



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.2010 Patentblatt 2010/45

(51) Int Cl.:
F04B 11/00 (2006.01) F04B 49/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10004530.1**

(22) Anmeldetag: **29.04.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

(72) Erfinder:
• **Sauter, Matthias**
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
• **Döring, Matthias**
73630 Grunbach (DE)

(30) Priorität: **08.05.2009 DE 102009020414**

(74) Vertreter: **Zeitler - Volpert - Kandlbinder**
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(71) Anmelder: **LEWA GmbH**
71229 Leonberg (DE)

(54) **Vergleichmäßigung des Förderstroms bei oszillierenden Verdrängerpumpen**

(57) Bei einem Verfahren zur Vergleichmäßigung des Förderstroms bei oszillierenden Verdrängerpumpen, deren Antrieb mittels eines Antriebsmotors über eine rotierende Welle erfolgt, wird derart vorgegangen, dass die Erzeugung des Fluidförderstroms in einer Förderleitung (5) mittels wenigstens zweier oszillierender Verdrängerpumpen (1, 2) erfolgt, deren Antriebsmotoren (6, 7) derart gesteuert werden, dass der insgesamt erzeugte Förderstrom in der Förderleitung (5) weitgehend gleichmäßig bzw. konstant ist.

Die zur Durchführung dieses Verfahrens vorgesehene Vorrichtung gemäß der Erfindung zeichnet sich aus durch wenigstens zwei oszillierende Verdrängerpumpen (1, 2), deren Druckleitung (3, 4) zum Überlagern der einzelnen Förderströme an eine gemeinsame Förderleitung (5) angeschlossen ist und die jeweils einen Antriebsmotor (6, 7) aufweisen, die ohne mechanische Kopplung in elektronischer Synchronisation zum Erzielen eines weitgehend gleichmäßigen bzw. konstanten Summenförderstroms betreibbar sind.

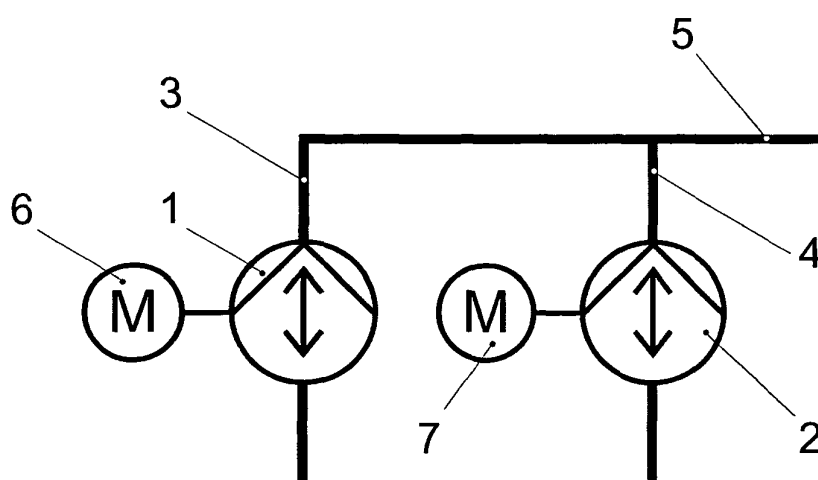


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergleichmäßigung des Förderstroms bei oszillierenden Verdrängerpumpen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

[0003] Beim Betrieb oszillierender Verdrängerpumpen ist es aus grundsätzlichen Erwägungen heraus erwünscht, einen weitgehend konstanten Förderstrom zu erzielen. Dies gilt allein schon deswegen, weil ansonsten in der Druck- bzw. Förderleitung nachteilige Erscheinungen auftreten. Diese bestehen z.B. darin, dass bei jedem Druckhub eine Druckpulsation in der Förderleitung entsteht, welche die Leitungen des gesamten Systems nachteilig beeinflussen kann und deshalb mittels gesonderter Pulsationsdämpfer und dgl. unterdrückt bzw. verhindert werden muss.

[0004] Um daher einen weitgehend konstanten Förderstrom bei oszillierenden Verdrängerpumpen zu erreichen, ist es beispielsweise schon bekannt, Pumpen nicht als Einfachpumpen zu bauen, sondern mindestens als Dreifachpumpe mit gleichmäßigem Exzenterversatz vorzusehen. Durch die Überlagerung der Förderströme nimmt mit zunehmender Zylinderzahl die Pulsation des Förderstromes ab. Dies ist für viele Fälle jedoch nicht ausreichend, so zusätzliche Maßnahmen zur Pulsationsdämpfung notwendig werden. Dies erfordert jedoch einen beträchtlichen konstruktiven Aufwand.

[0005] Außerdem ist es bekannt (DE 198 49 785 C1), zur erwünschten Förderstromeinstellung der oszillierenden Verdrängerpumpe deren Antriebswelle selbst zu nutzen, und zwar derart, dass ein Übergang von der rotierenden Bewegung der Antriebswelle in eine Schwenkbewegung bzw. umgekehrt erfolgt, um verschiedene gewünschte Förderstromeinstellungen vorzusehen. Ein derartiges Verfahren hat sich in der Praxis durchaus bewährt. Hiermit ist es jedoch noch nicht möglich, einen durchgehend konstanten bzw. gleichmäßigen Förderstrom des insgesamt zu fördernden Fluids zu erreichen, da immer noch während des - wenn auch kurzen - Saughubs der Pumpe keinerlei Förderung erfolgt, was die ansonsten erzielte Konstanz des Förderstroms unterbricht.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der gattungsgemäßen Art zur Beseitigung der geschilderten Nachteile derart auszugestalten, dass es mittels einfacher konstruktiver Mittel bei vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand die Erzielung eines weitgehend gleichmäßigen bzw. konstanten Förderstroms ermöglicht.

[0007] Außerdem soll eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens geschaffen werden, die einfach betreibbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 ge-

löst. Vorteilhafte Ausgestaltungen hiervon sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0009] Die Merkmale der erfindungsgemäß geschaffenen Vorrichtung ergeben sich aus Anspruch 6. Vorteilhafte Ausgestaltungen hiervon sind in den weiteren Ansprüchen aufgeführt.

[0010] Dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Vergleichmäßigung des Förderstroms bei oszillierenden Verdrängerpumpen liegt der wesentliche Gedanke zugrunde, dass die Erzeugung des Fluidstroms in einer Förderleitung mittels wenigstens zweier oszillierender Verdrängerpumpen erfolgt, deren Antriebsmotoren derart gesteuert werden, dass der insgesamt erzeugte Förderstrom in der Förderleitung weitgehend gleichmäßig bzw. konstant ist.

[0011] Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass die Verdrängerpumpen im Verbund miteinander ohne mechanische Kopplung betrieben werden.

[0012] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Verdrängerpumpen derart elektronisch synchronisiert betrieben werden, dass ein nahezu pulsationsfreier gleichförmiger Förderstrom (Volumenstrom) in der gemeinsamen Förderleitung erzeugt wird.

[0013] Zweckmäßigerweise kann das erfindungsgemäße Verfahren derart betrieben werden, dass der Antriebsmotor jeder Verdrängerpumpe in seiner Drehzahl derart verändert wird, dass die überlagerten Förderströme der Verdrängerpumpen einen weitgehend konstanten Summenförderstrom ergeben.

[0014] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die Welle des Antriebsmotors jeder Verdrängerpumpe zum Erreichen der Konstantcharakteristik des Summenförderstroms eine angepasste Drehbewegung ausführt.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des vorerwähnten Verfahrens ist versehen mit wenigstens zwei oszillierenden Verdrängerpumpen, deren Druckleitung zum Überlagern der einzelnen Förderströme an eine gemeinsame Förderleitung angeschlossen ist und die jeweils einen Antriebsmotor aufweisen, die ohne mechanische Kopplung in elektronischer Synchronisation zum Erzielen eines weitgehend gleichmäßigen bzw. konstanten Summenförderstroms betreibbar sind.

[0016] Vorteilhafter Weise ist der Antrieb jeder Verdrängungspumpe ein hochdynamischer Antrieb. Dies kann ein Servomotor, vorzugsweise ein permanenterregter Drehstrom-Synchroservomotor sein.

[0017] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Verdrängerpumpen Membranpumpen sind.

[0018] Mit der Erfindung ist es somit möglich, aufgrund der gezielt durchgeführten Überlagerung der Förderströme zweier Einzelpumpen die Druckpulsation in der gemeinsamen Förderleitung auch ohne Pulsationsdämpfer zu verhindern und gleichzeitig einen weitgehend konstanten Förderstrom zu erreichen. Dies erfolgt durch exakte elektronische Synchronisation der mechanisch nicht gekoppelten Verdrängerpumpen.

[0019] Um schließlich zu kontrollieren, ob die er-

wünschte Konstantcharakteristik des Förderstroms erreicht wird, sind schon verschiedene Verfahren bekannt (DE 35 46 189 C2), die beispielsweise darin bestehen, dass der Druckverlauf im Pumpenzylinder mittels Drucksensoren gemessen wird, worauf dann aus den erfassten Messwerten über das kinematische Bewegungsgesetz des Pumpenkolbens der tatsächlich geförderte Volumenstrom der Pumpe berechnet wird.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden in Form eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 schematisch die Anordnung von zwei mechanisch nicht gekoppelten oszillierenden Verdrängerpumpen zur Vergleichmäßigung des Gesamtförderstroms;

Fig. 2 a-d verschiedene Diagramme von Pumpenmesswerten, aufgetragen über der Zeit t , zur Verdeutlichung der Erzielung einer konstanten Fluidgeschwindigkeit und damit eines gleichmäßigen Förderstroms, bei einem Fördergrad der Pumpen von insgesamt 100%, sowie

Fig. 3 a-c verschiedene Diagramme von entsprechenden Pumpenmesswerten, aufgetragen über der Zeit t , bei einem reduzierten Pumpenfördergrad von ca. 90%.

[0021] Wie aus Fig. 1 der Zeichnung ersichtlich, sind zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens beim dargestellten Ausführungsbeispiel zwei oszillierende Verdrängerpumpen in Form von Membranpumpen 1, 2 vorgesehen, deren Druckleitungen 3, 4 an eine gemeinsame Förderleitung 5 angeschlossen sind.

[0022] Die mechanisch nicht gekoppelten Membranpumpen 1, 2 weisen jeweils einen Antriebsmotor 6 bzw. 7 auf, der als hochdynamischer Antrieb ausgestaltet ist. Dies ist vorzugsweise ein Servomotor, und zwar insbesondere ein permanenterregter Drehstrom-Synchronservomotor.

[0023] Die Antriebsmotoren 6, 7 der beiden Membranpumpen 1, 2 werden durch exakte elektronische Synchronisation derart betrieben, dass ein weitgehend gleichmäßiger bzw. konstanter Summenförderstrom in der gemeinsamen Förderleitung 5 erreichbar ist.

[0024] Diese mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betriebene Vorgehensweise ist durch die einzelnen Diagramme in Fig. 2 a-d dargestellt, bei denen der Pumpenfördergrad jeweils 100% beträgt. Hierbei ist der Einfachheit halber nur der Druckhub jeder Membranpumpe 1, 2 dargestellt, wobei die jeweils linke Hälfte der Diagramme den betreffenden Messwertverlauf beim Druckhub der Membranpumpe 1 darstellt, während die entsprechend rechte Diagrammhälfte den Messwertverlauf in gestrichelter Form beim Druckhub der Membranpumpe 2 zeigt.

[0025] Diagramm 2a zeigt den Verlauf des Kolben-

wegs über der Zeit t bei beiden Membranpumpen 1, 2. Da dies - im Unterschied zum Stand der Technik - aufgrund des speziellen Betriebs der Antriebsmotoren 6, 7 der beiden Membranpumpen 1, 2 ein konstanter Verlauf ist, ergibt sich auch, wie aus Fig. 2b ersichtlich, eine konstante Kolbengeschwindigkeit.

[0026] Dies wird nicht zuletzt dadurch bewirkt, dass die Winkelgeschwindigkeit der Exzenterwellen der jeweiligen Membranpumpen 1, 2, aufgetragen über der Zeit t , den Verlauf gemäß Fig. 2c aufweist, d.h. - gleichfalls im Unterschied zum Stand der Technik - jeweils eine hohe Anfangs- und Endgeschwindigkeit bei konstantem Verlauf zwischen diesen beiden Eckwerten.

[0027] Schließlich zeigt das Diagramm gemäß Fig. 2d deutlich, dass sich aufgrund der erfindungsgemäßen Betriebsweise eine konstante Fluidgeschwindigkeit, aufgetragen über der Zeit t , ergibt. Dies hat unmittelbar einen konstanten Förderstrom in der Förderleitung 5 zur Folge.

[0028] Die Diagramme gemäß Fig. 3 a-c zeigen verschiedene Messwerte der Membranpumpe 1 (durchgezogene Linie) sowie der Membranpumpe 2 (gestrichelte Linie), jeweils aufgetragen über der Zeit t , wobei die Membranpumpen 1, 2 jeweils nur einen reduzierten Fördergrad von ca. 90°C aufweisen. Hierbei zeigt das Diagramm gemäß Fig. 3a die über der Zeit t aufgetragene Fluidgeschwindigkeit ohne Kompensation des Verlustes durch den zu Beginn des Druckhubes jeweils auftretenden "toten Kompressionsweg h_K ". Dieser Verlust an Fluidgeschwindigkeit ist jedoch im Vergleich zum Stand der Technik außerordentlich gering, so dass er vernachlässigbar ist.

[0029] Falls dieser Wertverlust gleichwohl ausgeglichen werden soll, ergibt sich dann eine Darstellung der Fluidgeschwindigkeit über der Zeit t gemäß Fig. 3b, bei welcher der Fördergrad kompensiert ist. Zu diesem Zweck muss der zu Beginn des Druckhubes auftretende "tote Kompressionsweg h_K " bekannt sein oder automatisch ermittelt werden. Ein entsprechendes Verfahren hierzu ist beispielsweise aus der DE 35 46 189 C2 bekannt.

[0030] Wie hierzu aus Fig. 3c ersichtlich, wird der Pumpenkolben nach Beendigung des Saughubes in die Stellung h_K gebracht, bevor der eigentliche Förderhub beginnt. Der Kolbenweg startet dann bereits bei h_K , d.h. das Fluid wird sofort im Druckhub verdrängt.

[0031] Zum Verständnis des Begriffes des "toten Kompressionsweges h_K " wird von der bekannten Tatsache ausgegangen, dass jede oszillierende Verdrängerpumpe einen Förderzyklus aufweist. Dieser besteht

- aus einer Ansaugphase, in der das Fluid in eine Pumpenkammer angesaugt wird,
- einer Kompressionsphase, in der das angesaugte Fluid auf Förderdruck gebracht wird,
- einer Förderphase, in der ein Teil des komprimierten Fluids aus der Pumpenkammer ausgestoßen wird,

und

- schließlich einer Dekompressions- bzw. Expansionsphase, in der das in der Pumpenkammer verbliebene Fluid wieder auf Ansaugdruck gebracht wird. Hierbei benötigt jede oszillierende Verdrängerpumpe für die Kompression des Fluids vom Saugdruck auf den Förderdruck einen bestimmten geringen Kolbenweg, den sog. toten Kompressionsweg hK, der in der Kompressionszeit zurückgelegt wird.

[0032] Hinsichtlich vorstehend nicht im Einzelnen erläuterten Merkmale wird abschließend ausdrücklich auf die Ansprüche sowie die Zeichnung verwiesen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vergleichmäßigung des Förderstroms bei oszillierenden Verdrängerpumpen, deren Antrieb mittels eines Antriebsmotors über eine rotierende Welle erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erzeugung des Fluidförderstroms in einer Förderleitung (5) mittels wenigstens zweier oszillierender Verdrängerpumpen (1, 2) erfolgt, deren Antriebsmotoren (6, 7) derart gesteuert werden, dass der insgesamt erzeugte Förderstrom in der Förderleitung (5) weitgehend gleichmäßig bzw. konstant ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrängerpumpen (1, 2) im Verbund miteinander ohne mechanische Kopplung betrieben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrängerpumpen (1, 2) derart elektronisch synchronisiert betrieben werden, dass ein nahezu pulsationsfreier gleichförmiger Förderstrom (Volumenstrom) in der gemeinsamen Förderleitung (5) erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsmotor (6, 7) jeder Verdrängerpumpe (1, 2) in seiner Drehzahl derart verändert wird, dass die überlagerten Förderströme der Verdrängerpumpen (1, 2) einen weitgehend konstanten Summenförderstrom ergeben.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle des Antriebsmotors (6, 7) jeder Verdrängerpumpe (1, 2) zum Erreichen der Konstantcharakteristik des Summenförderstroms eine angepasste Drehbewegung ausführt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** wenigstens zwei oszillierende Verdrängerpumpen (1, 2), deren Druckleitung (3, 4) zum Überlagern der einzelnen Förderströme an eine gemeinsame Förderleitung (5) angeschlossen ist und die jeweils einen Antriebsmotor (6, 7) aufweisen, die ohne mechanische Kopplung in elektronischer Synchronisation zum Erzielen eines weitgehend gleichmäßigen bzw. konstanten Summenförderstroms betreibbar sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb (6, 7) jeder oszillierenden Verdrängerpumpe (1, 2) ein hochdynamischer Antrieb, insbesondere ein Servomotor, vorzugsweise ein permanenterregter Drehstrom-Synchronservomotor, ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oszillierenden Verdrängerpumpen (1, 2) Membranpumpen sind.

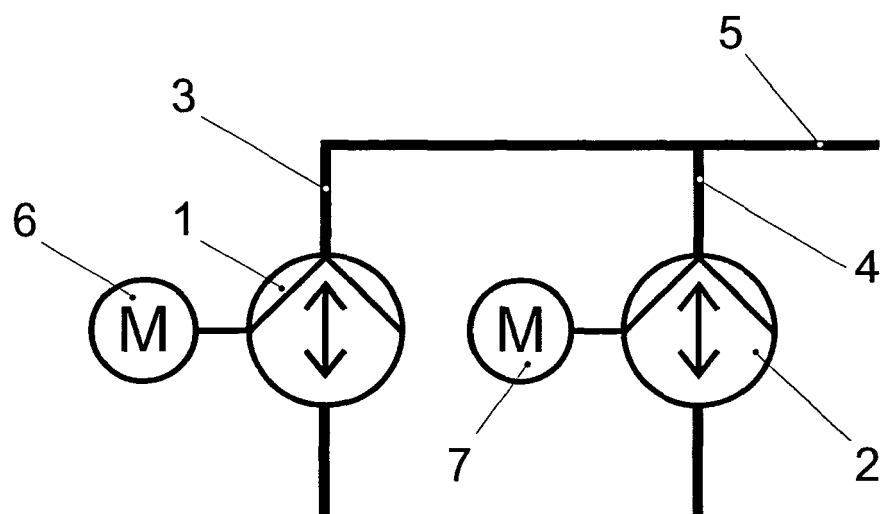


Fig. 1

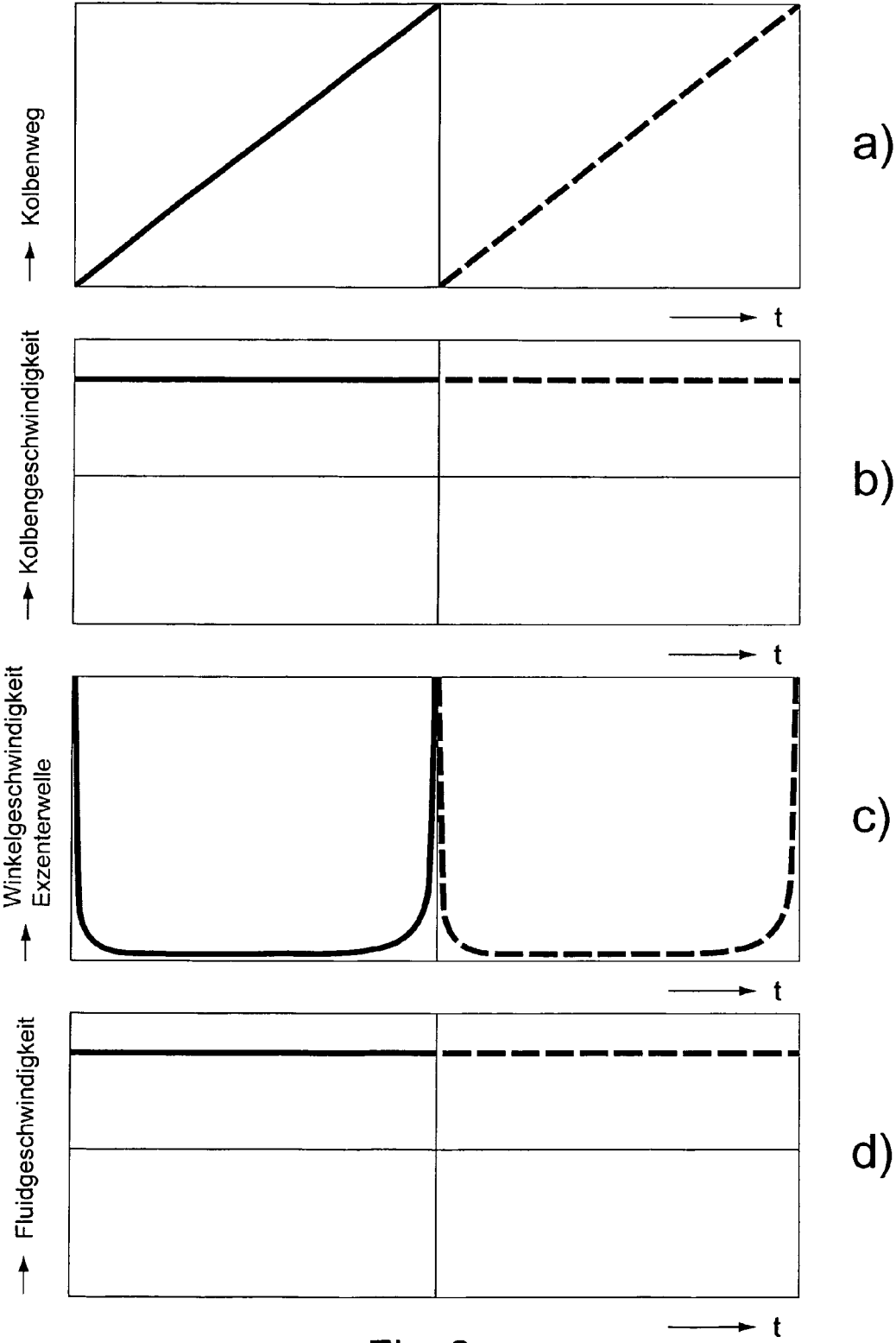


Fig. 2

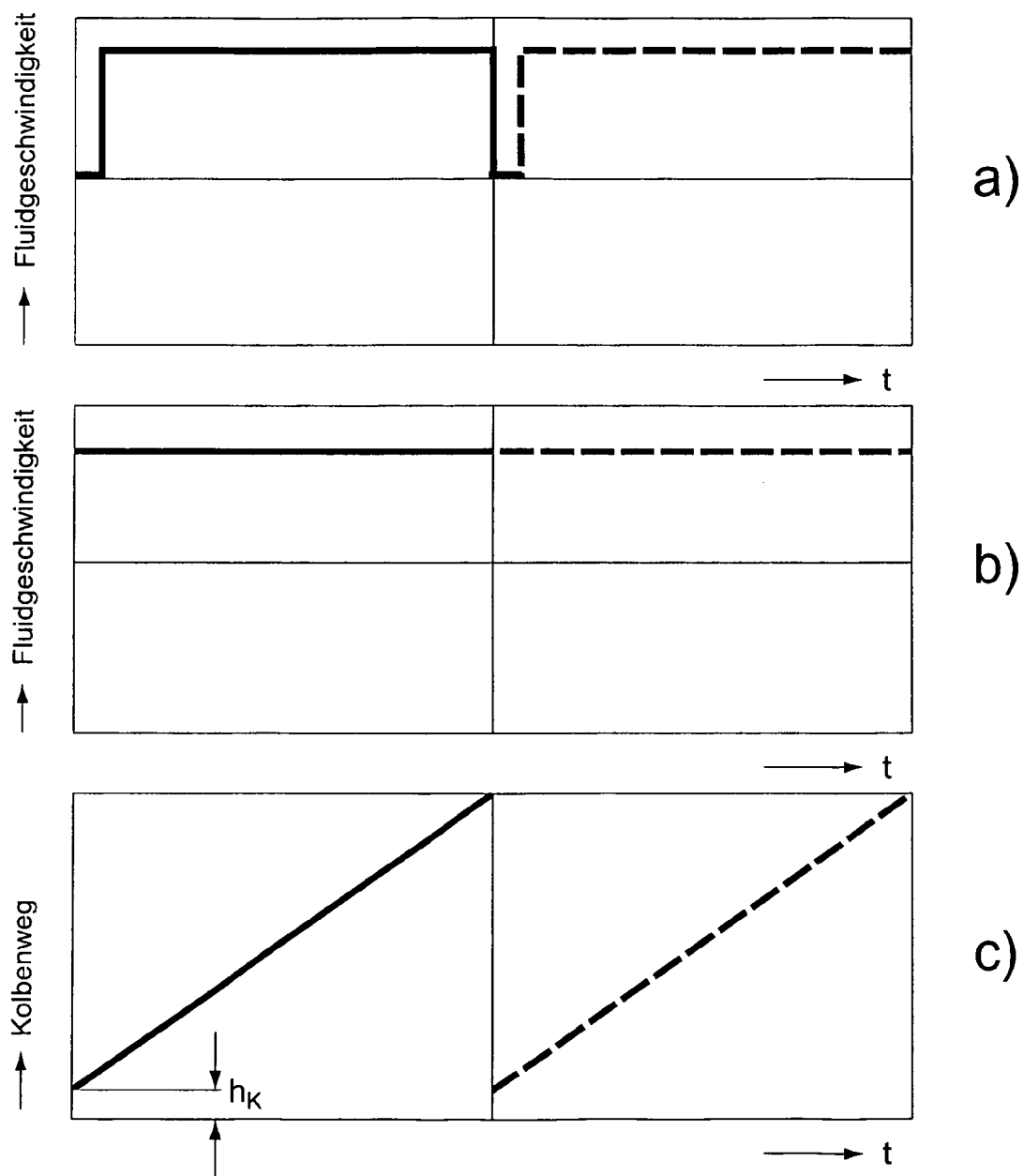


Fig. 3

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 19849785 C1 [0005]
- DE 3546189 C2 [0019] [0029]