



(11) **EP 1 759 117 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.11.2013 Patentblatt 2013/45

(51) Int Cl.:
F04B 43/00 ^(2006.01) **F04B 51/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06724227.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/003299

(22) Anmeldetag: **11.04.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/108606 (19.10.2006 Gazette 2006/42)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINES MITTELS EINER PUMPE GEFÖRDERTEN FLUIDTSROMES**

METHOD AND DEVICE FOR MONITORING A FLOW OF FLUID DELIVERED BY A PUMP

PROCEDE ET DISPOSITIF DE SURVEILLANCE D'UN COURANT FLUIDIQUE REFOULE PAR UNE POMPE

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

(30) Priorität: **14.04.2005 DE 102005017240**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.03.2007 Patentblatt 2007/10

(73) Patentinhaber: **Grundfos Water Treatment GmbH 76327 Pfinztal (DE)**

(72) Erfinder:
• **GERZ, Sergei 76185 Karlsruhe (DE)**

• **MÜLLER, Klaus 76185 Karlsruhe (DE)**

(74) Vertreter: **Lempert, Jost LICHTI Patentanwälte Postfach 41 07 60 76207 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 437 509 WO-A-90/07942
DE-A1- 4 309 380 DE-A1- 10 108 006
DE-A1- 19 738 844

EP 1 759 117 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines mittels einer Pumpe geförderten Fluidstromes.

[0002] Bei der Förderung eines Fluids durch eine Pumpe können verschiedene Probleme auftreten, so kann bei konstanter Drehzahl des die Pumpe antreibenden Motors der Volumenstrom in unerwünschter Weise durch Druckschwankungen im System verändert sein, beispielsweise bei Steigung des Anlagendruckes abfallen. Weiterhin können eine Reihe von Fehlern auftreten, wie eine unzulässig hohe Kavitation, ein flacher Druckanstieg zu Beginn des Druckshubs mit einer verminderten Förderleistung aufgrund von Luft- oder Gaseinschlüssen, Leckagen zum Außenraum sowie hinsichtlich des Einlass- und Auslassventils (Saug- bzw. Druckventil). Wenn derartige Fehler auftreten, so sollten sie entweder behoben werden oder aber zumindest eine entsprechende Fehlermeldung erfolgen.

[0003] Zur Fehlererkennung ist ein System bekannt, bei dem ein Drucksensor am Hydraulikraum einer Pumpe angebracht wird und den Druck in diesem Raum misst. Dieser Druck ist nicht repräsentativ für den Druck im Dosierraum, insbesondere aufgrund der Eigensteifigkeit der Membran, was insbesondere bei zur Leckerkennung eingesetzten Doppelmembranen verstärkt der Fall ist und auch aufgrund einer gegebenenfalls eingesetzten Rückholfeder, ohne die wiederum eine sichere Saugfunktion oftmals nicht gewährleistet ist. Kriterien zur Erkennung von Fehlerfunktionen sollen lediglich der mittlere Saug- und Förderdruck sowie der Wirkungsgrad der Pumpe sein, die ein Fehlverhalten nur sehr global beschreiben können.

[0004] Weiter ist es bekannt, druckseitig einen Drucksensor vorzusehen und Fehlersignale zu erzeugen, wenn der Systemdruck einen unteren vorgegebenen Wert unterschreitet und einen oberen vorgegebenen Wert überschreitet. Eine Steuerung der Pumpe ist hiermit ebenso wenig möglich wie eine präzise Fehlererkennung und Fehleridentifizierung.

[0005] Es ist bekannt, zur Erkennung mangelhafter Betriebszustände einer Pumpe zeitlich den Druckverlauf über den Kolbenhub aufzunehmen, indem während des Kolbenverlaufs laufend Druckwerte in konstanten Zeitintervallen aufgenommen und die Druckänderung über die Zeit untersucht wird. Nachteilig ist, dass diese eine bekannte, fest vorgegebene Kolben- bzw. Motorbewegung, die mit konstanter Winkelgeschwindigkeit voraussetzt.

[0006] Die DE 197 38 844 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen elektronischen Überwachung von

[0007] Funktionen einer Dosierpumpe, wobei die Vorrichtung hierzu drei Sensoren, nämlich einen Drucksensor, einen Hublängengeber und einen Impulsgeber aufweisen muss und aufweist, da der Impulsgeber durch Detektion bzw. Feststellung des Beginns der Förderung bei Durchgang des Kolbens in der - hinteren - Totpunkt-

lage die Messwerterfassung initiiert und durch den Hublängengeber der (maximale) Fördervorgang bestimmt werden soll. Während des Pumpvorganges werden durch den Drucksensor Druckwerte in konstanten Zeitintervallen aufgenommen. Es erfolgt eine Analyse und ein Vergleich mit in einer Auswerteeinheit hinterlegten mangelhaften Betriebszuständen zur Bestimmung von eventuell auftretenden Fehlern. Nachteilig ist der zur kontinuierlichen Überwachung zu treibende Aufwand, insbesondere auch in vorrichtungstechnischer Hinsicht sowie die Einschränkung des Einsatzes des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf konstante Winkelgeschwindigkeiten und damit Fördervorgänge.

[0008] Die EP 1 437 509 A2 betrifft eine Überwachungseinrichtung zur Ansteuerung der zwei Zylinder einer Kolbenpumpe mit Hilfe des Pumpendruckes für eine kontinuierliche Dosierung in der Chromatographie. Der Druck wird im Kolbenraum mit Hilfe eines Drucksensors gemessen und mit SOLL-Werten verglichen. Zum Antrieb wird ein Drehzahl gesteuerter Elektromotor verwendet.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines mittels einer Pumpe geförderten Fluidstromes zu schaffen, mittels derer unter Reduzierung des technischen Aufwandes und Vermeidung von Einschränkungen eine zuverlässige und präzise Fehlererkennung- Identifizierung in einem breiten Einsatzbereich möglich ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, welches weiterhin die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 aufweist. Zur Lösung der genannten Aufgabe sieht die Erfindung weiterhin eine Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des Anspruchs 21 vor, welche gekennzeichnet ist durch mindestens einen Drucksensor zur kontinuierlichen oder quasi-kontinuierlichen Messung des Druckes des Fluids zumindest in Teilbereichen des Hubs der Pumpe und durch eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich der gemessenen IST-Werte des Drucks mit SOLL-Werten. Letztere können für die jeweilige Pumpe typspezifisch vorgegeben sein als Erfahrungswerte aufgrund der Kenntnis von Parametern einer Pumpe und des Einsatzes derselben, aber auch durch eine Referenzmessung aus einem fehlerfreien System gewonnen sein.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die IST-Werte des Druckes Positionen des Kolbens bzw. der Membran der Pumpe zugeordnet und mit den gleichen Positionen entsprechenden SOLL-Werten verglichen werden. Die SOLL-Werte des Druckes werden vorzugsweise in einem Indikatordiagramm der Kolbenposition zugeordnet, wobei dies einem fehlerfreien Betrieb entspricht. Ein Indikatordiagramm ist allgemein gesehen zwar auch ein Druckverlaufdiagramm, gibt aber speziell den Druckverlauf über den Kolbenweg - also für den Druck- und Saughub - als geschlossene Linie nach Art eines Kreisprozesses an. Es ist damit we-

sentlich universeller als ein Druck-Zeit-Diagramm, das im Gegensatz dazu zeit- und geschwindigkeitsabhängig ist. Das Indikatordiagramm kann gemäß vorstehendem entweder vor der Installation der Pumpe mit der übrigen Software typspezifisch vorgegeben werden und/oder beim Betrieb jeweils neu und der Situation entsprechend generiert werden. Wesentlich ist dabei, dass der Druckverlauf über den Kolbenweg ermittelt wird und nicht in irgendeiner Weise auf die Zeit eingeht und dass ein Vergleich mit auf idealen SOLL-Werten für ein störungsfreies System, nicht aber mit mangelhaften Betriebszuständen erfolgt.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die SOLL-Werte des Drucks zu jedem gemessenen Zeitpunkt aus dem Fahrtdiagramm eines die Pumpe antreibenden Motors ermittelt werden. Unter Fahrtdiagramm des Motors wird der Verlauf der Umdrehung (Schritte/Winkel/Referenzpunkte) desselben über die Zeit verstanden. Bei einem drehzahl-gesteuerten Motor, der bevorzugt eingesetzt wird, ist dieses Fahrtdiagramm durch die Drehzahlsteuerung vorgegeben. Damit ist aufgrund einer starren Ankopplung bzw. Übertragung von der rotatorischen Bewegung des Antriebsmotors zum Kolben bzw. zur Membran mittels eines Getriebes auch die Position dieser Teile stets bekannt und damit auch Bewegungs- bzw. Geschwindigkeitsverlauf des Kolbens gegeben, wobei die Geschwindigkeit unterschiedlich sein kann bzw. wechseln kann. Dabei kann beispielsweise die Drehgeschwindigkeit während des Druckhubes langsamer sein als beim Saughub. Die Zuordnung von Zeit und Position wird dabei vom Motor und Steuerung desselben aufweisenden Antriebssystems durchgeführt.

[0013] Der Motor ist ein schrittweise umsteuerbarer Motor, wie ein Schrittmotor, elektronisch-kommutierter Motor (EC-Motor) oder dergleichen. Die Bewegung des Motors erfolgt durch-schrittweise -Ansteuerung des Motors, so dass die Steuerung des Motors immer "weiß", wie der Motor und damit der Kolben steht. Ein Sensor zur momentanen jeweiligen Bestimmung der Position des Kolbens über seinen gesamten Weg hin ist nicht nötig und nicht vorgesehen. Das Antriebssystem kann allerdings lediglich zur Synchronisation der Motorsteuerung eine bestimmte Position des Kolbens aufweisenden Synchronisiersensor aufweisen.

[0014] Während eine äußerst bevorzugte Ausgestaltung vorsieht, dass der Druck in einem Dosierraum der Pumpe gemessen wird, kann auch vorgesehen sein, dass der Druck in einer Zuleitung oder in einer Auslassleitung zum bzw. vom Dosierraum der Pumpe gemessen wird. Hierdurch können einzelne charakteristische Werte bestimmt werden. In bevorzugter Ausgestaltung erfolgen Messungen im Dosierraum und in einer Zu- und/oder der Auslassleitung. Hierdurch können eine Vielzahl von Werten zur Bestimmung unterschiedlichster Fehler erfasst werden, teilweise auch redundant.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen

sein, dass bei einer Veränderung des Druckes, insbesondere im Druckhub und/oder in der Druckleitung die Antriebsdrehzahl der Pumpe angepasst wird. Hierdurch ist eine Steuerung der Pumpe im Hinblick auf eine konstante oder gewünschte Fördermenge möglich. Weiterhin sieht eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung vor, dass bei einer Abweichung des IST-Wertes vom Druck des SOLL-Werts eine Fehlermeldung abgegeben wird.

[0016] Gemäß bevorzugter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass der Druckverlauf zum Ende des Saughubs und/oder zu Beginn des Druckhubs überwacht wird, wobei beim Verharren des IST-Wertes des Drucks im Unterdruckbereich in beiden Fällen eine Kavitation vorliegt und gegebenenfalls gemeldet wird.

[0017] Bei Überwachung des Druckverlaufs in der Kompressionsphase des Druckhubs kann weiterhin vorgesehen sein, dass der Druckgradient bei einem geringeren IST-Druckgradienten als SOLL-Druckgradienten eine Luft/Gas im Dosierraum anzeigende Meldung ausgegeben wird.

[0018] Eine andere bevorzugte Ausbildung der Erfindung sieht vor, dass der Druckverlauf im Bereich der Totpunkte der Pumpe überwacht wird, wobei insbesondere bei schnellerem Druckanstieg zu Beginn des Druckhubes und/oder langsamen Druckabbau zum Beginn des Saughubes eines Leckage in einem im stromab des Dosierkopfes angeordneten Druckventil gemeldet wird. Darüber hinaus wird bei einem frühzeitigen Druckabfall am Ende des Druckhubs und/oder einem Flachdruckaufbau zu Beginn des Druckhubs eine Leckage eines im Zufluss des Dosierkopfes angeordneten Saugventils gemeldet.

[0019] Wenn der Druck während des Druckhubs überwacht wird, so kann bei dem SOLL-Wert des Drucks im Überwachungsverlauf übersteigenden IST-Werten eine Fehlermeldung ausgegeben werden. Ein solches Druckverhalten, dass einen unerlaubt hohen Systemdruck anzeigt, kann beispielsweise auftreten, wenn ein druckseitiger Schieber unzulässigerweise geschlossen ist.

[0020] In weiterer Ausbildung kann vorgesehen sein, dass bei den SOLL-Wert des Drucks unterschreitenden IST-Werten eine Leckage in der Druckleitung anzeigende Leckage-Meldung ausgegeben wird.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann in Weiterbildung dadurch gekennzeichnet sein, dass ein drehzahl-geregelter Motor zum Antrieb der Pumpe vorgesehen ist, dessen Winkelposition wiederum zur Bestimmung der SOLL-Werte für den Druck herangezogen werden können.

[0022] Die Vergleichseinrichtung ist insbesondere in einem Rechner, wie einem PC, Mikrocontroller oder dergleichen ausgebildet und kann insbesondere eine Motorsteuerung für einen Motor der Pumpe ansteuern. In weiterer Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung können Eingabeeinheiten zur Eingabe von Eingabedaten, Volumenstromereinstellungen, Auswertestrategien, maximal zulässiger Druck oder dergleichen sowie

Ausgabeeinheiten zur Ausgabe von Ausgangsdaten, wie eben Fehlermeldungen, Druckwerten, Indikatordiagramm oder dergleichen vorgesehen sein. Während in äußerst bevorzugter Ausgestaltung der Drucksensor im Dosierraum angeordnet ist, können weitere Ausgestaltungen vorsehen, dass ein Drucksensor in einer Zuleitung zum Dosierraum und/oder ein Drucksensor in einer Ausgangsleitung vom Dosierraum angeordnet ist.

[0023] Im Rahmen der Erfindung vergleicht die Vergleichseinrichtung stetig in kritischen Phasen des Druck- und Saughubs den momentanen Druckverlauf (IST-Wert) mit dem eines fehlerfreien Druckverlaufs (SOLL-Wert) und erkennt so je nach Größe der Abweichung, ob der daraus folgende Dosierfehler noch tolerierbar ist oder nicht und gibt gegebenenfalls ein entsprechendes Signal für die gewünschten Konsequenzen. Auf diese Weisen können die zahlreichen in der Praxis vorkommenden Fehlerursachen erkannt und detektiert werden, wie Kavitation, Luftblasen, Leckagen sowie Störungen auf der Druck- und Saugseite. Außerdem können Dosierfehler in Folge von Druckschwankungen auf der Druckseite durch Anpassung der Drehzahl auf einfache Weise ausgeglichen werden.

[0024] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung im einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

- Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Überwachung eines von einer Pumpe geförderten Fluids mit einem im Dosierraum angeordneten Drucksensor;
- Fig. 2a - 2f weitere Anordnungen von einzelnen oder kombinierten Drucksensoren;
- Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Korrektur des Volumenstromes;
- Fig. 4 ein eine Kavitation im Dosierraum anzeigendes Diagramm (durchgezogene Linie) gegen den normalen Druckverlauf (gestrichelte Linie);
- Fig. 5 den Druckverlauf über den Hub bei Luft oder Gas im Förderraum;
- Fig. 6 den Druckverlauf bei Leckage im stromabseitigen Druckventil;
- Fig. 7 den Druckverlauf bei abfließender Leckage im Saugventil und/oder zum Außenraum; und
- Fig. 8 ein Ablaufdiagramm zum Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Die in der Fig. 1 dargestellte bevorzugte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Überwachung eines durch eine Pumpe 2 geförderten Fluids weist eine Pumpe 2 mit einem Dosierraum 3 auf. Die Pumpe 2 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Membranpumpe ausgebildet und weist deswegen eine Membran 4 auf. Die Membran 4 wird von einem Motor 5 über dessen Abtriebswelle angetrieben und bewegt. In einem Einlass 7 zum Dosierraum 3 ist ein Saugventil 8 in einem Auslass 9 vom Dosierraum 3 ein Druckventil angeordnet.

[0026] Dem Motor 5 ist eine Motorsteuerung 11 zugeordnet, mittels dessen einerseits der Motorbetrieb gesteuert wird und die andererseits bei einem drehzahlgeregelten Motor, wie auch einem Schrittmotor, eine Motorposition an einen Rechner 12 (PC, Mikrocontroller) meldet, wodurch ein Fahrdiagramm des Kolbens mit bekannter Kolbenposition bzw. -geschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt gegeben ist, die Steuerung also zu jedem Zeitpunkt "weiß", wo der Kolben sich befindet. Im Dosierraum ist ein Drucksensor 13 angeordnet, der insbesondere als Druck-Spannungs-Wandler ausgebildet ist und dessen Ausgangssignal über eine Leitung 14 ebenfalls dem Rechner 12 zugeführt wird. Der Rechner 12 ist als Vergleichseinrichtung zum Vergleich vom Drucksensor 13 gemessener IST-Werte des Drucks mit aus der Motorposition der Motorsteuerung 11 im Rahmen eines SOLL-Druckes einer Kolbenposition vorhandenen Indikatordiagramms (Fig. 4-7) der Pumpe bestimmter SOLL-Werte des Drucks und zur Bewirkung einer Aktion in dem Falle, dass beide nicht übereinstimmen, ausgebildet. Diese Aktion kann beispielsweise in einer Drehzahlanpassung über die Steuerleitung 15 zur Motorsteuerung 11 bestehen, um so die Motordrehzahl anzupassen. Dem Rechner 12 sind weiterhin Eingabeeinheiten 16 sowie Ausgabeeinheiten 17 zugeordnet. Über die Eingabeeinheiten, wie eine Tastatur, Massenspeicher etc. können Eingabedaten, wie Volumenstromereinstellung, Auswertestrategie, maximal zulässiger Druck oder dergleichen dem Rechner 12 vorgegeben werden. Über die Ausgabeeinheiten, wie Bildschirm, Drucker, Lautsprecher, Sirene, optische Bahnanzeige können Ausgangsdaten, wie Fehlermeldungen, Druckwerte, Indikatordiagramme oder dergleichen ausgegeben werden.

[0027] Die Fig. 2a bis 2f zeigen weitere Ausgestaltungen der Anordnung von Drucksensoren zur Druckerfassung. So ist bei der Ausgestaltung der Fig. 2a ein Drucksensor 13a in der Saugleitung 18, bei der Ausgestaltung der Fig. 2b ein Drucksensor 13b in der Druckleitung 19 angeordnet und bei den Ausgestaltungen der Fig. 2c bis 2f sind Kombinationen dieser Drucksensoren 13, 13a, 13b vorgesehen.

[0028] So kann mittels eines Drucksensors 13a auf der Saugseite der verspätete Beginn einer Saugphase einfach und präzise erkannt werden, während mittels eines Drucksensors 13b auf der Druckseite ein vorzeitiger Druckabbau am Ende eines Druckhubes sowie auch ein Nichterreichen des (ausgangsseitigen) Systemdruckes

einfach und präzise erkannt werden kann, wobei insbesondere in Kombination mit einem im Dosierraum vorgesehenen Drucksensor 13 die Fehlererkennung verbessert werden kann.

[0029] Die Fig. 3 zeigt den Abfall des Volumenstromes von Q_1 auf Q_2 bei konstanter Drehzahl $n_1 = n_2$ und Systemdruckerhöhung von p_1 nach p_2 . Dieser Abfall des Volumenstromes wird vom Rechner 12 über die Motorsteuerung 11 durch eine Erhöhung auf die Drehzahl $n_2^* > n_1$ so kompensiert, dass der Volumenstrom $Q_2^* = Q_1$ gleichgehalten wird.

[0030] Die Fig. 4 bis 7 zeigen Indikatordiagramme (Druckverlauf-Diagramme des Drucks über den Hub), wobei die Hub-Position mit Druck 0 die Position maximaler Größe des Dosierraums ist, bei dem die Membran in der Fig. 1 also durch den Motor weitestgehend nach links gezogen ist, während der Hubwert 100 % die weitestgehend rechte Position der Membran und damit weitestgehende Verkleinerung des Dosierraums bezeichnet, an der dann der Saughub einsetzt.

[0031] Die Fig. 4 zeigt, ebenso wie die Fig. 5 bis 7 gestrichelt den normalen Druckverlauf im Dosierraum ohne Auftreten jeglichen Fehlers, also ein übliches Indikatordiagramm. Mit einer durchgezeichneten kontinuierlichen Linie ist in der Fig. 4 der Druckverlauf bei Auftreten von Kavitation, also der Bildung von Dampfblasen bei niedrigem Druck, während des Saughubs im flüssigen Fördermedium dargestellt. Der Relativdruck beim Saughub ist negativ und liegt unter dem Druck im störungsfreien Fall. Weiter erfolgt der Druckaufbau gegenüber dem normalen Verlauf wesentlich verzögert, bleibt also in der Anfangsphase des Druckhubs geringer als bei normalem Verlauf. Zu Beginn des Druckhubs verharrt also der IST-Wert des Drucks im Unterdruckbereich, so dass derart ein Dosierfehler infolge Kavitation festgestellt werden kann.

[0032] In der Fig. 5 ist mit durchgezogener Linie der Druckverlauf bei Auftreten von Luft bzw. Gas (ohne Kavitation) dargestellt. Erkennbar ist, dass zwar im Gegensatz zur Kavitation der Druckanstieg sogleich mit Beginn des Druckhubs erfolgt, aber im Anfangsbereich des Druckhubs wesentlich flacher verläuft als bei normalem Verlauf. Das Auftreten von Luft oder Gas kann also insbesondere durch die Bestimmung des IST-Gradienten des Druckverlaufs gegenüber dem SOLL-Gradienten festgestellt werden, wodurch eine Unterscheidung gegenüber einer Kavitation feststellbar ist, da bei dieser der Gradient im wesentlichen der gleiche ist wie bei normalem Druckverlauf.

[0033] Die Fig. 6 zeigt ebenfalls in durchgezogener Linie den Druckverlauf bei Leckagen im Druckventil, wobei also das Druckventil nicht vollständig schließt, so dass bei Beginn des Saughubs der Druckabfall wesentlich langsamer als bei normalem Verlauf ist, da Flüssigkeit durch das Druckventil zurückfließen kann. Darüber hinaus erfolgt der Druckanstieg zu Beginn des Druckhubs schneller bzw. früher als üblich.

[0034] Die Fig. 7 zeigt mit durchgehend kontinuierlicher

Linie das Diagramm für eine abfließende Leckage im Saugventil und/ oder zum Außenraum. Hier erfolgt durch das Leck nicht nur ein langsamer Druckanstieg, sondern der Druck kann insgesamt niedriger sein als bei Normalverlauf. Darüber hinaus erfolgt ein vorzeitiger Druckabfall am Ende des Druckhubs.

[0035] Der Ablauf einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist mit dem Diagramm der Fig. 8 dargestellt. Verharrt der Druck am Ende des Saughubs und zu Beginn des Druckhubs im Unterdruckbereich (Schritte A, B; Fig. 4), so wird überprüft, ob die vorliegende Kavitation noch in einem zulässigen Bereich liegt und/oder der Systemdruck - in der weiteren Druckhub-Phase - dem vorgegebenen Druck entspricht (Schritte C, D). Wenn dies nicht der Fall ist, so wird ein Fehlersignal hinsichtlich eines einer Kavitation und/oder eines Systemdruckes angegebenden Fehlhubes angegeben (Schritt E).

[0036] Wurde keine Kavitation festgestellt, so wird ein Druckventil-Test durchgeführt, also geprüft, ob Druckabfall zu Beginn des Saughubs zu langsam und Druckaufbau zu Beginn des Druckhubs zu schnell erfolgt. Weiterhin erfolgt ebenfalls ein Systemdruck-Test durch Überprüfung der Drücke während des Verlaufs von Druck- und gegebenenfalls Saughub (Schritt F; Fig. 6). Ergeben sich Fehler (Schritt G), so erfolgt ebenfalls eine Fehlermeldung hinsichtlich des fehlerhaften Druckventils (Schritt H). Ergeben sich keine Fehler, so erfolgt im weiteren (Schritt I) eine Überprüfung auf störende Gasblasen im Dosierraum entsprechend der Fig. 5, also dahingehend, ob der Gradient beim Druckaufbau (und beim Druckabfall) wesentlich flacher ist als der bei Normalbetrieb. Ist dies der Fall (Abfrage J) so erfolgt eine entsprechende Fehlermeldung (K).

[0037] Wenn keine unzulässige Kavitation, weder fehlerhaftes Druckventil, noch Gasblasen sowie ordnungsgemäßer Systemdruck festgestellt wurden, so erfolgt im weiteren (Schritt L) ein Test auf abfließende Leckage im Saugventil und/oder zum Außenraum entsprechend der Fig. 7, also dahingehend, ob der aufgebaute Druck zu gering ist, der Druckabfall schon am Ende der Druckphase eintritt und/oder ein geringerer Druckgradient in der Kompressionsphase auftritt.

[0038] Ist auch dies in Ordnung (Abfrage M), so sind keine Maßnahmen erforderlich (Block N), andernfalls erfolgt eine Leckage-Meldung (P).

Bezugszeichenliste

[0039]

1	Vorrichtung
2	Pumpe
3	Dosierraum
4	Membran
5	Motor
6	Abtriebswelle
7	Einlass

8	Saugventil
9	Auslass
10	Druckventil
11	Motorsteuerung
12	Vergleichseinrichtung
13, 13a, 13b	Drucksensor
14	Leitung
15	Steuerleitung
16	Eingabeeinheit
17	Ausgabeeinheit
18	Saugleitung
19	Druckleitung
20	Rückmeldung der Motorposition

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines mittels einer Pumpe geförderten Fluidstromes, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kolbenpositionen aus den Winkelpositionen eines den Kolben antreibenden Motors bestimmt, dass der Druck des Fluids zumindest in Teilbereichen des Hubs der Pumpe kontinuierlich oder quasi-kontinuierlich als IST-Werte über die so bestimmte Kolbenposition gemessen und mit SOLL-Werten des Drucks über die Kolbenposition verglichen wird. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die SOLL-Werte des Drucks zu jedem gemessenen Zeitpunkt aus dem Fahrdiagramm eines die Pumpe antreibenden Motors ermittelt werden. 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor drehzahlgesteuert wird. 30
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in einem Dosierraum der Pumpe gemessen wird. 35
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in einer Saugleitung der Pumpe gemessen wird. 40
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in einer Druckleitung der Pumpe gemessen wird. 45
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Veränderung des Gegendruckes die Antriebsdrehzahl der Pumpe angepasst wird. 50
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Abweichung des IST-Wertes vom Druck des SOLL-

Werts eine Fehlermeldung abgegeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckverlauf zum Ende des Saughubs überwacht wird. 5
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verharren des IST-Werts des Druckes im Unterdruckbereich eine Kavitation erkannt wird. 10
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckverlauf zu Beginn des Druckhubs überwacht wird. 15
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Verharren des IST-Werts des Druckes im Unterdruckbereich ein Kavitations-Fehler gemeldet wird. 20
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckgradient bei einem geringeren IST-Druckgradienten als SOLL-Druckgradienten eine Luft/Gas im Dosierraum anzeigende Meldung ausgegeben wird. 25
14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckverlauf im Bereich der Tot-Punkte der Pumpe überwacht wird. 30
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei schnellerem Druckanstieg zu Beginn des Druckhubs und/oder langsamen Druckabbau zum Beginn des Saughubs eines Leckage in einem im stromab des Dosierkopfes angeordneten Druckventil gemeldet wird. 35
16. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem frühzeitigen Druckabfall am Ende des Druckhubs und/oder einer flachen Kompressionslinie (Druckaufbau zu Beginn des Druckhubs) einer abfließender Leckage des im Zufluss des Dosierkopfes angeordneten Saugventil und/oder Leckage zum Außenraum gemeldet wird. 40
17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck während des Druckhubs überwacht wird. 45
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei den den SOLL-Wert des Druckes übersteigenden IST-Werten eine Fehlermeldung ausgegeben wird. 50
19. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei den SOLL-Wert des Drucks unterschreitenden IST-Werten eine Leckage in

der Druckleitung anzeigende Leckage-Meldung ausgegeben wird.

20. Vorrichtung zur Überwachung eines mittels einer Pumpe geförderten Fluidstromes, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Bestimmung der Kolbenpositionen aus den Winkelpositionen eine den Kolben antreibenden Motors, **durch** mindestens einen Drucksensor (13, 13a, 13b) zur kontinuierlichen oder quasi-kontinuierlichen Messung des Druckes des Fluids über die so bestimmte Kolbenposition der Pumpe (2) zumindest in Teilbereichen des Hubs derselben und **durch** eine Vergleichseinrichtung (12) zum Vergleich der gemessenen IST-Werte des Drucks mit SOLL-Werten über die Kolbenposition. 5
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, **gekennzeichnet durch** einen die Pumpe (2) antreibenden drehzahl-geregelten Motor (5). 10
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung (12) in einem Rechner (PC, Mikrocontroller) ausgebildet ist. 15
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergleichseinrichtung (12) auch gegebenenfalls zur Ansteuerung einer Motorsteuerung (11) für einen Motor (5) der Pumpe (2) ausgebildet ist. 20
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Eingabe-einheit (16) zur Eingabe von ein Eingabedaten. 25
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 24, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Ausgabe-einheit (17) zur Ausgabe von Ausgangsdaten. 30
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Drucksensor (13) im Dosierraum angeordnet ist. 35
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Drucksensor (13c) in einer Saugleitung angeordnet ist. 40
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Drucksensor (13b) in einer Druckleitung angeordnet ist. 45

Claims

1. Method for monitoring a flow of fluid delivered by a pump, **characterized in that** piston positions are de-

termined from the angular positions of a motor which drives the piston, **in that** the pressure of the fluid is measured continuously or quasicontinuously, at least in parts of the stroke of the pump, as actual values thrust against the piston position determined in this way, and is compared with desired values of the pressure thrust against the piston position.

2. Method according to claim 1, wherein the desired pressure values are determined at each measured time point from the running diagram of a motor driving the pump.
3. Method according to claim 1 or 2, wherein the motor is speed-controlled.
4. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure is measured in a pump dosing chamber.
5. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure is measured in a pump suction line.
6. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure is measured in a pump pressure line.
7. Method according to one of the preceding claims, wherein the pump driving speed is adapted in the case of a change to the counterpressure.
8. Method according to one of the preceding claims, wherein a fault report is given if the actual value differs from the desired value for the pressure.
9. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure distribution at the end of the suction stroke is monitored.
10. Method according to claim 9, wherein cavitation is detected if the actual pressure value remains in the vacuum range.
11. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure distribution at the start of the pressure stroke is monitored.
12. Method according to claim 11, wherein a cavitation fault is indicated if the actual pressure value remains in the vacuum range.
13. Method according to claim 11, wherein a report indicating air/gas in the dosing chamber is given when the actual pressure gradient is lower than desired pressure gradients.
14. Method according to one of the preceding claims,

wherein the pressure distribution in the vicinity of pump dead points is monitored.

15. Method according to claim 14, wherein in the case of a faster pressure rise at the start of the pressure stroke and/or a slow pressure drop at the start of the suction stroke a leak in a pressure valve positioned downstream of the dosing head is reported. 5
16. Method according to claim 14, wherein in the case of a premature pressure drop at the end of the pressure stroke and/or a flat compression line (pressure rise at the start of the pressure stroke) an outflowing leak of the suction valve located in the dosing head inflow and/or a leak to the exterior is reported. 10 15
17. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure during the pressure stroke is monitored. 20
18. Method according to claim 17, wherein a fault report is given if the actual values exceed the desired pressure value.
19. Method according to claim 17, wherein in the case of actual values dropping below the desired pressure value, a leak report indicating a leak in the pressure line is given. 25
20. Device for monitoring a flow of fluid delivered by a pump, **characterized by** a device for determining the piston positions from the angular positions of a motor which drives the piston, by at least one pressure sensor (13, 13a, 13b) for continuously or quasi-continuously measuring the pressure of the fluid thrust against the piston position of the pump (2) determined in this way, at least in parts of the stroke thereof, and by a comparison device (12) for comparing the measured actual values of the pressure with desired values thrust against the piston position. 30 35 40
21. Device according to claim 20, wherein a speedregulated motor (5) is provided for driving pump (2).
22. Device according to one of the claims 20 or 21, wherein the comparator (12) is constructed in a computer (PC, microcontroller). 45
23. Device according to one of the claims 20 to 22, wherein the comparator (12) is optionally also constructed for controlling a motor control (11) for a motor (5) of pump (2). 50
24. Device according to one of the claims 20 to 23, wherein there is at least one input unit (16) for inputting input data. 55
25. Device according to one of the claims 20 to 24,

wherein there is at least one output unit (17) for outputting output data.

26. Device according to one of the claims 20 to 25, wherein at least one pressure sensor (13) is located in the dosing chamber.
27. Device according to one of the claims 20 to 26, wherein at least one pressure sensor (13c) is located in a suction line.
28. Device according to one of the claims 20 to 27, wherein at least one pressure sensor (13b) is located in a pressure line.

Revendications

1. Procédé de surveillance d'un courant fluide refoulé par une pompe, **caractérisé en ce que** les positions de piston sont déterminées à partir des positions angulaires d'un moteur entraînant le piston, que la pression du fluide est mesurée en continu ou quasiment en continu sous la forme de valeurs réelles par le biais de la position de piston ainsi déterminée, au moins dans des zones partielles de la course de la pompe, et comparée à des valeurs théoriques de la pression par le biais de la position de piston.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les valeurs théoriques de la pression sont calculées à chaque instant mesuré à partir du schéma de fonctionnement d'un moteur entraînant la pompe.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le moteur est commandé en fonction de la vitesse de rotation.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression est mesurée dans une chambre de dosage de la pompe.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression est mesurée dans une conduite d'aspiration de la pompe.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression est mesurée dans une conduite de pression de la pompe.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement de la pompe est adaptée en cas de variation de la contre-pression.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en qu'un message d'erreur est envoyé en cas d'écart de la valeur réelle par rapport à la pression de la valeur théorique.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la courbe de pression est surveillée à la fin de la course d'aspiration.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'une** cavitation est détectée en cas de persistance de la valeur réelle de la pression dans la zone de sous-pression.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la courbe de pression est surveillée au début de la course de pression.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'une** anomalie de cavitation est annoncée en cas de persistance de la valeur réelle de la pression dans la zone de sous-pression.
13. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'un** message indiquant l'air/gaz dans la chambre de dosage est envoyé pour le gradient de pression en cas de gradient de pression réel inférieur au gradient de pression théorique.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la courbe de pression est surveillée dans la zone des points morts de la pompe.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'une** fuite est annoncée dans une soupape de pression disposée en aval de la tête de dosage en cas de hausse de pression plus rapide au début de la course de pression et/ou de chute de pression lente au début de la course d'aspiration.
16. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'une** fuite d'écoulement de la soupape d'aspiration disposée dans le flux entrant de la tête de dosage et/ou qu'une fuite par rapport à l'espace extérieur sont annoncées en cas de chute de pression précoce à la fin de la course de pression et/ou d'une ligne de compression plate (augmentation de pression au début de la course de pression).
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression est surveillée pendant la course de pression.
18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'un** message d'erreur est émis en cas de valeurs réelles dépassant la valeur théorique de la pression.
19. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'un** message de fuite indiquant une fuite dans la conduite de pression est émis en cas de valeurs réelles passant en dessous de la valeur théorique de la pression.
20. Dispositif de surveillance d'un courant fluide refoulé par une pompe, **caractérisé par** la présence d'un dispositif de détermination des positions de piston à partir des positions angulaires d'un moteur entraînant le piston, d'au moins un capteur de pression (13, 13a, 13b) permettant de mesurer en continu ou quasiment en continu la pression du fluide par le biais de la position de piston ainsi déterminée de la pompe (2) au moins dans des zones partielles de la course de celle-ci, d'un dispositif de comparaison (12) permettant de comparer les valeurs réelles mesurées de la pression aux valeurs théoriques par le biais de la position de piston.
21. Dispositif selon la revendication 20, **caractérisé par** la présence d'un moteur réglé en fonction de la vitesse de rotation (5) entraînant la pompe (2).
22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 ou 21, **caractérisé en ce que** le dispositif de comparaison (12) est réalisé dans un ordinateur (PC, microcontrôleur).
23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 22, **caractérisé en ce que** le dispositif de comparaison (12) est également réalisé le cas échéant pour commander un élément de commande de moteur (11) prévu pour un moteur (5) de la pompe (2).
24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 23, **caractérisé par** la présence d'au moins une unité d'entrée (16) permettant d'entrer des données d'entrée.
25. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 24, **caractérisé par** la présence d'au moins une unité d'envoi (17) permettant d'envoyer des données de sortie.
26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 25, **caractérisé en ce qu'au** moins un capteur de pression (13) est disposé dans la chambre de dosage.
27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 26, **caractérisé en ce qu'au** moins un capteur de pression (13c) est disposé dans une conduite d'aspiration.

- 28.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 20 à 27, **caractérisé en ce qu'**au moins un capteur de pression (13b) est disposé dans une conduite de pression.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

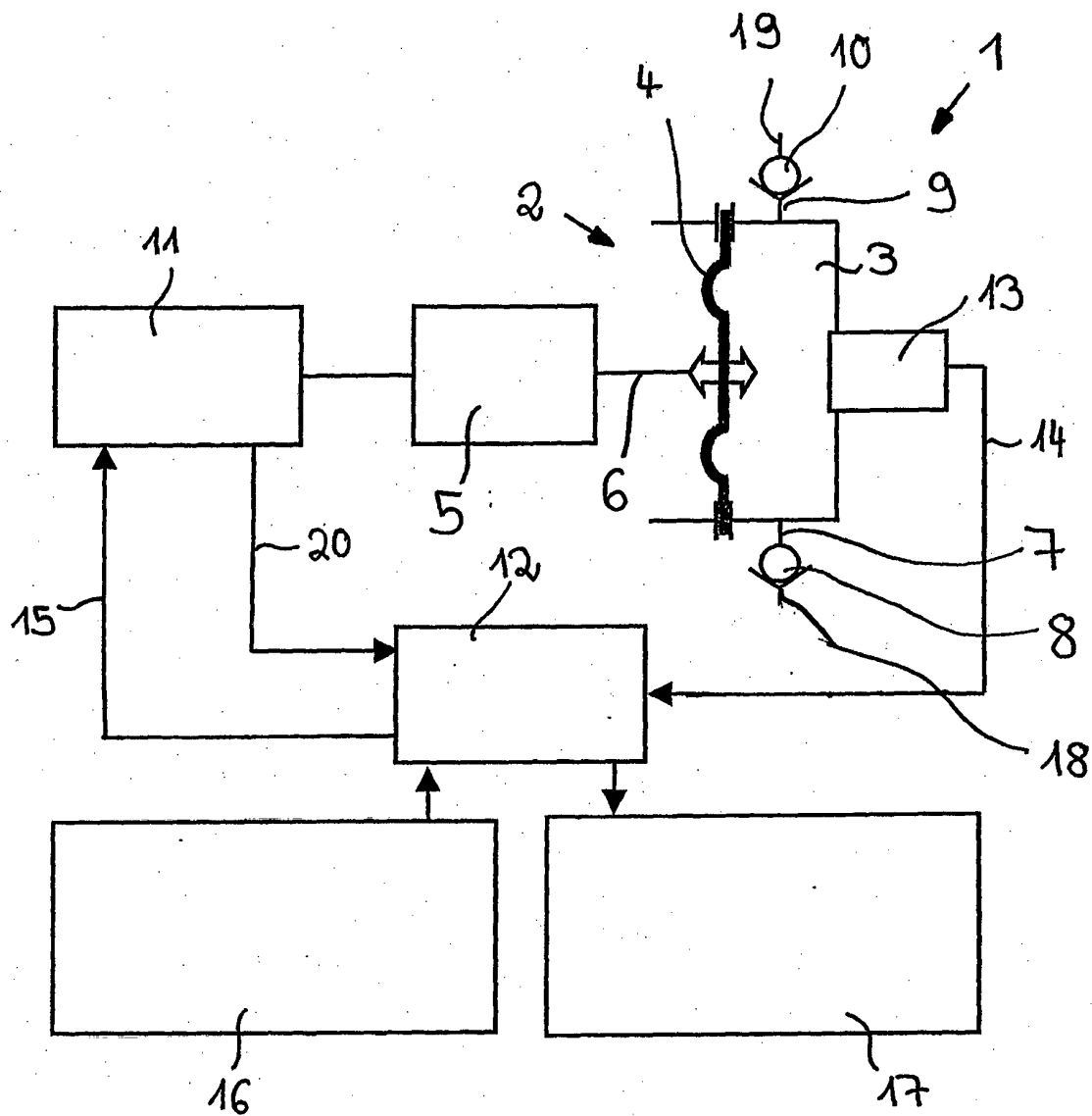


Fig. 1

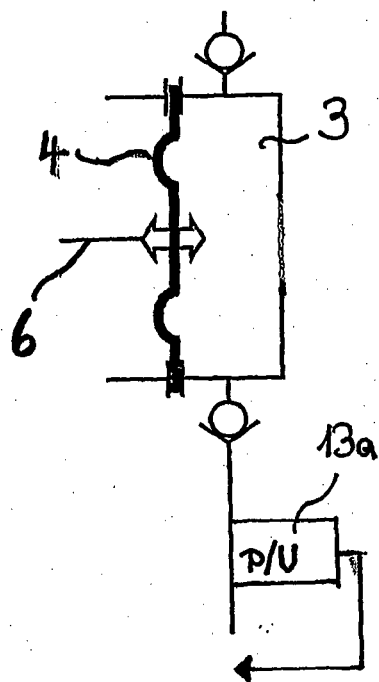


Fig. 2a

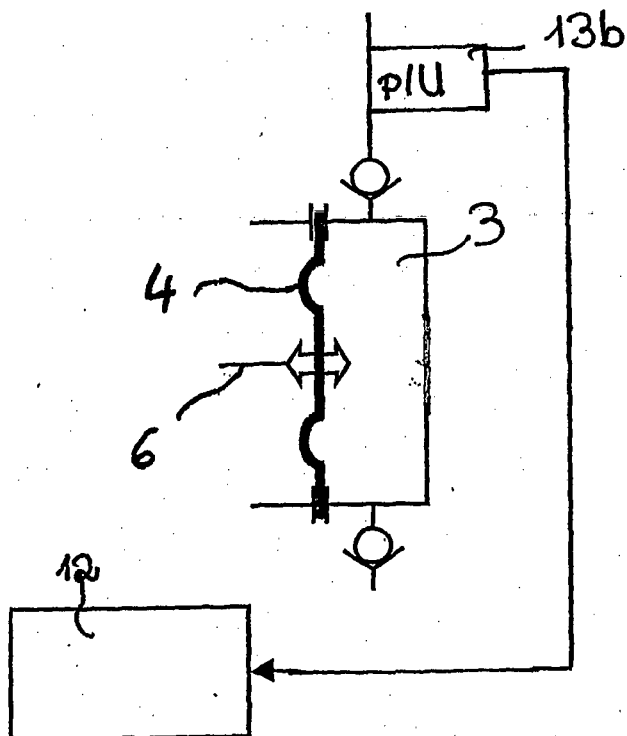


Fig. 2b

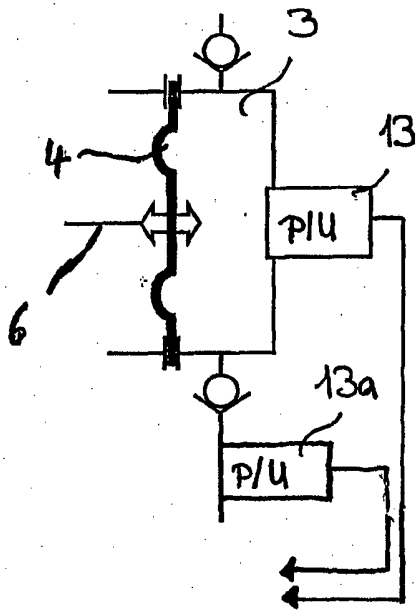


Fig. 2c

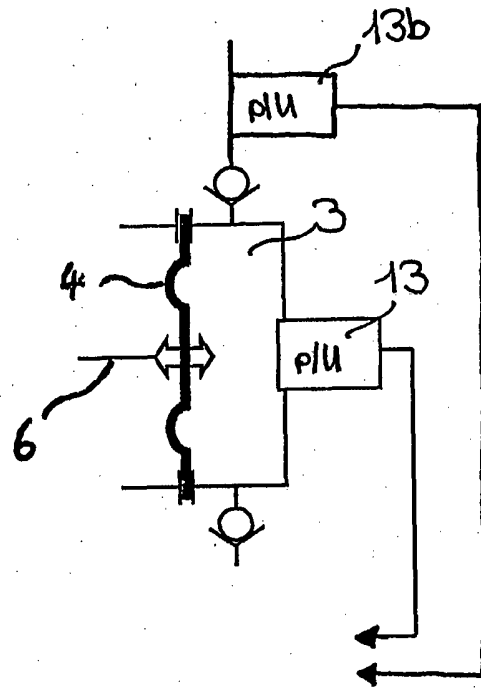


Fig. 2d

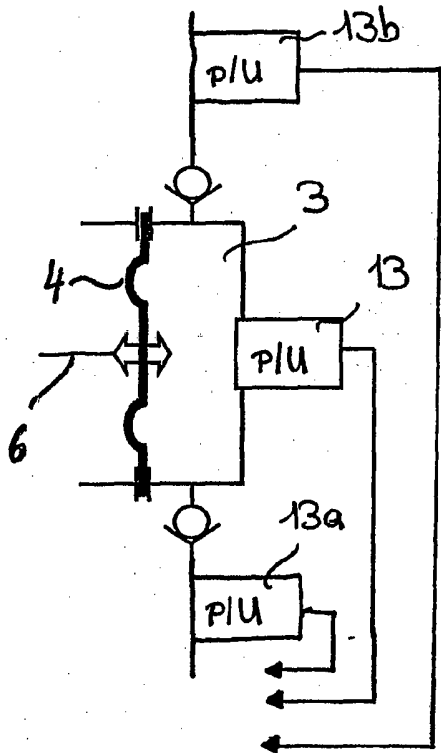


Fig. 2e

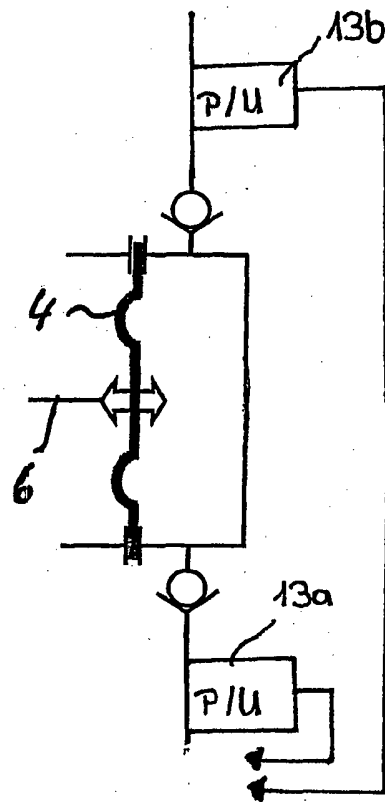


Fig. 2f

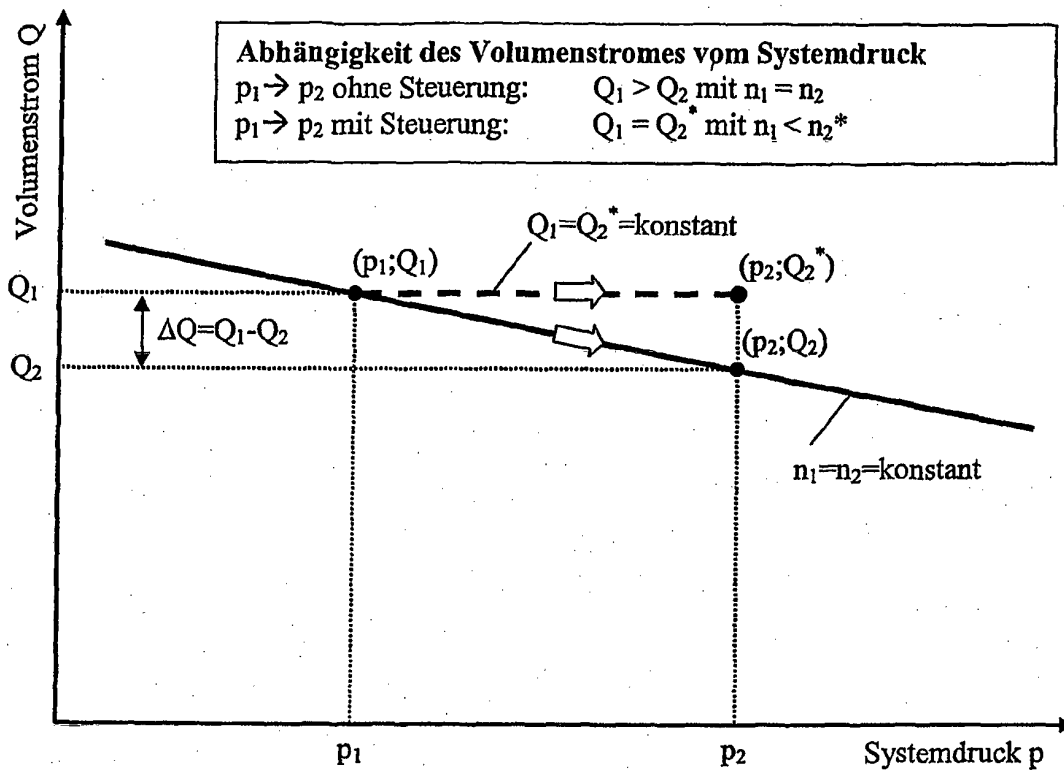


Fig.3

Druckverlauf im Dosierraum über den Hub bei Kavitation

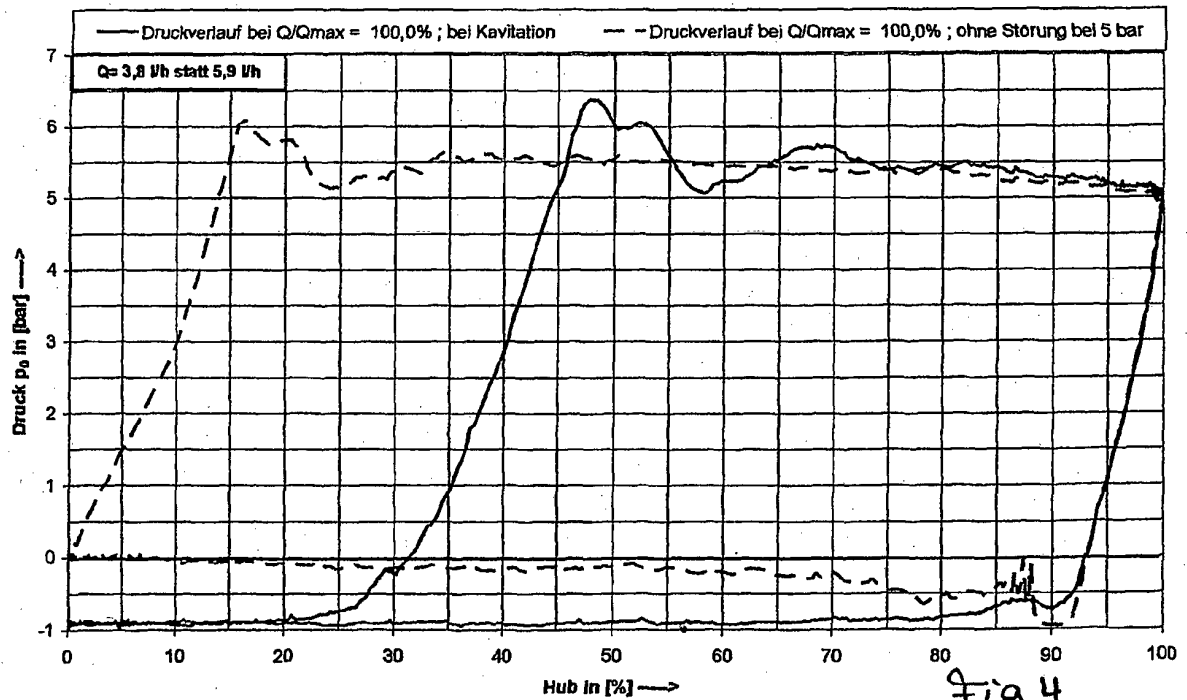


Fig.4

Druckverlauf im Dosierraum über den Hub bei großen Gasinschlüssen

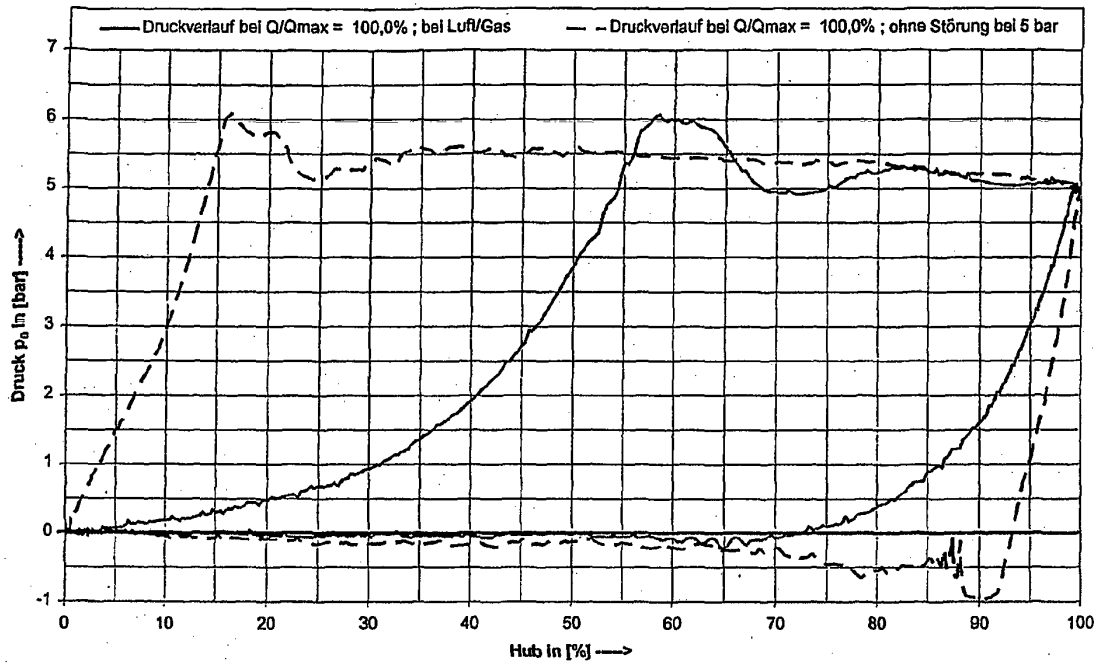


Fig. 5

Druckverlauf im Dosierraum über den Hub bei Leckage im Druckventil

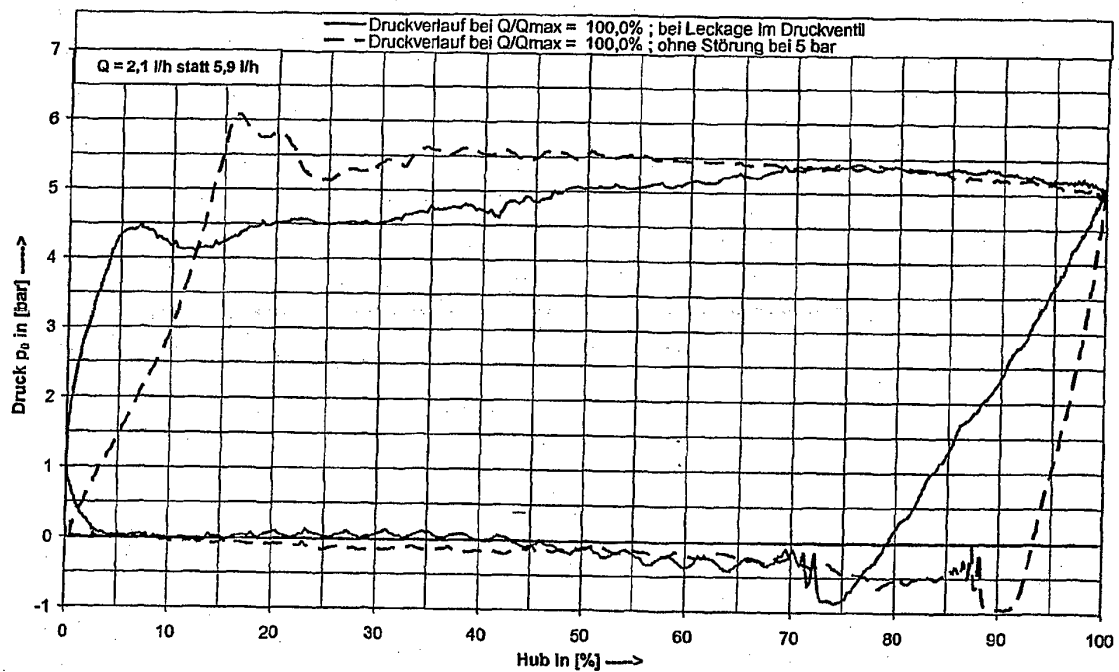


Fig. 6

Druckverlauf im Dosierraum über den Hub bei abfließender Leckage im Saugventil oder an
anderer Stelle im Doserraum

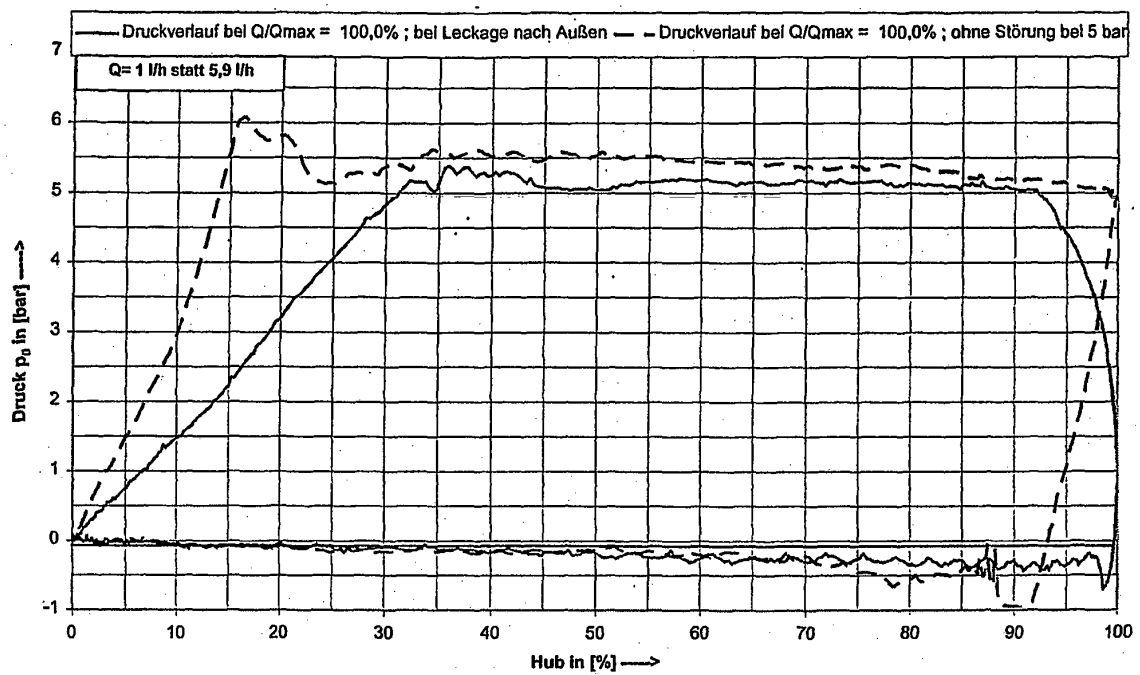


Fig. 7

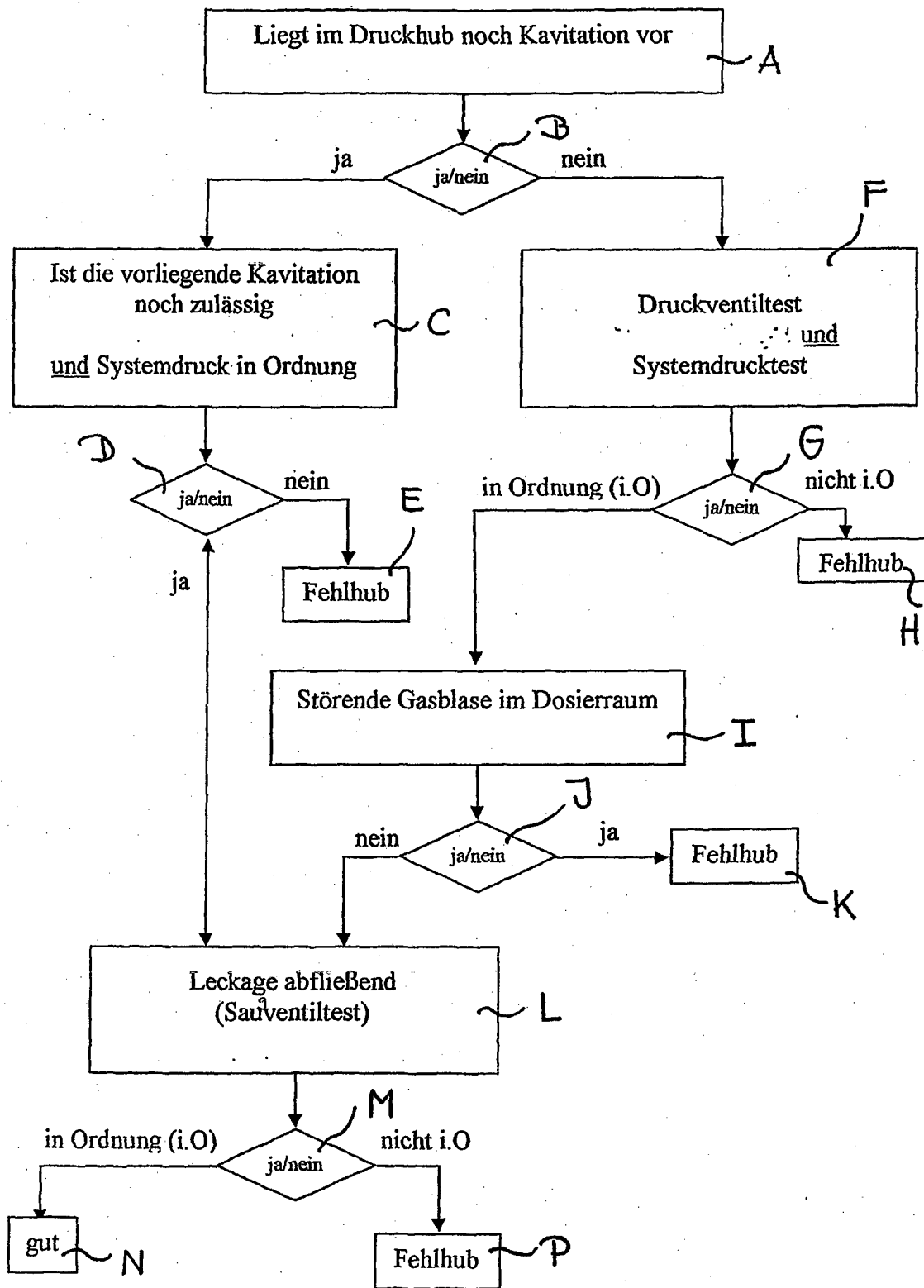


Fig. 8

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 19738844 A1 [0006]
- EP 1437509 A2 [0008]