



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 828 985 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**06.10.2004 Patentblatt 2004/41**

(51) Int Cl.7: **F28G 3/16, F23J 3/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP1996/002325**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**12.12.2001 Patentblatt 2001/50**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 1996/038703 (05.12.1996 Gazette 1996/53)**

(21) Anmeldenummer: **96916172.8**

(22) Anmeldetag: **30.05.1996**

(54) **WASSERLANZENBLÄSER UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN DES WASSERLANZENBLÄSERS**

WATER JET BLOWER AND METHOD OF OPERATING THE WATER JET BLOWER

SOUFFLANTE POUR LANCE A EAU ET PROCEDE POUR OPERER LA SOUFFLANTE POUR LANCE A EAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK ES FR GB**

• **SIMON, Stephan**  
**D-46483 Wesel (DE)**

(30) Priorität: **30.05.1995 DE 19519780**

(74) Vertreter: **Kahlhöfer, Hermann, Dipl.-Phys. et al**  
**Patentanwälte**  
**Kahlhöfer Neumann**  
**Herzog Fiesser**  
**Postfach 10 33 63**  
**40024 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.03.1998 Patentblatt 1998/12**

(73) Patentinhaber: **Clyde Bergemann GmbH**  
**46485 Wesel (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BUDE, Friedrich**  
**D-03050 Cottbus (DE)**  
• **ALBERS, Karl**  
**D-46485 Wesel (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-93/12398** **DD-A- 145 475**  
**DD-A- 153 426** **DD-A- 234 479**  
**DD-A- 235 102** **DD-A- 281 452**  
**DD-A- 281 468** **DE-A- 2 411 133**  
**DE-C- 600 827** **FR-A- 637 931**

**EP 0 828 985 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wasserlanzenbläser nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zu seinem Betrieb. Ein derartiger Wasserlanzenbläser ist aus der WO-A-93/12398 bekannt.

**[0002]** Die Reinigung von Wärmeanlagen, insbesondere der Feuerräume von Dampfkesseln großer Leistung während des Betriebes erfolgt unter anderem auch mit Hilfe von Wasserlanzenbläsern, die einen gebündelten Wasserstrahl durch den Feuerraum auf die gegenüberliegende Wand abgeben. Infolge des auftretenden Thermoschocks, der kinetischen Wasserstrahlenergie und des schlagartigen Verdampfens von in Poren der Ablagerungen eingedrungenem Wasser wird ein Abplatzen der Verschmutzungen aus Ruß, Schlacke und Asche bewirkt. Typische Anordnungen und das Umfeld von solchen Wasserlanzenbläsern sind beispielsweise in der DD 276 335 A1, der DD 281 452 A5 und der DD 281 468 A5 beschrieben.

**[0003]** Der Wasserstrahl von Wasserlanzenbläsern folgt im allgemeinen einem bestimmten vorgegebenen Weg auf der zu reinigenden Fläche, auch Blasfigur genannt, wobei dieser Weg im allgemeinen mäanderförmig oder spiralig verläuft und gegebenenfalls Hindernisse, Öffnungen oder andere empfindliche Zonen umspart.

**[0004]** Aus der DD 239 656 A1 ist es bekannt, die Reinigungsparameter eines Wasserlanzenbläserters anhand von Temperaturmessungen an der zu reinigenden Fläche zu steuern.

**[0005]** Neben einer Steuerung des Antriebssystems durch eine Schablone, die zwingend eine ganz bestimmte Blasfigur erzeugt, wurden vor allem Zweiachsensteuerungen auf einen Rahmen eingesetzt mit rechtwinklig zueinander liegenden Steuerachsen, insbesondere einer waagerechten und einer senkrechten Achse, um mäanderförmige Wege besonders einfach ansteuern zu können. Auf diese Weise war es bisher immer möglich, bestimmte mäanderförmige Blasfiguren durch reine zeitliche Ansteuerung oder Ansteuerung von einem Minimumanschlag zu einem Maximumanschlag der einzelnen Achsantriebe zu erzeugen.

**[0006]** Diese Art der Ansteuerung machte es jedoch erforderlich, die Antriebe möglichst genau auszurichten, wie dies z. B. in der DD 234 479 A1 beschrieben ist. Dort wirken mindestens zwei Betätigungselemente auf die Wasserlanze, wobei diese beiden Betätigungselemente in einem Winkel von 90° an einem Rahmen angeordnet sind, wobei zusätzlich die Befestigungspunkte der Betätigungselemente am Rahmen in einer Ebene mit einem horizontal und vertikal beweglichen Gelenk der Wasserlanze liegen müssen, welches dort den Bewegungspunkt der Wasserlanze bildet.

**[0007]** Eine weitere Zweiachsensteuerung ist auch aus der WO 93/12398 bekannt, welche die Wasserlanze mittels zweier senkrecht zueinander laufender Spindel-

antriebe präzise steuert, die wiederum mittels eines Führungsrahmens gehalten sind.

**[0008]** Bei dem Wasserlanzenbläser aus der WO 93/12398, erfolgt die Führung der Blaslanze über Mechaniken und zentrale Antriebe, wobei im Raum um die Blasführungen Antriebs- und Lagerelemente in einer Rahmenkonstruktion gelagert und angeordnet sind, die einen großen Raum einnehmen. Die oftmals große Länge der Lanze und die Wasserzufuhr führt zu großen Hebelwirkungen und Kräften, welche wiederum entsprechende Führungen, Antriebe und Rahmen erfordern.

**[0009]** Dazu kommt, daß nicht im Bereich jeder Luke, welche jede Öffnung sein kann, in der vorteilhafterweise ein Wasserlanzenbläser angeordnet werden soll, genügend Raum zur Verfügung steht. Zahlreiche Einbauten, wie Dampfrohre, Schaltschränke, Arbeitsbühnen etc. behindern die Anbringung von großen rechteckigen Gestellen.

**[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher die Schaffung eines Antriebssystems für einen Wasserlanzenbläser, welches flexibel auch unter beengten Platzverhältnissen angeordnet werden kann und außerdem die freie Wahl beliebiger Blasfiguren und beliebiger Bewegungsgeschwindigkeiten zuläßt. Aufgabe der Erfindung ist auch die Schaffung eines geeigneten Verfahrens zum Betrieb solcher Wasserlanzenbläser.

**[0011]** Diese Aufgaben werden gelöst durch einen Wasserlanzenbläser gemäß dem Anspruch 1 bzw. ein Verfahren gemäß dem Anspruch 19. Vorteilhafte Ausführungsformen und Ausgestaltungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0012]** Der erfindungsgemäße Wasserlanzenbläser zur Reinigung von Wärmeanlagen ist durch mindestens ein Bewegungselement bewegbar, das an einem Ende mit dem Wasserlanzenbläser und mit dem anderen Ende direkt mit der Wärmeanlage verbunden ist. Zusätzlich ist das Antriebssystem mit Wegaufnehmern zur genauen Bestimmung der Position der Wasserlanze ausgerüstet, wodurch sich eine geregelte Fahrweise verwirklichen läßt.

**[0013]** Durch eine derartige Konstruktion wird ein neues Konzept verfolgt, mit dem ein Wasserlanzenbläser unabhängig von einem Rahmengerüst zu führen ist.

**[0014]** Dieses ermöglicht eine flexible Platzierung des Wasserlanzenbläserters unter günstiger Ausnutzung des jeweils zur Verfügung stehenden Raumes an der Wärmeanlage. Ein Ende des Manipulatorarmes ist an der Wärmeanlage bevorzugt so befestigbar, daß der Wasserlanzenbläser in Hinsicht auf Wartung und Inspektion gut erreichbar ist, ohne daß der Platz einer Arbeitsbühne unnötig eingeschränkt wird. Der Manipulatorarm selbst ist frei gestaltbar, wobei in einer Ausführungsform das Bewegungselement selbst der Manipulatorarm ist. Die Anordnung der Enden von jeweils einem oder mehreren Bewegungselementen in einer Ebene, die außersenkrecht zu einer vertikalen Ebene durch den Bewegungspunkt der Wasserlanze verläuft, erlaubt es, diesen Bewegungspunkt weit nach vorne in die Luke oder

die Wärmeanlage hineinzuverlagern, wodurch sich größere Schwenkbereiche und günstigere Hebelverhältnisse beim Antriebssystem ergeben. Ist der Wasserlanzenbläser in waagerechten Decken oder Böden einer Wärmeanlage eingebaut, ist unter der vertikalen Ebene eine dann entsprechende Waagerechte durch den Bewegungspunkt zu verstehen. Wird nur ein Bewegungselement verwendet, so ist dieses bevorzugt, in seiner Länge und in seiner Richtung veränderbar und erfüllt so die Funktionen eines Manipulatorarmes. Sind zwei Bewegungselemente vorhanden, so brauchen diese lediglich Längenantriebe zu besitzen, um die Wasserlanze auf beliebigen Bahnen zu bewegen.

**[0015]** Allerdings kann es bei zwei Bewegungselementen vorkommen, daß sie eine nahezu fluchtende Position einnehmen, wodurch ein Antrieb der Wasserlanze nicht mehr oder nur noch sehr schwer möglich ist. Für solche Anordnungen ist ein drittes Bewegungselement, welches dann den Antrieb unterstützen kann, sehr wichtig. Je nach den Anforderungen an die Genauigkeit der Bewegung und die Stabilität des Systems können auch mehr als drei Bewegungselemente eingesetzt werden.

**[0016]** Gemeinsam ist allen beschriebenen Anordnungen, daß beispielsweise zur Ausführung einer mäanderförmigen Blasfigur sehr komplexe, nicht lineare Bewegungen des oder der Bewegungselemente erforderlich sind, so daß eine einfache Steuerung, insbesondere eine Zeitsteuerung für solche Anordnungen nicht mehr in Betracht kommt.

**[0017]** Aus diesem Grunde weist das Antriebssystem Wegaufnehmer zur genauen Bestimmung der Position der Wasserlanze auf, so daß nunmehr keine reine Steuerung, sondern eine geregelte Steuerung entlang einer Soll-Bewegungslinie möglich ist. Die Wegaufnehmer ermöglichen die genaue Kontrolle der Blasfigur, so daß die Bewegungselemente entsprechend geregelt werden können. Das Antriebssystem läßt es auch zu, bestimmte Teile der Blasfigur mit einer ersten Geschwindigkeit und andere Teile der Blasfigur, beispielsweise nicht verunreinigte oder empfindliche Bereiche; mit einer zweiten Geschwindigkeit abzufahren. Grundsätzlich sind beliebige Blasfiguren und beliebige Geschwindigkeitsprofile programmierbar oder durch Aufnahme vor Ort speicherbar.

**[0018]** Die Wegaufnehmer können entweder in den Bewegungselementen selbst angeordnet sein als typische Weg- oder Winkelaufnehmer, oder sie können an einem oder mehreren Wegaufnehmerarmen angeordnet sein. Wichtig ist, daß sie die genaue Position der Wasserlanze in bezug auf eine Referenzposition, die gegebenenfalls vor Beginn des Blasvorganges festgelegt wird, messen können. Als Wegaufnehmer eignen sich kapazitive, induktive oder magnetische Meßaufnehmer, sowie digitale Schrittzähler und dergleichen.

**[0019]** Die Steuerung erfolgt in einer gemeinsamen Steuerelektronik, die die Meßwerte der Wegaufnehmer erhält, mit den Sollwerten der vorgegebenen Blasfigur

vergleicht und die Bewegungselemente entsprechend ansteuert. Auf diese Weise können selbst bei beliebiger Anordnung des oder der Bewegungselemente im Raum Blasfiguren bezüglich Fahrweg und Geschwindigkeit exakt wiederholt werden. Je nach dem Platzangebot kann es auch von Vorteil sein, die Bewegungselemente mit Hebeln, Seilzügen, Ketten, Drehgelenken und dergleichen an die räumlichen Gegebenheiten anzupassen.

**[0020]** Um die Verfügbarkeit des Systems und die Positioniergenauigkeit und Reproduzierbarkeit einer Blasfigur zu verbessern, ist es möglich, mindestens einen Wegaufnehmer mehr vorzusehen als prinzipiell zur Bestimmung der Position erforderlich ist. Durch Fehlerausgleichsrechnung können dann Ungenauigkeiten der Wegaufnehmer verringert werden bzw. bleibt der Betrieb der Anlage möglich, auch wenn ein Wegaufnehmer ausfallen sollte.

**[0021]** Ein Verfahren zum Betrieb des Systems besteht darin, daß die Anlage vor Ort aufgebaut und dann die Blasfigur anhand einer Schablone oder mittels visueller Beobachtung des Wasserstrahles erstmalig abgefahren und die zugehörigen Meßwerte der Wegaufnehmer gespeichert werden. Auch eine Berechnung der Sollwerte für die Wegaufnehmer für jede beliebige Blasfigur ist möglich, nachdem die Meßwerte der Wegaufnehmer für bestimmte Referenzpunkte ermittelt worden sind.

**[0022]** Die Erfindung erlaubt dabei die fast beliebige Anordnung eines oder mehrerer Bewegungselemente je nach den örtlichen Gegebenheiten, wobei die Regelung des oder der Bewegungselemente durch Wegaufnehmer trotz der notwendigen komplizierten Koordinatentransformationen das exakte Nachfahren vorgegebener Blasfiguren mit vorgegebenen Geschwindigkeitsprofilen ermöglicht.

**[0023]** Das Umfeld der vorliegenden Erfindung und verschiedene Beispiele zu ihrer Erläuterung werden anhand der nachfolgenden Zeichnung beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Ansicht von außen auf einen Wasserlanzenbläser in einer Luke einer Wärmeanlage,

Fig. 2 einen horizontalen Schnitt durch die Wand der Wärmeanlage in der Ebene des Wasserlanzenbläasers,

Fig. 3 schematisch die Wirkungsweise eines Wasserlanzenbläasers in einer Wärmeanlage,

Fig. 4 die Ansicht von Fig. 1 mit eingezeichneten Bewegungsachsen zur Erläuterung der Bewegungsabläufe,

Fig. 5 die Ansicht aus Fig. 2 mit eingezeichneten

- neten Bewegungsachsen,
- Fig. 6 die Ansicht von hinten auf eine verkürzte Wasserlanze mit Ausgleichsvolumen,
- Fig. 7 einen Längsschnitt durch die verkürzte Wasserlanze,
- Fig. 8 eine Ansicht von hinten auf eine verkürzte Wasserlanze mit drei Bewegungsarmen,
- Fig. 9 einen Längsschnitt durch Fig. 8,
- Fig. 10 und 11 weitere Ausführungsbeispiele für Antriebssysteme von Wasserlanzen,
- Fig. 12 und 13 eine Wasserlanze mit Kasten für Sperr- und Spülmedium in der Ansicht von hinten und im Längsschnitt.

**[0024]** Zur Veranschaulichung der Verhältnisse bei Wasserlanzenbläsern dienen zunächst die Beispiele der Fig. 1 bis 5. In der Wand 1 einer Wärmanlage befindet sich eine Luke 2 mit Auskröpfungen nach innen 3 und außen 4. In der Luke 2 befindet sich der Bewegungspunkt 5 der Wasserlanze 6 in Form eines Schwenklagers oder Kugelgelenkes für die in seinem Zentrum fest angebrachte Wasserlanze 6. Die Wasserlanze 6 besitzt am hinteren Ende Befestigungspunkte 7.1, 7.2, 7.3 in welchen die lanzenseitigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 drehbar (aber nicht auf der Lanze verschiebbar) befestigt sind. Die rückwärtigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 sind drehbar in die Festlager 9.1, 9.2, 9.3, z.B. Kugelgelenke, eingebunden. Der Wassereintritt in die Lanze 6 erfolgt über einen Anschluß 10 und eine Wassenuföhr 11 in Form eines druckfesten flexiblen Schlauches.

**[0025]** Unter realistischen Bedingungen ist die Wärmanlage von zahlreichen, einen Einbau von Wasserlanzenbläsern behindernden Bauteilen umgeben. So sind z.B. oberhalb der Luke 2 an einem ersten Träger 12 ein Dampfrohr 13 und das Festlager 9.1 befestigt. In geringem Abstand, rechts neben der Luke 2 ist ein zweiter Träger 14 angeordnet. An diesem endet rechts ein als Arbeitsbühne dienender Lichtgitterrost 15. Der zweite Träger 14 begrenzt auch die Geländer 16 und 17 sowie die Geh- und Arbeitsbühne 15 und hält einen Schaltschrank 18.

**[0026]** Das Lanzenende ist mittels seiner Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 im Schwenkbereich S vertikal von oben "o" bis unten "u" und in seinem horizontalen Bereich von links "l" bis rechts "r" schwenkbar.

**[0027]** Wegen der Hindernisse wäre in diesem Bereich eine Rahmenanordnung nicht möglich. Wegen des geringen Abstandes zwischen Dampfrohr 13 und Außenhaut 19 der Wand 1 ist das Raumangebot stark

eingeschränkt, welches im Arbeitsbereich "S" zwar große vertikale Wege von der oberen "o" zur unteren "u" Lanzenstellung zuläßt, dafür aber in horizontaler Richtung zwischen Außenhaut 19 und Dampfrohr 13 nur minimale Wege erlaubt. Wegen des Hindernisses Schaltschrank 18 kann das Festlager 9.3 nur oberhalb davon angebracht werden und muß wegen der damit erforderlichen großen annähernd horizontalen Wege im Arbeitsbereich S rechts unten ("r"/"u") nach links unten ("l"/"u") bzw. links oben ("l"/"o") an der äußersten rechten Kante des Trägers 14 befestigt werden, wodurch ebenfalls ein langes Bewegungselement 8.3 erforderlich ist. Bei vorgegebenen gesteuerten Abständen zwischen den Punkten 9.1-7.1 und 9.3-7.3 ist gemeinsam mit dem vorderen Schwenklager der Lanze jede Stellung der Lanze eindeutig fixiert. Lediglich im Arbeitsbereich von "r"/"o" treten stumpfe Winkel mit erhöhten Kräften auf. Erfindungsgemäß wird ein drittes aber kurzes Bewegungselement 8.2 zwischen den Punkten 7.2 und 9.2 installiert, welches gleichzeitig mit seinen Abständen gesteuert wird und eine schwingungs- und ruckartige Bewegung der Lanze 6 und des Wasserstrahles verhindert.

**[0028]** Die Bewegungselemente 8.1 bis 8.3 arbeiten im oberen und am äußeren rechten Randbereich der Arbeitsbühne, behindern damit nicht die Begehung der Bühne und lassen genügend Raum nach unten und links, um den Wasseranschluß 10 unmittelbar hinter der für die Blasstrahlqualität erforderlichen sehr kurzen Lanzenlänge mit einem Krümmer 20 anzusetzen und die Wasserzuföhr 11 nach links in Wandnähe anzuordnen. Damit ist erstens ein geringer Schwenkweg des flexiblen Schlauches möglich und zweitens die Begehung der Bühne 15 bis zum Bläser auch während des Blasbetriebes ohne Behinderung möglich.

**[0029]** An den Bewegungselementen 8.1 bis 8.3 befinden sich in Fig. 1 Steuerelemente, welche die Längen der Bewegungselemente in Abhängigkeit von der vorgegebenen Blasfigur und den Meßwerten der dargestellten Wegaufnehmer 44 die Position der Wasserlanze einstellen. In jeder Arbeitsstellung der Lanze wird jedes Bewegungselement 8.1-8.3 eine von der räumlichen Geometrie der Abstände, Winkelverhältnisse und dem geometrischen Ort der Halterungen 7.1-7.3 und Festlager 9.1-9.3 abhängige Längenänderung und Längenänderungsgeschwindigkeit durchführen, welche untereinander abgestimmt die Lanzenbewegung und die Führung des Wasserstrahles ausführen. Dazu befinden sich an einer Seite des Trägers 14 Mittel 45 zur Registrierung und zur Steuerung der Bewegung der Bewegungselemente. Der Ort der Anbringung der Steuerungsmittel ist jedoch nicht auf die unmittelbare Nähe zum Wasserlanzenbläser angewiesen. Über geeignete Datenübertragungswege 46 mit dem Lanzenbläser verbunden, können die Steuerungsmittel auch in einer Warte angebracht sein, um auf sie schnell zurückgreifen zu können.

**[0030]** Bei einem Ausführungsbeispiel wird nach Montage des Wasserlanzenbläfers die Geometrie zwi-

schen Bewegungspunkt 5, Befestigungspunkten an der Wasserlanze 7.1-7.3 und Festlagern 9.1-9.3 ausgemessen, die Ergebnisse in ein Rechenprogramm eingegeben und dort für vorgegebene Blasfiguren die Änderung jedes Bewegungselementes blasort- und/oder blaszeitabhängig gespeichert und während des Betriebes über die Steuerelemente an die Bewegungselemente übertragen.

**[0031]** Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel sind während der Einstellphase der Arbeitsbereiche die Abstände der Bewegungselemente über die primäre Bewegung der Lanze oder eine nicht dargestellten Arretierung auf dem Lanzenende, welche mit einer Einstellvorrichtung der Blaswege mechanisch gekoppelt ist, einstellbar. Die bei jeder Bewegung der Einstellvorrichtung und Arretierung resultierenden Längenänderungen der einzelnen Bewegungselemente werden über die Wegaufnehmer registriert und gespeichert. So können über die Einstellvorrichtung beliebige Blasfiguren vorgegeben werden. Nach Entfernen der Einstellvorrichtung und der Inbetriebnahme von Steuerung und Wasserbläser werden die gespeicherten Bewegungen abgefahren.

**[0032]** An einem Beispiel soll im folgenden die Lösung näher erläutert werden:

**[0033]** Der Wasserlanzenbläser nach Fig. 1 soll nach der Montage bei zentrierter Lanzenstellung axial in dem Bewegungspunkt 5 nachfolgende geometrischen Maße für die Stellung der Bewegungselemente 8.1-8.3, ihrer Festlager 9.1-9.3 und Befestigungspunkte 7.1-7.3 an der Wasserlanze 6 gegenüber dem zentralen Drehpunkt der Schwenkvorrichtung 5, welcher als geometrischer Punkt 0 angesetzt wird, besitzen (Fig. 4 und 5):

| Drehpunkt von Teil-Nr. | geometrischer Punkt |           |           |
|------------------------|---------------------|-----------|-----------|
|                        | X                   | Y         | Z         |
| 5                      | 0                   | 0         | 0         |
| 7,1                    | $X_{7,1}$           | $Y_{7,1}$ | $Z_{7,1}$ |
| 7,2                    | $X_{7,2}$           | $Y_{7,2}$ | $Z_{7,2}$ |
| 7,3                    | $X_{7,3}$           | $Y_{7,3}$ | $Z_{7,3}$ |
| 9,1                    | $X_{9,1}$           | $Y_{9,1}$ | $Z_{9,1}$ |
| 9,2                    | $X_{9,2}$           | $X_{9,2}$ | $Z_{9,2}$ |
| 9,3                    | $X_{9,3}$           | $X_{9,3}$ | $Z_{9,3}$ |

**[0034]** Selbstverständlich gelten die in Fig. 4 und 5 und obiger Tabelle angegebenen Koordinaten nur bei punktförmigen Drehpunkten, z.B. in Form eines Kugelgelenkes. Bei der in Fig. 1, 2 und 4, 5 gezeichneten vereinfachten Lösung mit augen- und ringförmigen Verbindungselementen sind im Drehpunkt noch eventuelle Korrekturen vorzunehmen. Diese werden aber über die Erprobung entschieden, da bei allen mechanischen Bewegungen der Bewegungselemente ein notwendiger Toleranzbereich vorhanden ist.

**[0035]** Über den Drehpunkt mit den Koordinaten X; Y; Z = 0, den Bewegungspunkt 5, werden die Koordinaten der zu reinigenden Wandbereiche und deren Grenzen dadurch bestimmt, daß die geometrische Gerade (gegebenenfalls nach ballistischer Korrekturfür große Entfernungen) des Wasserstrahles der Lanze 6 auf den Wandflächen der Wärmeanlage den (jeder Lanzenstellung zugeordneten) geometrischen Punkt auf der Wand bestimmt.

**[0036]** In Fig. 3 ist die Geometrie eines Brennkammeranteiles aufgezeichnet. Im unteren Teil befinden sich 6 Brenneröffnungen B, im oberen Teil 6 Rauchgasrücksaugeöffnungen R. Der Montagezustand einer Wasserlanze 6 nach Fig. 4, 5 ist mit seinem Bewegungspunkt 5 als geometrischer Punkt 0 eingezeichnet. Für die Ebene Y=0 ergeben sich an den Brennkammerwänden die Blasgrenzen ab  $G_r$ , über den waagerechten Blasbereich S bis  $G_l$ , für die Ebene X=0 ergibt sich von  $G_o$  über S der Grenzpunkt  $G_u$  (oben, rechts, ... usw. ist logischerweise spiegelbildlich zu Fig. 4, 5 angeordnet). Jedem beliebigen weiteren Wandpunkt in der Brennkammer kann geometrisch eine Koordinate der Lanzenstellung zugeordnet werden. Bei einer bevorzugten Ausführung erfolgt dies geometrisch unter Nutzung der vorhandenen Brennkammermaße z.B. über ein mathematisches Programm.

**[0037]** Bei einer alternativen Ausführung werden mittels vor-Ort-Messungen charakteristische Punkte der Brennkammerwände bestimmt, z.B. über die Lanzenstellung ersetzende Laserstrahlen, welche im Stillstand des Kessels eingesetzt werden (dabei muß selbstverständlich die Längs- und Querdehnung der Wandflächen beim Kesselbetrieb berücksichtigt werden) oder andere geeignete Meßvorrichtungen auch im Dauerbetrieb.

**[0038]** In analoger Weise werden dann geometrisch auf mathematischem oder meßtechnischem Weg Blaswege für zu reinigende Flächenbereiche bestimmt und in die Steuerung der Bewegungselemente eingegeben. Ein Beispiel dafür ist die in Fig. 3 eingezeichnete Blasfigur zur Abreinigung der Schlackebärte unterhalb einiger Rauchgasrücksaugungen R und oberhalb einer Rauchgasrücksaugung. Das Reinigungsprogramm beginnt bei A und endet bei E. Die Arbeitsweise ist derart, daß nach Programmierung der zugehörigen Weg-Zeit-Diagramme, z.B. im Rechner bzw. Datenspeicher der Blockleittechnik, nach Eingabe des entsprechenden Reinigungs-Befehls der Wasserlanzenbläser in die Position A fährt (Fig. 3) und mit Öffnung der Wasserzufuhr das Weg-Zeit-Programm der Bewegungselemente 8.1-8.3 bis zum Punkt E abgefahren wird und dort die Wasserzufuhr wieder schließt.

**[0039]** Die Fig. 6 und 7 zeigen als weiteres Ausführungsbeispiel einen verkürzten, und daher besonders leicht bewegbaren Wasserlanzenbläser mit 2 Winkelarmen und Steuereinrichtung. In der Wand 1 der Wärmeanlage befindet sich die Luke 2 mit Auskröpfungen nach innen 3 und außen 4. In der Luke 2 ist der Bewegungs-

punkt 5 der Wasserlanze 6 fest installiert und als vorderes Schwenklager für die im Zentrum fest angebrachte Wasserlanze 6 ausgebildet. Die Lanze 6 besitzt am hinteren Ende Befestigungspunkte 7.1, 7.2, in welchen die lanzenseitigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2 drehbar befestigt sind. Das rückwärtige Ende der Bewegungselemente 8.1, 8.2 ist drehbar in die Festlager 9.1, 9.2 eingebunden. Der Wassereintritt in die Lanze 6 erfolgt über einen Anschluß 10 und eine Wasserzufuhr 11 in Form eines druckfesten flexiblen Schlauches. Die Bewegungselemente sind an einem Rahmen befestigt, damit der Wasserlanzenbläser einfach montiert werden kann. Je nach Einbauort kann der Rahmen auch weggelassen werden.

**[0040]** Die Lanze 6 und der Wasseranschluß 10 sind in einen Kugelbehälter 20 eingebunden, der als Beruhigungsvolumen für das seitlich anströmende Wasser dient. Die Bewegungselemente 8.1 und 8.2 setzen sich zusammen aus je einem Oberarm 21.1 u. 21.2 und einem an die Kugelform von 20 angepaßten gekrümmten Unterarm 22.1 u. 22.2; welche mit Drehscheiben 23.1 u. 23.2 verbunden sind.

**[0041]** Die Drehscheiben besitzen Antriebe 25.1 und 25.2, welche über flexible Kabelverbindungen 26.1 und 26.2 in den Steuerschrank 18 münden. Steuerschrank 18 und Festlager 9.1 und 9.2 sind in einem Rahmen 27 befestigt, welcher an der Wand 1 angeordnet ist. Bei dieser Ausführung des Wasserlanzenbläser kann nur mit einem Viertel-Rahmen und 2 Bewegungselementen 8.1 u. 8.2 die Gesamt-Konstruktion in einem Flächenviertel einseitig oberhalb der Luke angebracht werden, so daß der Bodenbereich und die linke Seite für die Begehung durch einen Arbeiter 28 voll zur Verfügung steht. Insbesondere können auf diese Weise vorhandene Rahmenfragmente an der Wärmeanlage günstig genutzt werden, um eine definierte Position des Wasserlanzenbläserters zu erzielen.

**[0042]** Die extrem kurze Lanze 6 besitzt an ihrem Ende einen Kugelbehälter 20, welcher die Einströmverhältnisse der Wasserzufuhr 11 in der Kugel beruhigt und für einen über den Querschnitt der Lanze gleichmäßigen Wasserzulauf zur Wasserdüse sorgt. Bei dieser Anordnung der Bewegungselemente 8.1 u. 8.2, der Halterungen 7.1 u. 7.2 mit der kleinen Bauart sind die Hebelverhältnisse gering und die Stabilität der Lanzenführung mit 2 Bewegungselementen ausreichend. Trotz der geringen Abmessungen ist mit dem nach außen abgelenkten Hebelsystem die räumliche Einordnung der Antriebe 25.1 u. 25.2 und des Steuerschranks innerhalb des Rahmens 26 möglich. Besondere räumliche Minimierungen entstehen durch die geringen Abstände zwischen dem Bewegungspunkt 5 als Drehpunkt und den Halterungen 7.1 und 7.2 mit den dann geringen Steuerbewegungen der Arme 8.1, 8.2 und Kabelverbindungen 26.1, 26.2.

**[0043]** Bei einer weiteren Lösung werden Stabilitätsprobleme der Lanzenführung über nur 2 längengesteuerte Bewegungselemente durch zusätzlich 1-2 nichtge-

steuerte auf Zug belastete Bewegungselemente, welche z.B. als Seile mit Gegengewicht über Rollen laufen (siehe auch Fig. 10 und 11: Pos. 8.2, 9.2, 29) behoben. Die Arbeitsweise erfolgt wie im 1. Beispiel für Fig. 1-4 beschrieben.

**[0044]** Die Fig. 8 und 9 zeigen eine anderes Ausführungsbeispiel für die Ausbildung und den Antrieb eines verkürzten Wasserlanzenbläser mit 3 symmetrisch angeordneten Winkelarmen als Bewegungselementen. In der Wand 1 der Wärmeanlage befindet sich die Luke 2 mit Auskröpfungen nach innen 3 und außen 4. In der Luke 2 ist der Bewegungspunkt 5 fest installiert und als vorderes Schwenklager für die im Zentrum fest angebrachte Wasserlanze 6 ausgebildet. Die Lanze 6 besitzt am hinteren Ende Befestigungspunkte 7.1, 7.2, 7.3, in welchen die lanzenseitigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 drehbar befestigt sind. Die rückwärtigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 sind drehbar in die Festlager 9.1, 9.2, 9.3 eingebunden. Der Wassereintritt in die Lanze 6 erfolgt über einen Anschluß 10 und eine Wasserzufuhr 11 in Form eines druckfesten flexiblen Schlauches. Die Bewegungselemente 8.1-8.3 setzen sich zusammen aus je einem Oberarm 21.1-21.3, Unterarm 22.1-22.3 und je einer Drehscheibe 23.1-23.3, welche mit nicht dargestellten Winkel-Verstelleinrichtungen ausgerüstet sind. Die Wasserlanze 6 mündet am hinteren Ende in eine 180°-Umlenkung 24, welche an einen Krümmer 20 anschließt. Bei dieser Lösung entsteht der Vorteil, daß durch den Knick der Oberarm-Unterarm-Konstruktion die Befestigungspunkte 7.1-7.3 nahe am als Bewegungspunkt 5 eingezeichneten Drehpunkt 0 der Schwenkvorrichtung noch innerhalb der äußeren Auskröpfung 4 arbeiten und die Weglängen von 7.1-7.3 im Arbeitsbereich S und damit die Drehwinkel der Drehscheiben 23.1-23.3 minimiert werden.

**[0045]** Damit ist eine weitere nicht dargestellte Kürzung der Wasserlanzenlänge 6 aber auch die Verkleinerung des Unterarm-Oberarm-Systems 22-23-21 derart möglich, daß die Festlager 9.1-9.3 unmittelbar am Rand der Außenkante der äußeren Auskröpfung 4 angebracht werden können und die Gesamtkonstruktion die Lukenabmessung nur wenig überschreitet und die erforderlichen Bewegungen des flexiblen Schlauches der Wasserzufuhr weiter verringert wird. Die Einstellung der Arbeitsbereiche erfolgt analog wie bisher beschrieben. Eine Wegänderung wird durch eine Drehwinkeländerung  $\Delta$  Alpha der Drehscheiben 23.1-23.3 ersetzt.

**[0046]** Die Fig. 10 und 11 zeigen Ausführungsbeispiele für Wasserlanzenbläser mit 2 tangential befestigten Bewegungselementen und einem hydraulischen Zylinder.

**[0047]** Die seilförmigen Bewegungselemente 8.1 und 8.3 sind mit ihren Festlagern 9.1 und 9.3 und Aufrolleinrichtungen 42 annähernd waagrecht angeordnet, sind aber im Gegensatz zu den bisherigen Lösungen mit ihren Halterungen 7.1 und 7.3 am tangentialen Außen-

wandbereich eines Außenrohres 35 der Wasserlanze 6 innerhalb des Auskröpfung 4 befestigt. Das Bewegungselement 8.2 ist als hydraulischer Zylinder mit seinem Festlager 9.2 auf den Träger des Lichtgitterrostes 15 und an der Lanze mit seinem Befestigungspunkt 7.2 in der Nähe der Luftzufuhr 38 angeordnet. Luft- 38 und Wasser- 11 - Anschluß sind axial nach hinten mit Krümmungen gemeinsam nach oben in eine Richtung ausgeführt. Die Luftzuführung dient dabei nicht nur als Sperr- und Spülluft, sondern ebenfalls aufgrund seiner Führung als Kühlmedium.

**[0048]** Diese Anordnung bringt nachfolgende Vorteile:

- kleine Wege der Bewegungselemente 8.1 und 8.3, damit nur geringe Drehwinkel der Rollen 42.
- verbesserte Kraftwirkung durch tangentialer Halterung 7.1 und 7.3 insbesondere bei großem Durchmesser des Außenrohres 35 bei Luftkühlung (Luftzufuhr).
- vereinfachte mit Schelle 43 verbundene gemeinsame Medienzufuhr Wasser/Luft bei geringstem Raumbedarf.
- sichere Führung trotz Seilzugwirkung 8.1 und 8.3 und durch Hydraulikzylinder 8.2.

**[0049]** Das in Fig. 12 und 13 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt schematisch, wie Wasserlanzenbläser mittels einer Schutzmanschette mit Sperr- und Spülluft geschützt und gekühlt und z.B. von drei seilartigen Bewegungselementen bewegt werden können. Eine verkürzte Bauform der Wasserlanze mit wandnaher, insbesondere etwa wandparalleler Zuführung von Wasser läßt sich relativ gut auch vollständig mit einem Gehäuse kapseln, wodurch alle Antriebselemente vor Verschmutzung geschützt werden können. Nur die Wasserzuleitung und Meß- und Steuerleitungen müssen durch das Gehäuse nach außen verlegt werden. Verschiedene Strömungsführungen, wie sie anhand der Zeichnung näher erläutert werden, lassen sich dabei verwirklichen, so daß gleichzeitig Kühlung, Schutz vor Verunreinigung (Spülung) und Verhinderung eines unkontrollierten Gasaustausches durch die Luke (Sperrung) erreicht werden können. Um insbesondere den Austrittsbereich vor Verunreinigungen und aggressiven Gasen zu schützen, kann dieser von dem Spülmedium nach Art eines Mantelstrahls umströmt werden.

**[0050]** In einem wichtigen Zusatzaspekt, der auch unabhängig von der Erfindung an Anlagen nach dem Stand der Technik verwirklicht werden kann, soll hier eine weitere Verbesserung der Versorgung mit Sperr- und Spülmedium erreicht werden. Dies geschieht dadurch, daß die Versorgung mit Sperr- und Spülmedium nicht konstant eingestellt wird, sondern für jeden Wasserlanzenbläser einzeln geregelt wird. Dies kann sowohl bei einer zentralen Versorgung mehrerer Gehäuse durch geeignete Ventile erfolgen, als auch bei einer Einzelversorgung durch entsprechende Regelung der Versor-

gungsaggregate.

**[0051]** Geeignete Meß- und Regelgröße für die Sperrfunktion des Mediums ist insbesondere der Differenzdruck zwischen Innenraum der Wärmanlage und Innenraum des Gehäuses. Wird dieser Wert konstant gehalten, so kann niemals Gas aus der Wärmanlage in das Gehäuse strömen und der Strom von Sperrmedium in die Wärmanlage bleibt konstant auf einem akzeptablen niedrigen Niveau.

**[0052]** Geeignete Meß- und Regelgröße für die Spülfunktion (bzw. Kühlfunktion) des Mediums ist insbesondere die Temperatur an einer oder mehreren Meßstellen im vorderen Bereich der Wasserlanze oder in der Nähe des Bewegungspunktes. Wird dieser Punkt konstant gehalten, so variiert zwar die Menge an Kühlmedium in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen, jedoch nur in dem unbedingten zur Spülfunktion erforderlichen Maße.

**[0053]** Beide Regelungen können auch kombiniert eingesetzt werden, indem beispielsweise zunächst der Differenzdruck konstant gehalten wird, aber bei Überschreiten einer Grenztemperatur auf eine Temperaturregelung umgeschaltet wird.

**[0054]** In der Wand 1 der Wärmanlage befindet sich die Luke 2 mit Auskröpfungen nach innen 3 und außen 4. In der Luke 2 ist der Bewegungspunkt 5 fest installiert und als vorderes Schwenklager für die im Zentrum fest angebrachte Wasserlanze 6 ausgebildet. Die Lanze 6 besitzt am hinteren Ende Befestigungspunkte 7.1, 7.2, 7.3, in welchen die lanzenseitigen Enden der Bewegungselemente 8.1, 8.2, 8.3 drehbar befestigt sind. Die rückwärtigen Enden der Bewegungselemente sind drehbar in die Festlager 9.1, 9.2, 9.3 eingebunden. Der Wassereintritt in die Lanze 6 erfolgt über einen Anschluß 10 und eine Wasserzufuhr 11 in Form eines druckfesten flexiblen Schlauches. Die nicht näher dargestellten, nicht drehbaren aber flexibel biegbaren Halterungen 7.1-7.3 halten stabile aber flexible Seile, welche als Bewegungselemente 8.1-8.3 wirken. Die Seile laufen an den Festlagern 9.1-9.3 über Rollen oder werden auf diesen Rollen auf-/abgewickelt. Bei einer weiteren Ausführung befindet sich am Ende des Seiles vom Bewegungselemente 8.2 ein Gegengewicht 29 (punktiert dargestellt). Die Rollen besitzen Antriebe 25.1-25.3 mit ihren Konsolen. Die Luke 2 wird durch einen Anschlußkasten 30 begrenzt. Der Außenrand des Anschlußkastens ist über ein Gehäuse 31 mit der Lanze 6 abgedichtet und bildet einen luftbeströmten freien Innenraum 32. Die Lanze 6 mit ihrer Düse 33 besitzt am Ende einen Einlauf 34. Die Lanze wird durch ein Außenrohr 35 umhüllt. Das Außenrohr besitzt einen Trennring 36, welcher im vorderen Bereich einen Luftmantel 37 mit Luftzufuhr 38 und im hinteren Teil eine Wasserumlenkung 39 bildet, welche in den Wasseranschluß 10 mündet.

**[0055]** Über Öffnungen 40 kann Sperr- und Spülfluid, vorzugsweise Luft, vom Luftmantel 37 in den Düsenkopf der Lanze 6 und über Öffnungen 41 in den Innenraum 32 strömen. Bei dieser Lösung werden die 3 Bewe-

gungselemente 8.1-8.3 nur über Zugkräfte gesteuert. Verdreh-Kräfte durch die räumliche Bewegung der Bewegungselemente werden besonders bei einem Seil kompensiert, dieses ist mit Aufrolleinrichtung 42 am Festlager 9.3 dargestellt. Rolle und Seil werden bei einer anderen Lösung durch Kette und Kettenrad ersetzt. Bei dieser Lösung kann, wie am Festlager 9.1 dargestellt, die Kette am freien Ende nach unten frei hängen.

**[0056]** Bei einer weiteren Lösung wird ein Bewegungselement, wie hier für 8.2 gestrichelt dargestellt, ohne Antrieb ausgerüstet und die notwendige Zugspannung über eine Rolle 9.2 und Gegengewicht 29 erzeugt.

**[0057]** Bei diesen Lösungen können Luft- und Wasserzufuhr in einem Mantelrohr untergebracht werden, die Luft- und Wasserzufuhr frei hängend, in einer senkrechten Ebene angeordnet werden, ohne daß bei den Schwenkstellungen Bewegungselemente und Luft- bzw. Wasserzufuhr sich behindern. Durch schmale Seile als Bewegungselemente, welche auch nur kleine Halterungen 7.1-7.3 erfordern, ist bei max. Schrägstellung der Lanze für diese auch ausreichend Raum zwischen Gehäuse 31 und Lanze -Außenrohr35-, wenn die Halterungen aus konstruktiven Erfordernissen in die äußere Einkröpfung 4 einschwenken. In diesem Falle kann die Lanze weiter verkürzt werden.

**[0058]** Das Außenrohr 35 mit der abschließenden Halbkugel als Umlenkung 39 bringt gleichmäßige Einstromverhältnisse des Wassers in die Lanze und sichert trotz kurzer Lanze einen drallfreien Wasserstrahl mit geringer Auffächerung.

**[0059]** Selbstverständlich können alle aufgeführten technischen Lösungen beliebig miteinander gekoppelt werden, insbesondere betrifft dies die Auswahl und Kombination der Technik des oder der Bewegungselemente und ihrer Kraftwirkung auf Zug und/oder Druck und das Anordnen der Halterungen bei unterschiedlichen Abständen zum Bewegungspunkt 5 der Lanze, deren Variation als Kugelgelenk, Lasche, Ringaugen, Gelenk, Kreuzgelenk oder starre Verbindung mit flexiblem Übergang, der variablen Wahl unterschiedlicher Längen der Bewegungselemente und variable Orte für die Festlager. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit der Nachrüstung einzelner Komponenten wie beispielsweise den Bewegungselementen, der kurzen Wasserlanze oder der Wegaufnehmer mit Steuerung oder des kompletten Wasserlanzenbläfers an einer Wärmeanlage. Eine vorteilhafte Nachrüstung soll beispielhaft an einem schon bekannten Wasserlanzenbläser-Typ, wie er in der WO 93/12398 beschrieben ist, im folgenden dargestellt werden. In einer Wand, beispielsweise im Bereich eines Lichtgitterrostes, befindet sich eine Luke mit innerer und äußerer Auskröpfung. Die dort angehackte Wasserlanze wird in der Luke durch ein Kugelgelenk geführt. An einem Rahmen, welcher an der inneren Auskröpfung der Wand befestigt ist, befinden sich oben und unten in einem Rahmen gelagerte Spindeln, die als Bewegungselemente der Wasserlanze dienen. Die obere Spindel wird durch einen Antrieb mit einem Wegänderungs-

Drehwinkeländerungssystem gedreht. Auf den Spindeln befinden sich wiederum Lager, die ein senkrecht Bewegungselement in der Form einer Spindel führen. Diese senkrechte Spindel besitzt ebenfalls einen Antrieb mit einem Wegänderungs-/Drehwinkeländerungssystem. Auf der senkrechten Spindel befindet sich ein Befestigungspunkt für die Wasserlanze. Durch die Verbindung der Wasserlanze am Kugelgelenk in der Luke und am Befestigungspunkt des senkrechten Bewegungselementes ist die Strahlrichtung des Wasserlanzenbläfers änderbar. Dieser Wasserlanzenbläser ist nun umrüstbar; es wird anstatt der langen Wasserlanze eine verkürzte, gekrümmte eingebaut, die zusätzlich ein Beruhigungsvolumen in der Form einer Kugel aufweist. Weiterhin wird der Wasserlanzenbläser mit einem Gehäuse staub- und spritzwasserdicht abgedeckt. Die Bewegungselemente werden mit Wegaufnehmern versehen, die wiederum in Verbindung mit einer Steuerung stehen. Die Antriebe der Bewegungselemente werden wiederum durch diese Steuerung geführt. Die räumliche Verkürzung des Wasserlanzenbläfers sowie seine Gehäuseabdeckung führen zu einer, vor Unfällen geschützten Begehbarkeit des Lichtgitterrostes. Ein änderbarer Antrieb in Verbindung mit den Wegaufnehmern und der Steuerung ermöglicht die Ausführung beliebiger Blasfiguren.

**[0060]** Auch die Wahl des Verfahrens zur Steuerung der Blasfiguren und deren Programmierung kann beliebig zwischen der experimentellen meßtechnisch und mathematischen programmtechnischen Lösung miteinander gekoppelt werden. So können meßtechnisch bzw. experimentell über die Strahlengeometrie der Lanzenführung in die Wärmeanlage verlängert, geometrische Eckpunkte, z.B. Maximum oben/unten, rechts/links usw., bestimmt, diese in ein mathematisches Programm eingegeben werden und danach die weiteren Bahnpunkte für die Blasfigur berechnet werden.

**[0061]** Eine weitere Variation besteht in dem bei anderen Lösungen bisher noch nicht realisierten Blasbetrieb mit unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten, so daß stark verschlackte Stellen vorprogrammiert länger angeblasen werden oder/und realisiert, daß statt des Aus-/Einschaltens der Wasserzufuhrventile mit großer Geschwindigkeit ohne Unterbrechung des Blasbetriebes von Endpunkt E zum Anfangspunkt A der nächsten Blasfigur gefahren wird (vergleiche Fig. 3).

**[0062]** Es treten im Ergebnis folgende Vorteile auf:

a. Das Verfahren sichert die variable Ausführung beliebiger Blasfiguren, es ist nicht vorrangig an die Geometrie der herkömmlichen Bewegungselemente mit um 90° wechselnden waagerechten und/oder senkrechten Bewegungen, Kreis- oder Evolventenbewegungen gekoppelt. Richtung, Umlenkung und Geschwindigkeit kann beliebig variiert und den Reinigungsforderungen individuell angepaßt werden.

b. Es bestehen keine Einschränkungen hinsichtlich

der Einbauorte des Wasserlanzenbläser. Verbaute Luken, fehlendes Raumangebot und andere räumliche Hindernisse können durch die Variation der Anordnung und Länge der Bewegungselemente mit individueller Wahl der Festpunkte und Halterungen an der Lanze trotzdem für den Einbau angepaßter Wasserlanzenbläser genutzt werden. Damit kann für die Anordnung der Wasserlanzenbläser in der Wärmeanlage eine optimale Auswahl getroffen und die Anzahl der Wasserlanzenbläser an der Anlage minimiert werden.

c. Materialeinsatz, Platzbedarf und Gewicht des Wasserlanzenbläser werden minimiert. Insbesondere entfallen die in einem stabilen großen Rahmen untergebrachten Lager und Antriebe und die Spindeln, Ketten und Führungen der bisherigen Lösungen. Die Montage wird vereinfacht.

d. Die Materialbeschaffung wird erheblich flexibler, da keine Anforderungen an feststehende Abmessungen von Konstruktionselementen gestellt werden. Das Angebot am Markt für Bewegungselemente-Lösungen, Festlager und Steuerelemente kann beliebig genutzt werden.

e. Bei Defekten können konstruktive Abweichungen bei Ersatz von Bauelementen zugelassen werden, wenn die Einstellung der Blasfiguren angepaßt wird.

f. Die Abmessungen der Wasserlanzenbläser, insbesondere nach hinten und zur Seite, wird verringert. Damit ist die Begehung und der Einbau auch an schmalen Bühnen möglich.

g. Die Wasserzuführung wird vereinfacht und weniger stör anfällig durch geringere Schwenkwege und Wegfall von Krümmungen.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### **[0063]**

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| 1       | Wand                                  |
| 2       | Luke                                  |
| 3       | innere Auskröpfung                    |
| 4       | äußere Auskröpfung                    |
| 5       | Bewegungspunkt, Kugelgelenk           |
| 6       | Wasserlanze                           |
| 7.1-7.3 | Befestigungspunkte an der Wasserlanze |
| 8.1-8.3 | Bewegungselemente                     |
| 9.1-9.3 | Befestigungspunkte an der Wärmeanlage |
| 10      | Wasseranschluß                        |
| 11      | Wasserzufuhr                          |
| 12      | erster Träger                         |
| 13      | Dampfrohr                             |
| 14      | zweiter Träger                        |

|                |   |
|----------------|---|
| 15             | Lichtgitterrost                             |
| 16, 17         | Geländer                                    |
| 18             | Schaltschrank, Steuerschrank                |
| 19             | Außenhaut der Wärmeanlage                   |
| 5 20           | Kugelvolumen, Wasserführung                 |
| 21.1-21.3      | Oberarm                                     |
| 22.1-22.3      | Unterarm                                    |
| 23.1-23.3      | Drehscheibe                                 |
| 24             | Umlenkung, Krümmung                         |
| 10 25.1-25.2   | Antriebe                                    |
| 26.1-26.2      | Kabelverbindungen                           |
| 27             | Rahmen                                      |
| 28             | Arbeiter                                    |
| 29             | Gegengewicht                                |
| 15 30          | Anschlußkasten                              |
| 31             | Gehäuse                                     |
| 32             | Gehäuseinnenraum                            |
| 33             | Düse  |
| 34             | Einlauf                                     |
| 20 35          | Außenrohr                                   |
| 36             | Trennring                                   |
| 37             | Luftmantel                                  |
| 38             | Luftzufuhr                                  |
| 39             | Wasserumlenkung                             |
| 25 40, 41      | Öffnungen                                   |
| 42             | Aufrolleinrichtung                          |
| 43             | Schelle                                     |
| 44             | Wegaufnehmer                                |
| 45             | Mittel zur Steuerung und/oder Registrierung |
| 30 46          | Datenübertragungsweg                        |
| $\Delta$ Alpha | Drehwinkeländerung                          |
| $\Delta L$     | Wegänderung                                 |
| A              | Anfang                                      |
| 35 E           | Ende  |
| s              | Arbeitsbereich                              |
| r              | rechts                                      |
| l              | links                                       |
| o              | oben  |
| 40 u           | unten                                       |
| X, Y, Z        | Koordinaten                                 |
| G              | Grenzpunkte                                 |
| B              | Brenneröffnung                              |
| R              | Rauchgasrücksaugeöffnung                    |

45

#### **Patentansprüche**

1. Wasserlanzenbläser zur Reinigung einer in Betrieb befindlichen und mit Flammen und/oder Rauchgasen beströmten Wärmeanlage mit Wandbereichen (A-E) und einer Luke (2), welcher eine Wasserlanze (6) mit einer Mündung, mindestens ein Bewegungselement und Wegaufnehmer (44) umfaßt, bei dem die Wasserlanze (6) durch das mindestens eine Bewegungselement bewegbar und mit ihrer Mündung an oder in der Luke (2) beweglich (5) anordbar ist, wobei die Wegaufnehmer (44) zur genauen Bestim-

- mung der Position der Wasserlanze (6) zur Verwirklichung einer geregelten Fahrweise bei beliebigen Blasfiguren vorhanden sind, und die Wasserlanze (6) einen Wasserstrahl durch die Wärmeanlage hindurch auf von der Luke erreichbare Wandbereiche (A-E) blasen kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** das mindestens eine Bewegungselement an seinem einen Ende mit der Wasserlanze (6) und mit dem anderen Ende direkt mit der Wärmeanlage verbindbar ist, wobei das Bewegungselement ein Manipulatorarm ist.
2. Wasserlanzenbläser nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch die Enden des mindestens einen Bewegungselementes (8.1, 8.2, 8.3) eine Ebene aufgespannt ist, die außersenkrecht zu einer vertikalen Ebene durch den Bewegungspunkt (5) der Wasserlanze (6) an der Wärmeanlage steht.
  3. Wasserlanzenbläser nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens zwei, vorzugsweise drei, Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) vorhanden sind, deren Befestigungspunkte (9.1, 9.2, 9.3) mit dem Bewegungspunkt (5) der Wasserlanze (6) vorzugsweise jeweils Winkel von etwa 80° bis 140° bilden.
  4. Wasserlanzenbläser nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) selbst Wegaufnehmer enthalten, die deren genaue Länge und/oder Winkelposition zu einer Referenzposition messen.
  5. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wasserlanzenbläser wenigstens einen zusätzlichen Wegaufnehmerarm aufweist, der Wegaufnehmer zur Feststellung der genauen Position der Wasserlanze (6) aufweist.
  6. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** dieser Mittel (45) zur Steuerung oder Registrierung der Bewegung zumindest der Wasserlanze (6) aufweist.
  7. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) und die Wegaufnehmer mit einer gemeinsamen Steuerelektronik verbunden sind, die aus den Meßwerten der Wegaufnehmer die genaue Position der Wasserlanze (6) errechnet und Steuerbefehle an die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) gibt, wobei insbesondere bestimmte vorausberechnete und/oder früher gespeicherte Bewegungsabläufe der Wasserlanze (6) bezüglich Fahrweg und Geschwindigkeit exakt wiederholt werden können.
  8. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3-7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) hydraulische oder pneumatische Hubkolben sind, die jeweils mit einem Ende (9.1, 9.2, 9.3) an einem Fixpunkt der Wärmeanlage und mit dem anderen Ende (7.1, 7.2, 7.3) an dem außerhalb der Wärmeanlage liegenden Teil der Wasserlanze (6) angelenkt sind.
  9. Wasserlanzenbläser nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) Spindelantriebe oder Zahnstangenantriebe sind, die jeweils mit einem Ende (9.1, 9.2, 9.3) an einem Fixpunkt der Wärmeanlage und mit dem anderen Ende (7.1, 7.2, 7.3) an dem außerhalb der Wärmeanlage liegenden Teil der Wasserlanze (6) angelenkt sind.
  10. Wasserlanzenbläser nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) elektrische oder magnetische Antriebe sind.
  11. Wasserlanzenbläser nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegungselemente (8.1, 8.2, 8.3) Hebel, Seilzüge, Ketten, Drehgelenke oder dergleichen (42) umfassen.
  12. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zusätzliche, passive Stabilisierungselemente zur sicheren Halterung der Wasserlanze (6) vorhanden sind, vorzugsweise auf Druck oder Zug vorgespannte Stabilisierungselemente.
  13. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wegaufnehmer Winkel- und/oder Längenaufnehmer sind.
  14. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Wegaufnehmer mehr vorhanden ist als zur Bestimmung der Position erforderlich ist, um die Positioniergenauigkeit und die Verfügbarkeit zu erhöhen.
  15. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Teil der Wasserlanze (6) durch geeignete Mittel (45) kühlbar ist.
  16. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Wasserlanzenbläser ein Gehäuse (31) aufweist, das zumindest der Bereich der Luke (2) ab-

gedichtet ist, das mit einem Sperr- und Spülmedium beaufschlagbar ist.

17. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wasserlanze (6) verkürzt ausgebildet ist, indem die Wasserzuführung (10, 11) einfach oder mehrfach um insgesamt mehr als 70°, vorzugsweise mehr als 90°, abgewinkelt (20, 24; 39) erfolgt.
18. Wasserlanzenbläser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im außerhalb der Wärmeanlage liegenden Ende der Wasserlanze (6) ein erweitertes Beruhigungsvolumen (20; 39), insbesondere ein etwa kugelförmiges Volumen (20), für das zugeführte Wasser vorhanden ist.
19. Verfahren zum Betrieb eines Wasserlanzenbläsert gemäß einem der Ansprüche 1 - 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Bewegungselement entlang bestimmter vorausberechneter oder früher gespeicherter Bewegungslinien mit vorausberechneten oder früher gespeicherten, insbesondere von der Position abhängigen variablen, Geschwindigkeiten geführt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die jeweils aktuelle Position der Wasserlanze (6) mittels an den Bewegungselementen (8.1, 8.2, 8.3) und/oder mindestens einem gesonderten Wegaufnehmerarm angeordneten Längen- und/oder Winkelaufnehmern in Bezug auf eine Referenzposition genau bestimmt wird und online zur weiteren Steuerung des Bewegungsablaufs herangezogen wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Meßwert eines Wegaufnehmers mehr als zur Positionsbestimmung erforderlich gemessen und verarbeitet wird, um durch Fehlerausgleichsrechnung die Meßgenauigkeit zu erhöhen und die Verfügbarkeit bei Ausfall eines Meßaufnehmers zu erhöhen.

## Claims

1. A water lance blower for cleaning a heating installation being in operation and submitted to a flow of flames and/or combustion gases, with wall areas (A-E) and a hatch (2), said water lance blower comprising a water lance (6) with a mouth, at least one movement element and path sensors (44), wherein the water lance (6) is movable by means of the at least one movement element and movably (5) arranged with its mouth at or in the hatch (2), the path

sensors (44) being provided for the exact determination of the position of the water lance (6) for realizing a controlled operating mode with any blow figures and the water lance (6) is capable of blowing a water jet through the heating installation onto wall areas (A-E) which can be reached from the hatch, **characterized in that** the at least one movement element is connectable at its one end to the water lance (6) and with the other end directly to the heating installation, wherein the movement element is a manipulator arm.

2. A water lance blower according to claim 1, **characterized in that** through the ends of the at least one movement element (8.1, 8.2, 8.3) a plane is defined which is not perpendicular to a vertical plane through the point of movement (5) of the water lance (6) at the heating installation.
3. A water lance blower according to claim 1 or 2, **characterized in that** there are at least two, preferably three movement elements (8.1, 8.2, 8.3) the fixing points (9.1, 9.2, 9.3) of which and the point of movement (5) of the water lance (6) respectively form angles of preferably about 80° to 140°.
4. A water lance blower according to claim 3, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) themselves comprise path sensors which measure their exact length and/or angular position with respect to a reference position.
5. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** the water lance blower comprises at least one additional path sensor arm which has path sensors for determining the exact position of the water lance (6).
6. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** said water lance blower has means (45) for controlling or registering the movement of at least the water lance (6).
7. A water lance blower according to one of the preceding claims 3-6, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) and the path sensors are connected to a shared electronic control system which calculates the exact position of the water lance (6) from the measured values of the path sensors and provides control commands to the movement elements (8.1, 8.2, 8.3), wherein in particular given pre-calculated and/or previously memorized courses of movement of the water lance (6) are exactly repeatable relative to the path of travel and the speed.
8. A water lance blower according to one of the pre-

- ceding claims 3-7, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) are hydraulic or pneumatic lifting cylinders, which are respectively hinged at one end (9.1, 9.2, 9.3) to a fixed point of the heating installation and hinged with the other end (7.1, 7.2, 7.3) to the part of said water lance (6) outside the heating installation.
9. A water lance blower according to one of claims 3 to 7, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) are spindle drives or rack and pinion drives, which are respectively hinged with one end (9.1, 9.2, 9.3) to a fixed point of the heating installation and hinged with the other end (7.1, 7.2, 7.3) to the part of the water lance (6) outside the heating installation.
10. A water lance blower according to one of claims 3 to 7, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) are electric or magnetic drives.
11. A water lance blower according to one of claims 3 to 7, **characterized in that** the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) comprise levers, cable pulls, chains, rotary joints or the same (42).
12. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** additional passive stabilizing elements are provided for reliable fixing of the water lance (6), preferably concerning pressure or tension pre-stressed stabilizing elements.
13. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** the path sensors are angle and/or length sensors.
14. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one more path sensor is provided than is necessary for determining the position, in order to increase the precision of positioning and availability.
15. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one part of the water lance (6) can be cooled by appropriate means (45).
16. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** de water lance blower comprises a casing (31) that is sealed at least in the region of the hatch (2), that can be exposed to a sealing and cleaning medium.
17. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** the water lance (6) is formed to be shortened by providing the water supply (10, 11) to be angled once or multifold at a total of more than 70°, preferably more than 90° (20, 24; 39).
18. A water lance blower according to one of the preceding claims, **characterized in that** an extended settlement volume (20; 39) for the added water is provided in the end of the water lance (6) outside the heating installation, in particular an approximately spherical volume (20).
19. A method for operating a water lance blower according to one of claims 1 to 18, **characterized in that** the movement element is guided along given pre-calculated or previously memorized lines of movement with pre-calculated or previously memorized, in particular position depending variable speeds.
20. A method according to claim 19, **characterized in that** the respective current position of the water lance (6) is exactly determined relative to a reference position by means of length sensors and/or angle sensors, that are arranged on the movement elements (8.1, 8.2, 8.3) and/or on at least one separate path sensor arm, and said current position of the water lance (6) is used on-line for further control of the course of movement.
21. A method according to claim 20, **characterized in that** at least one more measured value of a path sensor than necessary for determining the position is measured and processed in order to increase the measuring accuracy and the availability when a measuring sensor fails.

#### Revendications

1. Soufflante pour lance à eau pour le nettoyage d'une installation thermique en opération et affluée par des flammes et/ou des gaz de combustion avec des zones de parois (A-E) et une lucarne (2), la soufflante pour lance à eau comportant une lance à eau (6) avec un orifice, au moins un élément de mouvement et des capteurs de déplacement (44), dans le cas de laquelle la lance à eau (6) est amovible grâce à l'au moins un élément de mouvement et peut être agencée de façon amovible (5) au niveau de ou dans la lucarne (2) avec son orifice, les capteurs de déplacement (44) étant prévus pour la détermination exacte de la position de la lance à eau (6) pour la réalisation d'un mode d'opération contrôlé à figures de soufflage quelconques, et la lance à eau (6) pouvant souffler un jet d'eau à travers l'installation thermique sur des zones de parois (A-E) étant accessibles par la lucarne, **caractérisée en ce qu'**à une de ses extrémités l'au moins un élément de mouvement peut être relié à la lance à eau (6) et à

- l'autre extrémité directement à l'installation thermique, l'élément de mouvement étant un bras manipulateur.
2. Soufflante pour lance à eau selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**à travers les extrémités de l'au moins un élément de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) un plan est tendu qui n'est pas perpendiculaire à un plan vertical à travers le point de mouvement (5) de la lance à eau (6). 5
  3. Soufflante pour lance à eau selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'**il y a au moins deux, de préférence trois éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3), dont les points de fixation (9.1, 9.2, 9.3) forment de préférence respectivement des angles d'à peu près 80° à 140° avec le point de mouvement (5) de la lance à eau (6). 10
  4. Soufflante pour lance à eau selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvements (8.1, 8.2, 8.3) eux-mêmes contiennent des capteurs de déplacement qui mesurent leur longueur exacte et/ou la position angulaire par rapport à une position de référence. 15
  5. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la soufflante pour lance à eau présente au moins un bras de capteur de déplacement supplémentaire qui a des capteurs de déplacement pour déterminer la position exacte de la lance à eau (6). 20
  6. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** celle-ci présente des moyens (45) pour commander ou pour enregistrer le mouvement d'au moins la lance à eau (6). 25
  7. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes 3 à 6, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) et les capteurs de déplacement sont reliés à une électronique de commande commune qui calcule à partir des valeurs mesurées des capteurs de mouvement la position exacte de la lance à eau (6) et qui donne des ordres de commande aux éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3), des cours de mouvement donnés de la lance à eau (6) calculés préalablement et/ou mémorisés préalablement quant à la voie d'opération et la vitesse pouvant notamment être répétés exactement. 30
  8. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes 3 à 7, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) sont des pistons élévateurs hydrauliques ou pneumatiques qui sont respectivement articulés avec une extrémité (9.1, 9.2, 9.3) à un point fixe de l'installation thermique et avec l'autre extrémité (7.1, 7.2, 7.3) à la partie de la lance à eau (6) se trouvant à l'extérieur de l'installation thermique. 35
  9. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) sont des entraînements par broche ou des entraînements par crémaillère qui sont articulés respectivement avec une extrémité (9.1, 9.2, 9.3) à un point fixe de l'installation thermique et qui avec l'autre extrémité (7.1, 7.2, 7.3) sont articulés à la partie de la lance à eau (6) se trouvant à l'extérieur de l'installation thermique. 40
  10. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) sont des entraînements électriques ou magnétiques. 45
  11. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisée en ce que** les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) comportent des leviers, des câbles sous gaine, des chaînes, des articulations ou semblables (42). 50
  12. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**il y a des éléments de stabilisation supplémentaires, passifs pour la fixation sure de la lance à eau (6), de préférence des éléments de stabilisation précontraints à la pression ou à la traction. 55
  13. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les capteurs de déplacement sont des capteurs d'angles ou de longueurs.
  14. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**il y a au moins un capteur de déplacement de plus qu'il est nécessaire pour la déterminations de la position, pour augmenter l'exactitude de positionnement et la mise à disposition.
  15. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une partie de la lance à eau (6) peut être refroidie par des moyens appropriés (45).
  16. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la soufflante pour lance à eau présente une enveloppe (31) afin qu'au moins la zone de la lucarne (2) soit rendue étanche, sur l'enveloppe (31) un médium de retenue et de rinçage pouvant être appliqué.

17. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la lance à eau (6) est réalisée de façon raccourcie, de manière à ce que l'alimentation en eau (10, 11) soit réalisée de façon déviée (20, 24 ; 39) simple ou multiple de plus de 70°, de préférence de plus de 90°. 5
18. Soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** dans l'extrémité de la lance à eau (6), située à l'extérieur de l'installation thermique, se trouve un volume de stabilisation (20 ; 39) élargi, notamment un volume (20) à peu près sphérique, pour l'eau étant alimentée. 10  
15
19. Procédé pour l'opération d'une soufflante pour lance à eau selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** l'élément de mouvement est guidé le long de lignes données de mouvement calculées préalablement ou ayant été mémorisées préalablement avec des vitesses calculées préalablement ou mémorisées préalablement, notamment des vitesses variables, dépendantes de la position. 20  
25
20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** la position actuelle respective de la lance à eau (6) est déterminée exactement par rapport à une position de référence au moyen de capteurs de longueurs et/ou de capteurs d'angles agencés sur les éléments de mouvement (8.1, 8.2, 8.3) et/ou sur au moins un bras de capteur de déplacement séparé et qu'elle sert de façon on-line dans la suite du contrôle du cours de mouvement. 30  
35
21. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce qu'**au moins une valeur mesurée de plus d'un capteur de déplacement est mesurée que cela est nécessaire pour déterminer la position et est traitée pour augmenter par calcul de compensation de fautes l'exactitude de mesurage et pour augmenter la mise à disposition lorsqu'un capteur de mesure ne fonctionne pas. 40  
45  
50  
55

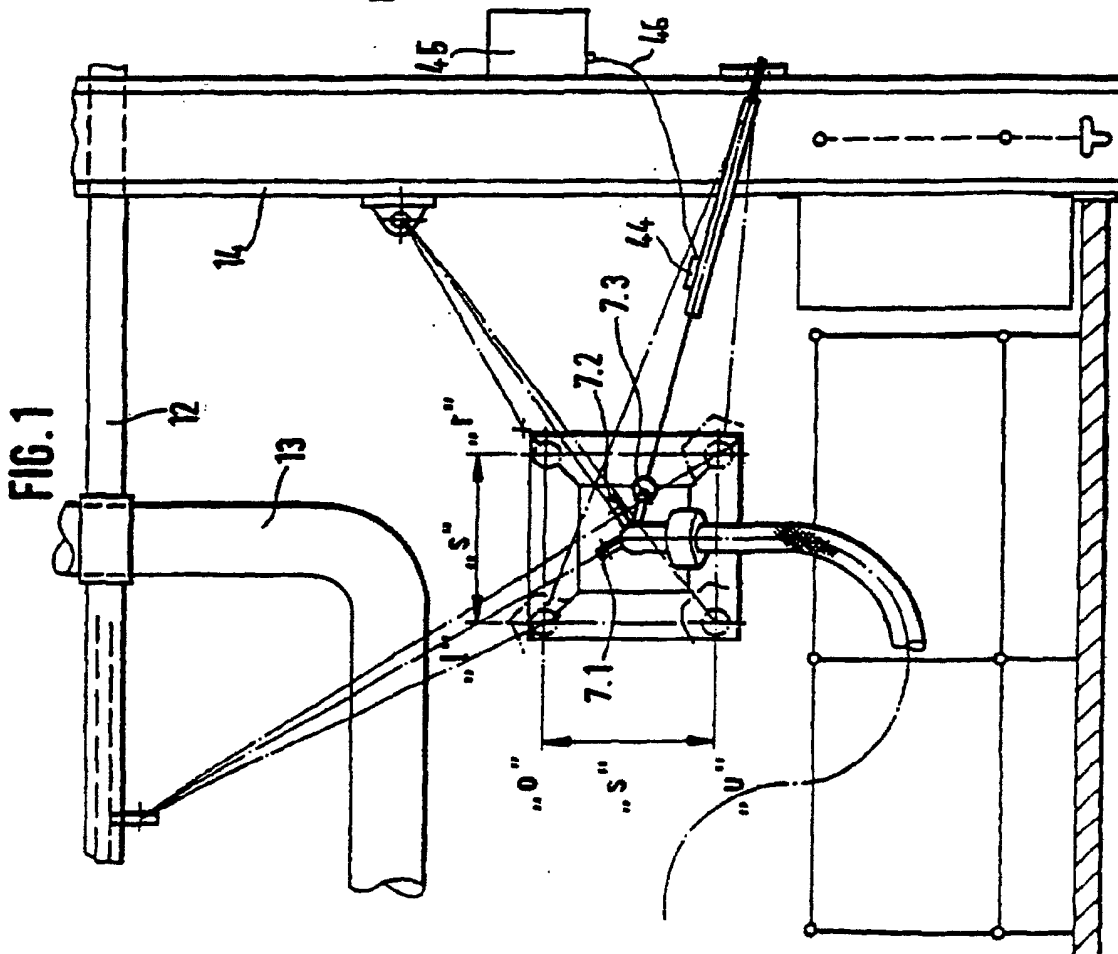
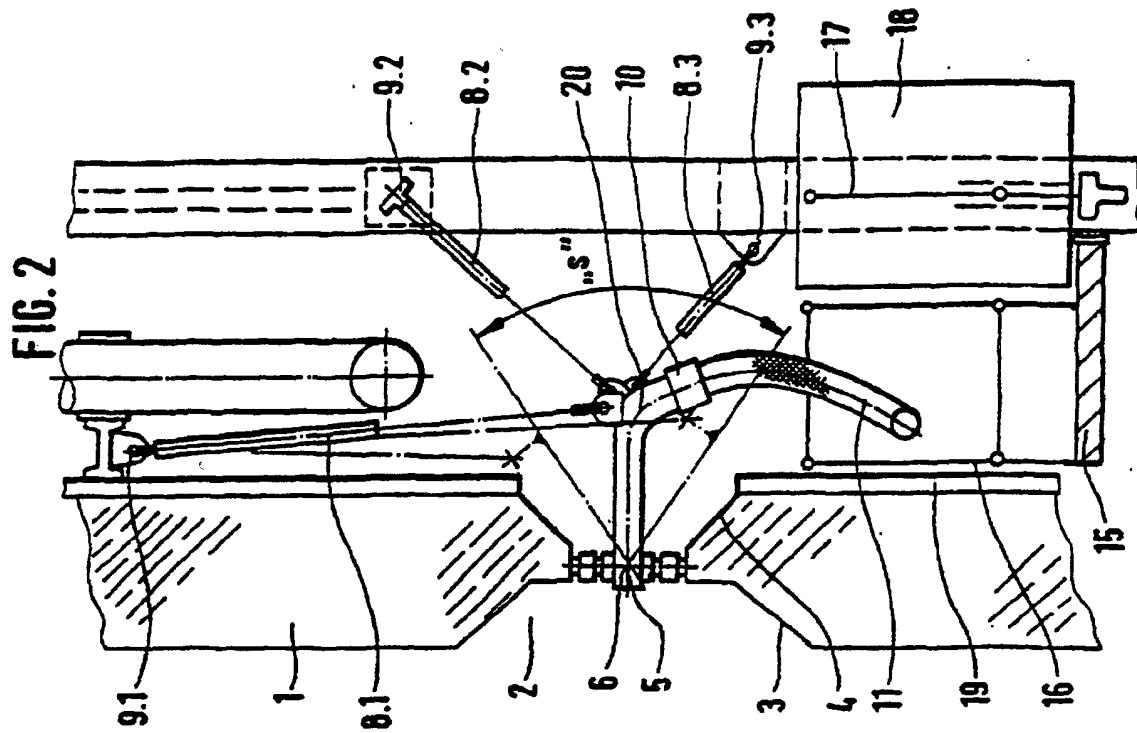
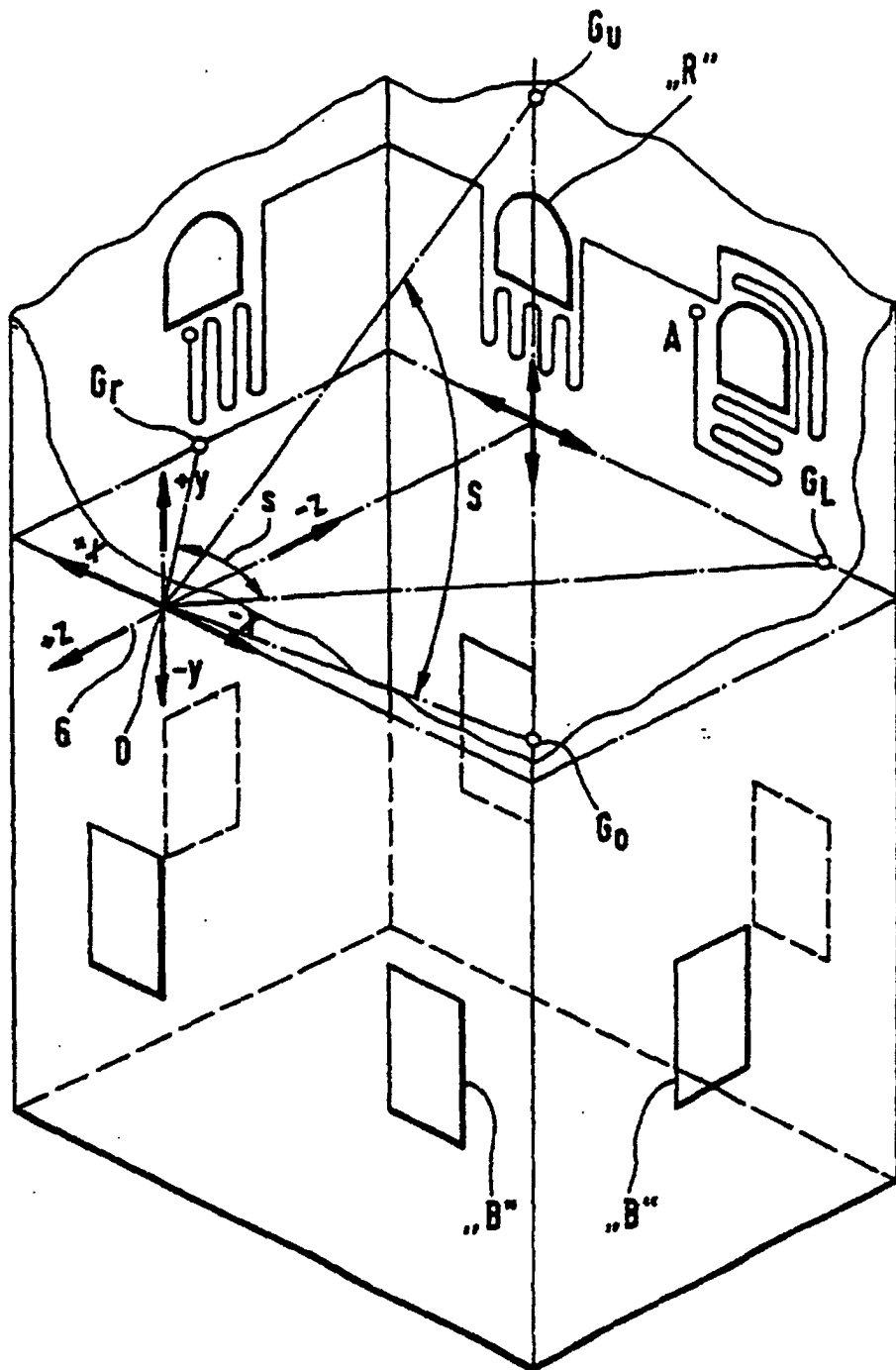


FIG. 3



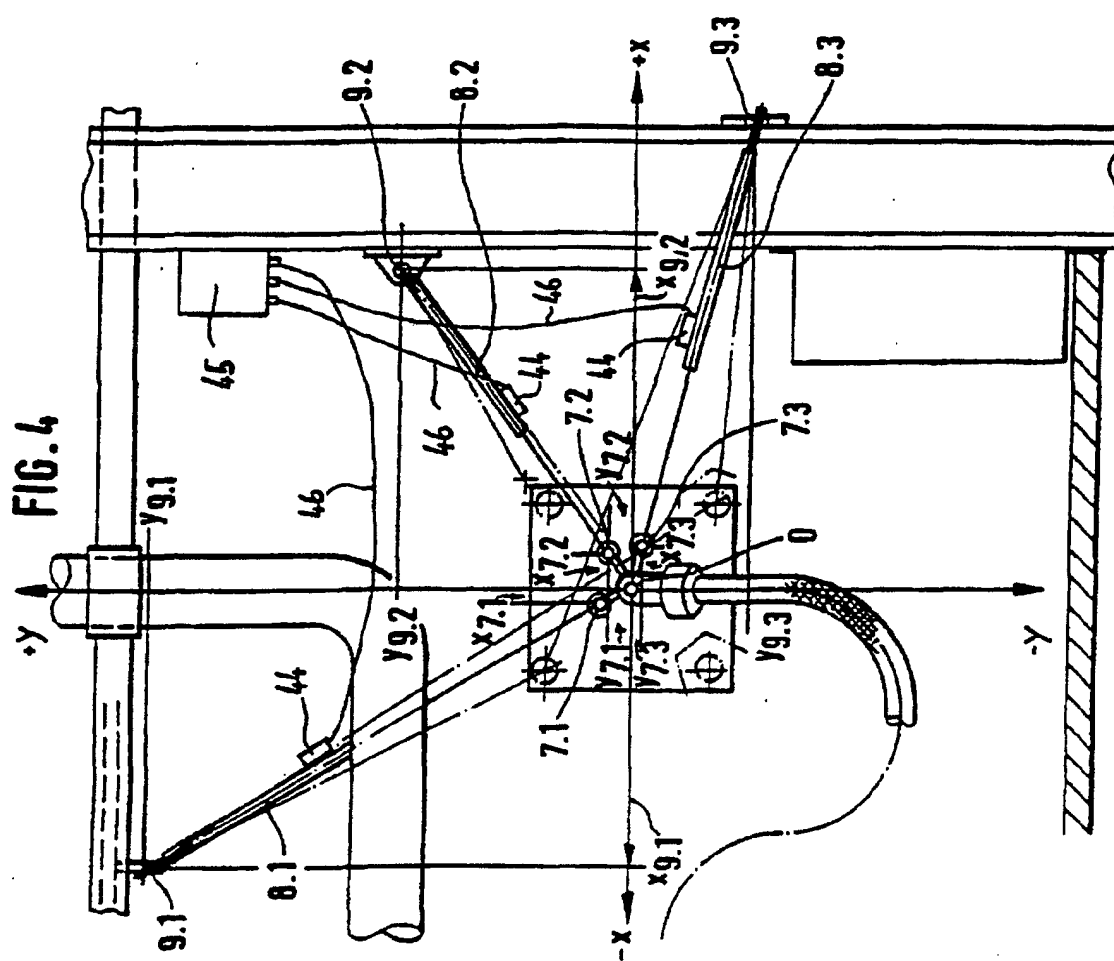
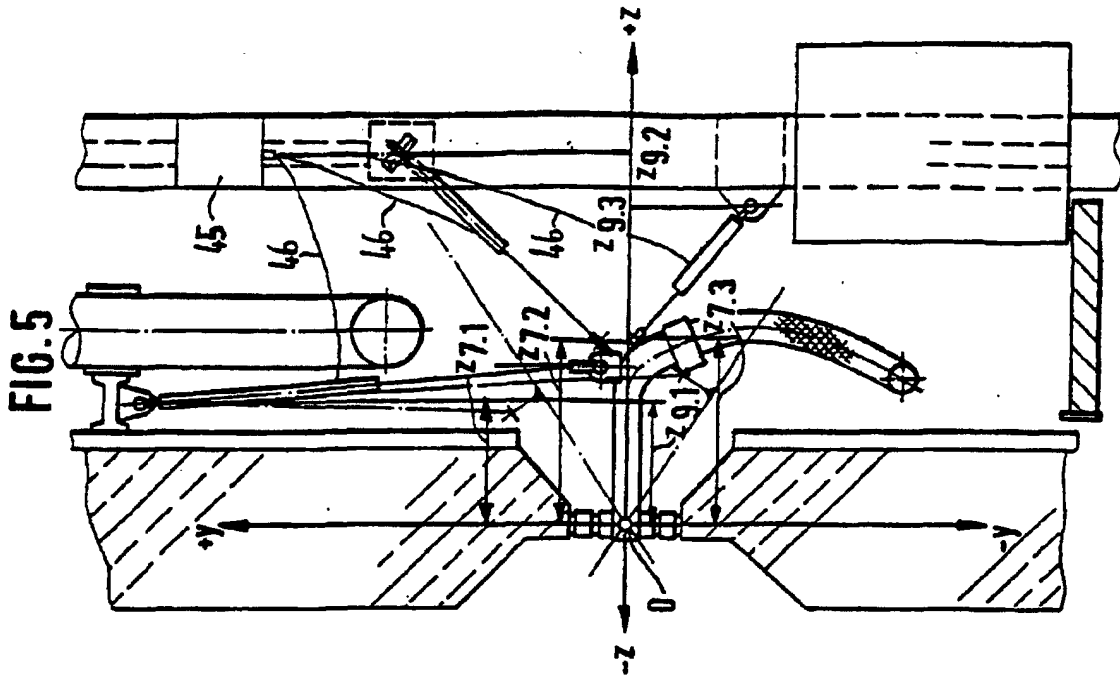


FIG. 7

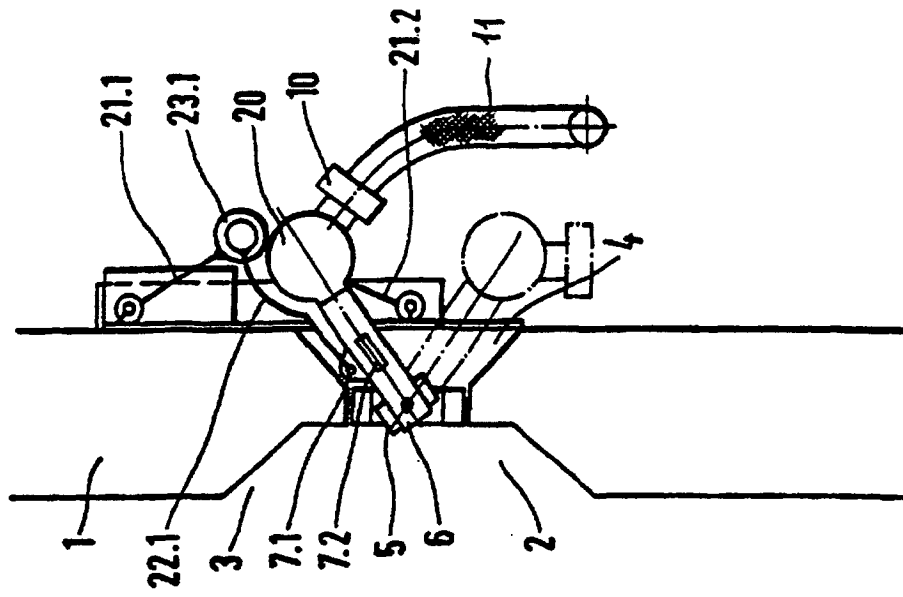


FIG. 6

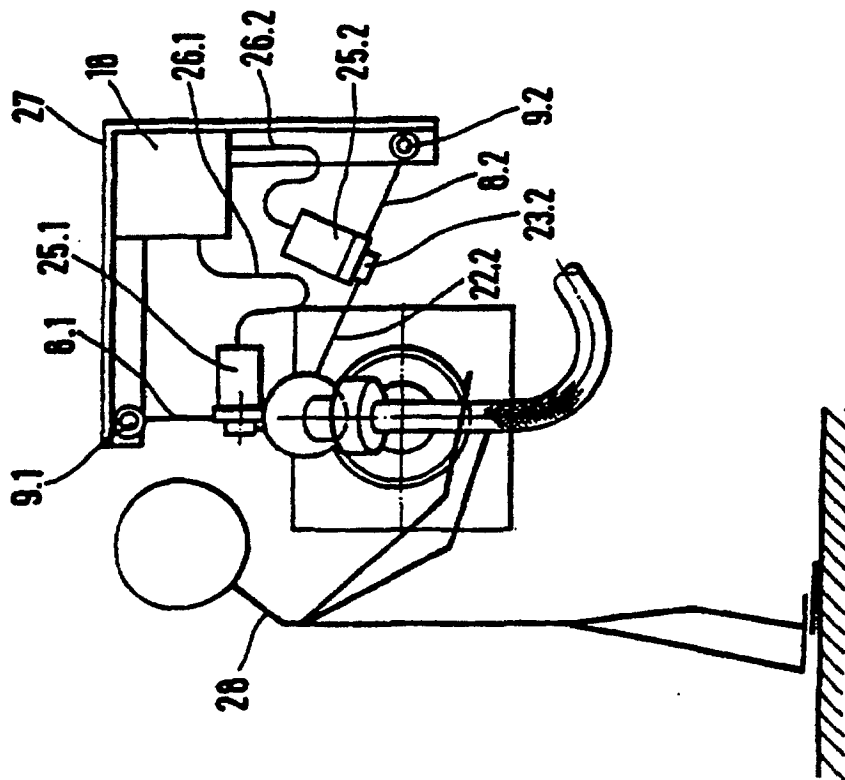


FIG. 9

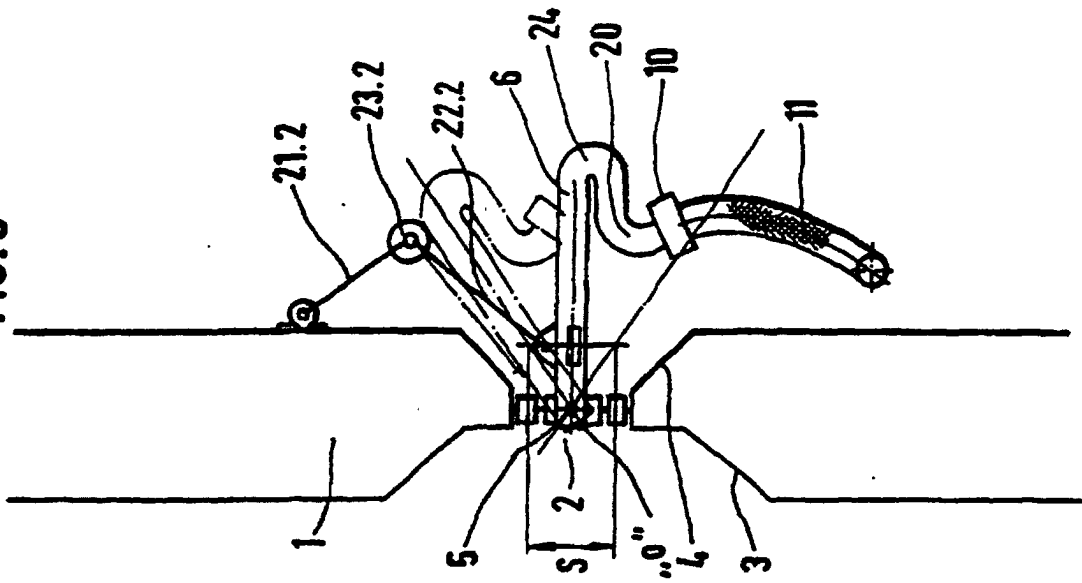


FIG. 8

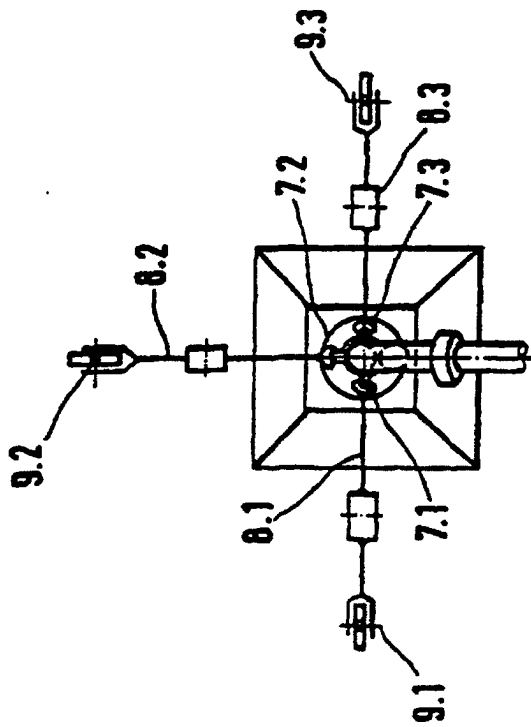


FIG. 11

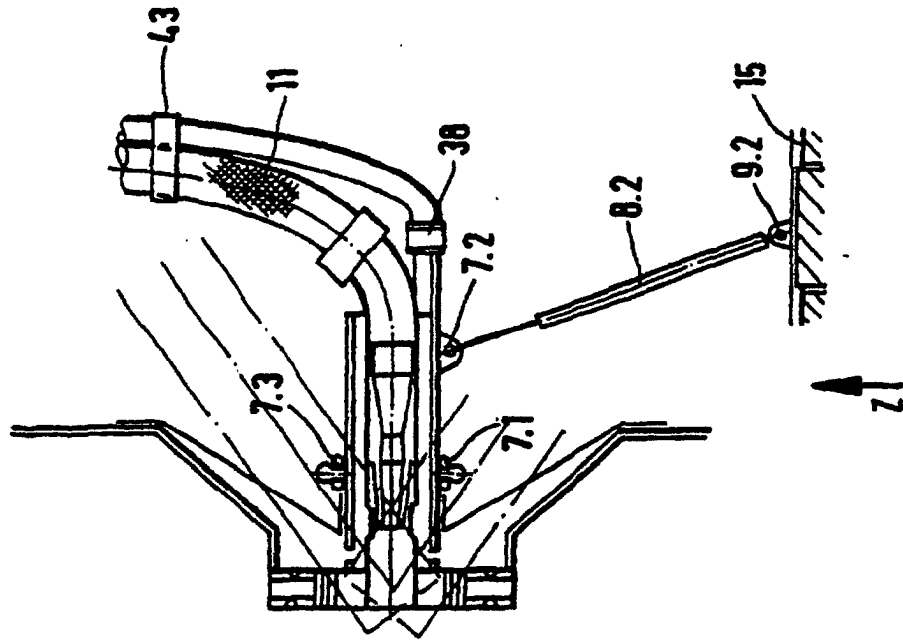


FIG. 10

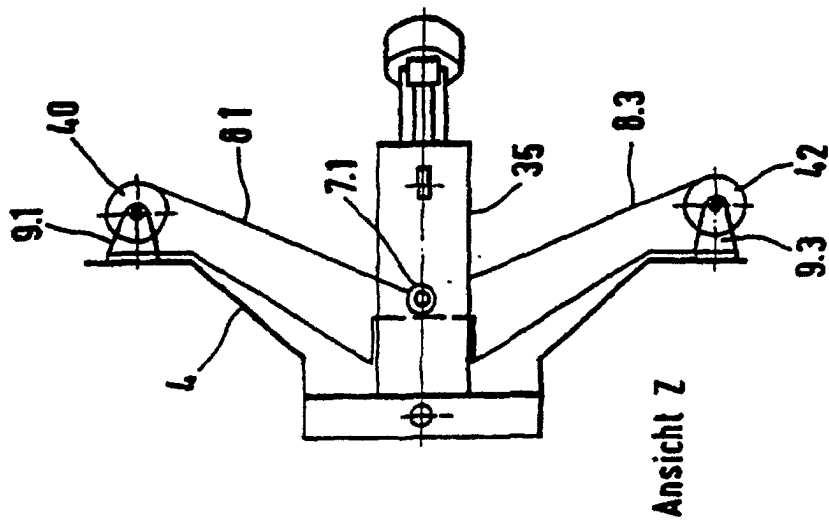


FIG. 13

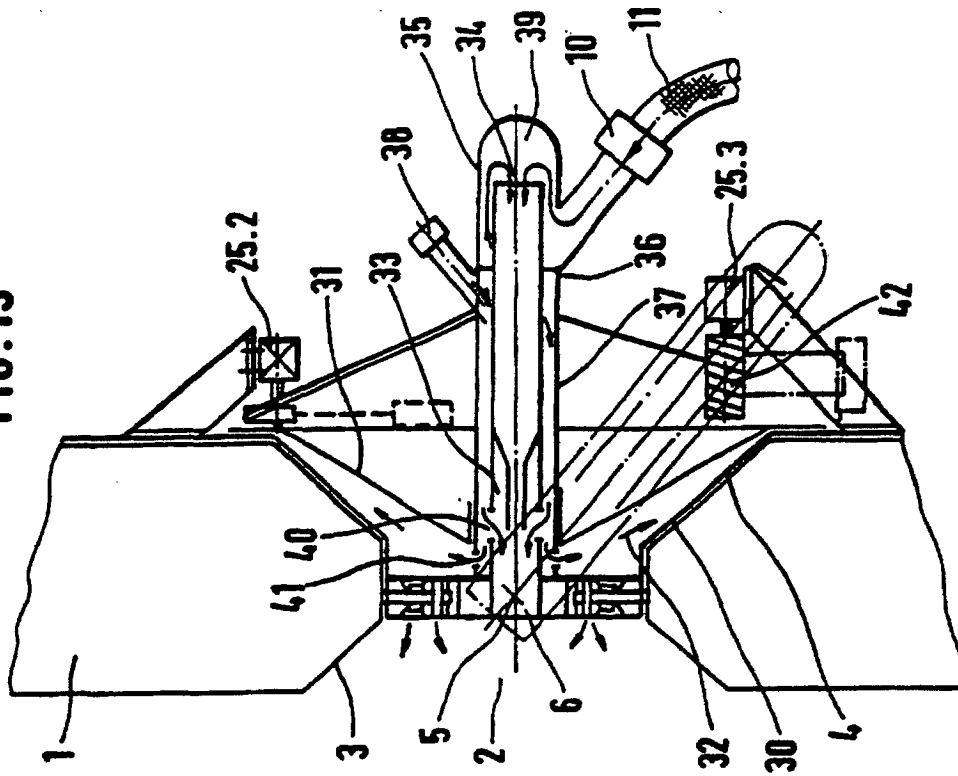


FIG. 12

