

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50167/2021
(22) Anmeldetag: 09.03.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2022

(51) Int. Cl.: **F04B 17/03** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102008036528 A1
WO 2019213041 A1

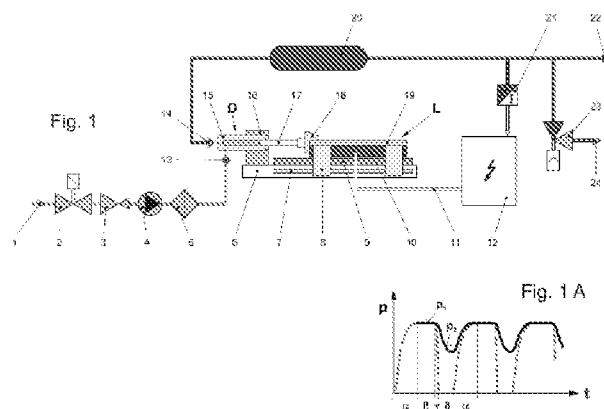
(71) Patentanmelder:
BFT GmbH
8682 Hönigsberg (AT)

(72) Erfinder:
Trieb Franz Ing.
8605 Kapfenberg (AT)

(74) Vertreter:
Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG
1030 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid. Um die Nachteile im Stand der Technik hinsichtlich einer komplizierten Bauart, eines bemerkenswerten Verschleißes, einer aufwändigen Regelbarkeit mit geringer Geschwindigkeit zu minimieren und einen wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Druckerzeuger (D) jeweils einen elektrischen Linearmotor (L) mit Stator (9) und Forcer (10) für einen Antrieb des Hochdruckplungers (17) im Hochdruckzylinder (15) aufweist und der/die elektrische Linearmotor(en) (L, L') mit einer elektrischen Steuerungseinheit (12) verbunden ist (sind).



Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid.

- 5 Um die Nachteile im Stand der Technik hinsichtlich einer komplizierten Bauart, eines bemerkenswerten Verschleißes, einer aufwändigen Regelbarkeit mit geringer Geschwindigkeit zu minimieren und einen wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Druckerzeuger (D) jeweils einen elektrischen Linearmotor (L) mit Stator (9) und Forcer (10) für einen Antrieb des
- 10 Hochdruckplungers (17) im Hochdruckzylinder (15) aufweist und der/die elektrischen Linearmotor(en) (L, L') mit einer elektrischen Steuerungseinheit (12) verbunden ist (sind).

Vorrichtung und Verfahren zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid mittels Druckerzeugers gebildet mit einer Fluidversorgung und einem Fluidzulauf im Hochdruckzylinder und in diesem bewegbaren Hochdruckplunger mit einem Antrieb derselben und einer Zuführung von Hochdruckfluid in eine Hochdruckleitung, gegebenenfalls mit Pulsationsdämpfer in dieser, mit Druckaufnehmer für eine Steuerung des Antriebes und gegebenenfalls einem schaltbaren Druckentlastungsventil.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckfluid für Verbraucher, beispielsweise Wasserstrahl-Schneidanlagen mit regelbaren Parametern bei Verwendung von Druckerzeugern mit Hochdruckzylinder und Hochdruckplunger gemäß obiger Vorrichtung.

Vorrichtungen zur Herstellung von Hochdruckfluid unterschiedlicher Art bekommen in der Verfahrenstechnik in zunehmendem Maße einen erhöhten Stellenwert, wobei diese Vorrichtungen Forderungen nach höchster Präzision bei gleichzeitig steigender Geschwindigkeit der Regelungen genügen müssen.

Insbesondere bei hohen Fluiddrücken sind Druckschwankungen, die von Druckübersetzern herrühren können, aus verfahrenstechnischen Gründen, aber auch aus werkstofftechnischen Gründen, von Anlagenkomponenten zu minimieren, weil diese Druckschwankungen eine wechselnde mechanische Belastung von Teilen der Vorrichtung begründen und zu Materialermüdungen bzw. Dauerbrüchen führen können.

Bei einem Hydraulikantrieb zur Bereitstellung von Hochdruckfluid wurde nach EP 2 610 490 B1 vorgeschlagen, die Menge und/oder den Druck desselben bei Verwendung eines zwei Plunger aufweisenden Druckübersetzers sowie eines Schaltblocks mit einer Pumpe angetrieben von einem steuerbaren Servomotor zu regeln.

Um einen Druckabfall im Hochdruckfluid während der Umschaltung eines Druckübersetzers für Anlagen zum Wasserstrahlschneiden mit zwei Plunger gering zu halten, wurde gemäß EP 3 012 453 A2 angeregt, dass der Servoantrieb für eine Hydraulikpumpe bidirektional, also mit einem reversiblen Motor gebildet ist und
 5 derart eine direkte Beaufschlagung eines hydraulischen Druckübersetzers erfolgt.

Aus der EP 3 012 075 B1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben aufweisenden, an einem Wasserbehälter angeschlossenen Hochdruckpumpe bekannt geworden, wobei die
 10 Tauchkolben der Hochdruckpumpe über eine Kurbelwelle bewegt wird, von einem Antrieb mittels eines Servomotors stillgesetzt und wieder in Betrieb genommen werden. Ein Lagerspiel an der Kurbelwelle und auch der Tauchkolbengelenke sowie die Massenkräfte bei einem Beschleunigen und Verzögern im Zuge einer Regelung des Antriebes kann nachteilig wirksam sein.

Die bekannten dem Stand der Technik zuzuordnenden Vorrichtungen können Nachteile hinsichtlich einer komplizierten Bauart, eines bemerkenswerten Verschleißes, einer aufwändigen Regelbarkeit mit gegebenenfalls zu geringer Geschwindigkeit und einer verbesserbaren Wirtschaftlichkeit aufweisen.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, eine neue Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welcher die Nachteile im Stand der Technik überwunden werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Druckerzeuger oder mehrere kooperierende Druckerzeuger jeweils einen elektrischen Linearmotor mit Stator und Forcer für einen Antrieb des Hochdruckplunger im Hochdruckzylinder aufweist und der/die elektrische(n) Linearmotor(en) mit einer elektrischen Steuerungseinheit, welche eine elektrische Energieversorgung, einen Servoumrichter
 25 für elektrische Linearmotoren, eine programmierbare Recheneinheit und
 30 Messwertzuführungen umfasst, verbunden ist (sind).

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere in einer einfachen Bauart, einem wirtschaftlichen Betrieb, einer umfassenden Regelbarkeit und einer hohen Regelgeschwindigkeit der Vorrichtung.

5 Die gegebenenfalls kooperierenden Druckerzeuger weisen jeweils einen elektrischen Linearmotor mit Stator und Forcer auf, wobei die Bezeichnungen „Stator und Forcer“ nicht eine Ausführungsform einer Krafteinleitung darlegen, sondern eine Festlegung der relativ zueinander bewegbaren Motorteile in der Vorrichtung beschreibt.

10 Für einen Druckerzeuger mit einem Hochdruckzylinder und in diesen bewegbar ein Hochdruckplunger hat eine axgleiche Anordnung eines elektrischen Linearmotors wesentliche funktionstechnische Vorteile.

15 Ein Kraftfluss erfolgt direkt in Bewegungsrichtung des Hochdruckplungers ohne einen üblichen Weg mit einer Umwandlung von Rotationsenergie in translatorische Energie, wodurch die Massenkräfte bei Beschleunigung oder Verzögerungen der Übertragungsteile minimiert sind

20 Bei einer gesicherten Bereitstellung von Hochdruckfluid im Hochdruckzylinder stellt für alle Betriebsarten und Förderungen des Fluids ein Antrieb des Hochdruckplungers mittels eines elektrischen Linearmotors eine hochwirtschaftliche Lösung dar.

25 Elektrische Linearmotoren weisen für eine direkte translatorische Arbeitsbewegung eine einfache Bauart und eine unmittelbare genaue Regelbarkeit unter Verwendung einer elektrischen Steuerungseinheit auf.

30 Eine elektrische Steuerungseinheit, welche eine elektrische Energieversorgung, einen Servoumrichter für einen oder mehrere elektrische Linearmotore, welche auch in kooperierenden Druckerzeugern positioniert sein können, eine programmierbare Recheneinheit und Messwertzuführungen umfasst, kann in zeitlicher Abstimmung die jeweilige Bewegung der einzelnen elektrischen Linearmotore mit den Hochdruckplungern präzise regeln.

In einer Ausführungsform der Erfindung ist bei gesichertem Fluidzulauf in den Hochdruckzylinder der Forcer des Linearmotors und damit der Hochdruckplunger mit erhöhter Geschwindigkeit in jede Füllposition im Hochdruckzylinder mittels der elektrischen Steuerungseinheit bewegbar und derart für einen programmierbaren oder regelbaren Hochdruckhub positionierbar.

Nach der vorgenannten Ausführungsform der Erfindung kann die Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid mit zwei oder mehr als zwei Druckerzeugern gebildet sein, welche mit einer gemeinsamen Hochdruckleitung in Verbindung stehen. Ein Anschluss der elektrischen Linearmotoren an eine elektrische Steuerungseinheit ermöglicht eine funktionstechnische Kombinierbarkeit der Druckerzeuger im Hinblick auf eine Reduzierung von Druckschwankungen in der Hochdruckleitung beziehungsweise ein Erfordernis eines Pulsationsdämpfers.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Druckerzeuger mit zwei in Axrichtung distanziert gegengleich gegenüberliegenden Hochdruckzylindern mit Hochdruckplunger gebildet und zwischen diesen Hochdruckzylindern ist ein mit einer elektrischen Steuerungseinheit verbundener elektrischer Linearmotor positioniert. Der Forcer beziehungsweise der bewegte Teil des Linearmotors weist Befestigungsmittel beziehungsweise Kraftanschlüsse für die Hochdruckplunger auf.

Mit Vorteil kann derart bei den Bewegungen des Forcers des elektrischen Linearmotors jeweils gleichzeitig eine Füllung mit einem Fluid eines Hochdruckzylinder und eine Druckeinspeisung von Hochdruckfluid in eine Hochdruckleitung aus dem gegenüberliegenden Hochdruckzylinder mit einem zwischenliegenden steuerbaren elektrischen Linearmotor erfolgen.

Es kann auch für eine Bereitstellung von Hochdruckfluid mit geringen Druckschwankungen vorteilhaft sein, wenn zwei oder mehrere Anlagen mit einer Fluidhochdruckleitung in Verbindung stehen und die elektrischen Linearmotoren von einer elektrischen Steuerungseinheit phasenverschoben aktivierbar sind.

Zur Intensivierung der Krafteinwirkungen der Hochdruckplunger in den Hochdruckzylindern kann, beziehungsweise können mit Vorteil der oder die

Druckerzeuger mit zwei oder mehreren gekoppelten elektrischen Linearmotoren mit einer elektrischen Steuerungseinheit geregelt antreibbar sein, wobei zur Erhöhung der translatorischen Kräfte eine parallele oder eine serielle Anordnung der Forcer von Linearmotoren im Drucksystem auf die Hochdruckplunger verwendbar ist.

5

Die gegenständliche Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckfluid mit regelbaren Parametern für Verbraucher der eingangs genannten Art, beispielsweise für Wasserstrahl-Schneidanlagen.

- 10 Auf Grund der allgemeinen Technologieentwicklung in der Verfahrenstechnik, insbesondere auch in oben genannten Anlagen, sind auch die Mängel der bisherigen Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckfluid mit regelbaren Parametern für Verbraucher bei Verwendung von Druckerzeugern mit Hochdruckzylindern und in diesen bewegbaren Hochdruckplunger zu beseitigen, was das weitere Ziel der
- 15 Erfindung darstellt.

Dieses Ziel wird dadurch erreicht, dass der (die) Hochdruckplunger vom (von) elektrischen Linearmotor(en) bewegt wird (werden), wobei die Regelung der Verfahrensparameter durch eine elektrische Steuerungseinheit erfolgt. Die

20 Steuereinheit umfasst eine Energieversorgung, einen Servoumrichter für den (die) elektrischen Linearmotor(en), eine programmierbare Recheneinheit mit Messwert-Eingaben von zumindest Fluidhochdruck und Plungerposition in dem (den) Hochdruckzylinder(n) und führt eine Regelung des Servoumrichters durch.

- 25 Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreichten Vorteile sind im Wesentlichen darin zu sehen, dass durch den (die) elektrischen Linearmotor(en) ein Direktantrieb des (der) Hochdruckplunger erfolgt, also eine vorteilhafte direkte translatorische Bewegung von Hochdruckplunger und Forcer bzw. Antrieb erreicht wird.

- 30 Der Kraftfluss in den Hochdruckplunger wird also in günstiger Weise ohne eine Umwandlung von Rotationsenergie in lineare Energie erreicht, wobei auch eine einfache robuste kompakte Bauart der Übertragungsmittel, eine hohe Genauigkeit wegen gesteigerter Erkennung der aktuellen Lage der Teile, eine verbesserte Präzision der Bewegungsregelung mit hoher Geschwindigkeit und allerdings auch

Kraftstößen des Stators in eine Verankerung desselben bei einer hohen Beschleunigung des Forcers die in Bruchteilen von Millisekunden gegeben sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Hochdruckplunger bei einem Erreichen einer festlegbaren Eindringtiefe in den Hochdruckzylinder ein Signal der Steuerungseinheit übermittelt und der Servoumrichter derart geregelt wird, dass der Forcer des Linearmotors den Hochdruckplunger mit erhöhter Geschwindigkeit in eine geänderte Position, insbesondere in die Ausgangsposition für einen maximalen Druckhub, verbringt.

Mittels obiger Ausführungsform des Verfahrens ist es mit Vorteil möglich, eine Füllzeit eines Hochdruckzylinders des Druckerzeugers zu verringern und dadurch bei Verwendung eines hochvolumigen Pulsationsdämpfers den Druckabfall im Hochdruckfluid zu begrenzen.

Bei einer Verwendung von zwei Druckerzeugern im System, die durch eine Steuerungseinheit gepast mit nach obigem Verfahren geregelten Linearmotoren betrieben werden, kann auf einen Pulsationsdämpfer in der Hochdruckleitung verzichtet werden, weil durch eine raschere Füllung des Hochdruckzylinders mit einer folgenden Druckbeaufschlagung durch den Hochdruckplunger der Druck im Hochdruckfluid auch bei Förderungswechsel der Druckerzeuger erhalten bleibt.

Um bei zwei oder mehr als zwei zusammenwirkenden Vorrichtungen, welche jeweils mit in Axrichtung distanziert gegengleich gegenüberliegende Hochdruckzylinder mit Hochdruckplunger gebildet sind und zwischenliegend Linearmotoren aufweisen, welche die Hochdruckplunger bewegen, ein mit geringsten Schwankungen behaftetes Hochdruckfluid bereitzustellen, ist in günstiger Weise vorgesehen, dass eine Steuerungseinheit mit einem Servoumrichter die Linearmotorbewegungen der einzelnen Vorrichtungen synchronisiert und entsprechend einer IST-Druckermittlung in der Hochdruckleitung und den eingestellten Vorgaben regelt.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand von Prinzipskizzen und schematischen Darstellungen, die allenfalls nur einen Ausführungsweg aufzeigen, näher erläutert werden.

Es zeigen:

	Fig. 1	Hochdruckpumpe mit einem Druckerzeuger und el. Linearmotorantrieb
	Fig. 1A	Hochdruckverlauf Pumpe gem. Fig. 1
	Fig. 2	Hochdruckpumpe mit gephasstem Druckerzeuger
5	Fig. 2A	Hochdruckverlauf Pumpe gem. Fig. 2
	Fig. 3	Hochdruckpumpe mit zwei in Axrichtung gegengleich gegenüberliegenden Druckerzeugern mit el. Linearmotorantrieb
	Fig. 3A	Hochdruckverlauf Pumpe gem. Fig. 3
	Fig. 4	Hochdruckpumpe mit synchronisierten Druckerzeugern
10	Fig. 5	Hochdruckpumpe mit gekoppeltem Linearmotorantrieb
	Fig. 6	Hochdruckpumpe mit längs gekoppeltem Linearmotorantrieb
	Fig. 7	Hochdruckpumpe mit zweistufiger Druckerhöhung

Eine leichtere Zuordnung der Teile und Komponenten in den Darstellungen und
15 Skizzen soll die nachfolgende Bezugszeichenliste ermöglichen:

	D, D', D'', D'''	Druckerzeuger
	L, L', L''	Elektrischer Linearmotor
	p ₁ , p ₂	Erzeugerdruck
20	[p]	Druck im Hochdruckfluid
	[t]	Zeit
	1	Fluidzulauf
	2	Absperrventil
	3	Druckminderer
25	4	Vordruckpumpe
	5	Filtereinheit
	6	Grundplatte
	7	Führungsschiene
	8	Führungswagen
30	9	Stator
	10	Forcer
	11	Steuerleitung
	12	Elektrische Steuerungseinheit
	13	Saugventil

	14	Druckventil
	15	Hochdruckzylinder
	16	Anschlussflansch
	17	Hochdruckplunger
5	18	Plungerbefestigung
	19	Verbindungsplatte
	20	Pulsationsdämpfer
	21	Druckaufnehmer
	22	Hochdruckanschluss
10	23	Druckentlastungsventil
	24	Drainageanschluss

Fig. 1 zeigt eine Hochdruckpumpe mit einem Fluidzulauf 1, einem Druckerzeuger D, einem elektrischen Linearmotor L und einem Hochdruckanschluss 22.

15

Weil die in den Prinzipskizzen (Fig. 1 bis Fig. 7) dargestellten Hochdruckpumpen auch vorteilhaft als Hochdruckpumpen für Wasserstrahl-Schneidanlagen einsetzbar sind, wurde für die Fluidversorgung schematisch eine Wasserversorgung in üblicher Art eingezeichnet.

20

Es bedeuten: Absperrventil für das Fluid: 2; Druckminderungsmittel (wenn erforderlich): 3; Vordruckpumpe: 4 zur raschen Füllung des Hochdruckzylinders: 15 des Druckerzeugers: D; Filtereinheit zur Reinigung des Fluids: 5; Rückschlagsaugventil: 13.

25

Es wird jedoch ausdrücklich festgehalten, dass die erfindungsgemäßen Hochdruckpumpen für alle Fluid-Medien in günstiger Weise einsetzbar sind.

30

Nach Fig.1 ist auf einer Grundplatte 6 über einen Anschlussflansch 16 ein Druckerzeuger D mit einem Hochdruckzylinder 15 und einem in diesen einschiebbar ein Hochdruckplunger 17 festgelegt. Eine Bewegung des Hochdruckplungers 17 erfolgt über eine Plungerbefestigung 18 direkt in Axrichtung desselben durch einen Forcer 10 eines elektrischen Linearmotors L, wobei ein Stator 9 mit der Grundplatte 6 verbunden ist.

Die Bezeichnungen Forcer und Stator bedeuten in der gegenständlichen Beschreibung eines elektrischen Linearmotors der bewegte Teil und der feststehende Teil unabhängig vom Aufbau der Teile! Es ist auch möglich, dass der Stator als beweglicher Teil ausgeführt wird und der Forcer feststehend ausgebildet ist.

Der elektrische Linearmotor L ist mit einer elektrischen Steuerungseinheit 12 verbunden, welche mindestens eine elektrische Energieversorgung, einen Servoumrichter für den elektrischen Linearmotor L, eine programmierbare Recheneinheit und Messwertzuführungen umfasst.

Eine elektrische Steuerungseinheit 12 regelt eine Bewegungsrichtung des Forcers und eine unmittelbare Kraftwirkung auf den Hochdruckplunger 17 in einem Hochdruckzylinder 15 eines Druckerzeugers D, wobei prinzipiell ein Rückschlagsaugventil 13 im Fluidzulauf und ein weiteres Rückschlagventil 14 für eine Förderung von Hochdruckfluid vorgesehen sind.

Im Bereitstellungsbereich eines Anschlusses 22 von Hochdruckfluid sollen Druckschwankungen gering gehalten werden, was durch einen Pulsationsdämpfer 20 bewerkstelligt wird.

Ein Druckaufnehmer 21 übermittelt der Steuerungseinheit 12 Messwerte für einen jeweiligen Fluiddruck im Hochdruckbereich, welche Messwerte zur Regelung der Linearmotorbewegung beitragen können.

In der Leitung 20 des Hochdruckfluids kann, wie bekannt, ein Druckentlastungsventil 23 mit einem Drainageanschluss 24 vorgesehen sein.

In Fig. 1A ist in einem Diagramm schematisch ein Verlauf von Druck [p] in der Hochdruckleitung 22 einer Vorrichtung gemäß Fig. 1 in Abhängigkeit von der Zeit [t] dargestellt.

Durch eine von der Steuerungseinheit 12 geregelte Bewegung des Forcers 10 des elektrischen Linearmotors L wird der Hochdruckplunger 17 in den Hochdruckzylinder

15 gedrückt, wobei in der Hochdruckleitung 20 der Fluiddruck $[p]$ im Bereich α auf einen vorgesehenen Druck p_1 steigt.

5 Nach einer Förderphase von Fluid im Bereich β erfolgt der Rückhub des Hochdruckplungers 17 durch den Forcer 10 des elektrischen Linearmotors L, welcher Rückhub gegebenenfalls mit erhöhter Geschwindigkeit beziehungsweise in verkürzter Zeit geregelt durch die elektrische Steuerungseinheit 12 erfolgen kann.

10 Das Druckventil 14 schließt und der Fluiddruck im Pumpensystem würde infolge einer Entnahme im Bereich γ der Darstellung gemäß Fig. 1A auf einen Umgebungsdruck fallen. Mittels eines Pulsationsdämpfers 20 in der Hochdruckleitung erfolgt jedoch eine Nachlieferung von Hochdruckfluid in das System, so dass ein Druckabfall p_2 im Bereich δ verzögert ist.

15 Bei einem Erreichen des Hochdruckplungers 17 in der Ausgangsposition im Hochdruckzylinder 15 schließt sich unmittelbar eine neuerliche Druckphase des Forcers 10 an, wodurch der Druckabfall p_2 im Fluid im Bereich δ des Diagrammes abgefangen und der vorgegebene Förderdruck p_1 wieder eingeregelt wird.

20 In Fig. 2 ist eine Hochdruckpumpe mit gephasstem, beziehungsweise in Phase betriebenen Druckerzeuger D dargestellt.

25 Die einzelnen Druckerzeuger D, D', D'' sind jeweils gleich aufgebaut wie jener, der in Fig. 1 dargestellt ist, jedoch sind die zugehörigen elektrischen Linearmotoren L, L', L'' mit einer Steuerungseinheit 12 verbunden, welche in Abhängigkeit von der Zeit die Bewegung der Hochdruckplunger 17, 17', 17'' regelt. Derart ist eine Fluidförderung in die Hochdruckleitung 20 abgestimmt und eine Druckschwankung in dieser minimiert, wie in Fig. 2A dargestellt ist.

30 Fig. 3 zeigt schematisch eine Hochdruckpumpe mit zwei in Axrichtung gegengleich gegenüberliegend den Druckerzeuger D und D' mit einem zwischenliegenden elektrischen Linearmotor. Zwar ist eine derartige Positionierung von Druckerzeugern D, D' an sich bekannt, jedoch werden durch Anordnung eines zwischenliegenden elektrischen Linearmotors L mit einer Steuerungseinheit 12 anlagentechnisch und

verfahrenstechnisch entscheidenden Vorteile erreicht, welche Probleme im Stand der Technik auch in wirtschaftlicher Hinsicht lösen.

Im Einzelnen ist der Forcer 10 eines elektrischen Linearmotors L mittels

5 Plungerbefestigungen 18, 18' mit den jeweils gegenüber liegenden Hochdruckplungern 17, 17' der beiden Hochdruckzylinder 15, 15' der Druckerzeuger D, D' zu einer höchst vorteilhaften, kompakten, spielfreien, leichten Einheit verbunden.

10 Bei einer Entnahme von Hochdruckfluid aus einem Anschluss 22 erfolgt unmittelbar durch die elektrische Steuerungseinheit 12 eine Regelung der Funktion des elektrischen Linearmotors L. Eine Linearbewegung des Forcers 10, in welche Richtung auch immer, bewirkt jeweils eine Fluidförderung eines Druckerzeugers D und gleichzeitig im gegenüber liegenden Druckerzeuger D' eine Füllung des
15 Hochdruckzylinders 17'.

Eine Darstellung des Druckes [p] über die Zeit [t] bei einer vorgenannten Hochdruckpumpe im Betrieb zeigt Fig. 3A.

Die beiden alternativ fördernden und mit Fluid befüllten Hochdruckzylinder 15, 15' bewirken einen weitgehend stabilen Förderdruck p_1 im Hochdruckfluid mit geringen
20 Druckeinbrüchen p_2 , verursacht durch eine Umschaltung der beiden Druckerzeuger D, D'.

In Fig. 4 ist schematisch eine Hochdruckpumpe mit synchronisierten Druckerzeugern entnehmbar.
25

Eine derartige, geringste Druckschwankungen im Bereich des Hochdruckanschlusses 22 aufweisende Fluidfördereinrichtung ist mit vier synchronisiert arbeitenden Druckerzeugern D, D', D'', D''' bzw. mit zwei Vorrichtungen mit in Axrichtung gegengleich gegenüber liegenden Druckerzeugern
30 gebildet.

Bei einer derartigen Hochdruckpumpe, wie in Fig. 4 dargestellt ist, werden die elektrischen Linearmotoren L, L' mittels der elektrischen Steuerungseinheit 12 derart

synchron geregelt, dass jederzeit mindestens ein Druckerzeuger D Hochdruckfluid zu den von der elektrischen Steuerungseinheit 12 ermittelten Bedingungen fördert.

Im Folgenden wird eine Intensivierung der Druckkräfte auf die Hochdruckzylinder 17 vom Druckerzeuger D durch gekoppelte elektrische Linearmotoren anhand

5 schematischer Darstellungen offenbart.

In Fig. 5 ist eine Hochdruckpumpe mit zwei in Axrichtung gegengleich gegenüber liegenden Druckerzeugern D, D' dargestellt, wobei zur Erhöhung der translatorischen Kräfte zwischen den hydraulischen Druckerzeugern D, D' eine zur Axe parallele

10 Anordnung von elektrischen Linearmotoren L vorgesehen ist.

Fig. 6 zeigt schematisch eine serielle Anordnung von elektrischen Linearmotoren L, L' zwischen den hydraulischen Druckerzeugern D, D'.

15 In Fig. 7 ist eine Hochdruckpumpe mit zweifacher Druckerhöhung durch zwei mit elektrischen Linearmotoren L, L' angetriebenen Pumpen dargestellt.

Die erste Druckerhöhung des Fluids von einem Zulaufdruck 1 in einem Hochdruckbereich erfolgt mittels eines ersten Linearmotor-Pumpensystems. Aus diesem Hochdruckbereich wird mittels eines zweiten elektrischen Linearmotor-

20 Pumpensystems eine weitere Drucksteigerung des Hochdruckfluids bewirkt. Eine Regelung und Abstimmung der beiden elektrischen Linearmotoren L, L' der beiden Pumpen erfolgt durch die Steuerungseinheit 12.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur geregelten Bereitstellung von Hochdruckfluid mittels Druckerzeugers (D) gebildet mit einer Fluidversorgung und einem Fluidzulauf (1) im Hochdruckzylinder (15) und in diesen bewegbar Hochdruckplunger (17) mit einem Antrieb derselben und einer Zuführung von Hochdruckfluid in eine Hochdruckleitung (22), gegebenenfalls mit Pulsationsdämpfer (20) in dieser, mit Druckaufnehmer (21) für eine Steuerung des Antriebes und gegebenenfalls mit einem schaltbaren Druckentlastungsventil (23), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckerzeuger (D) oder mehrere kooperierende Druckerzeuger (D, D') jeweils einen elektrischen Linearmotor (L) mit Stator (9) und Forcer (10) für einen Antrieb des Hochdruckplungers (17) im Hochdruckzylinder (15) aufweist und der/die elektrische(n) Linearmotor(en) (L, L') mit einer elektrischen Steuerungseinheit (12), welche eine elektrische Energieversorgung, einen Servovomrichter für elektrische Linearmotoren (L), eine programmierbare Recheneinheit und Messwertzuführungen umfasst, verbunden ist (sind).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckerzeuger (D) mit einem Hochdruckzylinder (15) gebildet ist und der Hochdruckplunger (17) aus jeder ermittelten Position im Hochdruckzylinder (15) bei einem gesicherten Fluidzulauf (1) in diesem mittels eines elektrischen Linearmotor-Antriebes (L) durch eine elektrische Steuerungseinheit (12) bewegbar und derart für einen programmierten und steuerbaren Hochdruckhub positionierbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese Vorrichtung mit zwei oder mehr als zwei Druckerzeugern (D, D', D'') nach Anspruch 2 gebildet ist, welche Druckerzeuger (D) mit einer gemeinsamen Hochdruckleitung (22) in Verbindung stehen und die elektrischen Linearmotoren (L) einen Anschluss an eine elektrische Steuerungseinheit (12) aufweisen und derart funktionstechnisch koordinierbar sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckerzeuger (D, D') mit zwei in Axrichtung distanziert gegengleich gegenüberliegenden Hochdruckzylindern (15, 15') mit Hochdruckplunger (17, 17') gebildet und zwischen

diesen Hochdruckzylindern (15, 15') ein mit einer elektrischen Steuerungseinheit (12) verbundener Linearmotor (L) positioniert ist und am Forcer (10) des Linearmotors (L) in Längsrichtung beabstandet Kraftanschlüsse bzw. Plungerbefestigungen (18, 18'), die mit den jeweiligen Anschlussteilen für eine Plungerbewegung in Verbindung stehend angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Anlagen mit einer Fluid-Hochdruckleitung (22) in Verbindung stehen und die elektrischen Linearmotoren (L, L') von einer elektrischen Steuerungseinheit (12) phasenverschoben antreibbar sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der/die Druckerzeuger (D) mit zwei oder mehreren gekoppelten elektrischen Linearmotoren (L, L') mit einer elektrischen Steuerungseinheit (12) geregelt antreibbar sind.

7. Verfahren zur Bereitstellung von Hochdruckfluid (22) mit regelbaren Parametern für Verbraucher bei Verwendung von Druckerzeugern (D, D', D'', D''') mit Hochdruckzylinder (15) und in diesen bewegter Hochdruckplunger (17), **dadurch gekennzeichnet**, dass der/die Hochdruckplunger (17) vom(von) elektrischen Linearmotor(en) (L, L', L'') bewegt wird (werden), wobei die Regelung der Verfahrens-parameter mittels einer elektrischen Steuerungseinheit (12) erfolgt, welche Steuereinheit (12) eine Energieversorgung, einen Servoumrichter für den(die) elektrischen Linearmotor(en) (L, L', L''), eine programmierbare Recheneinheit mit Messwert-Eingaben von zumindest Fluidhochdruck (21) und Plungerposition in dem (den) Hochdruckzylinder(n) (15) umfasst und eine Regelung des Servoumrichters durchführt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hochdruckplunger (17) bei einem Erreichen einer festlegbaren Eintauchtiefe in den Hochdruckzylinder (15) ein Signal der Steuerungseinheit (12) übermittelt und der Servoumrichter derart geregelt wird, dass der Forcer (10) des Linearmotors (L) den Hochdruckplunger (17) mit erhöhter Geschwindigkeit in eine geänderte Position, insbesondere in die Ausgangsposition für einen maximalen Druckhub, verbringt.

9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei zwei oder mehr als zwei Druckerzeuger

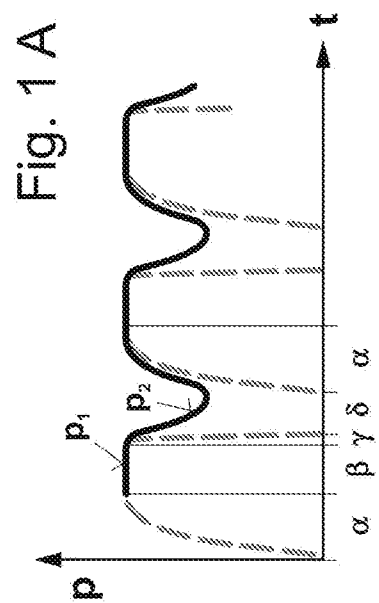
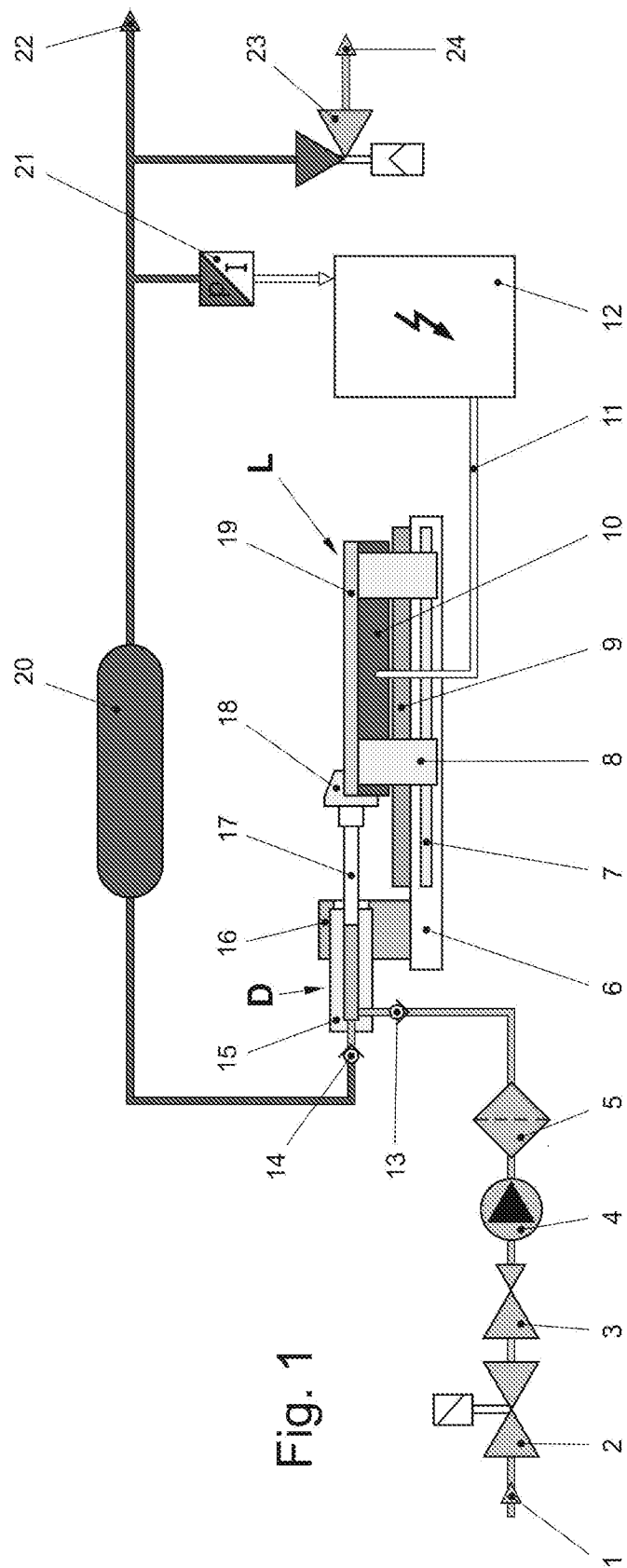
(D, D', D'', D''') mit einer Funktion gemäß Anspruch 8 in einer Fluid-Hochdruckleitung (22) zusammengeführt sind mit der Maßgabe, dass mittels einer Steuerungseinheit (12) durch Servoumrichter die elektrischen Linearmotoren (L, L', L'') gephasst betrieben werden, d.h. nach einer Druckphase bzw. Förderphase eines ersten Druckerzeugers (D), während welcher zumindest ein weiterer Druckerzeuger (D')

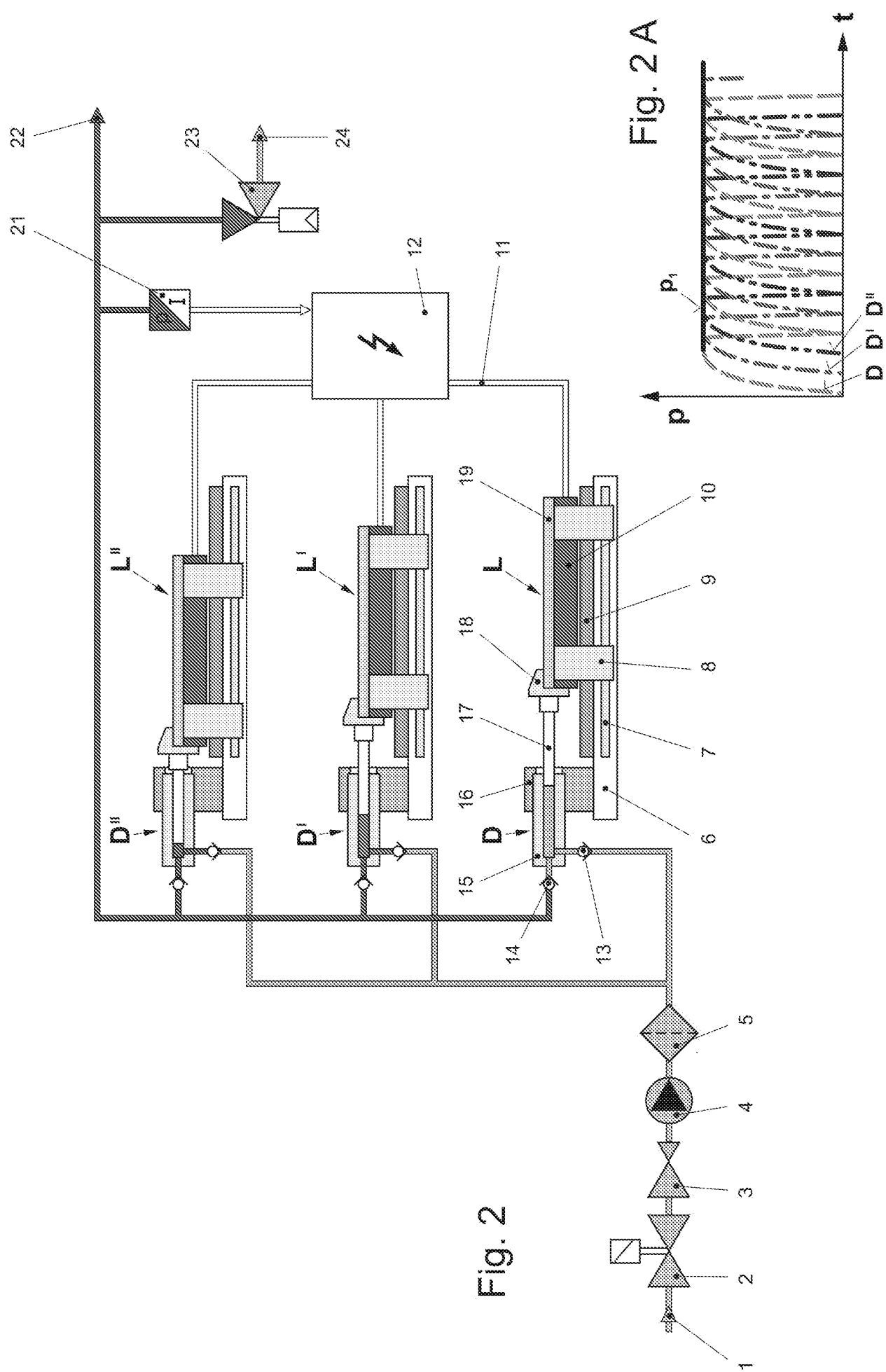
5 Hochdruckfluid fördert, erfolgt eine Füllung des Hochdruckzylinders (15) und ein Druckaufbau im Fluid im ersten Druckerzeuger (D) derart, dass gegen Ende der Druckphase des(der) weiteren Druckerzeuger (D', D'') der erste Druckerzeuger (D) die Förderung von Fluid übernimmt und ein Druckabfall in der Fluid-Hochdruckleitung

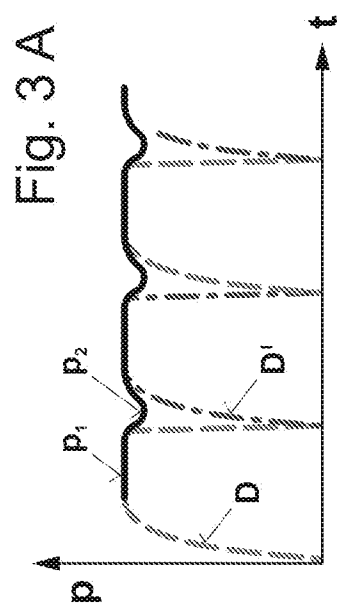
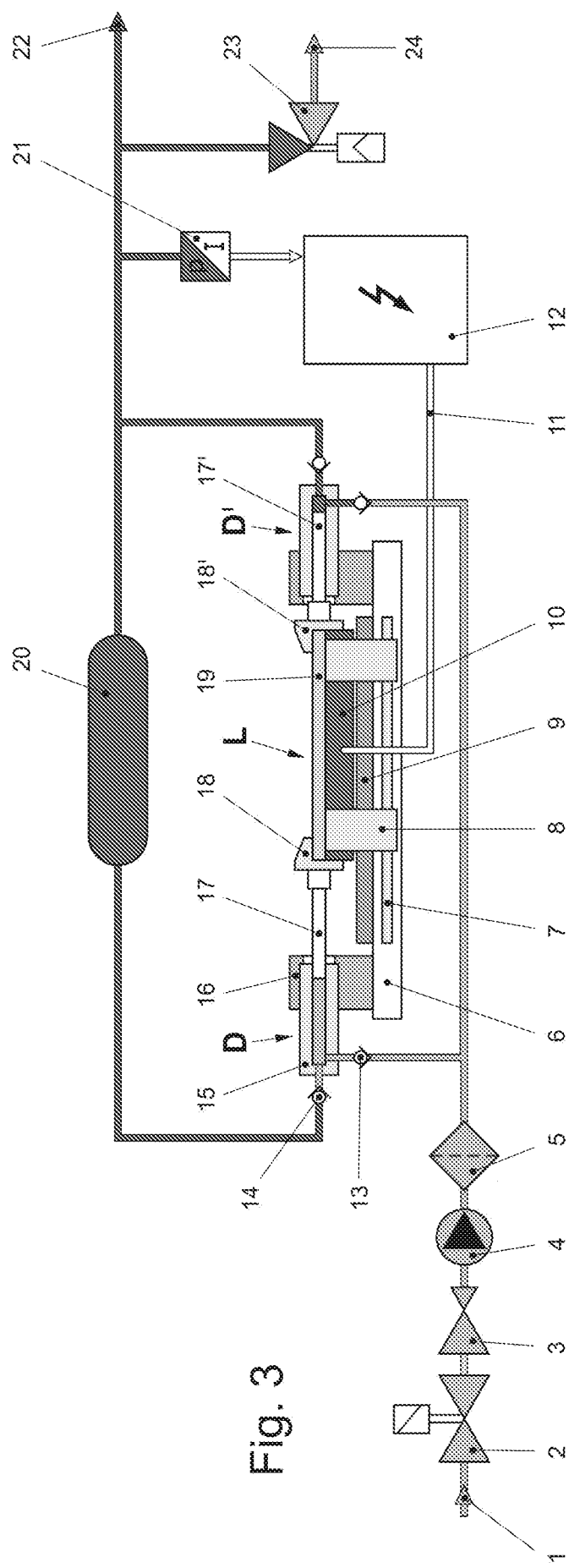
10 (22) vermieden wird.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei zwei oder mehr als zwei zusammenwirkende Vorrichtungen, welche jeweils mit in Axrichtung distanzierten gegengleich gegenüberliegenden Hochdruckzylindern (15) mit Hochdruckplunger (17) gebildet

15 sind und zwischenliegend Linearmotoren (L, L') aufweisen, welche die Hochdruckplunger (17) bewegen mit der Maßgabe, dass eine Steuerungseinheit (12) mit einem Servoumrichter die Linearmotorbewegungen der einzelnen Vorrichtungen synchronisiert und entsprechen einer IST-Druckermittlung (21) im Hochdruckfluid (22) und den Druckvorgaben regelt.







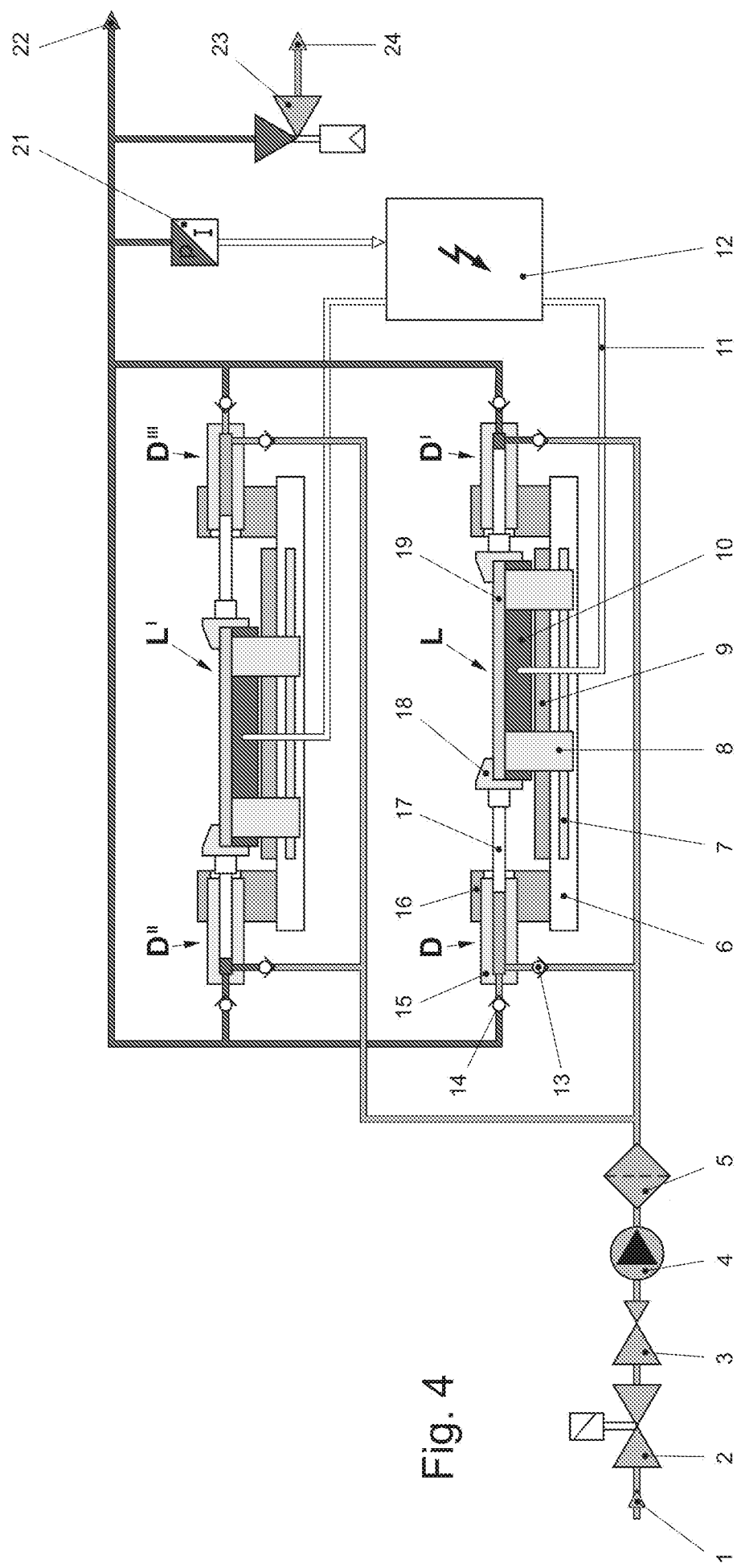


Fig. 4

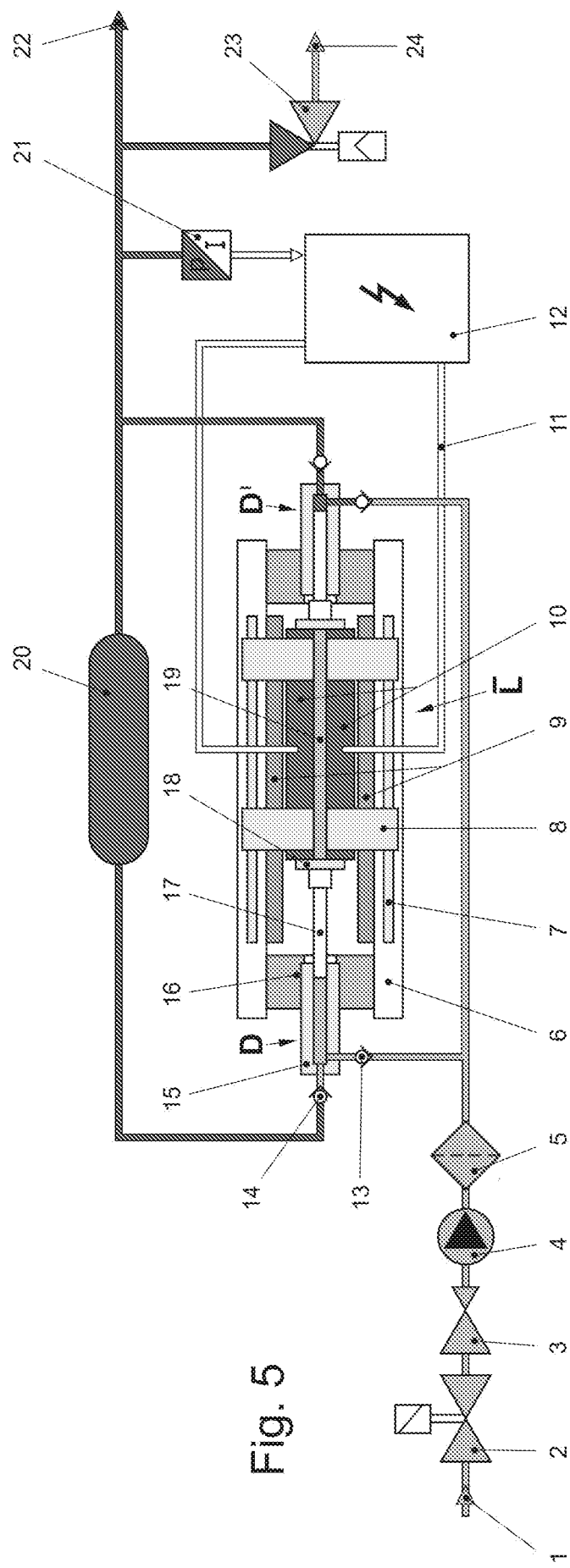


Fig. 5

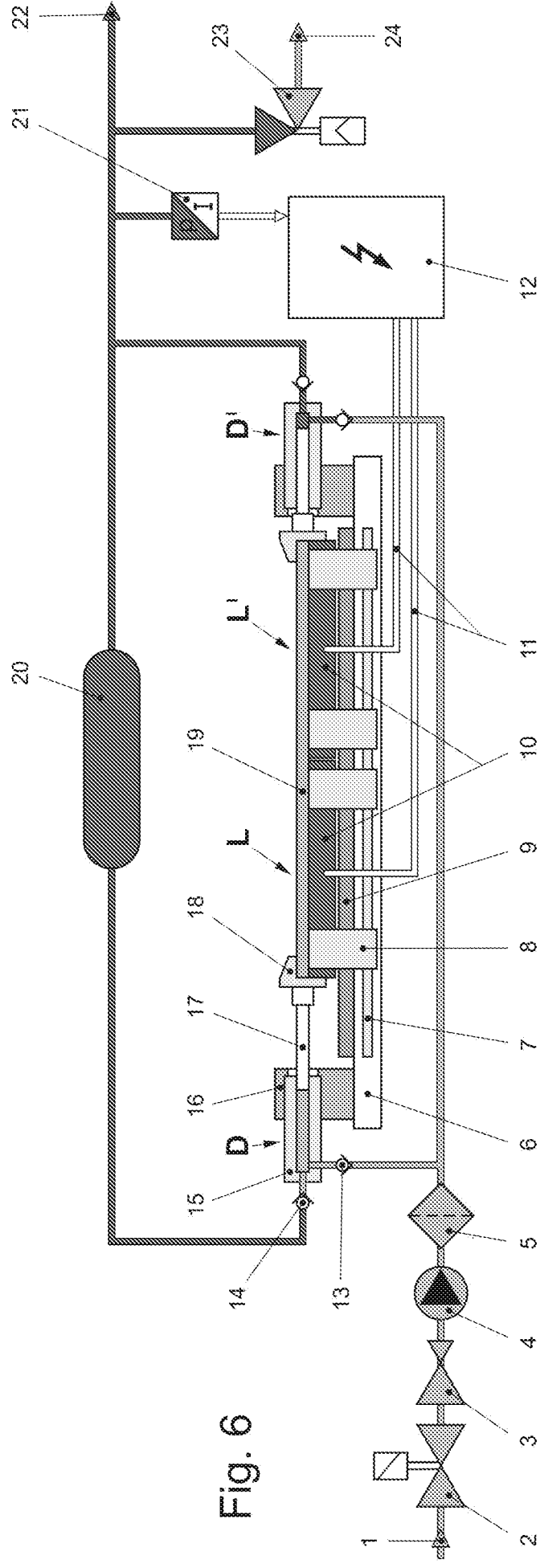


Fig. 6

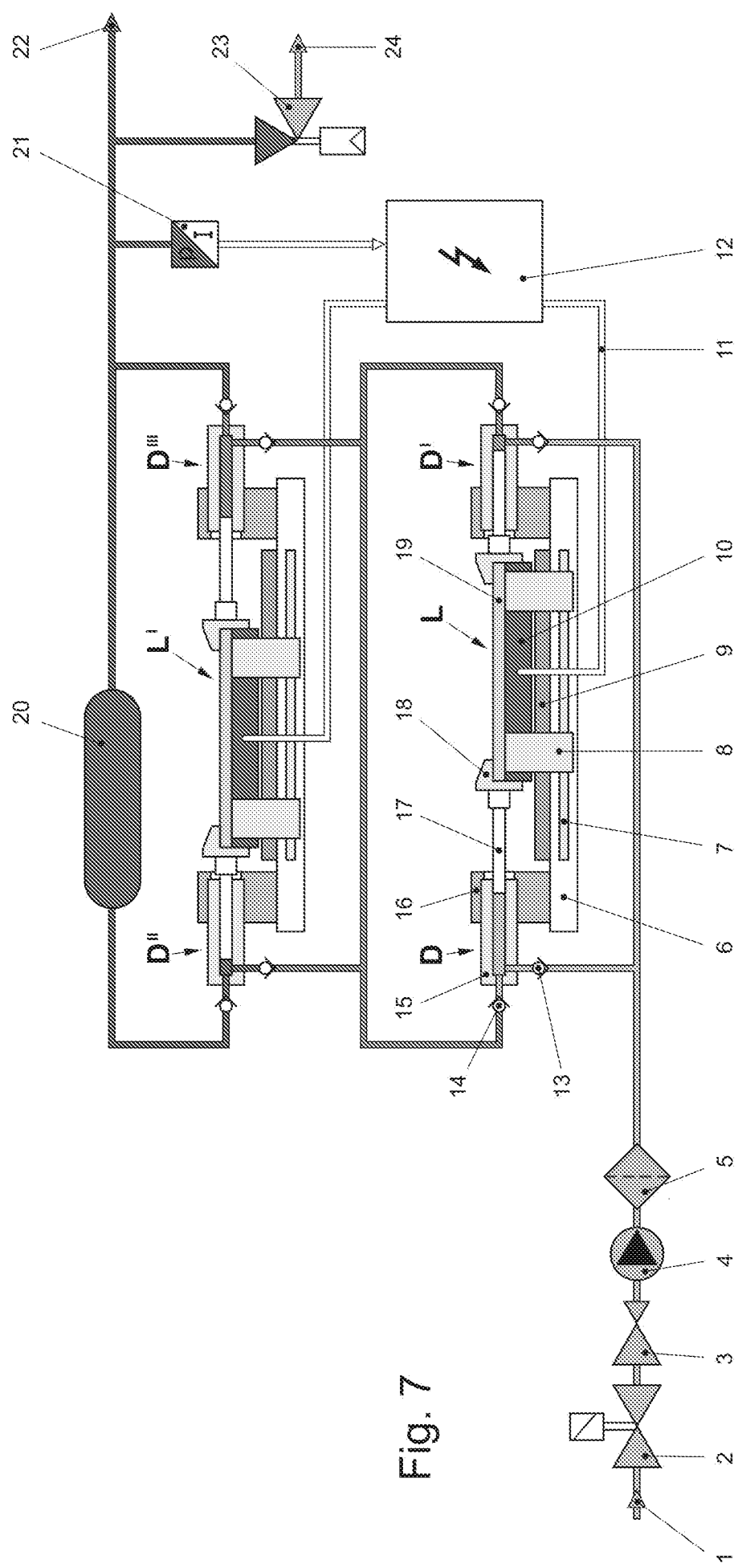


Fig. 7

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F04B 17/03 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F04B 17/03 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F04B

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 09.03.2021 eingereichten Ansprüchen 1-10 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102008036528 A1 (BENTEC GMBH DRILLING & OILFIELD SYSTEMS) 11. Februar 2010 (11.02.2010) Zusammenfassung; Fig. 1-4,7; Absätze 0034-0041, 0046-0051;	1-7,10
X	WO 2019213041 A1 (CAMERON INT CORP ET AL.) 07. November 2019 (07.11.2019) Zusammenfassung; Fig. 2-6; Absätze 0031-0038;	1-3,6,7

Datum der Beendigung der Recherche:

12.10.2021

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

HÖRZER Klaus

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.