

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2015 (01.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144889 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28G 1/16 (2006.01) F28G 15/00 (2006.01)
B08B 9/032 (2006.01) F28G 15/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/056734

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. März 2015 (27.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 104 356.1 28. März 2014 (28.03.2014) DE

(71) Anmelder: LOBBE INDUSTRIESERVICE GMBH &
CO KG [DE/DE]; Stenglingser Weg 4-12, 58642 Iserlohn
(DE).

(72) Erfinder: EISERMANN, Reinhard; Berliner Allee 92,
58642 Iserlohn (DE). SKALETZ, Bodo; Biesenweg 16,
46539 Dinslaken (DE).

(74) Anwalt: MEHLER ACHLER PATENTANWÄLTE;
Bahnhofstr. 67, 65185 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CLEANING TUBE BUNDLES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM REINIGEN VON ROHRBÜNDELN

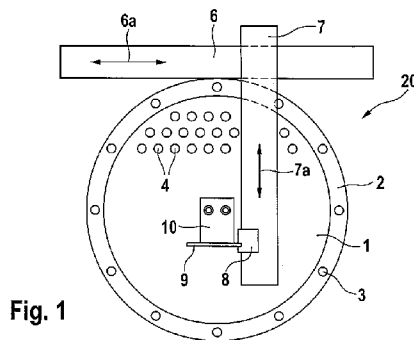


Fig. 1

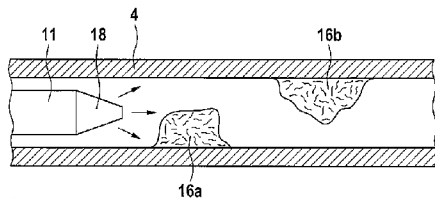
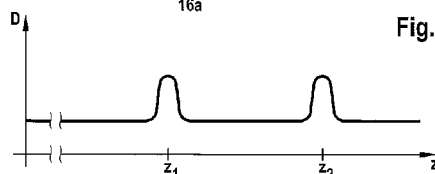


Fig. 8



(57) Abstract: The invention relates to a method for cleaning tube bundles (1) with open end faces, in particular tube bundles (1) of heat exchangers, air coolers, or condensers. A cleaning device (5) which has at least one cleaning unit (20) is positioned adjacently to the open ends of the tube bundle (1), and the at least one cleaning unit (20) which has a high-pressure hose (11) is then arranged in a successive manner by a controller (50) so as to be flush with the respective tube (4) of the tube bundle (1). The cleaning unit (20) is inserted into the respective tube (4) and supplied with a liquid under high-pressure. The aim of the invention is to improve such a method and device such that a reliable cleaning process is carried out without operating errors. This is achieved in that the insert depth is measured when inserting the at least one cleaning unit (20) into the respective tube (4) and monitored by the controller (50).

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Reinigen von Rohrbündeln (1) mit stirnseitig offenen Enden, insbesondere der Rohrbündel (1) von Wärmetauschern, Luftkühlern oder Kondensatoren, bei welchem eine wenigstens eine Reinigungseinrichtung (20) aufweisende Reinigungsvorrichtung (5) angrenzend an die offenen Enden des Rohrbündels (1) positioniert und anschließend die wenigstens eine einen Hochdruckschlauch (11) aufweisende Reinigungseinrichtung (20) von einer Steuereinrichtung (50) nacheinander fluchtend zum jeweiligen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Rohr (4) des Rohrbündels (1) angeordnet und die Reinigungseinrichtung (20) in das jeweilige Rohr (4) eingeschoben und mit Flüssigkeit unter Hochdruck beaufschlagt wird, soll so verbessert werden, dass eine bedienungsfehlerfreie zuverlässige Reinigung erfolgt. Dies wird dadurch erreicht, dass während des Einschiebens der wenigstens einen Reinigungseinrichtung (20) in das jeweilige Rohr (4) die Einschiebtiefe gemessen und von der Steuereinrichtung (50) überwacht wird.

5 **Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Rohrbündeln**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von Rohrbündeln mit stirnseitig offenen Enden, insbesondere von Rohrbündeln von Wärmetauschern, Luftkühlern oder Kondensatoren, bei welchem eine wenigstens eine Reinigungseinrichtung aufweisende Reinigungsvorrichtung angrenzend an die offenen Enden des Rohr-
10 bündels positioniert und anschließend die wenigstens eine einen Hochdruckschlauch aufweisende Reinigungseinrichtung von einer Steuereinrichtung nacheinander fluchtend zum jeweiligen Rohr des Rohrbündels angeordnet und die Reinigungseinrichtung in das jeweilige Rohr eingeschoben und mit Flüssigkeit unter Hochdruck beaufschlagt wird.

15 Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Reinigen von Rohrbündeln mit stirnseitig offenen Enden, insbesondere von Rohrbündeln von Wärmetauschern, Luftkühlern oder Kondensatoren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 16 und des Anspruchs 18.

Rohrbündel sind in vielfältigen Anwendungen, beispielsweise bei Wärmetauschern, Kondensatoren, Luftkühlern, usw. im industriellen Einsatz. Je nach Wärmeträgermedium lässt es sich nicht vermeiden, dass die Rohre der Rohrbündel sich über einen längeren Nutzungszeitraum mit Verschmutzungen oder dgl. zusetzen oder verkrusten, was zur Folge haben kann, dass einzelne Rohre sogar vollständig ausfallen. Es ist deshalb notwendig die Innenseite der Rohre solcher
20 Rohrbündel und gegebenenfalls den Spiegel des Rohrbündels von Zeit zu Zeit zu reinigen.

Dies geschieht gegenwärtig in der Regel in der Weise, dass die Rohrbündel geöffnet und manuell angefahren werden und ein an seinem vorderen Ende mit einer Spritzdüse versehener Hochdruckschlauch durch die einzelnen Rohre
30 hindurchgeschoben wird, so dass aus der Spritzdüse spritzendes Wasser oder

-2-

- 5 dgl., das im Hochdruckschlauch einen Druck von 25 bis 3000 bar aufweisen kann, die Ablagerungen auf den Innenwandungen der Rohre entfernt. Die Bedienungs-
person ist dabei verschiedenen Gefahren ausgesetzt, je nachdem, in welcher
Umgebung das Rohrbündel angeordnet ist und je nach Art und Beschaffenheit der
Verschmutzungen in den Rohren. Außerdem lässt sich bei einer manuellen Reini-
10 gung durch eine Bedienungsperson nicht zuverlässig vermeiden, dass möglicher-
weise bei einer Reinigung verschiedene Rohre versehentlich ausgelassen und
nicht gereinigt werden.

- Aus DE 34 18 835 C2 ist bereits ein Verfahren zum Reinigen von Rohrbündeln
nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Vorrichtung zum Reini-
15 gen von Rohrbündeln nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 16 bekannt.
Diese bekannte Vorrichtung dient insbesondere dazu, radioaktiv kontaminierte
Rohrbündel auf einfache Art und Weise und im Wesentlichen ohne manuelle Ar-
beit in deren unmittelbare Nähe reinigen zu können. Dazu sind bei der bekannten
Vorrichtung an einem Reinigungswagen eine Videokamera und Lampen an-
20 geordnet und es ist ein entfernt angeordnetes Steuergerät mit Handhebeln und mit
einem Monitor für die Videokamera vorgesehen, welches die Bewegungen des
Reinigungswagens und des Hochdruckschlauches steuert.

- Diese sozusagen halbautomatische Lösung erfordert aber nach wie vor Bedie-
nungspersonal, welches das entfernte Steuergerät mit Handhebeln steuert und
25 dabei die Tätigkeit über die Bilder der Videokamera verfolgt. Bedienungsfehler
sind dadurch nach wie vor nicht ausgeschlossen, d.h. es kann nicht gewährleistet
werden, dass auch sämtliche Rohre des jeweiligen Rohrbündels gereinigt werden.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs
bezeichneten Art so zu verbessern, dass eine bedienungsfehlerfreie zuverlässige
30 und schnelle Reinigung erfolgt.

- 5 Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 16 bzw. des Anspruchs 18 gelöst.

Das Verfahren der eingangs bezeichneten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass während des Einschiebens der wenigstens einen Reinigungseinrichtung in das
10 jeweilige Rohr die Einschiebtiefe gemessen und von der Steuereinrichtung überwacht wird.

Die Überwachung der Einschiebtiefe beinhaltet vorzugsweise ein ständiges Beobachten, Messen und/oder Kontrollieren der Einschiebtiefe, um den Reini-
15 gungsfortschritt dokumentieren zu können. Es ist auch möglich, zusätzlich oder ausschließlich die maximal erreichte Einschiebtiefen festzuhalten. Mit dem Begriff Einschieben wird sowohl das Einführen des Hochdruckschlauches in das Rohr als auch das Durchschieben des Hochdruckschlauches durch das jeweilige Rohr verstanden.

20

Es wird ein automatisiertes Reinigungsverfahren zur Verfügung gestellt, bei welchem bei jedem (ggf. versuchten) Einschiebvorgang der wenigstens einen Reinigungseinrichtung in das jeweilige Rohr die Einschiebtiefe der Reinigungs-
einrichtung gemessen und überwacht wird. Wenn die Steuereinrichtung feststellt,
25 dass die Reinigungseinrichtung bzw. der Hochdruckschlauch gar nicht oder nicht vollständig in das jeweilige Rohr eingeschoben werden konnte, wird ggf. eine Fehlermeldung erzeugt, die z.B. eine manuelle Nachreinigung des betreffenden Rohres zur Folge haben kann. Bedienungsfehler sind weitestgehend ausgeschlossen, da von der Steuereinrichtung jedes Rohr des Rohrbündels mit
30 der wenigstens einen Reinigungseinrichtung angefahren wird, eine nicht vollständige Reinigung eines Rohres wird durch Feststellung der jeweiligen Einschiebtiefe festgestellt.

- 5 Ganz besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die jeweilige Einschiebtiefe in der Steuereinrichtung oder in einer an die Steuereinrichtung angeschlossene Speicher- und Dokumentationseinrichtung abgespeichert und für den jeweiligen Reinigungsvorgang dokumentiert wird. Die Speicher- und Dokumentationseinrichtung kann auch in die Steuereinrichtung integriert sein. Die Dokumentation
- 10 umfasst vorzugsweise die Zuordnung der jeweils gemessenen Einschiebtiefe zum betreffenden Rohr, z.B. zur Rohrnummer oder zum Ort des Rohres, der z.B. über entsprechende X- und Y-Koordinaten definiert ist. Ferner umfasst die Dokumentation vorzugsweise Informationen, ob jedes Rohr angefahren wurde und ob jedes Rohr teilweise oder vollständig gereinigt werden konnte. Durch die
- 15 Abspeicherung dieser Daten wird die Vollständigkeit der Reinigung dokumentiert.

Das Reinigungsergebnis wird für jedes Rohr dokumentiert, so dass in Verbindung mit den Einschiebtiefen ein drei-dimensionales Verschmutzungsprofil des Rohrbündels erstellt werden kann. Ein solches Verschmutzungsprofil hat den

20 Vorteil, dass daraus konstruktive Schwachstellen, z.B. eines Wärmetauschers, abgeleitet werden können, so dass gezielt bauliche Veränderungen am Wärmetauscher vorgenommen werden können, um die Verschmutzung und den Verschmutzungsgrad eines Rohrbündels zukünftig zu verringern.

- 25 Auf diese Weise ist es möglich, das Reinigungsergebnis vollständig zu dokumentieren, d.h. es ist für den Anwender nachvollziehbar, ob eine vollständige Reinigung sämtlicher Rohre des Rohrbündels erfolgt ist oder nicht. Bei unvollständiger Reinigung, wodurch der Wirkungsgrad des Rohrbündels beeinträchtigt wird, kann dann ggf. gezielt eine Nachreinigung (auch manuell) erfolgen.

30

Um die Reinigungszeit zu verringern, ist bevorzugt vorgesehen, dass eine Reinigungsvorrichtung mit mehreren parallelen Reinigungseinrichtungen verwendet wird, die gleichzeitig in benachbarte Rohre eingeschoben werden und deren Einschiebtiefe unabhängig voneinander gemessen und überwacht wird.

5

In ganz besonders bevorzugter Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die jeweilige Anordnung und Einschubbewegung der jeweiligen Reinigungseinrichtung von der Steuereinrichtung automatisch oder halbautomatisch anhand von abgespeicherten Geometriedaten der Rohre des Rohrbündels durchgeführt wird. Unter
10 den Geometriedaten der Rohre werden vorzugsweise die Ortskoordinaten der Rohre verstanden. Die Geometriedaten können auch Rohrabstände und/oder Durchmesser und/oder Länge der Rohre und/oder Anzahl der Rohre umfassen.

Nach der Positionierung der Reinigungsvorrichtung am stirnseitigen Ende des
15 jeweiligen Rohrbündels kann dann der Reinigungsvorgang vollautomatisch erfolgen.

Bei einer halbautomatischen Durchführung des Reinigungsvorgangs werden einige Aufgaben von einer Bedienungsperson übernommen. Darunter wird z.B.
20 das manuelle Anfahren von Referenzpunkten, Referenzrohren oder von Rohrreihen, wie Rohrzeilen oder Rohrspalten, verstanden. Beim manuellen Anfahren oder manuellen Verfahren der Reinigungseinrichtung werden von der Bedienungsperson entsprechende Steuerbefehle in die Steuereinrichtung, vorzugsweise mittels einer Fernbedienung, eingegeben. Die Fernbedienung kann über ein Kabel oder
25 über Funk mit der Steuereinrichtung verbunden sein.

Die voll- oder halbautomatische Reinigung der Rohre hat den Vorteil, dass die Bedienungsperson entfernt von dem zu reinigenden Rohrbündel, Wärmetauscher etc. stehen kann. Das Bedienungspersonal kann sich außerhalb des Gefahrenbe-
30 reiches aufhalten und kommt somit mit den Rohrverunreinigungen während des Reinigungsprozesses nicht in Kontakt. Ein Sichtkontakt mit der Stirnfläche des Rohrbündels ist nicht erforderlich, weil die Freigabe zum Anfahren der nächsten Position über die Rückmeldung der Servomotoren für den Schlauchantrieb erfolgt. Z.B. der Befehl zum Weiterfahren und Abspeichern der Daten kann dann gegeben

5 werden.

Außer den Vorteilen hinsichtlich des Arbeitsschutzes, gibt es auch wirtschaftliche Vorteile.

10 Während beispielsweise bei der manuellen Reinigung eines 6000 Rohre umfassende Rohrbündel bisher zwei Personen 10 Tage lang im Zweischichtbetrieb erforderlich waren, so kann diese Arbeit nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem Viertel bis einem Drittel des zeitlichen Aufwandes erledigt werden.

15 Wenn die Geometriedaten des jeweiligen Rohrbündels nicht verfügbar sind, ist nach einer bevorzugten weiteren Ausgestaltung vorgesehen, dass die Geometriedaten der Rohre des Rohrbündels durch manuelles Anfahren der Rohre mit der wenigstens einen Reinigungseinrichtung erfasst werden. Die wenigstens eine Reinigungseinrichtung wird dann von einer Bedienperson durch manuelles
20 Eingreifen in die Steuereinrichtung nacheinander an allen Rohren des Rohrbündels positioniert, ohne dass die Reinigungseinrichtung bzw. der Hochdruckschlauch in die Rohre eingeschoben wird.

Wenn es nicht nur um die Erfassung der Rohrdaten geht, kann der Hochdruckschlauch oder die Hochdruckschläuche bei diesem erstmaligen Abfahren auch in
25 die Rohre eingeschoben werden und der Reinigungsvorgang sofort durchgeführt werden.

Die geometrische Position sämtlicher Rohre des Rohrbündels wird erfasst und
30 abgespeichert, so dass für den späteren Reinigungsvorgang oder die Reinigungsvorgänge in der Zukunft die Geometriedaten abgespeichert sind. Jeder nachfolgende Reinigungsvorgang als solcher kann dann auf der Basis der so erfassten Geometriedaten wieder voll- oder halbautomatisch erfolgen.

-7-

5 Vorzugsweise erfolgt die Messung der Einschiebtiefe durch einen Servomotor einer Vortriebseinrichtung für den Hochdruckschlauch einer Reinigungseinrichtung. Als Servomotor werden Elektromotoren verstanden, die die Kontrolle der Winkelposition der Motorwelle sowie der Drehgeschwindigkeit und der Beschleunigung erlauben. Servomotoren weisen in der Regel einen Sensor zur
10 Positionsbestimmung der Motorwelle auf. Die vom Sensor ermittelte Drehposition der Motorwelle wird an eine Regelelektronik übermittelt, die als Servoregler bezeichnet wird.

Die Messung der Einschiebtiefe wird durch Auswertung z. B. der Anzahl der
15 Umdrehungen der Antriebswelle unter Berücksichtigung des Umfangs einer Antriebsrolle für den Hochdruckschlauch ermittelt. Die Einschiebtiefe kann auf diese Weise mit hoher Genauigkeit ermittelt werden.

Vorzugsweise wird das Drehmoment des Servomotors während des Einschlebens des Hochdruckschlauches in das Rohr - kontinuierlich oder diskontinuierlich - gemessen und die Drehmomentdaten werden zusammen mit der jeweiligen Einschiebtiefe in der Steuereinrichtung oder in einer an die Steuereinrichtung angeschlossene Speicher- und Dokumentationseinrichtung abgespeichert. Über die Drehmomentwerte kann auf den Grad der Verschmutzung des betreffenden Rohres geschlossen werden.
25

Vorzugsweise wird während des Einschlebens bei einem Anstieg des Drehmomentes des Servomotors über einen vorgegebenen Wert der Servomotor z. B. abgeschaltet, in einen Freispülmodus, in den Rücklauf oder in einen Rüttelmodus geschaltet. Wenn das Drehmoment während des Einschlebens über einen vorgegebenen Wert ansteigt und nicht wieder auf den Normalwert abfällt, kann das Hindernis nicht oder nicht ohne weiteres beseitigt werden und der Reinigungsvorgang sollte an dieser Stelle zunächst abgebrochen werden, um den
30

- 5 Servomotor und/oder die am vorderen Ende des Hochdruckschlauchs angeordnete Austrittsdüse nicht zu beschädigen.

Der Servomotor kann alternativ in einen Freispülmodus geschaltet werden, in dem die Schlauchspitze für eine vorgegebene Zeitspanne vor dem Hindernis
10 angehalten wird, das Hindernis mit dem unter Druck stehenden Reinigungsfluid besprüht wird und nach Ablauf der Zeitspanne der Hochdruckschlauch weiter vorgeschoben wird. Durch diese Maßnahme kann das Hindernis unter Umständen weggespült werden, so dass der Reinigungsvorgang planmäßig in diesem Rohr zu Ende geführt werden kann.

15

Der Servomotor kann in solchen Fällen auch sofort in den Rücklauf geschaltet werden, um den Hochdruckschlauch aus dem Rohr herauszufahren.

Es besteht auch die Möglichkeit, den Servomotor in einen Rüttelmodus zu
20 schalten, so dass der Schlauch mehrmals vor und zurück gefahren wird, wodurch das Hindernis mechanisch bearbeitet und ggf. so zerkleinert werden kann, dass der Vorschub fortgesetzt werden kann.

Auch diese Daten werden vorzugsweise in der Steuereinrichtung oder der Speicher- und Dokumentationseinrichtung festgehalten.
25

Vorzugsweise wird während des Einschiebens des Hochdruckschlauches der Schlupf der Vortriebseinrichtung überwacht. Unter „Schlupf“ wird in der Regel das Abweichen der Geschwindigkeiten miteinander in Reibkontakt stehender
30 mechanischer Elemente verstanden. Bei einer Schlupfmessung wird die Drehzahldifferenz z. B. zwischen zwei Laufrollen ermittelt.

Wenn die Vortriebseinrichtung beispielsweise über eine Antriebsrolle und eine Andrückrolle verfügt, kann der Schlupf über die Drehzahldifferenz dieser beiden

- 5 Rollen ermittelt werden. Der Vorteil der Schlupfüberwachung besteht darin, dass ein Hindernis innerhalb des Rohres rechtzeitig erkannt werden kann. Außerdem kann die Schlupfmessung zur Korrektur der gemessenen Einschiebtiefe herangezogen werden. Die Genauigkeit der Ermittlung der Einschiebtiefe wird dadurch verbessert.

10

Vorzugsweise kann gemäß einer weiteren Ausführungsform die Messung der Einschiebtiefe über ein Abtasten von an oder in dem Hochdruckschlauch angebrachter Markierungen erfolgen.

- 15 Vorzugsweise wird die Reinigungsvorrichtung am Rohrbündel befestigt. Da die Reinigungsvorrichtung vorzugsweise eine Verschiebeeinrichtung aufweist, an der die Reinigungseinrichtung angeordnet ist, wird die Verschiebeeinrichtung am Rohrbündel befestigt.

- 20 Vorzugsweise wird die Verschiebeeinrichtung ausschließlich am Rohrbündel vorzugsweise an einem Flansch des Rohrbündels befestigt.

Ein solcher Flansch ist an der Stirnseite eines Rohrbündels vorgesehen, um dort einen Deckel zu befestigen. Nach Abnahme des Deckels kann dieser

- 25 Flansch zur Befestigung der Verschiebeeinrichtung genutzt werden.

- Diese Anbringung hat den Vorteil, dass auf Untergestelle oder Reinigungswagen vollständig verzichtet werden kann, was die Montage der Reinigungsvorrichtung an dem zu reinigenden Bündel vereinfacht. Außerdem ist der Platzbedarf für die Reinigungsvorrichtung deutlich geringer als bei den herkömmlichen Reinigungseinrichtungen.
- 30

Vorzugsweise werden vor dem erstmaligen Einschieben des wenigstens einen Hochdruckschlauches in die Rohre die Ausrichtung der Reinigungsvorrichtung

5 bezüglich es Rohrbündels ermittelt und die ermittelten Daten in der Steuereinrichtung abgespeichert und bei der Korrektur des Fahrweges der Reinigungseinrichtung berücksichtigt. Eine mechanische Justierung der Verschiebeeinrichtung kann dadurch entfallen.

10 Die Ausrichtung der Reinigungseinrichtung betrifft vorzugsweise die Ausrichtung der Verschiebeeinrichtung bezüglich der Rohrreihen, d. h. der Rohrzeilen oder Rohrspalten, wobei ein sogenannter Winkelversatz auftreten kann. Durch die Berücksichtigung des Winkelversatzes wird die Anfahrergenauigkeit und somit die Zuverlässigkeit der Reinigungsvorrichtung weiter erhöht.

15

Zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe sieht die Erfindung auch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 16 vor. Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vortriebseinrichtung und/oder die Reinigungseinrichtung mit einer Messeinrichtung zur Messung der jeweiligen

20 Einschiebtiefe der Reinigungseinrichtung in das jeweilige Rohr ausgerüstet ist, wobei die Messeinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

Die Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform sieht eine Verschiebeeinrichtung vor, die mindestens ein erstes Rahmenelement und mindestens ein
25 zweites Rahmenelement aufweist, wobei das erste Rahmenelement und das zweite Rahmenelement senkrecht zueinander angeordnet sind. Ferner ist mindestens eine an der Verschiebeeinrichtung angeordnete Reinigungseinrichtung vorgesehen, die mindestens einen Hochdruckschlauch und mindestens eine Vortriebseinrichtung aufweist, wobei der Hochdruckschlauch mittels der Vor-
30 triebseinrichtung in die Rohre einschiebbar ist.

Eine Reinigungsvorrichtung kann mindestens eine Reinigungseinrichtung aufweisen. Eine Reinigungseinrichtung kann mindestens eine Vortriebseinrichtung aufweisen, wobei jede Vortriebseinrichtung einen Hochdruckschlauch befördert.

35

5 Unter einem Hochdruckschlauch wird ein Schlauch verstanden, der einem Druck von 25 bar bis 3000 bar ausgesetzt werden kann. Am vorderen in die Rohre einschiebbaren Ende kann der Hochdruckschlauch mit einer Austrittsdüse oder einer Lanze bestückt sein. Eine Lanze ist ein Rohrstück, an dessen vorderem Ende eine Austrittsdüse angeordnet oder integriert ist.

10

Außerdem ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die mindestens an die Verschiebeeinrichtung und an die Vortriebseinrichtung angeschlossen ist.

Die Reinigungseinrichtung weist eine Messeinrichtung zur Messung und Überwachung der jeweiligen Einschiebtiefe Z des Hochdruckschlauches auf, wobei
15 die Messeinrichtung an die Steuereinrichtung angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung weist eine Speicher- und Dokumentationseinrichtung auf oder ist an eine Speicher- und Dokumentationseinrichtung angeschlossen, in der mindestens die jeweils gemessene Einschiebtiefe abspeicherbar ist.

20

Vorzugsweise weist die Verschiebeeinrichtung Mittel zum Befestigen an dem Rohrbündel auf. Vorzugsweise sind diese Mittel so ausgelegt, dass die Verschiebeeinrichtung ausschließlich an dem Rohrbündel befestigt werden kann.

25 Dies hat den Vorteil, dass die Verschiebeeinrichtung keine weiteren Gestelle oder dergleichen oder einen Reinigungswagen benötigt, auf dem die Verschiebeeinrichtung montiert ist. Die Verschiebeeinrichtung und damit die gesamte Reinigungsvorrichtung ist somit kompakt und benötigt nur einen geringen Platzbedarf. Außerdem ist die Vorrichtung in kurzer Zeit an dem zu reinigenden
30 Rohrbündel montierbar.

Ein weiterer Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass die wenigen Komponenten der Verschiebeeinrichtung den Transport der gesamten Vorrichtung erleichtern. Die Lage des zu reinigenden Rohrbündels bzw. Wärmetau-

-12-

- 5 schers kann beliebig sein. Der Vorteil der Verschiebeeinrichtung besteht darin, dass sie sowohl an liegenden als auch an stehenden Rohrbündeln auf einfache Weise befestigt werden kann. Die Reinigung der Rohrbündel ist somit nicht von der Lage des Rohrbündels abhängig.
- 10 Da die Ortskoordinaten der Rohre beim Reinigungsvorgang bekannt sind, kann auch das sogenannte Spiegelbild, d.h. die an der Stirnfläche des Rohrbündels erkennbare Anordnung der Rohre, unterschiedlich sein. Es ist möglich, dass die Rohre des Rohrbündels in Gruppen zusammengefasst sind, in denen die Rohr-
- 15 abstände z.B. unterschiedlich sein können, wie dies z.B. bei geteilten Wärmetauschern der Fall ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das erste Rahmenelement die Mittel zum Befestigen an dem Rohrbündel aufweist und dass das zweite Rahmenelement längs des ersten Rahmenelementes

20 verfahrbar am ersten Rahmenelement angeordnet ist. Das erste Rahmenelement ist somit ortsfest an dem Rohrbündel befestigt und lediglich das zweite Rahmenelement ist bezüglich des ersten Rahmenelement verfahrbar. Vorzugsweise ist/sind die Reinigungseinrichtung oder die Reinigungseinrichtungen verfahrbar am zweiten Rahmenelement angeordnet.

25 Die Vortriebseinrichtung weist mindestens eine Antriebsrolle zum Vortrieb des Hochdruckschlauches auf. Um den Schlupf von Schlauch und Antriebsrolle zu verringern, ist vorzugsweise mindestens eine Andrückrolle zum Andrücken des Hochdruckschlauchs gegen die Antriebsrolle vorgesehen.

30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Vortriebseinrichtung eine Schlupfüberwachungseinrichtung der Antriebsrolle auf. Diese Schlupfüberwachungseinrichtung ist vorzugsweise an die Steuereinrichtung angeschlossen, so dass bei Auftreten eines Schlupfes die Vortriebseinrichtung zur Vermeidung von

- 5 Schäden an der Vortriebseinrichtung oder des Schlauchendes, abgeschaltet werden kann. Durch die von der Schlupfüberwachungseinrichtung gelieferten Daten kann auch die Genauigkeit der Einschiebtiefe verbessert werden.

Vorzugsweise weist die Vortriebseinrichtung mindestens einen Servomotor auf,
10 der die Antriebsrolle antreibt.

Die Vortriebseinrichtung kann eine Messeinrichtung für die Messung des Drehmomentes des Servomotors aufweisen. Die Vorteile der Drehmomentmessung werden im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert.

15 Am vorderen Ende des Hochdruckschlauches ist vorzugsweise eine Austrittsdüse angeordnet. Die Austrittsdüse kann eine oder mehrere Austrittsöffnungen aufweisen. Auch kann die Austrittsdüse rotierbar angeordnet sein und beispielsweise durch das durch den Hochdruckschlauch durchfließenden Reinigungsfluid angetrieben werden.
20

Die Speicher- und Dokumentationseinrichtung ist vorzugsweise zur Ablage, Verarbeitung, Aufbereitung und Auswertung von während des Betriebs der Reinigungsvorrichtung anfallender Daten und/oder eingegebener Daten ausgebildet.
25

Zur Verkürzung der Reinigungszeit ist vorzugsweise vorgesehen, dass mehrere parallele Reinigungseinrichtungen mit eigener Vortriebseinrichtung vorgesehen sind, wobei jede Reinigungseinrichtung und/oder jede Vortriebseinrichtung mit
30 einer eigenen Messeinrichtung ausgerüstet sind.

Nach einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die jeweilige Messeinrichtung Messsensoren und damit zusammenwirkende Messmarkierungen an einem Hochdruckschlauch aufweist. So kommt eine Magnetabtastung, eine Ultraschallabtastung oder auch die Messung ohmscher induktiver oder kapazitiver Wider-

5 stände oder eine visuelle Überprüfung mit einer geeigneten Kamera in Betracht. Auch Wirbelstromsensoren können eingesetzt werden, welche berührungslos und verschleißfrei Abstände auf metallischen Hochdruckschläuchen äußerst hoch auflösend bis in den Nanometerbereich messen können. Die für das Messprinzip verantwortlichen hochfrequenten Feldlinien der Sensoren passieren
10 nichtmetallische Medien ungehindert. Diese Eigenschaft lässt eine Messung unter Öl- oder Wasserdruck oder unter starker Verschmutzung zu. Auch können Gehäuseteile und Werkstoffe aus Kunststoff durchdrungen und dahinterliegende metallische Objekte erfasst werden. Lacke und Folien können auf Schichtstärke untersucht werden.

15 Zusätzlich oder alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die jeweilige Messeinrichtung an der Oberfläche des Hochdruckschlauches anliegende Rollentaster aufweist. Anhand der Umdrehungszahl der Rollentaster lässt sich dann die Einschiebtiefe des jeweiligen Hochdruckschlauches bestimmen.

20 Die jeweilige Reinigungseinrichtung kann einen Hochdruckschlauch mit Austrittsdüse aufweisen.

Alternativ kann die jeweilige Reinigungseinrichtung auch einen Hochdruck-
25 schlauch mit damit verbundener, in das jeweilige Rohr einschiebbarer Lanze aufweisen.

Die Rahmenelemente bestehen vorzugsweise aus einem biegesteifen Profil und können beispielsweise mit Zahnstangen ausgerüstet sein, an denen die betreffen-
30 den Antriebseinrichtungen zum Verfahren der Reinigungseinrichtung angreifen können.

Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Diese zeigen jeweils in stark vereinfachter schematischer Darstellung in

-15-

- 5 Fig. 1 das stirnseitige Ende eines offenen Rohrbündels mit daran angeordneter erfindungsgemäßer Vorrichtung,
- Fig. 2 eine Seitenansicht der Figur 1,
- Fig. 3 bereichsweise einen Hochdruckschlauch mit beabstandeten Messmarkierungen,
- 10 Fig. 4 eine Draufsicht auf das stirnseitige Ende eines offenen Rohrbündels mit einer Rohrreinigungsvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- 15 Fig. 5 eine weitere Draufsicht auf das stirnseitige Ende des Rohrbündels mit einer Verschiebeeinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Antriebseinrichtung einer Vor-
- 20 triebseinrichtung und
- Fig. 7 und 8 zwei unterschiedliche Verkrustungssituationen in einem Rohr mit dazugehörigen Drehmomentsdiagrammen eines Servomotors.

25 In den Zeichnungen ist ein Rohrbündel 1 z.B. eines Rohrbündelwärmetauschers dargestellt, wobei das stirnseitige offene Ende zu erkennen ist, d.h. ein Verschlussdeckel oder dgl. ist demontiert. Der Deckel ist normalerweise an einem Flansch oder Flanschbereich 2 mit Befestigungsöffnungen 3 befestigt. Das Rohrbündel 1 weist im Sinne der Figur 1 in horizontaler Richtung eine

30 Vielzahl von parallelen Rohren 4 auf, von denen nur einige angedeutet sind.

Zur automatischen Reinigung der Rohre 4 des Rohrbündels 1 ist eine erfindungsgemäße Reinigungsvorrichtung vorgesehen, die allgemein mit 5 bezeichnet

5 net ist.

Diese Vorrichtung 5 weist wenigstens zwei Rahmenelemente auf, nämlich ein horizontales Rahmenelement 6 und ein vertikales Rahmenelement 7. Diese Rahmenelemente 6, 7 sind somit senkrecht zueinander angeordnet. Das horizontale
10 Rahmenelement 6 kann in Richtung des Doppelpfeiles 6a mit einem nicht dargestellten Antrieb in horizontaler Richtung verfahren werden, das vertikale Rahmenelement 7 kann mit einem ebenfalls nicht dargestellten Antrieb gegenüber dem horizontalen Rahmenelement 6 in vertikaler Richtung im Sinne des Doppelpfeiles 7a verfahren werden. Auch eine umgekehrte Anordnung ist möglich. Die
15 beiden Rahmenelemente 6, 7 können an einem (nicht dargestellten) Reinigungswagen angeordnet sein, der einen eigenen Fahrtrieb aufweisen kann, aber nicht muss.

Die beiden Antriebseinheiten der beiden Rahmenelemente 6 und 7 sind mit einer
20 nicht dargestellten Steuereinrichtung 50 verbunden, welche es ermöglicht, einen Auflagerpunkt 8 am Rahmenelement 7 an jede beliebige Stelle der Stirnfläche des Rohrbündels 1 zu verfahren. An diesem Auflagerpunkt 8 ist ein Traggestell 9 befestigt, auf welchem eine Reinigungseinrichtung 20 angeordnet ist. Die Reinigungseinrichtung 20 weist einen Hochdruckschlauch 11 und eine Vortriebseinrichtung 10 für den Hochdruckschlauch 11 auf.
25

Diese Vortriebseinrichtung 10 weist, wie in Figur 2 gezeigt wird, eine rohrförmige Schlauchführung 12 sowie wenigstens eine nicht dargestellte Antriebsrolle 32 zum Einschieben des Schlauches 11 in ein Rohr 4 des Rohrbündels 1 oder zum
30 Herausziehen desselben auf, d.h. zur Bewegung des Schlauches 11 in Richtung des Doppelpfeiles 13. Die wenigstens eine nicht dargestellte Antriebsrolle 32 ist mit einem nicht dargestellten Antrieb verbunden, der seinerseits mit der Steuereinrichtung 50 in Verbindung steht. Die Reinigungseinrichtung 20 dieses Ausführungsbeispiels weist den dargestellten Hochdruckschlauch 11 auf, der am vorde-

- 5 ren freien Ende eine nicht dargestellte Düse aufweist. Rückseitig ist der Hochdruckschlauch 11 an eine Hochdruckpumpe oder dgl., angeschlossen.

Auf dem Traggestell 9 kann beabstandet auch noch eine zweite oder weitere Reinigungseinrichtung(en) 20 vorgesehen sein, so dass bei einer entsprechenden
10 Positionierung des Traggestells 9 gegenüber dem Rohrbündel 1 gleichzeitig mehrere Hochdruckschläuche 11 in benachbarte Rohre 4 eingeschoben werden können.

Die Vortriebseinrichtung 10 und/oder die Reinigungseinrichtung 20, d.h. beim Ausführungsbeispiel der Hochdruckschlauch 11, sind mit einer Messeinrichtung 40 zur
15 Messung der jeweiligen Einschiebtiefe des Hochdruckschlauchs 11 in das jeweilige Rohr 4 ausgerüstet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei am Ein- und Ausgang der Vortriebseinrichtung 10 angeordnete Messsensoren 14 vorgesehen. Der Hochdruckschlauch 11 ist gemäß Fig. 3 in gleichbleibenden Abständen mit Markierungen 15, z.B. in Form von Magnetstreifen, versehen, welche von
20 den Sensoren 14 erfasst werden können. Die Sensoren 14 stehen mit der Steuereinrichtung 50 in Verbindung.

Auf diese Weise ist es möglich, die jeweilige Einschubtiefe des Hochdruckschlauches 11 der jeweiligen Reinigungseinrichtung 20 in das jeweilige Rohr 4
25 zu messen und das Messergebnis an die Steuereinrichtung 50 weiterzuleiten.

Die Messung der Einschubtiefe des jeweiligen Hochdruckschlauches 11 in ein Rohr 4 kann grundsätzlich auf beliebige Weise erfolgen, möglich ist es z.B. auch, dass jeder Hochdruckschlauch 11 über einen eigenen Servomotor 30 bewegt
30 wird und die Messung der Einschubtiefe über den Servomotor 30 als Messeinrichtung 40 erfolgt.

Zur Reinigung eines Rohrbündels 1 wird die Vorrichtung 5 stirnseitig am offenen Rohrbündel 1 angeordnet, der weitere Reinigungsablauf erfolgt dann vollautoma-

5 tisch. Dabei sind bevorzugt die Geometriedaten der Rohre 4 des Rohrbündels 1
in der Steuereinrichtung 50 abgespeichert, so dass die Steuereinrichtung 50
selbsttätig die jeweilige Reinigungseinrichtung 20 sukzessive an den Rohren 4
des Rohrbündels 1 positioniert.

Wenn die Geometriedaten der Rohre 4 des Rohrbündels 1 nicht bekannt sind,
10 können diese manuell mit der Reinigungsvorrichtung 5 aufgenommen bzw. erfasst
werden. Dazu wird von einer Bedienerperson durch manuellen Eingriff in die Steu-
ereinrichtung 50 nacheinander jedes Rohr 4 des Rohrbündels 1 mit der wenigst-
ens einen Reinigungseinrichtung 20 abgefahren bzw. abgetastet, derart, dass
sich die Reinigungseinrichtung 20, also z.B. die Spitze des Hochdruckschlauches
15 11, am Eingang des jeweiligen Rohres 4 befindet. Auf diese Weise werden sämtli-
che Rohrpositionen erfasst und in der Steuereinrichtung 50 abgespeichert. Die so
erfassten Geometriedaten können dann für den nachfolgenden Reinigungsvor-
gang oder spätere Reinigungsvorgänge verwendet werden.

20 Anschließend wird dann die jeweilige Reinigungseinrichtung 20 bzw. der Hoch-
druckschlauch 11 von der zugeordneten Vortriebseinrichtung 10 in das jeweilige
Rohr 4 eingefahren und Wasser oder dgl. unter Hochdruck zugeführt, um den
Reinigungsvorgang im jeweiligen Rohr 4 auszuführen. Durch die jeweilige Mes-
sung der Einschiebtiefe, die auch gleich Null sein kann, wenn der Zugang zu
25 einem Rohr 4 vollständig verschlossen ist, wird die Einschiebtiefe für jedes Rohr 4
gemessen und von der Steuereinrichtung 50 überwacht. Wenn keine oder nur eine
unvollständige Reinigung eines Rohres 4 erfolgt, kann von der Steuereinrichtung
50 direkt eine Fehlermeldung oder auch eine Warnmeldung ausgegeben werden.
Zusätzlich wird die jeweils gemessene Einschiebtiefe jedes Rohres 4 in der Steu-
ereinrichtung 50 abgespeichert und für den jeweiligen Reinigungsvorgang doku-
30 mentiert.

Somit ist für den Anwender nach Abschluss der Reinigung nachvollziehbar doku-
mentiert, ob die Reinigung für alle Rohre 4 korrekt durchgeführt worden ist oder

- 5 nicht. Im letzteren Falle können dann zusätzliche Reinigungsmaßnahmen ergriffen werden, falls dies erforderlich ist.

In der Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform einer Reinigungsvorrichtung 5 dargestellt die eine Verschiebeeinrichtung 25 mit einem ersten Rahmenelement 10 60 und einem zweiten Rahmenelement 70 aufweist. Das erste Rahmenelement 60 weist Befestigungsmittel 62a, b auf, die in der hier gezeigten Ausführungsform als Laschen ausgeführt sind. Diese Befestigungsmittel 62a, b sind am Flansch 2 des Rohrbündels 1 befestigt. Hierzu werden die Befestigungsöffnungen 3 im Flansch 2 benutzt.

15 Senkrecht zum ortsfest montierten ersten Rahmenelement 60 ist das zweite Rahmenelement 70 angeordnet, das mittels einer Antriebseinrichtung 72 längs des ersten Rahmenelementes 60 in Pfeilrichtung verfahrbar angeordnet ist. Am zweiten Rahmenelement 70 ist eine weitere Antriebseinrichtung 74 angeordnet, die mit 20 einem Tragelement 9 verbunden ist, auf dem eine Reinigungseinrichtung 20 angeordnet ist. Die Reinigungseinrichtung 20 umfasst eine Vortriebseinrichtung 10 für zwei Schläuche 11 sowie eine Messeinrichtung 40.

Auf dem Traggestell 9 kann auch eine zweite Reinigungseinrichtung 20 angeordnet 25 sein, die ebenso wie die erste Reinigungseinrichtung 20 eine Vortriebseinrichtung 10 für zwei Schläuche 11 sowie eine Messeinrichtung 40 aufweist. Die zweite Reinigungseinrichtung 20 ist gestrichelt dargestellt.

Mittels der Antriebseinrichtung 74 ist das Traggestell 9 in Pfeilrichtung längs des 30 zweiten Rahmenelementes 70 verfahrbar angeordnet. Die Antriebseinrichtungen 72 und 74 sowie die Vortriebseinrichtung 10 und die Messeinrichtung 40 sind an eine Steuereinrichtung 50 angeschlossen, die über eine Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 verfügt. Ferner ist eine Fernbedienung 54 vorgesehen, mit der eine Bedienungsperson Befehle an die Steuereinrichtung 50 übermitteln kann.

5

Ferner ist ein Koordinatensystem eingezeichnet, dessen Nullpunkt im Rohr 4c, das im vorliegenden Fall als Referenzrohr dient, liegt. Das Rohr 4c befindet sich am linken Ende der oberen Rohrreihe und stellt den Startpunkt für den Reinigungsvorgang dar. Ausgehend vom Rohr 4c werden die Rohre 4 reihenweise
10 abgefahren bis alle Rohre 4 gereinigt worden sind. Grundsätzlich kann jedes beliebige Rohr 4 als Referenzrohr 4c gewählt werden.

Dieses Koordinatensystem sowie die in diesem Koordinatensystem liegenden Rohrkoordinaten x und y sind in der Steuereinrichtung 50 bzw. der Speicher- und
15 Dokumentationseinrichtung 52 abgelegt. Diese Geometriedaten können vom Hersteller oder Betreiber des Rohrbündels 1 bezogen und in die Steuereinrichtung 50 eingegeben werden. Es ist auch möglich, manuell mittels der Fernbedienung 54 die Rohre 4 einzeln abzufahren und die entsprechenden x,y-Daten in der Steuereinrichtung 50 bzw. der Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 abzuspei-
20 chern und vorzugsweise auch gleichzeitig die Reinigung der Rohre 4 durchzuführen.

Anhand dieser Daten kann dann der Reinigungsvorgang durchgeführt werden, wobei manuell nur das Rohr 4c angefahren wird. Das Verfahren kann anschlie-
25 ßend vollautomatisch oder halbautomatisch ablaufen, wobei beispielsweise der Wechsel von einer Rohrreihe zur nächsten Rohrreihe manuell durchgeführt werden kann. Auch das Abspeichern z.B. der Einschiebtiefe kann bei jedem Rohr manuell mittels der Fernbedienung 54 erfolgen.

30 In der Figur 5 ist das erste Rahmenelement 60 in gleicher Weise wie in Figur 4 am Flansch 2 befestigt. Aus Stabilitätsgründen kann es vorteilhaft sein, ein weiteres erstes Rahmenelement 60 an der gegenüberliegenden Seite am Flansch 2 anzuordnen. Das zweite nicht dargestellte Rahmenelement 70 ist vefahrbar an beiden Rahmenelementen 60 angeordnet.

5

Bevor der Reinigungsvorgang durchgeführt wird, ist die Ausrichtung der Verschiebeinrichtung 25 zur Rohranordnung zu überprüfen. In der Regel kann das erste Rahmenelement 60 nicht parallel zu den Rohrreihen 82 am Flansch 2 angeordnet werden, so dass ein Winkelversatz α auftritt. Dieser Winkelversatz α zwischen der Parallele 80 zum ersten Rahmenelement 60 und der Rohrreihe 82 wird

10 ermittelt und in der Steuereinrichtung 50 abgelegt, so dass beim Verfahren der Reinigungseinrichtung 20 dieser Winkelversatz α in die Ortskoordinaten x , y der Rohre 4 eingerechnet und berücksichtigt werden kann.

15 Hierzu wird manuell mit der Reinigungseinrichtung 20 z.B. das Rohr 4a angefahren und die Position abgespeichert. Anschließend wird die Reinigungseinrichtung 20 vor das Rohr 4b gefahren und diese Position ebenfalls abgespeichert, woraus dann der Winkel α der Rohrreihe 82 zur Parallelen 80 ermittelt werden kann.

20 In der Figur 6 ist eine Vortriebseinrichtung 10 für den Hochdruckschlauch 11 schematisch dargestellt, die zwei Antriebsrollen 32 und 34 aufweist, die über einen Riemen- oder Kettenantrieb 33 miteinander verbunden sind. Die Antriebsrolle 32 wird von einem Servomotor 30 angetrieben, der an die Steuereinrichtung 50 angeschlossen ist.

25

Oberhalb des zu transportierenden Hochdruckschlauches 11 sind Andrückrollen 36 und 38 vorgesehen, mit denen der Hochdruckschlauch 11 auf die Antriebsrollen 32 und 34 gedrückt wird, wodurch ein Rutschen des Hochdruckschlauches 11 auf den Antriebsrollen 32, 34 weitgehend vermieden wird. Auf die zusätzliche

30 Antriebsrolle 34 und Andrückrolle 38 kann verzichtet werden, wenn der Hochdruckschlauch 11 und die Antriebsrollen 32, 34 Oberflächen mit einer entsprechenden Rauigkeit aufweisen, so dass ein Durchrutschen der Antriebsrollen 32, 34 nicht stattfindet.

5 Vor der oberen Andrückrolle 36, die vom Hochdruckschlauch 11 angetrieben wird und auf einem Kreis angeordnete Vertiefungen oder Öffnungen 37 aufweist, ist mittels einer Sensor-Halterung 46 ein Rollensensor 44 angeordnet, der an eine Schlupfüberwachungseinrichtung 90 angeschlossen ist. Mit dem Sensor 44 wird die Rotationsgeschwindigkeit der Andrückrolle 36 erfasst. Diese Schlupfüberwachungseinrichtung 90 ist auch an den Servomotor 30 und die Steuereinrichtung 50 angeschlossen.

Wenn der Hochdruckschlauch 11 innerhalb des zu reinigenden Rohres 4 auf ein Hindernis trifft, wird der Hochdruckschlauch 11 abgebremst und es besteht die Gefahr, dass die Antriebsrolle 32 trotzdem weiterläuft. Da über den Servomotor 30 die Einschiebtiefe ermittelt wird und der Servomotor 30 somit auch die Messeinrichtung 40 bildet, würde dies zu einem Fehler bei der Ermittlung der Einschiebtiefe führen. Mittels der Schlupfüberwachungseinrichtung 90 kann dieses Problem erkannt werden, so dass der Servomotor 30 sofort abgeschaltet wird und das eventuell stattgefundenen Weiterlaufen der Antriebsrolle 32 in die Berechnung der Einschiebtiefe einbezogen werden kann.

Eine der Andrückrollen 36, 38 kann auch als Rollentaster ausgebildet sein, wenn ein Hochdruckschlauch 11 mit Markierungen 15 verwendet wird, wie dies in der Figur 3 dargestellt ist. Diese Andrückrolle 36, 38 ist in einer solchen Ausführungsform Bestandteil der Messeinrichtung 40 zur Messung der Einschiebtiefe und ist an die Steuereinrichtung 50 oder die Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 angeschlossen.

30 In den Figuren 7 und 8 sind verschiedene Hindernisse in Form von Verkrustungen 16, 16a, 16b innerhalb der Rohre 4 eingezeichnet. Unter den jeweiligen Rohren 4 ist ein schematisches Diagramm des Drehmomentes D in Abhängigkeit von der Wegstrecke z dargestellt.

- 5 Das Drehmoment D des Servomotors 30 ist beim Einschieben des Hochdruckschlauchs 11 in das Rohr 4 konstant und steigt sprunghaft an, wenn die am vorderen Ende des Schlauchs 11 angeordnete Austrittsdüse 18 auf ein Hindernis in Form einer Verkrustung 16 trifft. Das Drehmoment wird vorzugsweise mit einer Drehmomentmesseinrichtung 39 erfasst, die im oder am Servomotor 30 angeordnet ist (s. Fig. 6).

Dieser rapide Anstieg ist im Diagramm dargestellt, wobei dieser Anstieg die Einschiebtiefe z_E markiert.

- 15 Mittels des Hochdruckschlauchs 11 und der Austrittsdüse 18 kann dieses Hindernis nicht beseitigt werden, so dass an dieser Stelle der Reinigungsvorgang des Rohres 4 beendet ist. Aus dem Wert des Drehmoments D ist ablesbar, dass es sich hier um ein unüberwindliches Hindernis handelt. Die entsprechenden Daten, wie Einschiebtiefe z_E und Drehmoment D , werden in der Steuereinrichtung 50 bzw. Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 abgespeichert.

- In der Figur 8 ist eine andere Situation dargestellt, bei der zwei weniger große Verkrustungen 16a, 16b eingezeichnet sind. Wenn der Hochdruckschlauch 11 mit der Austrittsdüse 18 gegen die Verkrustung 16a stößt, steigt das Drehmoment des Servomotors 30 an. Wenn es gelingt, diese Verkrustung 16a aufzulösen, kann der Vorschub des Hochdruckschlauchs 11 fortgesetzt werden, so dass das Drehmoment des Servomotors 30 wieder abfällt bis der Hochdruckschlauch 11 mit der Düse 18 auf das nächste Hindernis in Form der Verkrustung 16b trifft.

- 30 Wenn auch dort die Verkrustung 16b aufgelöst und beseitigt werden kann, fällt das Drehmoment wieder ab und der Vorschub kann ebenfalls fortgesetzt werden.

Aus dem nur schematisch dargestellten Verlauf der Drehmomentkurve lässt sich somit ablesen, wie stark die Verschmutzung bzw. die Verkrustung 16, 16a, b

- 5 innerhalb des Rohres 4 ist. Anhand der Daten z_1 und z_2 ist dann auch der Ort lokalisierbar, wo genau diese Verschmutzungen aufgetreten sind.

Es lässt sich somit anhand sämtlicher Daten ein dreidimensionales Verschmutzungsprofil des Rohrbündels 1 erstellen, aus dem der Ort der Verkrustungen 16,
10 16a, b und der Grad der Verkrustungen bzw. Verschmutzung ablesbar ist.

Ein beispielhafter Ablauf der Reinigung eines Rohrbündels 1 kann wie folgt vonstatten gehen:

- 15 Die einzelnen Rahmenelemente 6, 7 bzw. 60, 70 werden zusammen mit der oder den Reinigungseinrichtung/en 20 sowie der Steuereinrichtung 50 angeliefert und vor Ort zu einer Reinigungsvorrichtung 5 zusammengebaut. Zunächst wird das erste Rahmenelement 6, 60 an dem Rohrbündel 1 montiert und anschließend wird das zweite Rahmenelement 7, 70 an dem ersten Rahmenelement 6, 60 montiert.

20

- Der Vorteil der Vorrichtung besteht unter anderem darin, dass die Rahmenelemente sowohl an horizontal ausgerichteten Rohrbündeln 1 als auch an vertikal ausgerichteten Rohrbündeln 1 montiert werden kann. Die Vorrichtung 5 ist weitaus flexibler einsetzbar als dies bei Rohrreinigungsvorrichtungen beim Stand der
25 Technik der Fall ist, die beispielsweise auf einem Wagen montiert sind, der vor das zu reinigende Rohrbündel 1 gefahren werden muss, was nur im Fall von horizontal angeordneten Rohrbündeln 1 möglich ist.

- Anschließend wird der Winkelversatz α ermittelt und der Arbeitsbereich festgelegt.
30 Hierfür werden vier außerhalb des Rohrbündels 1 liegende Eckpunkte eines Vierecks angefahren. Die Stirnseite des Rohrbündels 1 befindet sich dann innerhalb des Arbeitsbereiches, in dem die Reinigungseinrichtung/en 20 verfahren werden kann/können.

- 35 Wenn es sich um einen erstmaligen Reinigungsvorgang eines Rohrbündels 1

5 handelt, ist es erforderlich die Geometriedaten in die Steuereinrichtung 50 einzugeben. Wenn diese Geometriedaten der Rohre 4 vom Betreiber oder Hersteller des Rohrbündels 1 bereitgestellt und dann in die Steuereinrichtung 50 eingegeben worden sind, kann der Reinigungsvorgang nach der Eingabe gestartet werden, wobei der Reinigungsvorgang an einem Referenzrohr 4c beginnt, das manuell
10 angefahren wird. Dies kann z.B. das erste Rohr 4 der ersten Reihe eines Rohrbündels 1 sein. Das Referenzrohr 4c kann auch ein beliebiges Rohr 4 des Rohrbündels 1 sein. Wenn keine Geometriedaten vorliegen, werden mittels eines manuellen Anfahrens der Rohre 4 die Geometriedaten vor Ort ermittelt und vorzugsweise gleichzeitig auch die Rohre 4 gereinigt.

15 Wenn die Reinigungseinrichtung 20 vor ein Rohr 4 fährt, das mit einem Stopfen verschlossen ist, kann der Hochdruckschlauch 11 nicht in das Rohr 4 einfahren. Es wird diesem Rohr 4 dann eine entsprechende Information zugeordnet, dass der Hochdruckschlauch 11 nicht einfahren konnte. Diese Daten werden anschließend
20 in der Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 abgespeichert.

Wenn der Hochdruckschlauch 11 in das zu reinigende Rohr 4 einfahren kann, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder der Schlauch kann vollständig bis zum gegenüberliegenden Ende in das Rohr 4 eingeschoben werden. Dann kann die Reinigung planmäßig erfolgen und dieser Reinigungserfolg wird ebenfalls durch Abspeichern der Rohrdaten und der maximal erreichten Einschiebtiefe dokumentiert.
25

Wenn das Rohr 4 nur teilweise einfahren kann, erfolgt die Reinigung nicht planmäßig. Es werden die maximal erreichte Einschiebtiefe z_E sowie gegebenenfalls
30 die auftretenden Drehmomente ermittelt, so dass weitere Rückschlüsse auf den Grad der Verschmutzung gezogen werden können. Auch diese Daten werden anschließend in der Speicher- und Dokumentationseinrichtung 52 abgelegt.

Wenn es gelingen sollte, die Verschmutzung mittels des eingedrungenen Hoch-

- 5 druckschlauches 11 zu beseitigen, wird auch dies abgespeichert und dokumentiert.

Wenn alle Rohre 4 eines Rohrbündels 1 angefahren worden sind, ist der Reinigungsvorgang beendet.

10

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist sichergestellt, dass kein Rohr versehentlich vergessen wird, wie dies bei einer herkömmlichen manuellen Reinigung der Rohre der Fall sein kann.

- 15 Wenn mehrere Hochdruckschläuche 11 gleichzeitig zum Einsatz kommen, wird die Reinigungszeit noch einmal verkürzt. Ein Verfahren der Reinigungseinrichtung 20 findet immer erst dann statt, wenn alle Hochdruckschläuche 11 ihre angefahrenen Rohre 4 verlassen haben. Insbesondere dann, wenn z.B. einer der Hochdruckschläuche 11 vorzeitig aus dem Rohr wegen eines nicht überwindbaren
- 20 Hindernisses herausgefahren worden ist, muss auf den oder die anderen Hochdruckschläuche 11 gewartet werden, die eine vollständige Reinigung ihres/ihrer Rohre durchführen können.

5

Bezugszeichenliste

	1	Rohrbündel
	2	Flanschbereich, Flansch
10	3	Befestigungsöffnungen
	4	Rohr
	4a, b, c	Rohr
	5	Reinigungsvorrichtung
	6	horizontales Rahmenelement
15	6a	Doppelpfeil
	7	vertikales Rahmenelement
	7a	Doppelpfeil
	8	Auflagerpunkt
	9	Traggestell
20	10	Vortriebseinrichtung
	11	Hochdruckschlauch
	12	Schlauchführung
	13	Doppelpfeil
25	14	Sensoren
	15	Markierungen
	16	Verkrustung
	16a, b	Verkrustung
	18	Austrittsdüse
30		
	20	Reinigungseinrichtung
	25	Verschiebeeinrichtung
	30	Servomotor

-28-

5	32	Antriebsrolle
	33	Übertragungselement
	34	Antriebsrolle
	36	Andrückrolle
	37	Öffnung
10	38	Andrückrolle
	39	Einrichtung zur Messung des Drehmomentes
	40	Messeinrichtung
	44	Rollensensor
15	46	Sensorhalterung
	50	Steuereinrichtung
	52	Speicher- und Dokumentationseinrichtung
	54	Fernbedienung
20		
	60	erstes Rahmenelement
	62a, b	Befestigungsmittel
	70	zweites Rahmenelement
25	72	Antriebseinrichtung
	74	Antriebseinrichtung
	80	Parallele
	82	Rohrreihe
30	90	Schlupfüberwachungseinrichtung

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von Rohrbündeln (1) mit stirnseitig offenen Enden, insbesondere der Rohrbündel von Wärmetauschern, Luftkühlern oder Kondensatoren, bei welchem eine wenigstens eine Reinigungseinrichtung (20) aufweisende Reinigungsvorrichtung (5) angrenzend an die offenen Enden des Rohrbündels (1) positioniert und anschließend die wenigstens eine einen Hochdruckschlauch (11) aufweisende Reinigungseinrichtung (20) von einer Steuereinrichtung (50) nacheinander fluchtend zum jeweiligen Rohr (4) des Rohrbündels (1) angeordnet und die Reinigungseinrichtung (20) in das jeweilige Rohr (4) eingeschoben und mit Flüssigkeit unter Hochdruck beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Einschiebens der wenigstens einen Reinigungseinrichtung (20) in das jeweilige Rohr (4) die Einschiebtiefe gemessen und von der Steuereinrichtung (50) überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Einschiebtiefe in der Steuereinrichtung (50) oder einer an die Steuereinrichtung (50) angeschlossen Speicher- und Dokumentationseinrichtung (52) abgespeichert und für den jeweiligen Reinigungsvorgang dokumentiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dokumentation die Erstellung eines drei-dimensionalen Verschmutzungsprofils des Rohrbündels (1) umfasst.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reinigungsvorrichtung (5) mit mehreren parallelen Reinigungseinrichtungen (20) verwendet wird, die gleichzeitig in benachbarte Rohre (4) eingeschoben werden und deren Einschiebtiefe unabhängig voneinander

-30-

- 5 gemessen und überwacht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die jeweilige Anordnung und Einschubbewegung der jeweiligen Reini-
gungseinrichtung (20) von der Steuereinrichtung (50) automatisch oder
10 halbautomatisch anhand von abgespeicherten Geometriedaten der Rohre
(4) des Rohrbündels (1) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geomet-
riedaten der Rohre des Rohrbündels (1) durch manuelles Anfahren der
15 Rohre mit der wenigstens einen Reinigungseinrichtung (20) erfasst wer-
den.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Messung der Einschiebtiefe durch einen Servomotor (30) einer
20 Vortriebseinrichtung (10) einer Reinigungseinrichtung (20) für den Hoch-
druckschlauch (11) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Dreh-
moment D des Servomotors (30) während des Einschiebens des Hoch-
25 druckschlauches (11) in das Rohr (4) kontinuierlich gemessen und die ge-
messenen Drehmomentdaten zusammen mit der jeweiligen Einschiebtiefe
in der Steuereinrichtung (50) oder in einer an die Steuereinrichtung (50) an-
geschlossenen Speicher- und Dokumentationseinrichtung (52) abgespei-
chert wird.
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem
Anstieg des Drehmoments des Servomotors (30) über einen vorgegebenen
Wert D_v der Servomotor (30) abgeschaltet, in den Rücklauf, in einen Frei-
spülmodus oder in einen Rüttelmodus geschaltet wird.
- 35

- 5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,
dass während des Einschiebens des Hochdruckschlauches (11) der
Schlupf der Vortriebseinrichtung (10) überwacht wird.
- 10 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Messung der Einschiebtiefe über ein Abtasten von an oder in dem
Hochdruckschlauch (11) angebrachter Markierungen erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
dass eine Verschiebeeinrichtung (25) der Reinigungsvorrichtung (5) am
15 Rohrbündel (1) befestigt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ver-
schiebeeinrichtung (25) der Reinigungsvorrichtung (5) an einem Flansch
(2) des Rohrbündels (1) befestigt wird.
20
14. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass
vor dem erstmaligen Einschieben des wenigstens einen Hochdruckschlau-
ches (11) in die Rohre (4) die Ausrichtung der Reinigungsvorrichtung (20)
bezüglich des Rohrbündels (1) ermittelt und die ermittelten Daten in der
25 Steuereinrichtung (50) abgespeichert und zur Korrektur des Fahrweges
der Reinigungseinrichtung (20) berücksichtigt werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,
dass mindestens das erste zu reinigende Rohr (4) des Rohrbündels (1)
30 manuell angefahren wird.
16. Vorrichtung (5) zum Reinigen von Rohrbündeln (1) mit stirnseitig offenen
Enden, insbesondere von Rohrbündeln (1) von Wärmetauschern, Luftküh-
lern oder Kondensatoren, mit in horizontaler und vertikaler Richtung von ei-

- 5 ner Steuereinrichtung (50) verfahrbaren Rahmenelementen (6, 7, 60, 70), in
welchen wenigstens eine mit der Steuereinrichtung (50) verbundene Vor-
triebseinrichtung (10) für einen Hochdruckschlauch (11) aufweisende
Reinigungseinrichtung (20) angeordnet ist, wobei die Reinigungseinrichtung
10 (20) von der Vortriebseinrichtung (10) in die Rohre (4) des Rohrbündels (1)
einschiebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung
(10) und/oder die Reinigungseinrichtung (20) mit einer Messeinrichtung (40)
zur Messung der jeweiligen Einschiebtiefe der Reinigungseinrichtung (20) in
das jeweilige Rohr (4) ausgerüstet ist, wobei die Messeinrichtung (40) mit
der Steuereinrichtung (50) verbunden ist.
- 15 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweili-
ge Reinigungseinrichtung (20) von einem Hochdruckschlauch (11) mit Aus-
trittsdüse (18) gebildet ist.
- 20 18. Vorrichtung (5) zum Reinigen von Rohrbündeln (1) mit an stirnseitig offenen
Enden, insbesondere von Rohrbündeln (1) von Wärmetauschern, Luftküh-
lern oder Kondensatoren,
- 25 - mit einer Verschiebeeinrichtung (25), die mindestens ein erstes Rah-
menelement (6, 60) und mindestens ein zweites Rahmenelement (7, 70)
aufweist, wobei das erste Rahmenelement (6, 60) und das zweite Rah-
menelement (7, 70) senkrecht zueinander angeordnet sind,
- 30 - mit mindestens einer an der Verschiebeeinrichtung (25) angeordneten
Reinigungseinrichtung (20), die mindestens einen Hochdruckschlauch
(11) und mindestens eine Vortriebseinrichtung (10) aufweist, wobei der
Hochdruckschlauch (11) mittels der Vortriebseinrichtung (10) in die Roh-
re (4) einschiebbar ist und
- 35 - mit einer Steuereinrichtung (50), die an die Verschiebeeinrichtung (25)
und an die Vortriebseinrichtung (10) angeschlossen ist,

5

dadurch gekennzeichnet,

10 dass die Reinigungseinrichtung (20) eine Messeinrichtung (40) zur Messung und Überwachung der jeweiligen Einschiebtiefe Z des Hochdruckschlauches (11) aufweist,

dass die Messeinrichtung (40) an die Steuereinrichtung (50) angeschlossen ist, und

15 dass die Steuereinrichtung (50) eine Speicher- und Dokumentationseinrichtung (52) aufweist oder an eine Speicher- und Dokumentationseinrichtung (52) angeschlossen ist, in der mindestens die jeweils gemessene Einschiebtiefe Z abspeicherbar ist.

20 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschiebeeinrichtung (25) Mittel (62a, b) zum Befestigen an dem Rohrbündel (1) aufweist.

25 20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Rahmenelement (6, 60) die Mittel (62a, b) zum Befestigen an dem Rohrbündel (1) aufweist und

dass das zweite Rahmenelement (7, 70) längs des ersten Rahmenelementes (6, 60) verfahrbar am ersten Rahmenelement (6, 60) angeordnet ist.

30

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungseinrichtung (20) verfahrbar am zweiten Rahmenelement (7, 70) angeordnet ist.

- 5 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung (10) mindestens eine Antriebsrolle (32, 34) zum Vortrieb des Hochdruckschlauches (11) aufweist.
- 10 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung (10) mindestens eine Andrückrolle (36, 38) zum Andrücken des Hochdruckschlauches (11) gegen die Antriebsrolle (32, 34) aufweist.
- 15 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung (10) eine Schlupfüberwachungseinrichtung (90) der Antriebsrolle (32, 34) aufweist.
- 20 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung (10) mindestens einen Servomotor (30) aufweist, der die Antriebsrolle (32, 34) antreibt.
- 25 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vortriebseinrichtung (10) eine Drehmomentmesseinrichtung (39) für die Messung des Drehmoments des Servomotors (30) aufweist.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass am vorderen Ende des Hochdruckschlauches (11) eine Austrittsdüse (18) angeordnet ist.
- 30 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicher- und Dokumentationseinrichtung (52) zur Ablage, Verarbeitung, Aufbereitung und Auswertung von während des Betriebs der Reinigungsvorrichtung (5) anfallender Daten und/oder eingegebener Daten ausgebildet ist.

- 5
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere parallele Reinigungseinrichtungen (20) mit eigener Vortriebseinrichtung (10) vorgesehen sind, wobei jede Reinigungseinrichtung (20) und/oder jede Vortriebseinrichtung (10) mit einer eigenen Messeinrichtung (40) ausgerüstet sind.
- 10
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Messeinrichtung (40) Messsensoren (14) und damit zusammenwirkende Messmarkierungen (15) am Hochdruckschlauch (11) aufweist.
- 15
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Messeinrichtung (40) an der Oberfläche des Hochdruckschlauches (11) anliegende Rollentaster aufweist.
- 20
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jeweilige Reinigungseinrichtung (20) einen Hochdruckschlauch (11) mit damit verbundener, in das jeweilige Rohr (4) einschiebbarer Lanze aufweist.
- 25

1 / 5

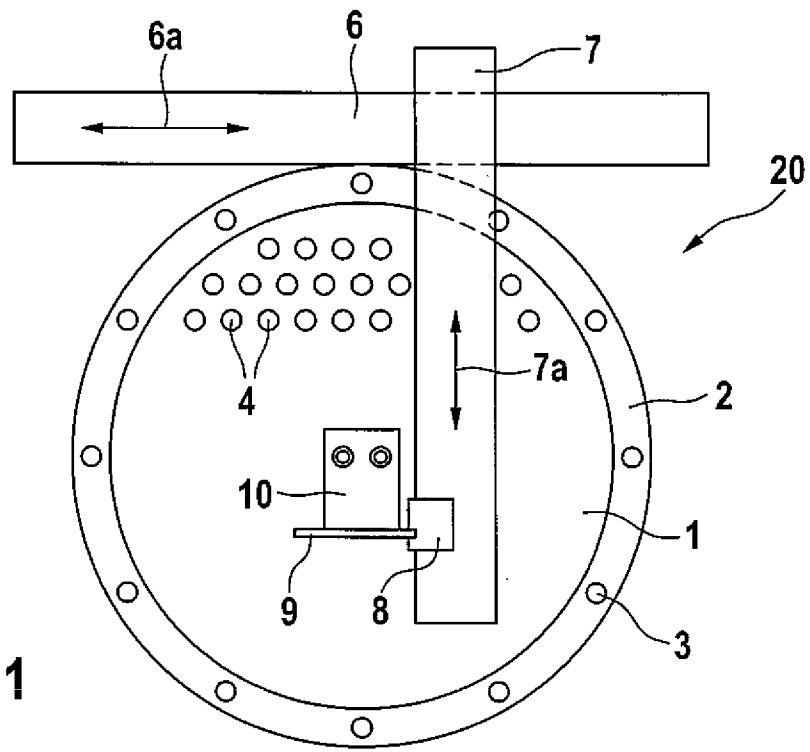


Fig. 1

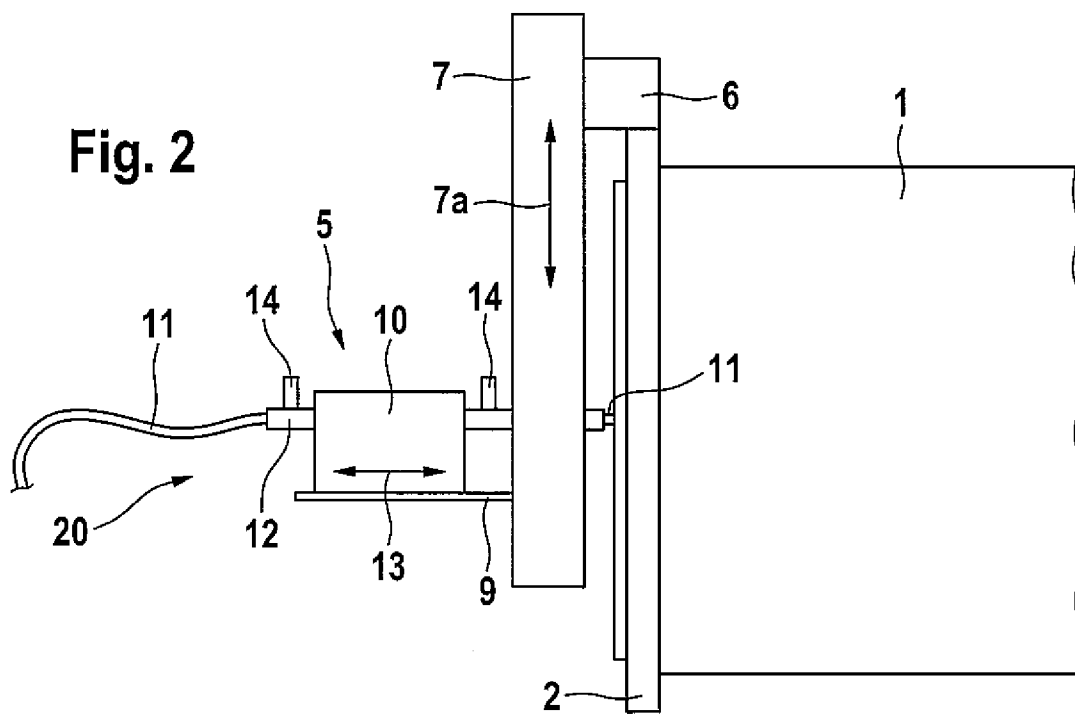
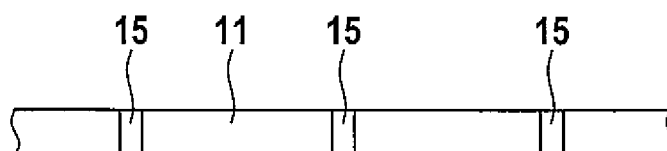
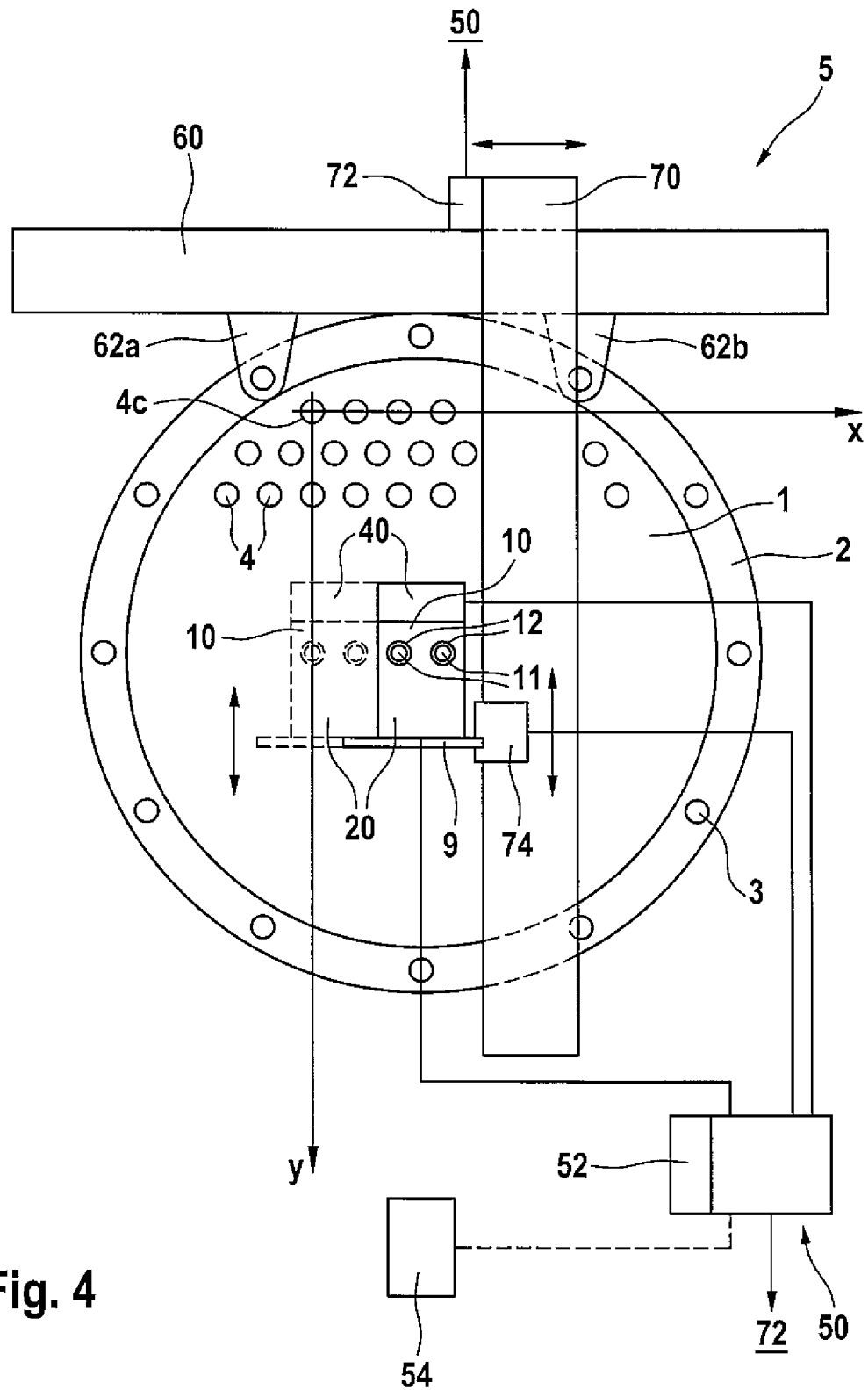


Fig. 3



2 / 5



3 / 5

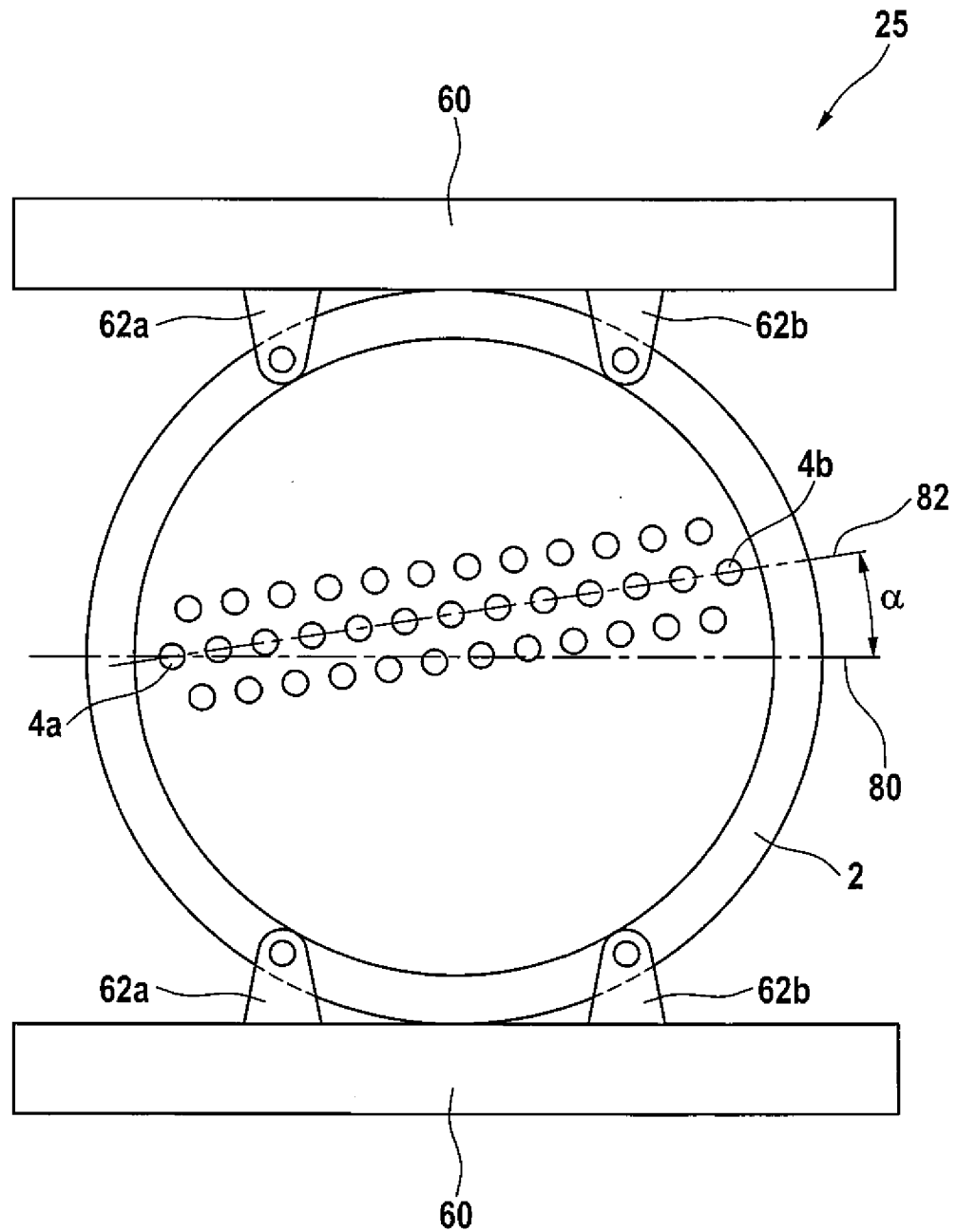


Fig. 5

4 / 5

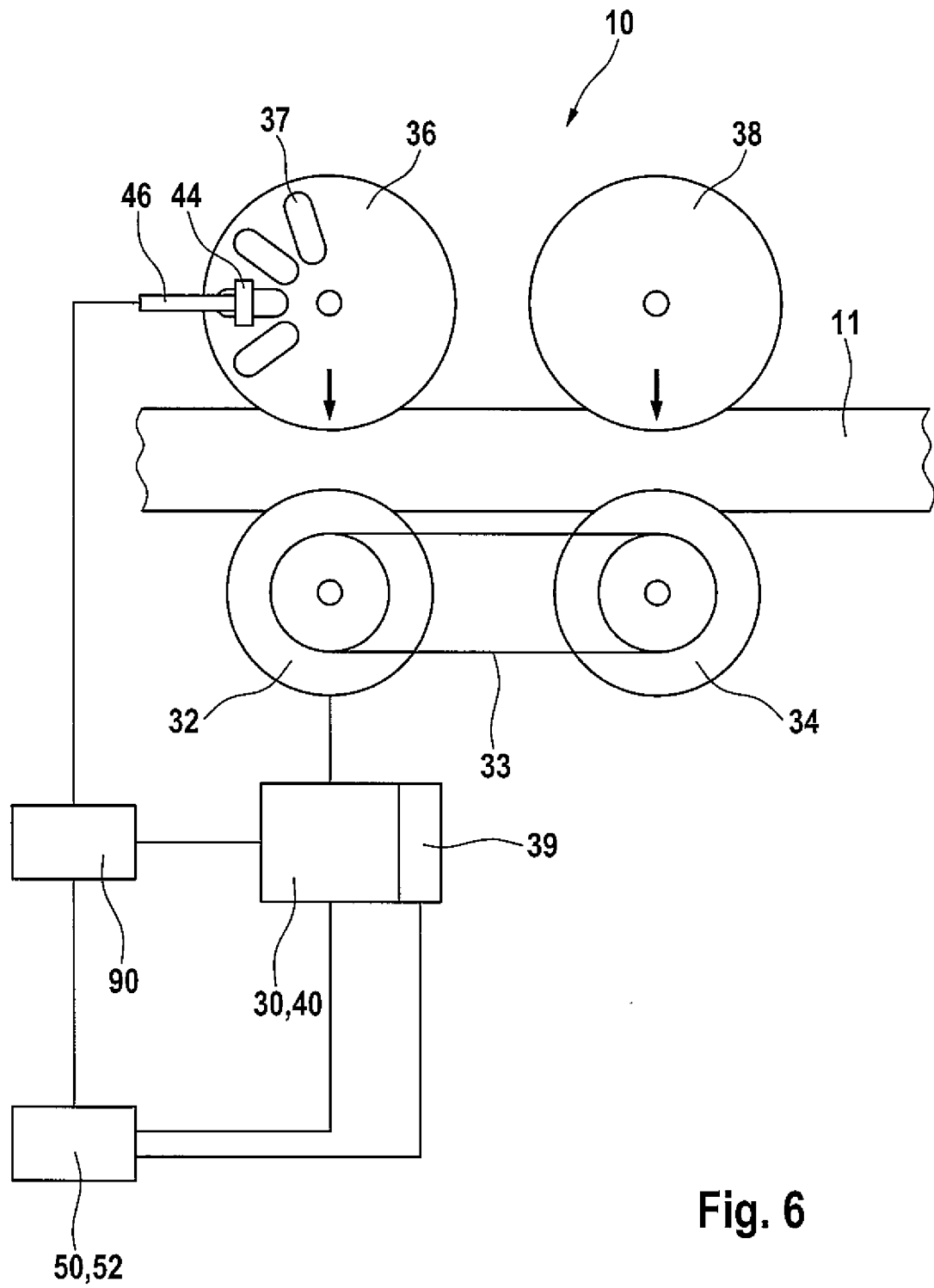


Fig. 6

5 / 5

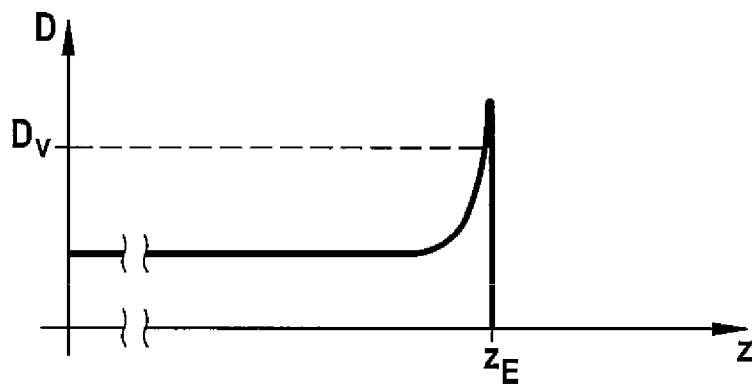
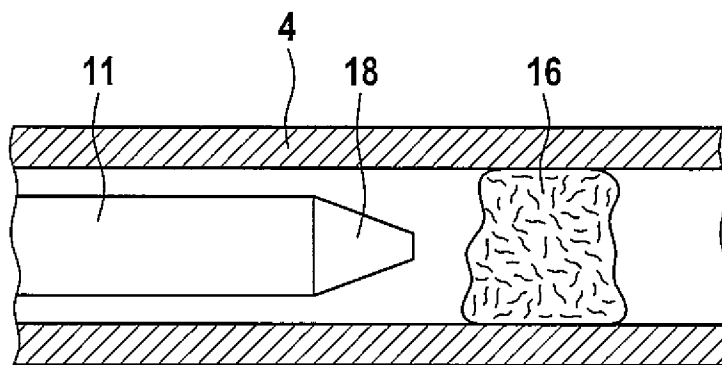


Fig. 7

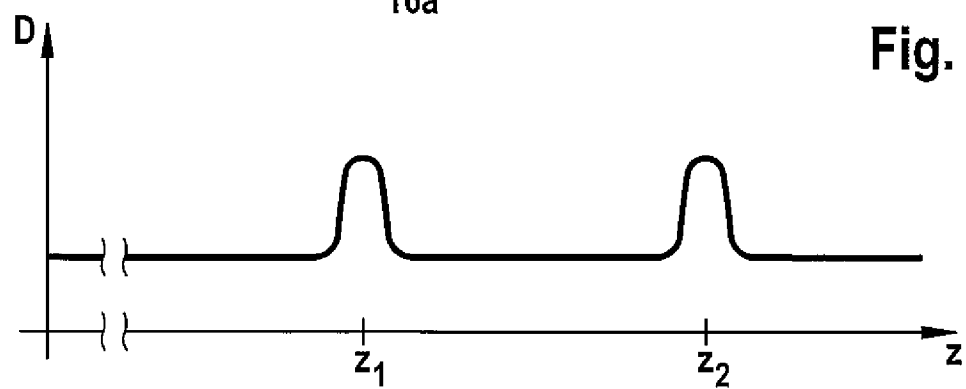
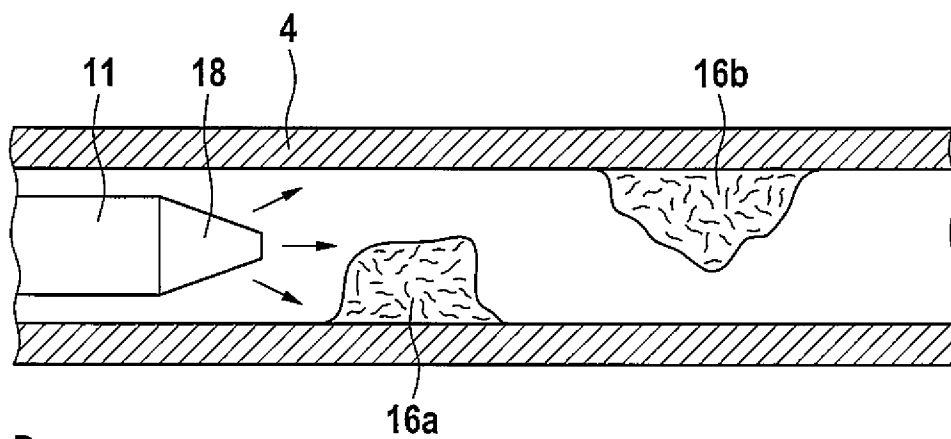


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/056734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F28G1/16 B08B9/032 F28G15/00 F28G15/08
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F28G B08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 681 839 B1 (BALZER BRENT A [US]) 27 January 2004 (2004-01-27) column 4, line 1 - line 14 column 5, line 11 - column 6, line 18; figures 1-12	1-30
X	----- GB 2 320 076 A (TUBE TECH LIMITED [GB]) 10 June 1998 (1998-06-10) abstract	1,16
X	----- DE 400 031 C (DIAMOND POWER SPECIALITY) 1 August 1924 (1924-08-01) page 3, line 55 - line 60; figures 1-3 -----	1,16,18, 30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 May 2015

Date of mailing of the international search report

01/06/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martínez Rico, Celia

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/056734

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6681839	B1	27-01-2004	NONE
GB 2320076	A	10-06-1998	NONE
DE 400031	C	01-08-1924	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F28G1/16 B08B9/032 F28G15/00 F28G15/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F28G B08B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 681 839 B1 (BALZER BRENT A [US]) 27. Januar 2004 (2004-01-27) Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 14 Spalte 5, Zeile 11 - Spalte 6, Zeile 18; Abbildungen 1-12	1-30
X	----- GB 2 320 076 A (TUBE TECH LIMITED [GB]) 10. Juni 1998 (1998-06-10) Zusammenfassung	1,16
X	----- DE 400 031 C (DIAMOND POWER SPECIALITY) 1. August 1924 (1924-08-01) Seite 3, Zeile 55 - Zeile 60; Abbildungen 1-3	1,16,18, 30



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Mai 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/06/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Martínez Rico, Celia

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/056734

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6681839	B1	27-01-2004	KEINE
GB 2320076	A	10-06-1998	KEINE
DE 400031	C	01-08-1924	KEINE