

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.09.2023 Patentblatt 2023/36

(21) Anmeldenummer: **22159754.5**

(22) Anmeldetag: **02.03.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 11/00 (2006.01) **F04B 13/00** (2006.01)
F04B 15/02 (2006.01) **F04B 23/04** (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01) **F04B 49/08** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**F04B 13/00; F04B 11/0033; F04B 11/0041;
 F04B 15/02; F04B 23/04; F04B 49/065;
 F04B 49/08**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Henkel AG & Co. KGaA**
40589 Düsseldorf (DE)

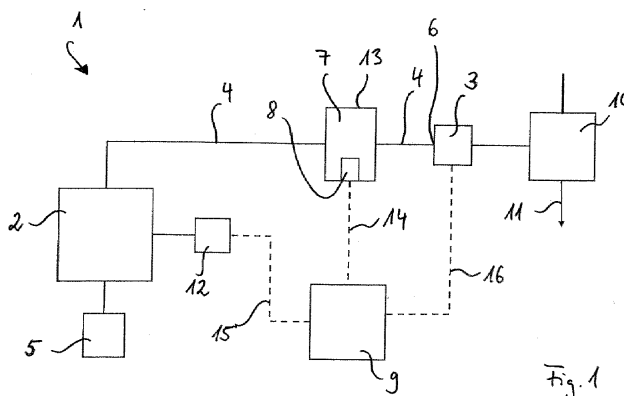
(72) Erfinder:

- Metzler, Mario
6890 Lustenau (AT)
- Baldauf, Guenter
6914 Hohenweiler (AT)
- Ganahl, Norbert
6830 Rankweil (AT)

(54) VERFAHREN ZUM REGELN DES FÖRDERDRUCKS EINER VERSORGUNGSPUMPE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Förderdrucks einer Versorgungspumpe (2) in einem System (1) zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials, wobei das System (1) eine Versorgungspumpe (2), eine Dosierpumpe (3) sowie eine sich zwischen der Versorgungspumpe (2) und der Dosierpumpe (3) erstreckende Förderleitung (4) aufweist und wobei die Versorgungspumpe (2) das viskose Material aus einem Materialvorrat (5) mit einem Förderdruck D durch die Förderleitung (4) zu einem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) fördert, wobei weiterhin dem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) ein auf einen Vorspanndruck P vorgespannter, ein variables Puffervolumen (19) umfassender Druckpuffer (7) vorgeschaltet ist, wobei das Puffervolumen (19) viskoses Material aus der Förderleitung (4) aufnehmen kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung (4) im Bereich des Druckpuffers (7) höher ist als der Vorspann-

druck P des Druckpuffers (7), und aus welchem viskoses Material in die Förderleitung (4) abgegeben werden kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung (4) im Bereich des Druckpuffers (7) niedriger ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers (7), wobei das System (1) weiterhin einen dem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) vorgeschalteten Drucksensor (8) zur Erfassung eines Ist-Druckwerts in der Förderleitung (4) sowie eine Steuereinheit (9) aufweist, wobei die Steuereinheit (9) mit dem Drucksensor (8) sowie mit der Versorgungspumpe (2) und der Dosierpumpe (3) verbunden ist, wobei die Steuereinheit (9) in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen einem vorgegebenen Soll-Druckwert und dem Ist-Druckwert in der Förderleitung (4) sowie vom Betriebszustand der Dosierpumpe (3) einen Vorgabewert an die Versorgungspumpe (2) übermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Förderdrucks einer Versorgungspumpe in einem System zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials.

[0002] Bei der Verarbeitung viskoser Materialien wird die Kunststoffkomponente in der Regel mit Hilfe einer Versorgungspumpe direkt aus dem Gebinde, beispielsweise aus einem Hobbock, über eine Förderleitung zu einer Dosierpumpe gefördert. Häufig befindet sich dabei die Versorgungspumpe mehrere Meter von der Dosierpumpe entfernt, so dass von der Versorgungspumpe ein ausreichend hoher Förderdruck aufzubauen ist, um das viskose Material von der Versorgungspumpe zur Dosierpumpe zu fördern. Während eines Dosiervorgangs, d.h. während des Betriebs der Dosierpumpe, kommt es aufgrund des Materialabflusses zu einem Druckabfall in der Förderleitung. Um diesen Druckverlust auszugleichen, ist umso mehr ein hoher durch die Versorgungspumpe aufgebauter Förderdruck erforderlich. Dies hat jedoch gleichzeitig zur Folge, dass zwischen einzelnen Dosiervorgängen, sobald die Dosierpumpe stillsteht und der Druckverlust in der Förderleitung deutlich geringer ist, der Druck auf der Eingangsseite der Dosierpumpe schnell stark ansteigt.

[0003] Sehr hohe Versorgungsdrücke auf der Eingangsseite der Dosierpumpe stellen einen entscheidenden Faktor beim Verschleiß der Dosierpumpe, insbesondere der Wellendichtung, dar. Zusätzlich haben zu starke Druckschwankungen auf der Eingangsseite der Dosierpumpe negative Auswirkungen auf die Dosiergenauigkeit. Schließlich kann auch ein nur kurzzeitig zu niedriger Versorgungsdruck zu erheblichen Problemen bei der Dosiergenauigkeit oder auch zum Verschleiß der Dosierpumpe führen.

[0004] Um hier Abhilfe zu schaffen, ist es bekannt, Materialdruck-Reduzierventile nahe des Dosierpumpeneingangs einzusetzen. Beim Einsatz eines solchen Ventils wird der Förderdruck der Versorgungspumpe auf einen deutlich höheren Druck eingestellt, als dies zur Versorgung der Dosierpumpe tatsächlich nötig wäre. Durch das Materialdruck-Reduzierventil wird der Druck kurz vor der Dosierpumpe auf den nötigen Dosierpumpeneingangsdruck reduziert.

[0005] Der Einsatz von Materialdruck-Reduzierventilen weist jedoch verschiedene Nachteile auf. So sind die Reduzierventile sehr störanfällig. Selbst kleine Luftblasen im Ventil können zu einem sogenannten "Durchschlagen" des Drucks führen und die Dosierpumpe kann durch den kurzzeitig sehr hohen Eingangsdruck beschädigt oder gar zerstört werden. Darüber hinaus sind Materialdruck-Reduzierventile nicht geeignet, wenn Materialien mit großen oder abrasiven Füllstoffpartikeln verarbeitet werden, da die Partikel zu einem schnellen und starken Verschleiß der mechanischen Komponenten der Ventile führen und damit deren Zuverlässigkeit beeinträchtigen. Schließlich weisen Materialdruck-Regelven-

tile ein relativ hohes Eigengewicht sowie einen vergleichsweise hohen Preis auf, was beides als nachteilig erachtet wird.

[0006] Eine alternative Lösung besteht in der aktiven Druckregelung der Versorgungspumpe. Dazu wird am Eingang der Dosierpumpe ein Drucksensor angebracht, welcher über einen Regelkreis den Förderdruck bzw. die Leistung der Versorgungspumpe in Abhängigkeit von dem am Eingang der Dosierpumpe erfassten Druck regelt. Nachteilig ist bei dieser Methode die Trägheit des Systems, das heißt die Tatsache, dass zunächst ein zu hoher bzw. ein zu niedriger Druck am Eingang der Dosierpumpe gemessen werden muss, bevor die Versorgungspumpe entsprechend reagiert. Dies führt in Kombination mit den aufgrund des hohen Materialdrucks erforderlichen sehr steifen Förderleitungen beim Starten und Stoppen der Dosierung regelmäßig zu einem unerwünschten niedrigen oder unerwünscht hohen Druck auf der Eingangsseite der Dosierpumpe. Darüber hinaus ermöglichen Schöpfkolbenpumpen, die in der Regel als Versorgungspumpen eingesetzt werden, keinen Rückfluss von Material, was ein nachträgliches Reduzieren des Drucks im Stillstand der Dosierpumpe ohne eine Leckage unmöglich macht.

[0007] Aus der WO 2017/004635 A1 ist eine Vorrichtung mit einer Quelle für wenigstens eine flüssige Kunststoffkomponente und einer Dosiervorrichtung bekannt, wobei zwischen der Quelle und der Dosiervorrichtung eine Puffervorrichtung mit einem variablen Puffervolumen angeordnet ist. Diese ermöglicht es, die flüssige Kunststoffkomponente der Dosiervorrichtung unterbrechungsfrei zur Verfügung zu stellen, wobei der zwischen der Puffervorrichtung und der Dosiervorrichtung in der flüssigen Kunststoffkomponente herrschende Druck durch die Puffervorrichtung steuerbar ist.

[0008] Die vorliegende Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zum Regeln des Förderdrucks einer Versorgungspumpe in einem System zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials bereitzustellen, welches zuverlässiger und mit höherer Genauigkeit betrieben werden kann als bekannte Verfahren.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Gemäß Patentanspruch 1 handelt es sich bei der Erfindung um ein Verfahren zum Regeln des Förderdrucks einer Versorgungspumpe in einem System zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials, wobei das System eine Versorgungspumpe, eine Dosierpumpe sowie eine sich zwischen der Versorgungspumpe und der Dosierpumpe erstreckende Förderleitung aufweist und wobei die Versorgungspumpe das viskose Material aus einem Materialvorrat mit einem Förderdruck D durch die Förderleitung zu einem Eingang der Dosierpumpe fördert, wobei weiterhin dem Eingang der Dosier-

pumpe ein auf einen Vorspanndruck P vorgespannter, ein variables Puffervolumen umfassender Druckpuffer vorgeschaltet ist, wobei das Puffervolumen viskoses Material aus der Förderleitung aufnehmen kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung im Bereich des Druckpuffers höher ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers, und aus welchem viskoses Material in die Förderleitung abgegeben werden kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung im Bereich des Druckpuffers niedriger ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers, wobei das System weiterhin einen dem Eingang der Dosierpumpe vorgeschalteten Drucksensor zur Erfassung eines Ist-Druckwerts in der Förderleitung sowie eine Steuereinheit aufweist, wobei die Steuereinheit mit dem Drucksensor sowie mit der Versorgungspumpe und mit der Dosierpumpe verbunden ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuereinheit in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen einem vorgegebenen Solldruckwert und dem Ist-Druckwert in der Förderleitung sowie vom Betriebszustand der Dosierpumpe einen Vorgabewert an die Versorgungspumpe übermittelt.

[0012] Mit anderen Worten sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass ein dem Eingang der Dosierpumpe vorgeschalteter, auf einen Vorspanndruck P vorgespannter Druckpuffer mit einem variablen Puffervolumen verwendet wird, wobei zum Abmildern von Druckschwankungen in der Förderleitung viskoses Material aus der Förderleitung in dem Puffervolumen aufgenommen bzw. aus dem Puffervolumen in die Förderleitung abgegeben werden kann. Der Vorspanndruck P ändert sich dabei in Abhängigkeit vom Füllstand des Puffervolumens.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht darüber hinaus vor, dass zur Regelung des Förderdrucks der Versorgungspumpe nicht nur der in der Förderleitung erfasste Ist-Druckwert herangezogen wird, sondern auch eine Information hinsichtlich des Betriebszustands der Dosierpumpe. So verarbeitet die Steuereinheit zur Ermittlung des Vorgabewertes für die Versorgungspumpe auch Informationen darüber, ob die Dosierpumpe anläuft und ein Dosiervorgang startet bzw. ob die Dosierpumpe abgeschaltet wird und der Dosiervorgang endet. Die Berücksichtigung der Information hinsichtlich des Betriebszustands der Dosierpumpe ermöglicht ein schnelleres und dadurch genaueres Nachführen des von der Versorgungspumpe aufzubauenden Förderdrucks, da auf Änderungen im Betriebszustand der Dosierpumpe unmittelbar reagiert werden kann und nicht erst abgewartet werden muss, bis das mit der Änderung des Betriebszustands einhergehende Ansteigen oder Abfallen des Drucks auf der Eingangsseite der Dosierpumpe von dem dort angeordneten Drucksensor erfasst wird. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Verwendung eines Druckpuffers mit einem variablen Puffervolumen einerseits sowie die Berücksichtigung des Betriebszustands der Dosierpumpe bei der Regelung des Förderdrucks der Versorgungspumpe andererseits können extreme

Druckschwankungen auf der Eingangsseite der Dosierpumpe und die mit diesen einhergehenden Nachteile wirksam vermindert werden und es kann ein sehr konstanter Versorgungsdruck am Eingang der Dosierpumpe eingestellt werden.

[0014] Die Steuereinheit umfasst vorzugsweise einen PI- oder einen PID-Regler. Dieser wirkt mit dem vorgegebenen Solldruckwert und dem von dem Drucksensor erfassten Ist-Druckwert auf der Eingangsseite der Dosierpumpe. Die Berücksichtigung des Betriebszustands der Dosierpumpe bei der Regelung des Förderdrucks der Versorgungspumpe kann praktisch in der Weise erfolgen, dass der von der Steuereinheit an die Versorgungspumpe übermittelte Vorgabewert je nach Betriebszustand der Dosierpumpe mit einem Korrekturwert versehen wird. So kann, sobald der Dosiervorgang gestoppt wird, der Wert des I-Anteils bei einer PI- bzw. PID-Regelung gegenüber dem letzten Wert des I-Anteils während des vorangegangenen Dosiervorgangs mit einem Faktor < 1 , beispielsweise mit einem Faktor von 0,5, multipliziert werden. Hierdurch sinkt der an die Versorgungspumpe übermittelte Vorgabewert beim Stopp der Dosierung schlagartig auf einen deutlich niedrigeren Wert ab. Ein zu erwartender starker Druckanstieg auf der Eingangsseite der Dosierpumpe aufgrund der sich ändernden Störgröße "Druckverlust in der Leitung" wird so bereits kompensiert, bevor eine Abweichung an dem von dem Drucksensor erfassten Messwert registriert wird. Damit kann das Nachführen des Förderdrucks deutlich schneller und effizienter erfolgen, als dies möglich wäre, wenn lediglich auf das Signal des Drucksensors reagiert würde, der erst eine gewisse Zeit nach dem Abschalten der Dosierpumpe einen Druckanstieg auf der Eingangsseite der Dosierpumpe erfassen würde.

[0015] Sobald die Dosierung wieder startet, wird der Wert des I-Anteils der PI- bzw. PID-Regelung wieder auf den letzten Wert des I-Anteils während des vorangegangenen Dosiervorgangs eingestellt. Hierdurch steigt der an die Versorgungspumpe übermittelte Vorgabewert schlagartig an und ein starker Druckabfall auf der Eingangsseite der Dosierpumpe beim Wiederanlaufen der Dosierung kann verhindert werden. Auf diese Weise kann unabhängig von der Stillstandzeit der Dosierpumpe zwischen zwei Dosierungen ein relativ konstanter Druck auf der Eingangsseite der Dosierpumpe erreicht werden.

[0016] Die Verwendung eines Druckpuffers innerhalb eines Systems zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials weist verschiedene Vorteile auf. Anders als bei aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen können bei Einsatz eines Druckpuffers auch stark gefüllte Materialien sowie Medien mit abrasiven Füllstoffen problemlos verarbeitet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren steht somit für unterschiedlichste Anwendungsbereiche zur Verfügung und ist damit sehr flexibel einsetzbar. Die Materialdichte des gefördert Materials kann in einem Bereich von etwa 0,5 bis 5 g/cm³ liegen, vorzugsweise in einem Bereich von etwa 1 bis 3 g/cm³. Die Fördermenge kann etwa 0,05 cm³/s bis 150 cm³/s,

vorzugsweise etwa 0,5 cm³/s bis 20 cm³/s betragen.

[0017] Derartige Druckpuffer weisen darüber hinaus den Vorteil vergleichsweise kleiner Abmessungen und eines gegenüber Materialdruck-Reduzierventilen deutlich geringeren Gewichts auf, so dass sie beispielsweise zusammen mit der Dosierpumpe auf einem Roboter mitgefahren werden können.

[0018] Schließlich ist der Einsatz eines Druckpuffers kostengünstiger als der Einsatz eines Materialdruck-Reduzierventils.

[0019] Die den Vorspanndruck P bewirkende Vorspannkraft des Druckpuffers kann beispielsweise über eine pneumatische Kraft oder eine Federkraft oder eine hydraulische Kraft aufgebracht werden. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Vorspannkraft abhängig vom Füllstand des Puffers ist, wenn also die Vorspannkraft umso größer ist, je weiter das Puffervolumen gefüllt ist, um ein unbeabsichtigtes Komplettfüllen bzw. Komplettentleeren des Puffers zu vermeiden.

[0020] Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht die Verwendung mindestens einer als Wellenfeder ausgebildeten Stahlfeder zur Vorspannung des Druckpuffers vor. Wellenfedern weisen gegenüber herkömmlichen Spiralfedern eine um bis zu 50% geringere Federhöhe bei gleicher Federkraft auf und beanspruchen daher deutlich weniger Raum. Dies ermöglicht gegenüber der Verwendung herkömmlicher Spiralfedern eine geringere Baugröße und eine einfachere Konstruktion des Puffers.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung umfasst der Druckpuffer eine Rollmembrane zur hermetischen Abtrennung des variablen Puffervolumens. Dabei handelt es sich um eine hochflexible, dünnwandige, gewebeverstärkte Membran aus einem gummielastischen Werkstoff, beispielsweise aus Silikon, Polyurethan, Fluorkautschuk, Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk oder AcrylnitrilButadien-Kautschuk. Eine Rollmembrane weist den Vorteil einer hervorragenden Dichtigkeit auf, was insbesondere für Anwendungen mit viskosen Klebstoffen von Bedeutung ist. Kleinste Leckagen würden ansonsten dazu führen, dass Klebstoff aus dem Puffervolumen austritt und aushärtet und so die Funktionsweise des Puffers beeinträchtigt oder diesen gar unbrauchbar macht. Darüber hinaus ermöglicht eine Rollmembrane ein praktisch reibungsfreies und nahezu hysterese freies Arbeiten des Puffers.

[0022] Das variable Puffervolumen kann erfindungsgemäß ein Volumen von 100 bis 10000 mm³, vorzugsweise ein Volumen von 500 bis 5000 mm³ umfassen. Beispielsweise kann das variable Puffervolumen ein Volumen von 1500 mm³ umfassen, welches als Ausgleichsvolumen zur Verfügung steht.

[0023] Gemäß einer Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens können neben dem Signal des Drucksensors sowie einer Information hinsichtlich des Betriebszustands der Dosierpumpe auch noch Informationen bezüglich des aktuellen Füllstands in dem Puffervolumen in die Regelung einbezogen werden. Die Ein-

stellung des Förderdrucks der Versorgungspumpe erfolgt in diesem Fall auch abhängig davon, wieviel viskoses Material zum Ausgleichen von Druckschwankungen aus dem Puffervolumen in die Förderleitung abgegeben werden kann bzw. aus der Förderleitung heraus von dem Puffervolumen aufgenommen werden kann. Hierdurch kann die Regelgenauigkeit noch weiter verbessert werden.

[0024] Dabei kann es vorgesehen sein, dass der Puffer einen Stößel umfasst, welcher aus einem Gehäuse des Druckpuffers herausragt und über welchen der Füllstand des Puffervolumens ermittelt werden kann. Mit anderen Worten bewegt sich der Stößel abhängig vom Füllstand des Puffervolumens auf und ab, so dass aus der Länge des aus dem Gehäuse des Druckpuffers herausragenden Anteils des Stößels auf den Füllstand des Puffervolumens geschlossen werden kann. Die Ermittlung dieser Länge kann beispielsweise optisch oder mit Hilfe eines anderen geeigneten Sensors erfolgen. Das entsprechende Signal kann als weiteres Eingangssignal der Steuereinheit zugeführt werden.

[0025] Alternativ oder zusätzlich kann bei der Verwendung eines Mittels zur Vorspannung des Druckpuffers, welches geeignet ist, ein zumindest annähernd lineares Federverhalten zu ermöglichen, auch anhand des gemessenen Druckes auf den Füllstand des Puffervolumens geschlossen werden. Denkbar wäre hier insbesondere die Verwendung von Wellenfedern, bei denen der Druckpuffer ein annähernd lineares Druck-Volumen-Verhalten aufweist.

[0026] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ist der Drucksensor und/oder ein druckabsicherndes Organ in einem Gehäuse des Druckpuffers aufgenommen. Mit anderen Worten kann der dem Eingang der Dosierpumpe vorgeschaltete Drucksensor unmittelbar innerhalb des Gehäuses des Druckpuffers aufgenommen sein und hier frühzeitig etwaige Druckschwankungen erfassen. Zusätzlich oder alternativ kann auch ein druckabsicherndes Organ, beispielsweise eine Berstscheibe oder ein Überdruckventil, in dem Gehäuse des Druckpuffers aufgenommen sein, so dass im Falle eines plötzlich zu hoch ansteigenden Drucks in der Förderleitung der Druck wirksam reduziert werden kann, um die nachgeschaltete Dosierpumpe zu schützen.

[0027] Es kann in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass die zeitabhängige Änderung der Viskosität des viskosen Materials bei der Bestimmung des an die Versorgungspumpe übermittelten Vorgabewertes berücksichtigt wird. Hierzu kann in der Steuereinheit ein zeitabhängiges Viskositätsprofil des viskosen Materials hinterlegt sein und bei der Steuerung der Versorgungspumpe kann diese zeitliche Viskositätsentwicklung in Anlehnung an ein PT1-Glied berücksichtigt werden. Insbesondere ist es auf diese Weise möglich, in Abhängigkeit von der seit einer letzten Dosierung vergangenen Zeit Einfluss zu nehmen auf den Druck am Eingang der Dosierpumpe, auf die Stärke oder die Länge eines kurzen Druckimpulses zu Beginn einer nächsten

Dosierung sowie auf Kombinationen der genannten Möglichkeiten.

[0028] Alternativ kann zwischen zwei Dosierungen während des Stillstandes der Dosierpumpe auch ein etwas höherer Solldruck am Eingang der Dosierpumpe vorgegeben werden als dies während der Dosierung der Fall ist. Dadurch wird verhindert, dass beim erneuten Start der Dosierung der Druck am Eingang der Dosierpumpe eine kritische Schwelle kurzzeitig unterschreitet.

[0029] Bei Verwendung einer Schöpfkolbenpumpe als Versorgungspumpe kann es beim Umschaltpunkt der Pumpe zu einer unerwünschten Druckänderung, wie etwa einem Druckabfall oder einer Druckerhöhung in der Förderleitung kommen. Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Wegsensor vorgesehen sein, welcher die Position und die Geschwindigkeit des beweglichen Kolbens der Versorgungspumpe erfasst und Informationen bezüglich des zu erwartenden Umschaltpunktes der Versorgungspumpe an die Steuereinheit zur weiteren Verarbeitung übermittelt. So kann durch entsprechende Vorsteuerung des Luftdrucks, mit welchem eine pneumatische Versorgungspumpe beaufschlagt wird, eine weitgehende Ausregelung des Druckabfalls beim Umschaltpunkt der Versorgungspumpe erreicht werden. Ein weiterer Vorteil eines solchen Wegsensors besteht darin, dass eine Leckage im hydraulischen System sicher erkannt werden könnte.

[0030] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann bei einem von der Versorgungspumpe aufgetragenen Druck von bis zu 300 bar, vorzugsweise von 10 bis 80 bar, ein relativ konstanter Druck am Eingang der Dosierpumpe von bis zu 40 bar, vorzugsweise von 2 bis 10 bar, eingestellt werden. Die Entfernung zwischen Versorgungspumpe und Dosierpumpe kann dabei etwa 1 bis 20 m, vorzugsweise 2 bis 10 m betragen.

[0031] Als viskoses Material kann insbesondere ein Silikon, ein Polyol, ein Isocyanat, ein MS Polymer, ein Polyacrylat, ein Epoxi, ein Butyl, ein Polysulfide, eine Dispersion oder eine Prepolymer einer der genannten Stoffgruppen gefördert und dosiert werden.

[0032] Bevorzugt wird ein solches viskoses Material gefördert und dosiert, dessen Viskosität in einem Bereich von 10.000mPas bis 2.000.000mPas liegt, vorzugsweise in einem Bereich von 20.000mPas bis 500.000mPas.

[0033] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: ein System zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials, wie es in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt wird, in schematischer Darstellung;

Figur 2: ein Ausführungsbeispiel eines Druckpuffers, der in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt wird, in einer Schnittdarstellung.

[0034] Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein

im Ganzen mit 1 bezeichnetes System zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials, beispielsweise einer Kunststoffkomponente für ein Dichtungsmaterial. Das System 1 umfasst eine als pneumatische Schöpfkolbenpumpe ausgebildete Versorgungspumpe 2, welche das viskose Material aus einem Materialvorrat 5 in eine Förderleitung 4 fördert. Aufgrund des von der Versorgungspumpe 2 aufgebauten Förderdrucks wird das viskose Material durch die Förderleitung 4 zum Eingang 6 einer Dosierpumpe 3 gefördert. Über die Dosierpumpe 3 wird das viskose Material an einen Mischkopf 10 abgegeben. In dem Mischkopf 10 wird das viskose Material mit einer oder mehreren weiteren, hier nicht näher bezeichneten Komponenten gemischt, bevor das Gemisch, angedeutet durch den Pfeil 11, aus dem Mischkopf 10, beispielsweise in Form einer Dichtungsraupe, abgegeben wird. Alternativ zu dem hier gezeigten Mischkopf 10 kann auch ein nicht dargestelltes Komponentenventil zum Einsatz kommen, sollte das viskose Material nicht mit einer weiteren Komponente vermischt werden sollen, sondern vielmehr direkt ausgegeben werden.

[0035] Die Steuerung der Versorgungspumpe 2 und der Dosierpumpe 3 erfolgt über eine Steuereinheit 9, welche einen PID-Regler umfasst. Da es sich bei der Versorgungspumpe 2 um eine pneumatische Schöpfkolbenpumpe handelt, weist das System 1 ein zwischen der Steuereinheit 9 und der Versorgungspumpe 2 angeordnetes Proportionaldruckregelventil 12 auf, welches ein elektrisches Signal der Steuereinheit 9 in einen pneumatischen Druck umwandelt, mit welchem die Versorgungspumpe 2 beaufschlagt wird.

[0036] Zur Erfassung eines Ist-Druckwertes in der Förderleitung 4 umfasst das System 1 einen Drucksensor 8, welcher in einem Gehäuse 13 eines später noch im Detail beschriebenen Druckpuffers 7 aufgenommen ist. Der Drucksensor 8 ist über eine Signalleitung 14 mit einem Eingang der Steuereinheit 9 verbunden. In der Steuereinheit 9 ist ein vorgegebener Solldruckwert hinterlegt, mit welchem der Ist-Druckwert verglichen wird. Abhängig von dem Ergebnis dieses Vergleichs wird über eine Signalleitung 15 ein entsprechender Vorgabewert an die Versorgungspumpe 2 bzw. an das Proportionaldruckregelventil 12 übermittelt.

[0037] Über eine weitere Signalleitung 16 wird die Dosierpumpe 3 von der Steuereinheit 9 angesteuert. Neben dem Signal des Drucksensors werden auch Informationen hinsichtlich des Betriebszustands der Dosierpumpe 3 von der Steuereinheit 9 bei der Ermittlung des Vorgabewertes für die Versorgungspumpe 2 berücksichtigt. Mit anderen Worten verarbeitet die Steuereinheit 9 zusätzlich zu dem von dem Drucksensor 8 erfassten Druckwert auch Informationen hinsichtlich eines Starts bzw. eines Stopps der Dosierung der Dosierpumpe und berücksichtigt diese Informationen bei der Bestimmung des an die Versorgungspumpe 2 übermittelten Vorgabewertes. Auf diese Weise kann besonders schnell auf Änderungen des Betriebszustands der Dosierpumpe 3 reagiert werden und ein starkes Ansteigen bzw. Abfallen des Drucks

am Eingang 6 der Dosierpumpe 3 kann verhindert werden. Praktisch erfolgt die Berücksichtigung des Betriebszustands der Dosierpumpe 3 bei der Regelung des Förderdrucks der Versorgungspumpe 2 in der Weise, dass der von der Steuereinheit 9 an die Versorgungspumpe 2 bzw. das Proportionaldruckregelventil 12 übermittelte Vorgabewert je nach Betriebszustand der Dosierpumpe 3 korrigiert wird. Sobald die Dosierung gestoppt wird, wird hierzu der Wert des I-Anteils der PID-Regelung gegenüber dem letzten Wert des I-Anteils während des vorangegangenen Dosiervorgangs mit einem Faktor von 0,5 multipliziert. Hierdurch sinkt der an die Versorgungspumpe 2 übermittelte Vorgabewert beim Stopp der Dosierung schlagartig auf einen deutlich niedrigeren Wert ab. Sobald die Dosierung wieder startet, wird der Wert des I-Anteils wieder auf den letzten Wert des I-Anteils während des vorangegangenen Dosiervorgangs eingestellt. Hierdurch steigt der an die Versorgungspumpe 2 übermittelte Vorgabewert wieder schlagartig an und ein starker Druckabfall auf der Eingangsseite der Dosierpumpe 3 beim Wiederanlaufen der Dosierung kann verhindert werden.

[0038] Zur Beeinflussung des Drucks in der Förderleitung 4, insbesondere am Eingang 6 der Dosierpumpe 3, weist das System 1 zusätzlich einen der Dosierpumpe 3 vorgeschalteten Druckpuffer 7 auf. Der Druckpuffer 7 umfasst ein variables Puffervolumen, welches viskoses Material aus der Förderleitung 4 aufnehmen kann bzw. aus dem viskoses Material in die Förderleitung 4 abgegeben werden kann.

[0039] Der Aufbau und die Funktionsweise des Druckpuffers 7 werden anhand von Figur 2 näher erläutert. Der Druckpuffer 7 ist an die Förderleitung 4 angeschlossen, durch welche viskoses Material in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung von der Versorgungspumpe 2 zur Dosierpumpe 3 gefördert wird. Der Druckpuffer 7 umfasst ein Gehäuse 13 sowie einen Stößel 17, welcher in Gleitbuchsen 23 in einer durch den Pfeil S angedeuteten Richtung beweglich ist. Der Stößel 17 ragt zumindest teilweise aus dem Gehäuse 13 heraus. An dem der Förderleitung 4 zugewandten Ende des Stößels 17 ist eine Rollmembrane 18 angeordnet, durch welche ein als Ausgleichsvolumen fungierendes variables Puffervolumen 19 begrenzt wird. Das Puffervolumen 19 ist angrenzend an den Stößel 17 durch die Rollmembrane 18 hermetisch abgedichtet, während es angrenzend an die Förderleitung 4 offen ist und in Kontakt mit dieser steht. Die Rollmembrane 18 ermöglicht ein praktisch reibungsfreies Arbeiten des Druckpuffers 7.

[0040] Der Druckpuffer 7 ist auf einen Vorspanndruck P vorgespannt, welcher vom Füllstand des Puffervolumens 19 abhängt. Der Vorspanndruck P wird durch eine als Wellenfeder 20 ausgebildete Stahlfeder aufgebracht, welche zwischen einer Schulter 21 des Stößels 17 und der inneren Wandung des Gehäuses 13 angeordnet ist. Sobald der Förderdruck in der Förderleitung 4 im Bereich des Druckpuffers 7 und vor der Dosierpumpe 3 höher ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers 7, tritt visko-

ses Material aus der Förderleitung 4 in das Puffervolumen 19 ein und drückt über die Rollmembrane 18 auf den Stößel 17, so dass dieser sich von der Förderleitung 4 weg nach oben bewegt und die Wellenfeder 20 gestaucht werden. Das variable Puffervolumen 19 vergrößert sich entsprechend und der Vorspanndruck P des Druckpuffers 7 nimmt zu. Dieser Vorgang hält so lange an, bis ein Druckgleichgewicht hergestellt ist oder bis der Stößel 17 mit seiner Schulter 22 an dem Gehäuse 13 anschlägt, so wie es die Figur 2 zeigt. Sinkt der Förderdruck in der Förderleitung 4 wieder unter den jetzt herrschenden Vorspanndruck P des Druckpuffers, so bewirkt die Rückstellkraft der Wellenfeder 20 eine Bewegung des Stößels 17 in umgekehrter Richtung auf die Förderleitung 4 zu, wodurch das Puffervolumen 19 verkleinert und viskoses Material aus dem Puffervolumen 19 in die Förderleitung 4 zur Versorgung der Dosierpumpe 3 abgegeben wird. Auf diese Weise kann der Druckpuffer 7 Druckschwankungen in der Förderleitung 7 abmildern und so zu einem konstanteren Druck auf der Eingangsseite der Dosierpumpe 3 beitragen. Durch die Verwendung von Wellenfeder 20 weist der Druckpuffer 7 dabei ein annähernd lineares Druck-Volumen-Verhalten auf. Um eine Überlastung des Druckpuffers 7 zu verhindern, kann sich das variable Puffervolumen 19 in einem Druckbereich von ca. 2 bis 20 bar ausdehnen. Werden diese Werte unter- bzw. überschritten, so wird die Bewegung des Stößels 17 durch einen mechanischen Anschlag begrenzt.

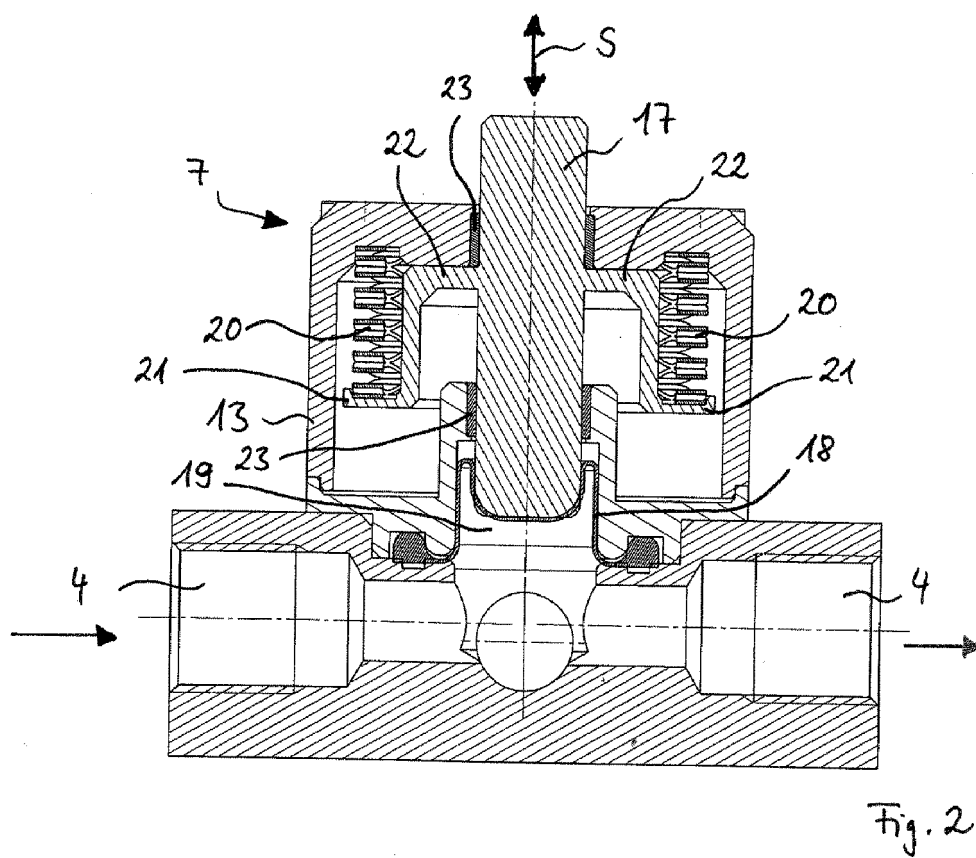
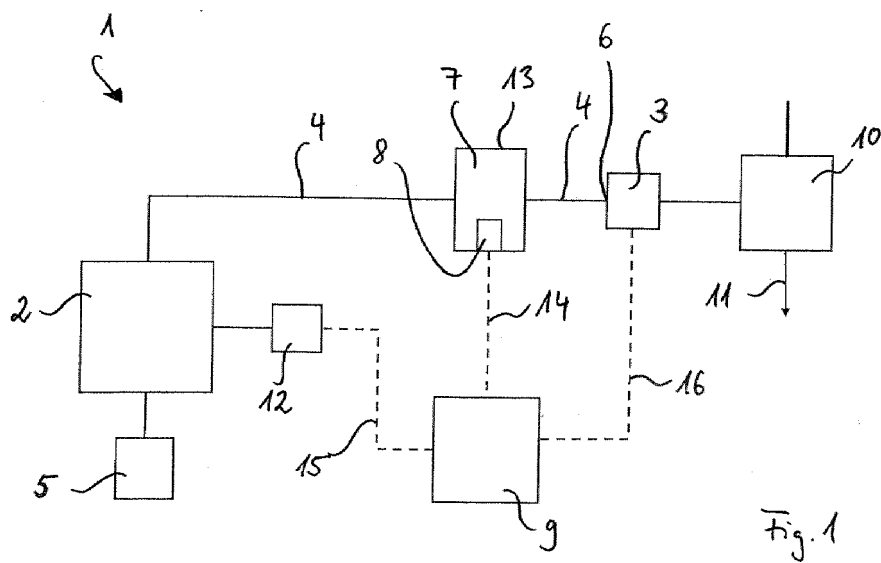
[0041] Durch das Bereitstellen eines variablen Puffervolumens einerseits und die Berücksichtigung des Betriebszustands der Dosierpumpe 3 andererseits gelingt es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, den Förderdruck der Versorgungspumpe 2 so zu regeln, dass an der Eingangsseite der Dosierpumpe 3 unabhängig von etwaigen Stillstandzeiten der Dosierpumpe 3 ein im Wesentlichen konstanter Versorgungsdruck bereitgestellt werden kann.

[0042] Bei einer in den Figuren nicht dargestellten Variante des Verfahrens können zusätzlich Informationen hinsichtlich des Füllstands des Puffervolumens 19 in die Regelung einbezogen werden. Hierzu kann der Füllstand des Puffervolumens 19 indirekt anhand der Länge des aus dem Gehäuse 13 des Druckpuffers 7 herausragenden Anteils des Stößels 17 bestimmt werden. Zu diesem Zweck kann ein vorzugsweise optischer Sensor vorgesehen sein, der die Position des Stößels 17 erfasst und ein entsprechendes Signal zur Weiterverarbeitung an die Steuereinheit 9 sendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Förderdrucks einer Versorgungspumpe (2) in einem System (1) zur Förderung und Dosierung eines viskosen Materials, wobei das System (1) eine Versorgungspumpe (2), eine Dosierpumpe (3) sowie eine sich zwischen der Ver-

- sorgungspumpe (2) und der Dosierpumpe (3) erstreckende Förderleitung (4) aufweist und wobei die Versorgungspumpe (2) das viskose Material aus einem Materialvorrat (5) mit einem Förderdruck D durch die Förderleitung (4) zu einem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) fördert, wobei weiterhin dem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) ein auf einen Vorspanndruck P vorgespannter, ein variables Puffervolumen (19) umfassender Druckpuffer (7) vorgeschaltet ist, wobei das Puffervolumen (19) viskoses Material aus der Förderleitung (4) aufnehmen kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung (4) im Bereich des Druckpuffers (7) höher ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers (7), und aus welchem viskoses Material in die Förderleitung (4) abgegeben werden kann, wenn der Förderdruck in der Förderleitung (4) im Bereich des Druckpuffers (7) niedriger ist als der Vorspanndruck P des Druckpuffers (7), wobei das System (1) weiterhin einen dem Eingang (6) der Dosierpumpe (3) vorgeschalteten Drucksensor (8) zur Erfassung eines Ist-Druckwerts in der Förderleitung (4) sowie eine Steuereinheit (9) aufweist, wobei die Steuereinheit (9) mit dem Drucksensor (8) sowie mit der Versorgungspumpe (2) und mit der Dosierpumpe (3) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (9) in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen einem vorgegebenen Soll-druckwert und dem Ist-Druckwert in der Förderleitung (4) sowie vom Betriebszustand der Dosierpumpe (3) einen Vorgabewert an die Versorgungspumpe (2) übermittelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Steuereinheit (9) an die Versorgungspumpe (2) übermittelte Vorgabewert je nach Betriebszustand der Dosierpumpe (3) mit einem Korrekturwert versehen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorspanndruck P des Druckpuffers (7) durch mindestens eine als Wellenfeder (20) ausgebildete Stahlfeder aufgebracht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckpuffer (7) eine Rollmembrane (18) zur hermetischen Abtrennung des variablen Puffervolumens (19) umfasst.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das variable Puffervolumen (19) ein Volumen von 500 bis 5000 mm³ umfasst.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben dem Signal des Drucksensors (8) sowie dem Signal der Dosierpumpe (3) hinsichtlich ihres Betriebszustands auch Informationen bezüglich des Füllstands in dem Puffervolumen (19) in die Regelung einbezogen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckpuffer (7) einen Stößel (17) umfasst, welcher aus einem Gehäuse (13) des Druckpuffers (7) herausragt und über welchen der Füllstand des Puffervolumens (19) ermittelt werden kann.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (8) und/oder ein druckabsicherndes Organ in einem Gehäuse (13) des Druckpuffers (7) aufgenommen ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinheit (9) ein zeitabhängiges Viskositätsprofil des viskosen Materials hinterlegt ist und die zeitabhängige Änderung der Viskosität des viskosen Materials bei der Bestimmung des an die Versorgungspumpe (2) übermittelten Vorgabewertes berücksichtigt wird.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 9754

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 677 313 A1 (AGILENT TECHNOLOGIES INC [US]) 25. Dezember 2013 (2013-12-25)	1, 2, 9	INV.
Y	* Absatz [0042] - Absatz [0045]; Abbildung 7 *	3-8	F04B11/00 F04B13/00 F04B15/02 F04B23/04 F04B49/06 F04B49/08
Y	EP 2 722 575 A1 (WATER POWERED TECHNOLOGIES LTD [GB]) 23. April 2014 (2014-04-23) * Absätze [0013] - [0019]; Abbildung 2 *	3-8	
Y	DE 10 2019 212385 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Februar 2021 (2021-02-25) * Absätze [0026], [0027]; Abbildung 2 *	3-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2022	Prüfer Jurado Orenes, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 22 15 9754

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-07-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2677313 A1	25-12-2013	CN 103512987 A	15-01-2014
		EP 2677313 A1	25-12-2013

EP 2722575 A1	23-04-2014	BR 112015008659 A2	04-07-2017
		CN 104813091 A	29-07-2015
		DK 2722575 T3	11-12-2017
		EP 2722575 A1	23-04-2014
		ES 2650168 T3	17-01-2018
		KR 20150065876 A	15-06-2015
		PT 2722575 T	11-12-2017
		RU 2015118416 A	10-12-2016
		US 2015267854 A1	24-09-2015
		WO 2014060734 A1	24-04-2014

DE 102019212385 A1	25-02-2021	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- WO 2017004635 A1 [0007]