölsaugung steht der Saugkanal 24 über den Verbindungskanal 27, eine die Feder 28 aufnehmende Kammer 29 und über die alle Pumpen 10, 20 und 30 verbindende Ansaugbohrung 56 mit dem Verbindungskanal 17 und dem Saugkanal 14 der Pumpe 10 in Verbindung.

**[0052]** In der Ansicht von Figur 6 auf die Flanschfläche der Pumpe 20 sind die die drei Pumpen 10, 20 und 30 verbindende Druckbohrung 50, die Steuerdruckbohrung 51 und die Ansaugbohrung 56 zu sehen.

**[0053]** Die Figur 7 zeigt einen Teilschnitt durch das Gehäuse 31 der Pumpe 30 mit dem auf einem Bolzen 106 fixierten Co-Förderzahnrad 33. Das Ventil 36 ist durch den in der Steuerdruckbohrung 51 wirkenden Regeldruck hier jedoch gegen eine Feder 38, die gegenüber der Feder 28 von Pumpe 20 noch schwächer ausgelegt ist, bis zum Anschlag an einem die Feder 38 abstützenden Verschluss verschoben. Hierdurch ist die Zufuhr von Öl aus der Ansaugbohrung 56 in den Verbindungskanal 37 abgesperrt, so dass im Saugkanal 34 von den rotierenden Förderzahnrädern 32 und 33 ein hoher Unterdruck erzeugt wird, der über die Leitung 93 aus dem in Figur 1 gezeigten Unterdrucksystem 9 Luft absaugt. Die Förderzahnräder 32 und 33 fördern diese Luft, vermischt mit aus den Lagern der Welle 3 und des Bolzens 106 austretendem Leckageöl, über den Druckkanal 35, eine Nut 60 des Ventils 36 und eine hier nicht sichtbare Entlastungsbohrung 59 zurück in den Raum der Ölwanne 4.

**[0054]** Die Figur 8 zeigt den die Pumpe 30 verschließenden Deckel 40 mit fünf die Registerpumpe 1 zusammenhaltende Schrauben 45. In einem Teilschnitt des Gehäuses 41 ist eine Entlüftungskammer 42 zu sehen, in die die Entlastungs-

bohrung 59 der vom Deckel 40 abgedeckten Pumpe 30 mündet. Ein von der Pumpe 30 in die Entlüftungskammer 42 eintretendes Öl-Luft-Gemisch trennt sich hier, wobei die Luft über eine kleine Öffnung 43 nach oben in den Raum der Ölwanne 4 entweicht, während das Öl über einen Ablaufkanal 44 nach unten in die Ölwanne 4 abfließt.

**[0055]** In Figur 9 ist eine mögliche Anwendung einer erfindungsgemäßen Registerpumpe 100 mit den weiterhin verwendeten Pumpen 10, 20 und 30 dargestellt, wobei die Registerpumpe 100 durch eine an ihr angeflanschte Vakuumpumpe 110 zu einer Tandempumpe erweitert ist. Die bisherigen Pumpen 10, 20 und 30 sind gegenüber Figur 2 um 90° verdreht dargestellt, so dass nun in dieser Ansicht alle Förderzahnräder 12 und 13, 22 und 23 sowie 32 und 33 zu sehen sind. Dafür sind nun die Ventile 16, 26 und 36 der Pumpen 10, 20 und 30 nicht mehr sichtbar.

**[0056]** Das Förderzahnrad 12 ist auf einer hohl ausgebildeten Welle 101 fixiert, die von einem Zahnrad 102 angetrieben wird. Das vom Förderzahnrad 12 angetriebene Co-Förderzahnrad 13 ist auf dem Bolzen 103 fixiert, der im Gehäuse 11 drehbar gelagert ist. Der Bolzen 103 weist beidseitig je einen Innenvielkant 104 auf. Die Co-Förderzahnräder 23 und 33 der Pumpen 20 und 30 sind jeweils auf mit dem Bolzen 103 identischen Bolzen 105 und 106 fixiert. Über ein Vielkantstück 107 und ein Vielkantstück 108 stehen alle Bolzen 103, 105 und 106 miteinander in Drehkraftverbindung. Die derart angetriebenen Co-Förderzahnräder 23 und 33 treiben die mit ihnen im Zahneingriff stehenden Förderzahnräder 22 und 32 an, die aus Montagegründen auf der Welle 101 mit Spiel angeordnet sind.

**[0057]** Die Pumpe 30 wird nun abweichend zu Figur 2 von einem Gehäuse 111 der Vakuumpumpe 110 verschlossen, das einen Förderraum 112 mit einem Deckel 113 aufweist. Ein exzentrisch im Förderraum 112 angeordneter Rotor 114 treibt einen Flügel 115 an, wodurch in bekannter Weise eine Gas- bzw. Luftförderung erfolgt. Der Rotor 114 wird von einer in der Welle 101 gelagerten Innenwelle 116 angetrieben. Die Innenwelle 116 ist von dem Zahnrad 102 antreibbar, wobei vorzugsweise eine im Zahnrad 102 angeordnete Konuskupplung 117 den Antrieb der Vakuumpumpe 110 bedarfsweise zuschaltbar ausbildet. Für diese Zuschaltung der Vakuumpumpe 110 wird im Gehäuse 111 der Rotor 114 axial über ein Elektroventil 118 mit Öldruck beaufschlagt, wodurch sich der Rotor 114 axial geringfügig verschiebt und über die Innenwelle 116 die Konuskupplung 117 schließt. Entsprechend wird bei einer vom Elektroventil 118 bewirkten axialen Druckentlastung des Rotors 114 die Konuskupplung 117 durch fehlende Axialkraft wieder geöffnet und die Vakuumpumpe 110 abgeschaltet.

**[0058]** Das in Figur 9 vereinfachte Unterdrucksystem für den Bremskraftverstärker 90, das nicht mehr den in Figur 1 gezeigten Speicher 96 und das Elektroventil 97 aufweist, wird im Normalbetrieb nur von den beiden Pumpen 20 und 30 evakuiert. Erst bei nicht mehr ausreichendem Unterdruck am Bremskraftverstärker 90, beispielsweise beim Start des Verbrennungsmotors 2 oder bei einem länger andauernden Motorleerlauf mit maximal erforderlicher Ölförderung der drei Pumpen 10, 20 und 30, wird die Vakuumpumpe 110 zugeschaltet. Hierdurch wird zum einen eine maximale Betriebssicherheit der dem Bremskraftverstärker 90 zugehörigen Bremsanlage und andererseits eine minimaler Antriebsleistung der Tandempumpe 100 gewährleistet.

Bezugszeichenliste

**[0059]**

1	Registerpumpe		
2	Verbrennungsmotor	20	zweite Pumpe
3	Antriebswelle	21	Gehäuse
4	Ölwanne	22	zweites Förderzahnrad
5	Filter	23	Co-Förderzahnrad
6	Druckleitung	24	zweiter Saugkanal
7	Regler	25	zweiter Druckkanal
8	Steuerdruckleitung	26	zweites Bypassventil
9	Unterdrucksystem	27	Verbindungskanal
10	erste Pumpe	28	Feder
11	Gehäuse	29	Kammer
12	erstes Förderzahnrad		
13	Co-Förderzahnrad	30	dritte Pumpe
14	erster Saugkanal	31	Gehäuse
15	erster Druckkanal	32	Förderzahnrad
16	erstes Bypassventil	33	Co-Förderzahnrad
17	erster Verbindungskanal	34	Saugkanal
18	Feder	35	Druckkanal
19	Kammer	36	drittes Bypassventil

## EP 2 589 851 A2

(fortgesetzt)

	37	Verbindungskanal	92	Rückschlagventil
	38	Feder	93	Leitung
5			94	Rückschlagventil
	40	Deckel	95	Schaltventil
	41	Gehäuse	96	Speicher
	42	Entlüftungskammer	97	Elektroventil
10	43	Öffnung	98	Unterdruckbegrenzungsventil
	44	Ablaufkanal		
	45	Schrauben	100	Registerpumpe
			101	Antriebswelle
	50	Druckbohrung	102	Zahnrad
15	51	Steuerdruckbohrung	103	Bolzen
	52	Nut	104	Innenvielkant
	53	Nut	105	Bolzen
	54	Querbohrung	106	Bolzen
20	55	Zentralbohrung	107	Vielkantstück
	56	Ansaugbohrung	108	Vielkantstück
	57	Nut		
	58	Entlastungsbohrung	110	Vakuumpumpe
			111	Gehäuse
25	60	Nut	112	Förderraum
			113	Deckel
	70	Regelkolben	114	Rotor
	71	Regelfeder	115	Flügel
30	72	Zapfen	116	Innenwelle
	73	Ringkammer	117	Konuskupplung
	74	Elektroventil	118	Elektroventil
	75	Zapfen	$p_6$	Öldruck
	90	Bremskraftverstärker	$p_8$	Regeldruck
35	91	Leitung		

### Patentansprüche

40 1. Registerpumpe zum Fördern von Öl mit einem vorgebbaren Öldruck ( $p_6$ ) in eine Druckleitung (6), mit

(a) einer ersten Pumpe (10), die

- 45 - einen ersten Saugkanal (14) zum Verbinden mit einer Zuführleitung,
- einen ersten Druckkanal (15),
- eine Antriebswelle (3) und
- zumindest ein von der Antriebswelle (3) antreibbar angeordnetes erstes Förderrad (12) umfasst, und

(b) mindestens einer zweiten Pumpe (20), die

- 50 - einen zweiten Saugkanal (24),
- einen zweiten Druckkanal (25),
- ein von der Antriebswelle (3) antreibbar angeordnetes zweites Förderrad (22) und
- ein Ventil (26) umfasst

55 **dadurch gekennzeichnet, dass**

(c) das Ventil (26) eingerichtet ist zum Unterbrechen des zweiten Saugkanals (24), so dass eine Ölförderung durch die zweite Pumpe (20) unterbrochen ist.

## EP 2 589 851 A2

2. Registerpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die zweite Pumpe (20)
- einen Gaszuführkanal (91) und
  - zumindest ein Gaszuführventil (92, 94) aufweist, das eingerichtet ist zum Zuführen von Gas, so dass mit der zweiten Pumpe (20) Gas förderbar ist, wenn die Ölförderung der zweiten Pumpe (20) unterbrochen ist.
3. Registerpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
- eine Regeleinheit, die eine Regeldruckleitung (8) und einen Regler (7), mittels dem ein Regeldruck ( $p_g$ ) in der Regeldruckleitung (8) regel-und/oder steuerbar ist, umfasst,
  - wobei die zweite Pumpe (20) ein zweites Ventil (26) umfasst, mittels dem ein Ölfluss von der zweiten Pumpe (20) in die Druckleitung (6) unterbrechbar ist, und
  - wobei das zweite Ventil (26) mit der Regeldruckleitung (8) so verbunden ist, so dass der von der zweiten Pumpe (20) abgegebene Ölfluss mittels des Regeldrucks ( $p_g$ ) steuerbar ist.
4. Registerpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (26) den zweiten Druckkanal (25)
- (i) mit der Druckleitung (6) verbindet, oder
  - (ii) mit einer drucklosen Umgebung der Registerpumpe (1) verbindet, wobei dann die hydraulische Verbindung vom zweiten Saugkanal (24) zum ersten Saugkanal (14) unterbrochen ist, oder
  - (iii) sowohl mit der Druckleitung (6) als auch mit der drucklosen Umgebung der Registerpumpe (1) verbindet.
5. Registerpumpe nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regler (7) einen Regelkolben (70) zum Erzeugen des Regeldrucks aufweist.
6. Registerpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gaszuführventil (92) als Schutzventil, insbesondere als Rückschlagventil, ausgebildet ist, das so geschaltet ist, dass im Saugkanal (24) nur ein Fluidstrom auf das zweite Förderrad (22) zu möglich ist.
7. Registerpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
- (a) eine dritte Pumpe (30), die einen dritten Saugkanal (34), einen dritten Druckkanal (35), ein von der Antriebswelle (3) antreibbar angeordnetes drittes Förderrad (32) und ein drittes Ventil (36) umfasst, mittels dem ein Ölfluss von der dritten Pumpe (30) in die Druckleitung (6) unterbrechbar ist,
  - (b) wobei das dritte Ventil (36) so ausgebildet ist, dass es vor dem zweiten Ventil (26) öffnet.
8. Registerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Pumpe (10) mit zumindest einem Lager der zweiten Pumpe (20) und/oder dritten Pumpe (30) zum Schmieren des Lagers durch von der ersten Pumpe (10) gefördertes Öl verbunden ist.
9. Registerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Pumpe (10) als Verstellpumpe ausgebildet ist.
10. Registerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Förderrad (12) mit einem ersten Co-Förderrad (13) kämmt und das zweite Förderrad (22) mit einem zweiten Co-Förderrad (23) kämmt und ein gegebenenfalls vorhandenes drittes Förderrad (32) mit einem dritten Co-Förderrad (33) kämmt, wobei die Co-Förderräder (13, 23, 33) direkt drehfest miteinander verbunden sind.
11. Verbrennungsmotor, insbesondere ein Hubkolbenmotor, **gekennzeichnet durch** eine Registerpumpe (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, die zur Schmierölversorgung angeordnet ist.
12. Verbrennungsmotor nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** einen Unterdruckspeicher, der mit dem Gaszuführkanal (91) der zweiten Pumpe (20) verbunden ist, so dass die zweite Pumpe (20) den Unterdruckspeicher evakuiert, wenn das Ventil (26) die Ölförderung der zweiten Pumpe (20) abgeschaltet hat.

## EP 2 589 851 A2

13. Verbrennungsmotor nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Registerpumpe (100) eine Vakuumpumpe (119) angeschlossen ist, die mittels einer automatisch lösbaren und schließbaren Kupplung mit der Antriebswelle (3) verbunden ist.

5 14. Verbrennungsmotor nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumpumpe (110) mit dem Unterdruckspeicher verbunden ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

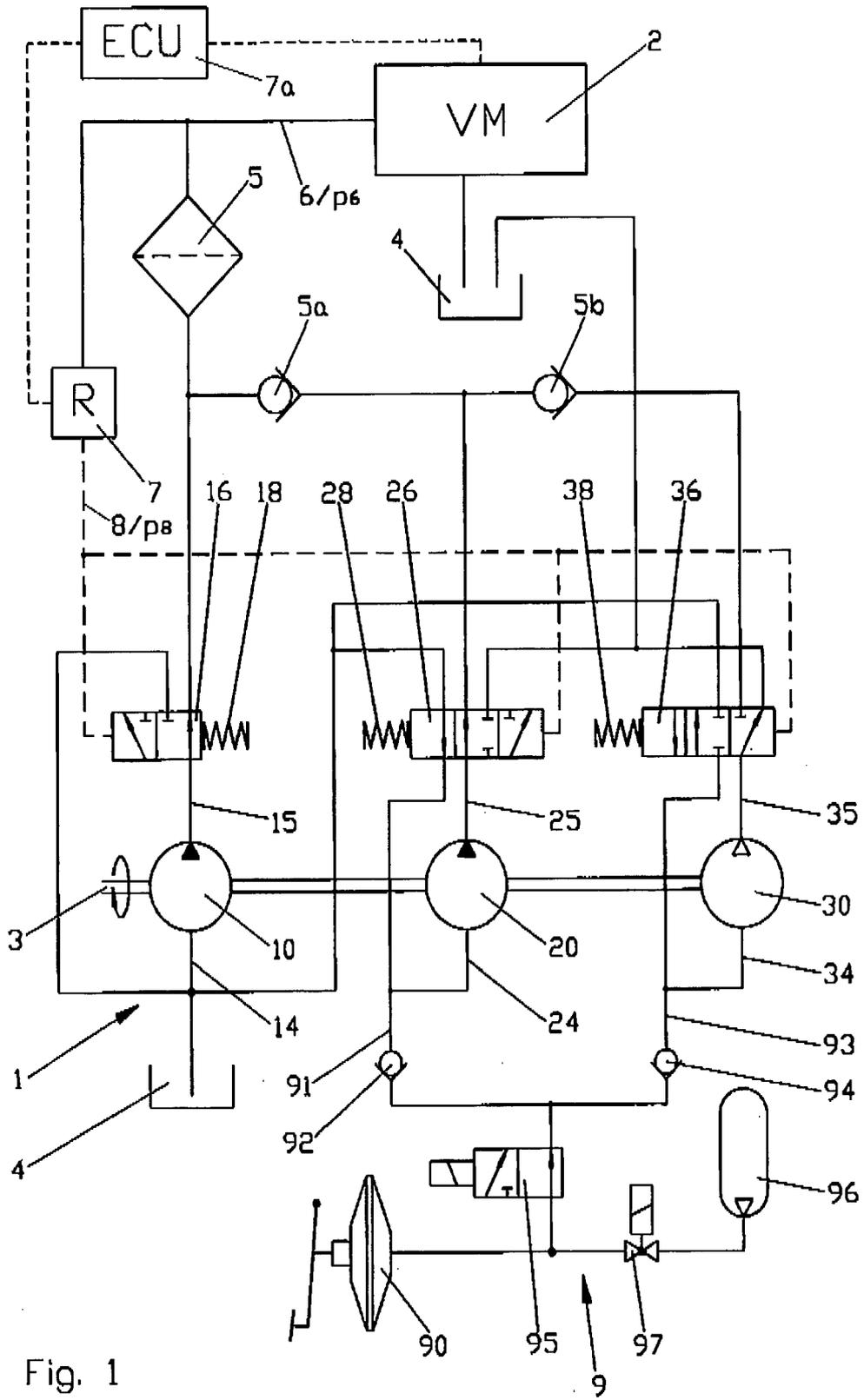


Fig. 1

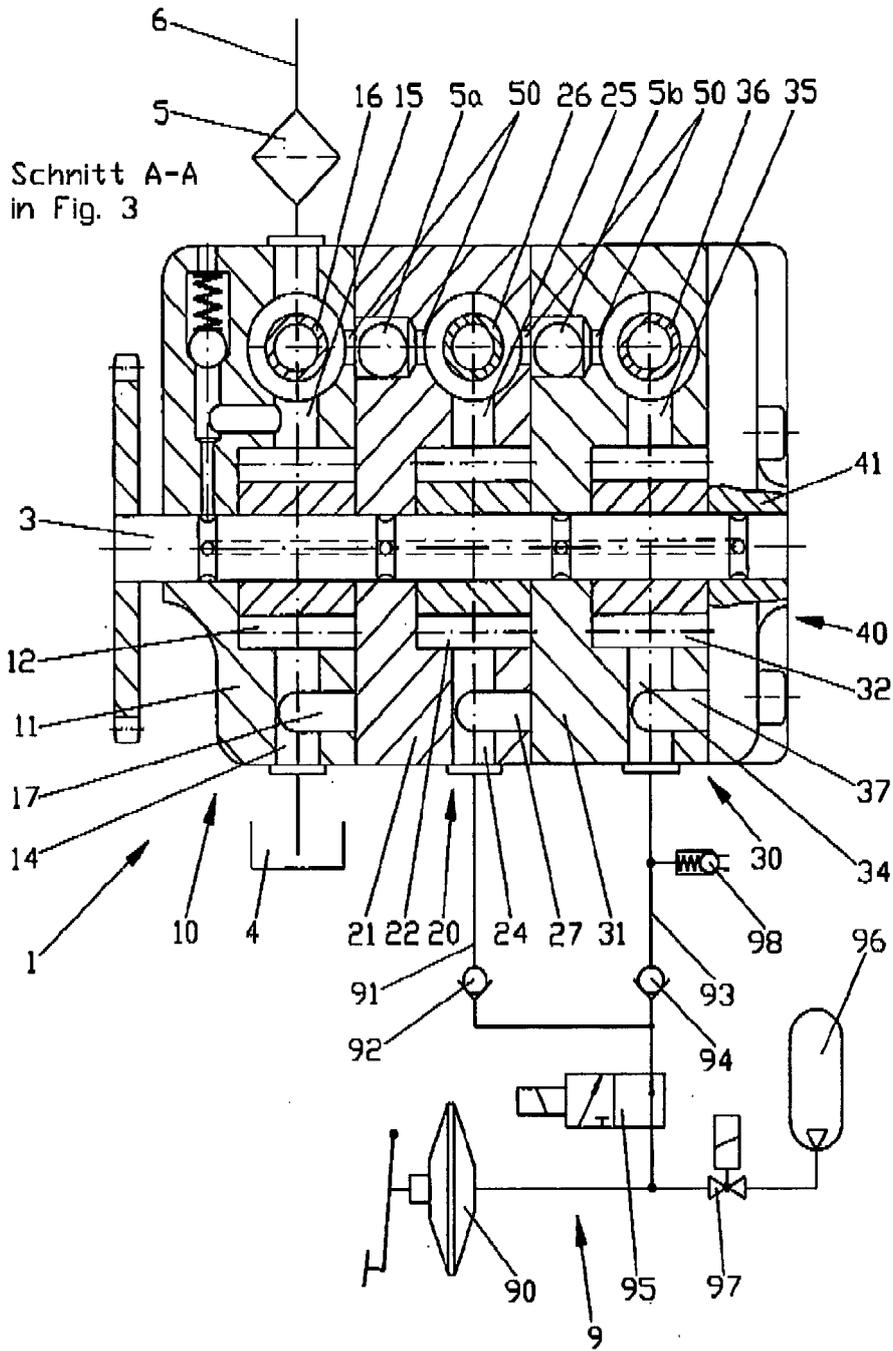
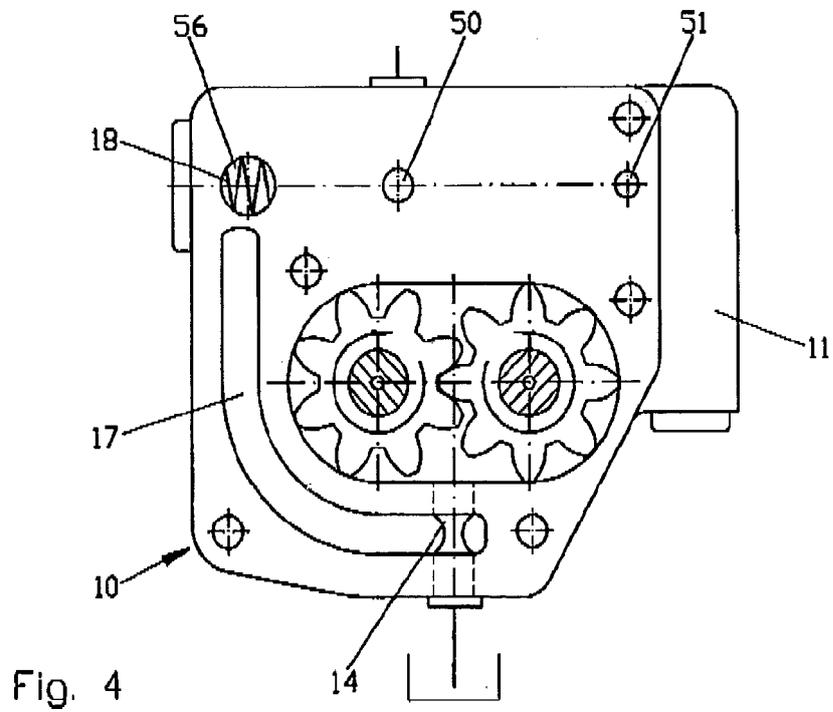
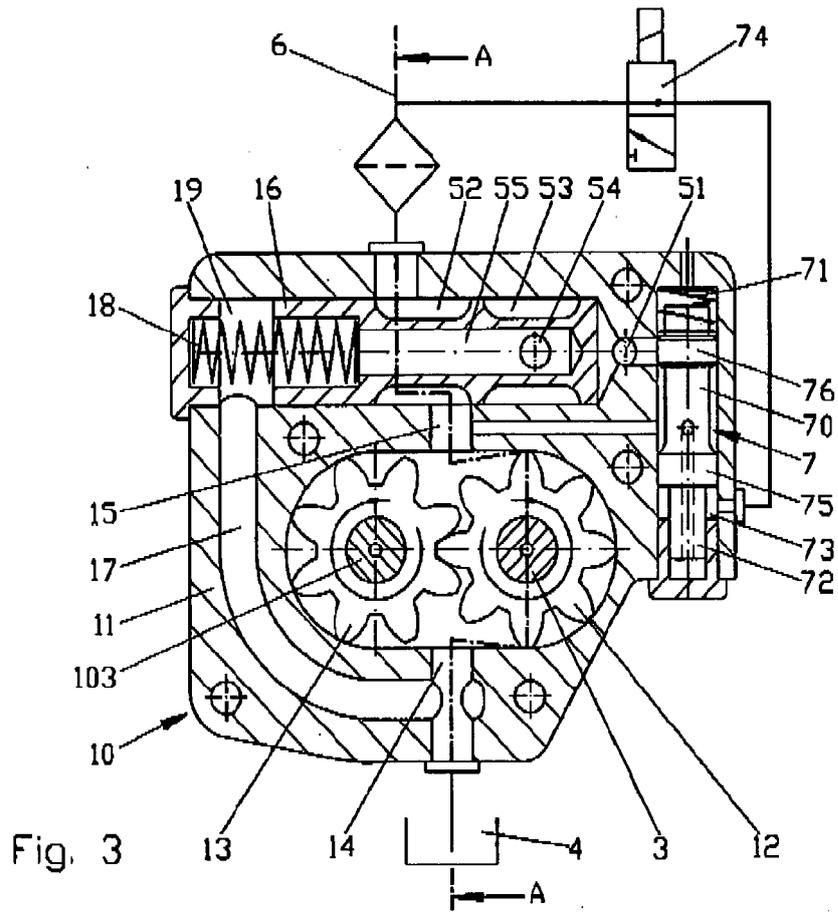


Fig. 2



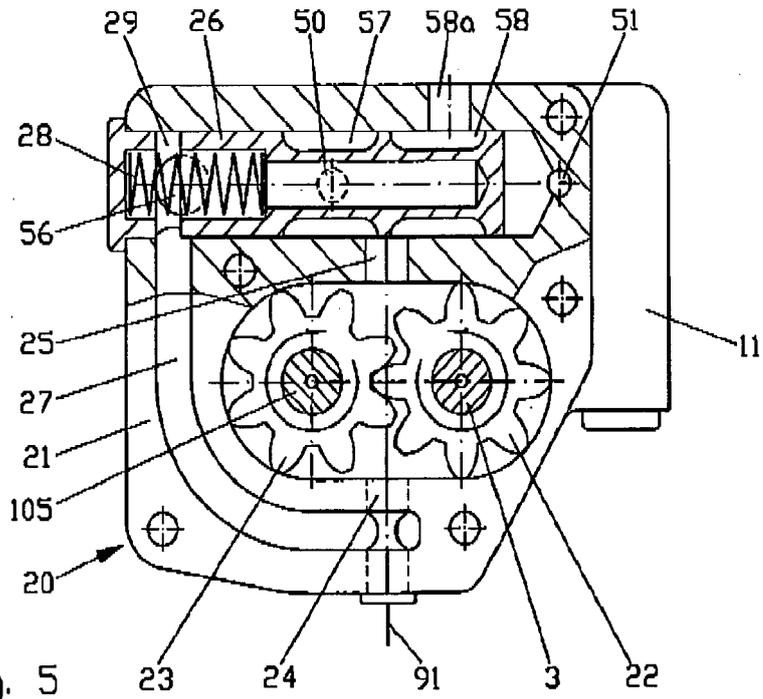


Fig. 5

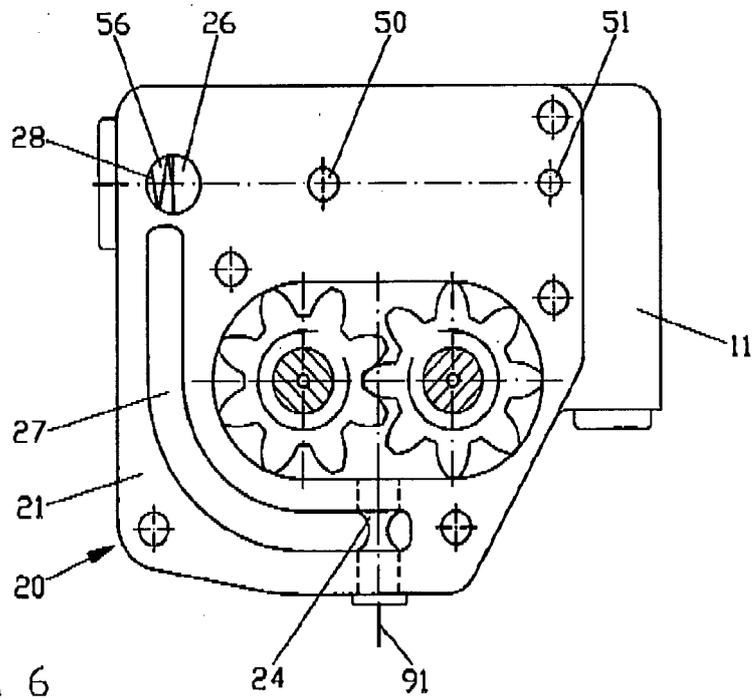
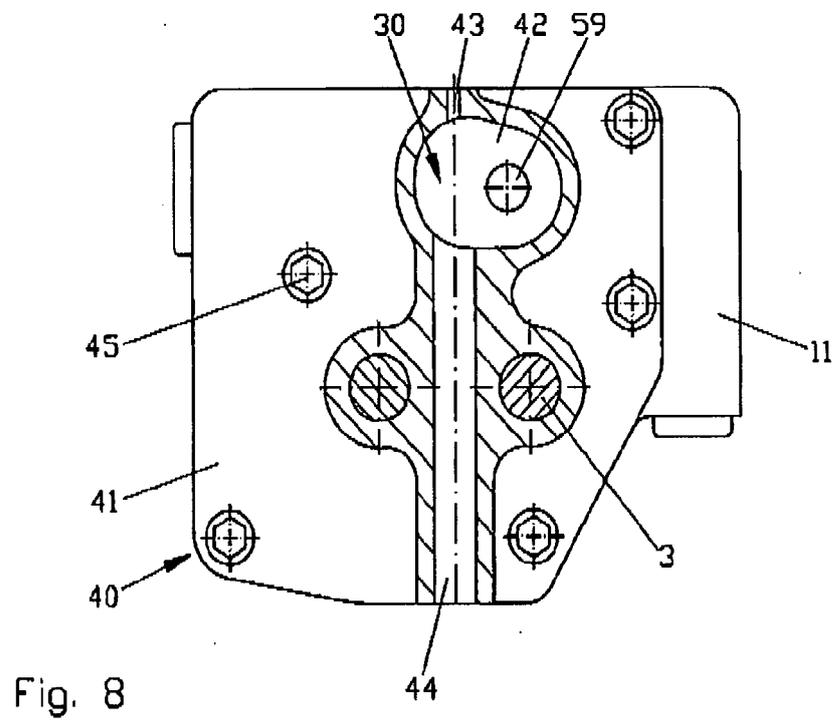
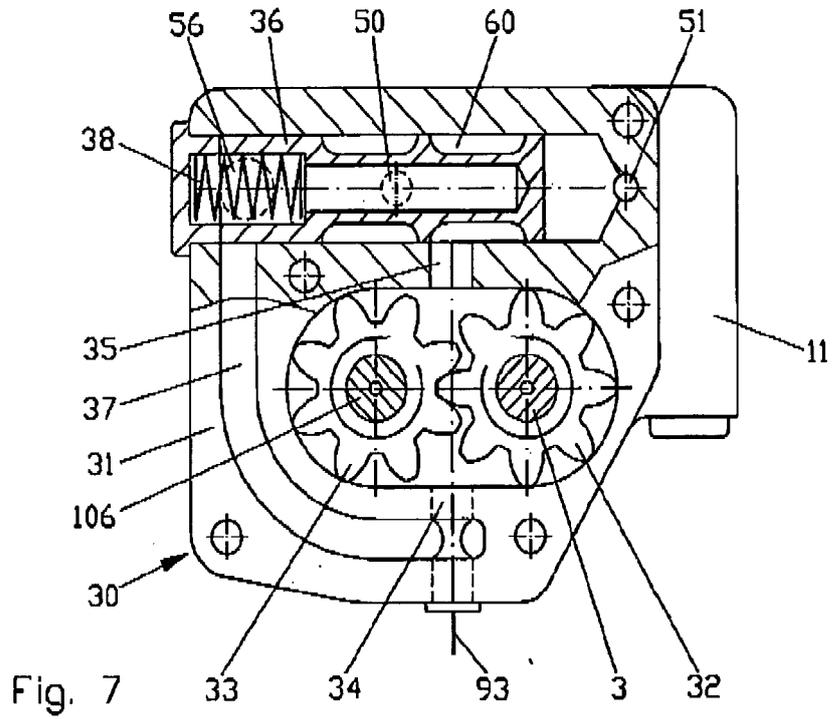


Fig. 6



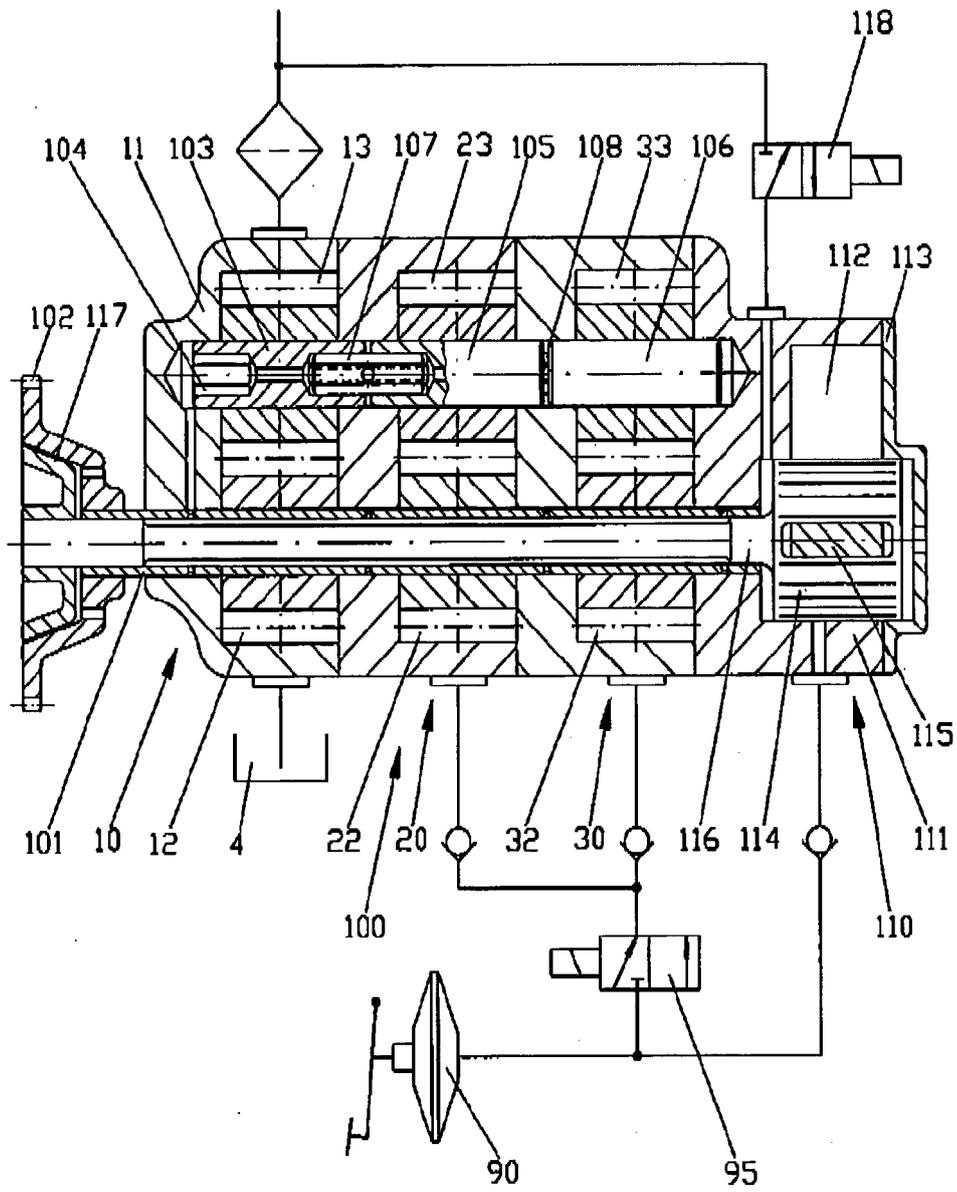


Fig. 9

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10305781 B4 [0004]
- DE 102011008362 A1 [0005]
- DE 20111000014 W [0006]
- DE 10223966 A1 [0007]
- DE 19935781 A1 [0008]
- DE 10237801 C5 [0009]
- DE 102006029553 A1 [0010]
- DE 102011114893 A1 [0011]
- DE 102005015721 B3 [0012]