



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.12.2020 Patentblatt 2020/52**

(51) Int Cl.:  
**B08B 7/00 (2006.01) F27D 25/00 (2010.01)**

(21) Anmeldenummer: **20187468.2**

(22) Anmeldetag: **11.02.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **11.02.2013 CH 4292013**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**14705470.4 / 2 953 739**

(71) Anmelder: **Bang & Clean GmbH**  
**5504 Othmarsingen (CH)**

(72) Erfinder:  
• **FLURY, Rainer**  
**3098 Schliern bei Köniz (CH)**  
• **BÜRGIN, Markus**  
**5453 Remetschwil (CH)**

(74) Vertreter: **Frei Patent Attorneys**  
**Frei Patentanwaltsbüro AG**  
**Postfach**  
**8032 Zürich (CH)**

Bemerkungen:

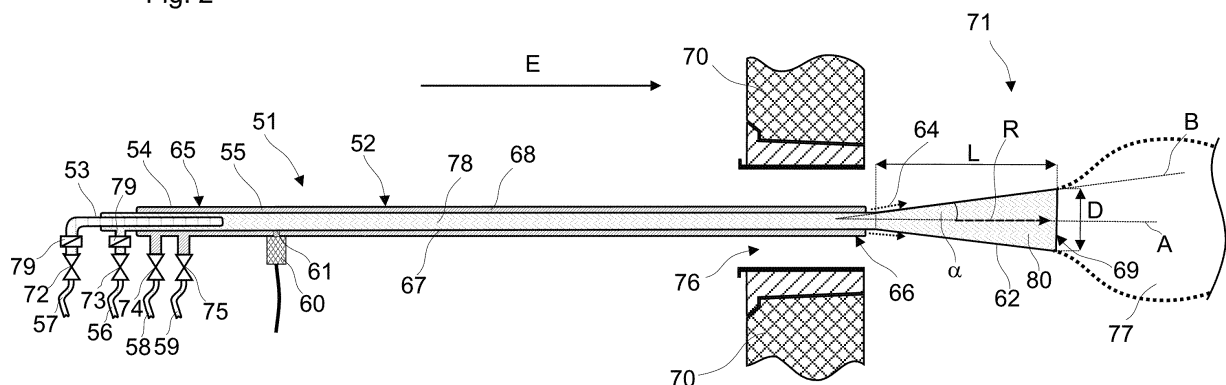
Diese Anmeldung ist am 23.07.2020 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VORRICHTUNG ZUM REINIGEN VON INNENRÄUMEN VON BEHÄLTERN UND ANLAGEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Reinigungsvorrichtung (51) zum Entfernen von Ablagerungen in Innenräumen (71) von Behältern und Anlagen (70) mittels Explosionstechnologie. Ein explosionsfähiges, gasförmiges Gemisch wird mittels der Reinigungsvorrichtung (51) bereit gestellt und zwecks Reinigung des Innenraumes (71) zur Explosion gebracht. Die Explosionsdruckwelle wird

über eine Auslassöffnung (69) in der Reinigungsvorrichtung (51) in den Innenraum (71) geleitet. Das explosionsfähige Gemisch bzw. dessen gasförmigen Komponenten werden dabei mit hoher Geschwindigkeit aus Druckbehältern (22, 24) in einen Aufnahmeraum der Reinigungsvorrichtung (51) eingeleitet.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Reinigung von Innenräumen von Behältern und Anlagen. Sie betrifft ein Verfahren und eine Reinigungsvorrichtung zum Entfernen von Ablagerungen in Innenräumen von Behältern und Anlagen mittels Explosionstechnologie. Die Reinigungsvorrichtung ist insbesondere zur Ausübung des erfindungsgemässen Verfahrens ausgelegt.

**[0002]** Das Verfahren und die Vorrichtung dienen im Speziellen der Reinigung von verschmutzten und verschlackten Behältern und Anlagen mit Anbackungen an dessen Innenwänden, insbesondere von Verbrennungsanlagen.

**[0003]** Heizflächen z. B. von Müllverbrennungsanlagen oder allgemein von Verbrennungskesseln unterliegen im allgemeinen starken Verschmutzungen. Diese Verschmutzungen haben anorganische Zusammensetzungen und entstehen typischerweise durch Ablagerung von Ascheteilchen an der Wand. Beläge im Bereich von hohen Rauchgas-Temperaturen sind meist sehr hart, da sie entweder geschmolzen oder angeschmolzen auf der Wand kleben bleiben oder von tiefer schmelzenden oder kondensierenden Substanzen bei deren Erstarrung an der kälteren Kesselwand zusammengeklebt werden. Solche Beläge lassen sich durch bekannte Reinigungungsverfahren nur schwer und unzureichend entfernen. Dies führt dazu, dass der Kessel zwecks Reinigung periodisch abgestellt und abgekühlt werden muss. Da solche Kessel meist ziemlich grosse Abmessungen aufweisen, ist dazu oft der Aufbau eines Gerüsts im Ofen notwendig. Dies erfordert zudem einen Betriebsunterbruch von mehreren Tagen oder Wochen und ist ausserdem für das Reinigungspersonal wegen des starken Staub- und Schmutz-anfalls äusserst unangenehm und ungesund. Eine meist zwangsläufige Begleiterscheinung eines Betriebsunterbruchs einer Anlage sind Schäden an Behältermaterialien selber als Folge der starken Temperaturänderungen. Neben den Reinigungs- und Reparaturkosten sind die Anlagenstillstandskosten durch den Produktions- bzw. Einnahmefall ein wichtiger Kostenfaktor.

**[0004]** Herkömmliche Reinigungungsverfahren, welche bei abgestellten Anlagen angewendet werden, sind beispielsweise Kesselklopfen sowie die Verwendung von Dampfstrahler, Wasserstrahlbläser/Russbläser sowie Sandstrahlen.

**[0005]** Ferner ist ein Reinigungungsverfahren bekannt, bei welchem der erkaltete oder der in Betrieb befindliche, heisse Kessel mittels Einbringen und Zünden von Sprengkörpern gereinigt wird. Bei dem im Dokument EP 1 067 349 beschriebenen Verfahren wird ein gekühlter Sprengkörper mittels einer gekühlten Lanze in die Nähe der verschmutzten Heizfläche gebracht, wo die Sprengladung gezündet wird. Die Heizflächen-Anbackungen werden durch die Wucht der Detonation sowie durch die von den Schockwellen erzeugten Wandschwingungen abgesprengt. Die Reinigungszeit kann mit dieser Methode im Vergleich zu den herkömmlichen Reinigungsver-

fahren wesentlich verkürzt werden. Die Reinigung kann mit den nötigen Sicherheitsvorkehrungen während des Betriebs des Verbrennungsofens bzw. noch im heissen Zustand des Behälters stattfinden. So ist es möglich, einen Kessel auf diese Art innert Stunden und ohne Betriebsunterbruch zu reinigen, wozu mit einer herkömmlichen Reinigungsmethode Tage gebraucht werden.

**[0006]** Nachteilig bei dem in der EP 1 067 349 beschriebenen Verfahren ist die Notwendigkeit von Sprengstoff. Neben den hohen Kosten für das Sprengmaterial muss zur Vermeidung von Unfällen oder Diebstahl, beispielsweise bei der Lagerung des Sprengstoffs, ein grosser Sicherheitsaufwand betrieben werden. Das Einbringen von Sprengmaterial in einen heissen Behälter erfordert zudem ein absolut zuverlässiges und effizientes Kühlsystem um ein vorzeitiges Detonieren des Sprengstoffs zu verhindern.

**[0007]** Aus der EP 1 362 213 B1 ist ein weiteres Reinigungsverfahren bekannt, welches sich ebenfalls dem Mittel der Explosionserzeugung bedient. Anstelle von Sprengstoff wird gemäss diesem Verfahren jedoch ein mit einem explosionsfähigen Gasgemisch aufblasbare Behälterhülle an das Ende einer Reinigungslanze angebracht. Die Reinigungslanze wird zusammen mit der leeren Behälterhülle in den Kesselraum eingeführt und in der Nähe der zu reinigenden Stelle positioniert. Anschliessend wird die Behälterhülle mit einem explosionsfähigen Gasgemisch aufgeblasen. Durch Zünden des Gasgemisches in der Behälterhülle wird eine Explosion erzeugt, deren Schockwellen zur Ablösung von Verschmutzungen an den Kesselwänden führen. Die Behälterhülle wird durch die Explosion zerfetzt und verbrannt. Sie stellt daher Gebrauchsmaterial dar.

**[0008]** Dieses Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung weisen gegenüber der oben genannten Sprengtechnologie mit Sprengstoff den Vorteil auf, dass das Verfahren günstig im Betrieb ist. So sind z. B. die Ausgangskomponenten eines Gasgemisches, welches Sauerstoff und ein brennbares Gas umfasst, im Vergleich zu Sprengstoff kostengünstig. Des Weiteren erfordern das Beschaffen und der Umgang mit den besagten Gasen im Gegensatz zu Sprengstoff keine besonderen Bewilligungen oder Qualifikationen, so dass jedermann mit einer entsprechenden Schulung das Verfahren ausführen kann.

**[0009]** Ferner ist es auch ein Vorteil, dass die Ausgangskomponenten über separate Zuleitungen der Reinigungslanze zugeführt werden und das gefährliche explosionsfähige Gasgemisch daher erst in der Reinigungslanze kurz vor Auslösung der Explosion hergestellt wird. Im Vergleich zu Sprengstoff ist nämlich der Umgang mit den einzelnen Komponenten des Gasgemisches weitaus weniger gefährlich, da diese einzeln höchsten brennbar jedoch nicht explosiv sind.

**[0010]** Das dazugehörige Verfahren weist den Nachteil auf, dass das Hantieren mit der Behälterhülle recht umständlich ist. So muss für jeden Reinigungsvorgang jeweils eine Behälterhülle über die Austrittsöffnung der

Reinigungsvorrichtung befestigt werden. Dieser Vorgang ist auch recht zeitaufwändig, so dass die einzelnen Reinigungsvorgänge jeweils vergleichsweise viel Zeit beanspruchen.

**[0011]** Im Weiteren ist auch der Befüllungsvorgang vergleichsweise langsam. Dies rührt daher, weil das explosionsfähige Gemisch nur mit einer relativ kleinen Befüllgeschwindigkeit in die Behälterhülle eingelassen werden kann, damit sich diese kontrolliert entfalten und ausdehnen kann, ohne dass es zur Beschädigung derselbigen kommt. Wird das explosionsfähige Gemisch nämlich mit hoher Geschwindigkeit in die Behälterhülle eingelassen, so wird diese durch den erzeugten Unterdruck zusammengezogen und expandiert nicht. Ferner können sogar einzelne Schichten der Behälterhülle an der Innenseite abgeschält werden.

**[0012]** Zudem kann die expandierte Behälterhülle nicht in enge Bereiche, wie sie zum Beispiel bei Rohrbündeln vorliegen, eingeführt werden. Das heisst, das explosionsfähige Gemisch kann nicht vor Ort in die zu reinigenden, engen Bereiche hineingeführt und dort zur Explosion gebracht werden. Das explosionsfähige Gemisch kann vielmehr nur von ausserhalb dieser Bereiche gezündet werden, wobei die in die engen Bereiche eindringenden Explosionswellen für einen eingeschränkten Reinigungseffekt sorgen.

**[0013]** Ferner ist permanent für einen Nachschub an Verbrauchsmaterial in Form von Behälterhüllen zu sorgen. Das Verbrauchsmaterial stellt überdies einen zusätzlichen Kostenfaktor dar. So müssen die Behälterhüllen in der Regel in Handarbeit gefertigt werden, was entsprechend teuer ist.

**[0014]** Überdies fallen bei der Verwendung von Behälterhüllen Rückstände an, welche durch die Explosion nicht vollständig verbrannt werden. Diese Rückstände können den Betrieb der zu reinigenden Anlage beeinträchtigen.

**[0015]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, die in der EP 1 362 213 B1 beschriebene Reinigungsvorrichtung und das dazugehörige Verfahren so zu modifizieren, dass eine gezielte und sogar verbesserte Reinigungswirkung erreicht wird. Es sollen insbesondere auch enge Bereiche für das Explosionsgemisch zugänglich sein.

**[0016]** Gemäss einer weiteren Aufgabe soll die Durchführung des Verfahrens weniger umständlich und weniger zeitaufwändig sowie kostengünstiger sein.

**[0017]** Gemäss einer weiteren Aufgabe sollen bei der Durchführung des Reinigungsverfahrens möglichst keine Rückstände anfallen.

**[0018]** Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 18 gelöst. Weiterbildungen und besondere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei sind Merkmale der Verfahrensansprüche sinngemäss mit den Vorrichtungsansprüchen kombinierbar und umgekehrt.

**[0019]** Das im Zusammenhang mit der Erfindung of-

fenbarte Reinigungsverfahren beruht darauf, ein explosionsfähiges Gemisch in die Nähe einer zu reinigenden Stelle zu bringen, um anschliessend das Gemisch zur Explosion zu bringen.

5 **[0020]** Das explosionsfähige Gemisch ist wenigstens im explosionsfähigen Zustand gasförmig.

**[0021]** Gemäss einer ersten Variante kann das explosionsfähige Gemisch aus einer in das Reinigungsgerät eingeleiteten, gasförmigen Komponente gebildet werden. Das heisst, die eingeleitete gasförmige Komponente bildet bereits das explosionsfähige, gasförmige Gemisch aus.

10 **[0022]** Gemäss einer zweiten Variante kann das explosionsfähige Gemisch aus zwei oder mehr und insbesondere aus zwei, separat in das Reinigungsgerät eingeleiteten, gasförmigen Komponenten ausgebildet werden. Die gasförmigen Komponenten werden im Reinigungsgerät in einer Mischzone miteinander zum explosionsfähigen, gasförmigen Gemisch vermischt. Die Mischzone ist insbesondere vor der oder in der Speisedruckleitung angeordnet.

15 **[0023]** Gasförmige Komponenten bedeutet, dass die bei der Ausbildung des explosionsfähigen Gemischs im Aufnahmeraum und insbesondere bereits bei der Einleitung in das Reinigungsgerät gasförmig vorliegen. Die gasförmigen Komponenten, auch Ausgangskomponenten genannt, können jedoch in Druckbehältern unter Druck auch in Flüssigform vorliegen. Die gasförmige Komponente kann insbesondere eine schnell verdampfende Flüssigkeit sein.

20 **[0024]** Das explosionsfähige Gemisch enthält insbesondere einen Brennstoff sowie ein Oxidationsmittel, wie z. B. gasförmiger Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gas. Der Brennstoff kann flüssig oder gasförmig sein. Dieser kann z. B. aus der Gruppe der brennbaren Kohlenwasserstoffe, wie Acetylen, Ethylen, Methan, Aethan, Propan, Benzin, Öl, etc. sein. So ist z. B. eine erste gasförmige Komponente ein Brennstoff und eine zweite gasförmige Komponente das Oxidationsmittel.

25 **[0025]** Das explosionsfähige Gemisch wird insbesondere im Aufnahmeraum des Reinigungsgeräts bereit gestellt.

**[0026]** Zur Auslösung der Explosion wird das Gemisch insbesondere über eine Zündeinrichtung gezündet.

30 **[0027]** Die Wucht der Explosion und die durch die Stosswellen in Schwingung gebrachte Fläche, z.B. eine Behälter- oder Rohrwand, bewirken das Absprengen der Wandanbackungen und Verschlackungen und somit das Reinigen der Fläche.

35 **[0028]** Die für eine Reinigung notwendige Stärke der Explosion und somit die Menge der verwendeten gasförmigen Komponenten zur Erzeugung des explosionsfähigen Gemischs, richtet sich nach der Art der Verschmutzung und nach Grösse und Art des verschmutzten Behälters. Dosierung und Stärke der Explosion können und werden vorzugsweise so gewählt, dass keine Schäden an Installationen entstehen. Die Möglichkeit der optimalen Dosierung der verwendeten Stoffe vermindert einer-

seits die Reinigungskosten, andererseits das Gefahren- und Schadensrisiko für Anlage und Personen.

**[0029]** Das Reinigungsgerät enthält insbesondere eine Speisedruckleitung, auch Zufuhrleitung genannt, über welche das explosionsfähige Gemisch zu einer Auslassöffnung geleitet wird.

**[0030]** Die Speisedruckleitung bildet insbesondere einen geschlossenen Speisedruckkanal, auch Zufuhrkanal genannt, aus. Dieser kann einen Kreisquerschnitt ausbilden und einen Durchmesser von 150 mm (Millimeter) oder weniger, oder von 100 mm oder weniger, oder von 60 mm oder weniger, und insbesondere von 55 mm oder weniger aufweisen. Der Durchmesser kann ferner 20 mm oder grösser, oder 30 mm oder grösser, insbesondere 40 mm oder grösser sein.

**[0031]** Die Länge der Speisedruckleitung kann z. B. 1 m (Meter) oder mehr, oder 2m oder mehr, oder 3m oder mehr, oder 4m oder mehr betragen.

**[0032]** Das Reinigungsgerät enthält insbesondere eine Auslasseinrichtung, welche die Auslassöffnung enthält. Die Auslasseinrichtung ist in Ausströmrichtung insbesondere im Anschluss an die Speisedruckleitung angeordnet.

**[0033]** Insbesondere die Auslasseinrichtung bildet einen Aufnahmeraum zur Aufnahme wenigstens eines Teils des zugeführten explosionsfähigen Gemisches aus. Insbesondere die Speisedruckleitung und die Auslasseinrichtung bilden einen Aufnahmeraum zur Aufnahme wenigstens eines Teils des zugeführten explosionsfähigen Gemisches aus.

**[0034]** Der Aufnahmeraum ist insbesondere über die Auslassöffnung nach aussen offen.

**[0035]** Das explosionsfähige Gemisch wird z. B. im Aufnahmeraum, insbesondere in der Speisedruckleitung, zur Explosion gebracht. Die Explosionsdruckwelle breitet sich durch die Auslassöffnung in den Innenraum der Anlage bzw. des Behälters aus.

**[0036]** Ein solches Verfahren mit der dazugehörigen Vorrichtung kann beispielsweise zur Reinigung von Katalysatoren in Rauchgasreinigungseinrichtungen eingesetzt werden. Die durch die Auslassöffnung des Reinigungsgeräts austretenden Explosionsdruckwellen wirken dabei auf den Katalysator ein und lösen Verschmutzungen.

**[0037]** Die Auslassöffnung ist z. B. während der Zündung und Explosion des explosionsfähigen Gemisches nach aussen offen.

**[0038]** Die Auslassöffnung ist insbesondere während der Zündung und Explosion des explosionsfähigen Gemisches nach aussen offen. Die Auslassöffnung ist insbesondere während der Einleitung des explosionsfähigen Gemisches in den Aufnahmeraum nach aussen offen.

**[0039]** Die Auslassöffnung ist insbesondere während eines kompletten Reinigungszyklus, umfassend das Einleiten eines explosionsfähigen Gemisches und die Zündung und Explosion des explosionsfähigen Gemisches, nach aussen offen. Die Auslassöffnung kann insbesondere nicht-verschliessbar sein.

**[0040]** Das Gesamtvolumen an explosionsfähigem Gemisch wird wenigstens durch das Volumen an explosionsfähigem Gemisch im Aufnahmeraum ausgebildet.

**[0041]** Optional kann die Auslassöffnung während der Einleitung des explosionsfähigen Gemisches in den Aufnahmeraum verschlossen sein. Die Auslassöffnung kann mittels einer Abdeckung verschlossen sein. Die Abdeckung ist z. B. montierbar. Die Abdeckung kann flexibel oder starr sein. Die Abdeckung kann aus Kunststoff sein. Die Abdeckung kann plattenartig sein. Die Abdeckung kann so ausgebildet sein, dass diese durch die Explosion des explosionsfähigen Gemisches zerstört wird und so den Weg für die Explosionsdruckwelle durch die Auslassöffnung nach aussen frei gibt. Das Gesamtvolumen an explosionsfähigem Gemisch wird hier ausschliesslich durch das Volumen an explosionsfähigem Gemisch im Aufnahmeraum ausgebildet.

**[0042]** Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird wenigstens ein Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches über die Auslassöffnung des Reinigungsgeräts in den Innenraum des Behälters oder Anlage eingeleitet. Dabei wird im Innenraum eine Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch gebildet. Diese Wolke wird zur Explosion gebracht.

**[0043]** Im vorliegenden Fall umfasst das Gesamtvolumen an explosionsfähigem Gemisch das Volumen an explosionsfähigem Gemisch im Aufnahmeraum des Reinigungsgeräts und das Volumen der ausserhalb des Reinigungsgeräts ausgebildeten Wolke aus explosionsfähigem Gemisch.

**[0044]** Die Wolke zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass diese im Innenraum gegenüber der Umgebungsatmosphäre nicht über physische Mittel bzw. über eine Barriere, wie z. B. eine Behälterhülle, abgegrenzt ist. Der Randbereich der Wolke steht vielmehr in direktem Kontakt mit der Umgebungsatmosphäre.

**[0045]** Das Gesamtvolumen des explosionsfähigen Gemisches wird über eine Zündeinrichtung im Aufnahmeraum und insbesondere in der Speisedruckleitung gesteuert zur Zündung gebracht.

**[0046]** Umfasst das Gesamtvolumen des explosionsfähigen Gemisches eine Wolke, so wird auch diese zusammen mit dem Volumen im Aufnahmeraum über die Zündeinrichtung gesteuert zur Explosion gebracht.

**[0047]** Die zündwirksame Komponente der Zündeinrichtung ist insbesondere im Reinigungsgerät angeordnet. Die zündwirksame Komponente der Zündeinrichtung ist zum Beispiel in der Speisedruckleitung angeordnet oder steht mit dieser zumindest in Wirkverbindung.

**[0048]** Das Gesamtvolumen aus dem explosionsfähigen Gemisch, gegebenenfalls inklusive der Wolke, wird beispielsweise in einem Zeitraum von 2 Sekunden oder weniger erzeugt. Das Gesamtvolumen wird bevorzugt in einem Zeitraum von 1 Sekunde oder weniger, bevorzugt von 0.5 Sekunden oder weniger, insbesondere von 0.2 Sekunden oder weniger oder sogar von 0.1 Sekunden oder weniger erzeugt. Das Gesamtvolumen kann jedoch auch in einem Zeitraum von 0.03 Sekunden oder weniger

erzeugt werden. Als möglicherweise optimal hat sich ein Zeitraum von 0.01 bis 0.2 Sekunden heraus gestellt.

**[0049]** Der genannte Zeitraum umfasst insbesondere das Einleiten des explosionsfähigen Gemisches in den Aufnahmeaum.

**[0050]** Der besagte Zeitraum berechnet sich insbesondere vom Öffnen der weiter unten beschriebenen Dosierarmatur(en) zum Einleiten der wenigstens einen gasförmigen Komponente in die Speisedruckleitung des Reinigungsgeräts bis zum Schliessen der Dosierarmatur(en) zwecks Beendigung der Einleitung.

**[0051]** Die Zündung und folglich die Explosion des explosionsfähigen Gemisches ist steuerungstechnisch insbesondere auf den Zeitpunkt der Schliessung der Dosierarmatur(en) abgestimmt.

**[0052]** Die Zündung erfolgt insbesondere unmittelbar auf die Schliessung der Dosierarmaturen. Die Zündung weist insbesondere höchstens eine sehr kurze Verzögerung auf.

**[0053]** Die Zeitspanne zwischen dem Öffnen der Dosierarmatur(en) zwecks Einleiten der wenigstens einen gasförmigen Komponente und der Zündung des explosionsfähigen Gemischs liegt daher insbesondere ebenfalls im oben beschriebenen Zeitraum.

**[0054]** Letztendlich wird die untere Grenze dieses Zeitraums technisch insbesondere durch die Anordnung und Schaltbarkeit der Dosierarmatur(en) zum Einleiten der wenigstens einen gasförmigen Komponente in das Reinigungsgerät bestimmt.

**[0055]** Zur Ausbildung des Gesamtvolumens an explosionsfähigem Gemisch wird die wenigstens eine gasförmige Komponente über die wenigstens eine Dosierarmatur insbesondere mit einer derart hohen Geschwindigkeit in das Reinigungsgerät eingeleitet, dass das explosionsfähige Gemisch in der Speisedruckleitung eine Druckfront, auch Stossfront genannt, ausbildet.

**[0056]** Die Druckfront bildet in Ausströmrichtung betrachtet die Grenze zwischen dem explosionsfähigen Gemisch hinter der Druckfront und der Umgebungsluft vor der Druckfront aus.

**[0057]** Das explosionsfähige Gemisch weist in Strömungsrichtung hinter der Druckfront insbesondere einen Überdruck auf.

**[0058]** Der Überdruck entspricht der Druckdifferenz zwischen dem tatsächlichen Druck und dem (atmosphärischen) Umgebungsdruck. Dieser Überdruck kann, 0.5 bar oder mehr, oder 1 bar oder mehr, und insbesondere 2 bar oder mehr betragen. Der Überdruck kann auch 2.5 bar oder mehr oder sogar 3 bar oder mehr betragen.

**[0059]** Die Zündung des explosionsfähigen Gemischs geschieht insbesondere in die vorgenannten Überdruckverhältnisse hinein.

**[0060]** Da das explosionsfähige Gemisch hinter der Druckfront einen Überdruck aufweist, zeichnet sich dieses, bezogen auf die Umgebungsbedingungen, auch durch eine höhere Dichte auf. Dies liegt daran, dass das aus dem Druckbehälter eingeleitete verdichtete Gas zum Zeitpunkt der Zündung im Reinigungsgerät noch nicht

vollständig entspannt ist sondern vielmehr immer noch unter Überdruck steht und daher verdichtet ist.

**[0061]** Das heisst unter den erfindungsgemässen Bedingungen wird pro Volumeneinheit mehr Masse an explosionsfähigem Gemisch in das Reinigungsgerät geleitet als bei herkömmlichen, offenen Reinigungssystemen, bei welchen die Einleitung des Gases vergleichsweise langsam erfolgt und sich das Gas mit der Ausbildung des explosionsfähigen Gemisches spätestens jedoch bis zum Zeitpunkt der Zündung auf Umgebungsdruck entspannt hat.

**[0062]** Das Einleiten der gasförmigen Komponenten unter Überdruck und entsprechend mit hoher Dichte erlaubt, innert kürzester Zeit eine hohe Masse an explosionsfähigem Gemisch zur Verfügung zu stellen. Das heisst, das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt, innert sehr kurzer Zeit einen grossen Massestrom in das Reinigungsgerät einzuleiten und zu zünden.

**[0063]** Da die Explosionsleistung von der Masse des zur Verfügung stehenden explosionsfähigen Gemisches abhängig ist, wird auch die Explosionsleistung bei höherer Dichte des explosionsfähigen Gemischs bei gleichbleibendem Volumen entsprechend grösser.

**[0064]** Die Druckfront stösst insbesondere die Umgebungsluft in Strömungsrichtung vor sich her. Die Druckfront stösst insbesondere die Umgebungsluft über die Auslassöffnung aus dem Reinigungsgerät aus. Insbesondere eine Durchmischung zwischen dem explosionsfähigen Gemisch und der Umgebungsluft im Speisedruckkanal bzw. in der Auslasseinrichtung bleibt aus oder bleibt minimal.

**[0065]** Das explosionsfähige Gemisch und mit diesem die Druckfront können sich mit einer Geschwindigkeit von 100 m/s oder mehr, insbesondere von 200 m/s oder mehr zur Auslassöffnung hin bewegen bzw. zu dieser hin strömen.

**[0066]** Mit der Zündung des explosionsfähigen Gemisches in der Speisedruckleitung wird eine sich in Richtung Auslassöffnung bewegende Explosionsdruckwelle erzeugt. Die Ausbreitung der Explosionsdruckwelle erfolgt mit sehr hoher Geschwindigkeit. Diese übersteigt insbesondere die Schallgeschwindigkeit und kann z. B. im Bereich von 3000 m/s liegen.

**[0067]** Der Explosionsdruck beträgt jeweils ein Vielfaches des Druckes des explosionsfähigen Gemischs vor der Explosion. Der Explosionsdruck kann beispielsweise das 25-fache des Ausgangsdrucks betragen. Weist nun das explosionsfähige Gemisch einen Überdruck auf, so verstärkt sich auch der Explosionsdruck um das entsprechende Vielfache.

**[0068]** Weist das explosionsfähige Gemisch beispielsweise einen Druck von 1 bar auf (Umgebungsdruck), so entspricht der Explosionsdruck bei einer Verstärkung um das 25-fache rund 25 bar. Weist das explosionsfähige Gemisch jedoch einen Druck von 2 bar auf (im Überdruckbereich, höhere Dichte), so entspricht der Explosionsdruck bei einer Verstärkung um das 25-fache bereits rund 50 bar. Entsprechend ist der Explosionsdruck und

somit der Reinigungseffekt sehr viel höher, wenn das zur Zündung gebrachte explosionsfähige Gemisch im Reinigungsgerät einen Überdruck aufweist.

**[0069]** Gemäss einem Aspekt der Erfindung wird das explosionsfähige Gemisch gezündet, wenn sich die Druckfront noch in der Speisedruckleitung befindet. Gemäss einem Aspekt der Erfindung wird das explosionsfähige Gemisch gezündet, wenn sich die Druckfront noch in der Auslasseinrichtung befindet.

**[0070]** Gemäss einem Aspekt der Erfindung ist die Wolke aus explosionsfähigem Gemisch zum Zeitpunkt der Zündung noch nicht ausgebildet bzw. noch nicht vollständig ausgebildet. So kann die Wolke beispielsweise erst mit Zündung des explosionsfähigen Gemisches ausgebildet oder fertig ausgebildet werden. So kann das explosionsfähige Gemisch durch die sich in der Speisedruckleitung in Richtung Auslassöffnung fortbewegende Explosionsdruckwelle unter Ausbildung der explosionsfähigen Wolke aus der Auslassöffnung ausgestossen und unmittelbar zur Explosion gebracht werden.

**[0071]** Ein Explosionszyklus kann ähnlich einem Verbrennungsmotor in verschiedene Takte aufgeteilt sein. In einem ersten Takt wird bzw. werden die Dosierarmatur(en) zur Speisedruckleitung geöffnet und die wenigstens eine gasförmige Komponente wird, z. B. aus wenigstens einem Druckbehälter, mit Druck in das Reinigungsgerät eingeleitet und als explosionsfähiges, gasförmiges Gemisch über die Speisedruckleitung zur Auslasseinrichtung geleitet. Gegebenenfall wird über die Auslass-einrichtung ausserhalb der Auslassöffnung die Wolke ausgebildet.

**[0072]** Nach Einleiten der vorgegebenen Menge an gasförmiger Komponente wird die wenigstens eine Dosierarmatur geschlossen. Im Anschluss daran wird die Zündung aktiviert und das ausgebildete Gesamtvolumen an explosionsfähigem Gemisch zur Explosion gebracht. Im Anschluss an die Explosion kann durch erneutes Öffnen der wenigstens einen Dosierarmatur erneut ein gasförmiges, explosionsfähiges Gemisch im Aufnahme-raum erzeugt werden.

**[0073]** Wird das Gesamtvolumen an explosionsfähigem Gemisch in sehr kurzer Zeit erzeugt, können mit dem erfindungsgemässen Verfahren auch gepulste Explosionen erzeugt werden. Das heisst, es werden in kurzen Zeitabständen hintereinander z. B. jeweils entsprechende Gesamtvolumina aus explosionsfähigem Gemisch erzeugt und zur Explosion gebracht.

**[0074]** Es können z. B. in einer Sekunde eine oder mehrere Explosionen erzeugt werden. So ist es möglich, innerhalb einer Sekunde 2 bis 10 Explosionen zu erzeugen. Ferner können gepulste Explosionen Schwingungen in der Anlage bzw. im Behälter erzeugen, welche den Reinigungsprozess fördern.

**[0075]** Das Verfahren zur Erzeugung von gepulsten Explosionen weist auch den Vorteil auf, dass mehrere Gesamtvolumina an explosionsfähigem Gemisch, umfassend jeweils einer Wolke, in kurzer Zeit nacheinander erzeugt werden können. Die Volumina dieser Wolken

können im Vergleich zur Erzeugung einzelner Wolken in grösserem zeitlichen Abstand zueinander kleiner dimensioniert werden. Die Wolken von gepulsten Explosionen können z. B. ein Volumen von 1 bis 5 Liter aufweisen. Grössere Wolken sind auch möglich.

**[0076]** Bei kleineren Wolken sind die Verluste durch Entmischung in den Randzonen, insbesondere bei starker Strömung in der Umgebungsatmosphäre kleiner, so dass trotz geringerer Grösse der Wolke eine vergleichsweise hohe Explosionskraft erzielt wird. Ferner ist bei der sehr kurzen Bildungszeit kleinerer Wolken auch die Gefahr der Selbstzündung bei hohen Temperaturen wesentlich geringer. Die Erzeugung kleinerer Wolken hat ferner auch den Vorteil, dass das Reinigungsgerät kleiner ausgebildet werden kann.

**[0077]** Die Ausbildung des explosionsfähigen Gemischs in der Speisedruckleitung geht einher mit der Bildung der Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch beim Austritt aus der Auslassöffnung des Reinigungsgeräts am Ende der Speisedruckleitung.

**[0078]** Je kürzer dieser Zeitraum ist, desto geringer ist der Grad der Durchmischung der Wolke mit der Umgebungsatmosphäre im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage bei der Zündung des Gemisches.

**[0079]** Überdies wurde überraschend festgestellt, dass zwischen der Umgebungsatmosphäre, welche beispielsweise aus heissen Rauchgasen (200° bis 1000°C) gebildet wird, und dem explosionsfähigen Gemisch ein vergleichsweise grosser Dichteunterschied besteht, welcher einer Durchmischung entgegenwirkt.

**[0080]** Der Grad der Durchmischung des aus der Auslassöffnung austretenden explosionsfähigen Gemisches mit der Umgebungsatmosphäre hängt jedoch nicht nur mit der Zeitspanne zusammen, über welche sich die Bildung der Wolke und die anschliessende Zündung erstrecken. Vielmehr ist auch die Geometrie der an die wenigstens eine Speisedruckleitung anschliessenden Auslass-einrichtung, welche wenigstens eine Auslassöffnung ausbildet, mitentscheidend.

**[0081]** Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine abrupt endende Speisedruckleitung zur Verwirbelung des austretenden explosionsfähigen Gemisches und folglich zu dessen Verdünnung führt. So wird insbesondere im Bereich der Auslassöffnung, an welcher das explosionsfähige Gemisch die Speisedruckleitung mit hoher Geschwindigkeit verlässt, die Umgebungsatmosphäre, z. B. Rauchgase, angesaugt. Dies führt zu einer Verdünnung des Gemisches unter die Explosionsgrenze. Die Verdünnung rührt von Durchmischungsvorgängen mit der Umgebungsatmosphäre im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage durch Verwirbelungsvorgänge.

**[0082]** Eine Verdünnung des explosionsfähigen Gemisches bedeutet jedoch den Verlust der Explosionsfähigkeit. Im besten Falle brennt ein derart verdünntes Gemisch lediglich ab oder es geschieht trotz grosser Hitze im Behälter bzw. in der Anlage gar nichts mehr.

**[0083]** Der Verwirbelungseffekt ist nun um so stärker, je höher die Austrittsgeschwindigkeit des explosionsfä-

higen Gemisches aus der Speisedruckleitung ist. Gerade zur Erzeugung einer Wolke aus einem explosionsfähigen Gemisch im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage ist es wichtig, dass diese Wolke möglichst schnell erzeugt und gezündet wird. Je schneller eine solche Wolke nämlich erzeugt und gezündet werden kann, desto besser bleibt diese bis zur Zündung erhalten, d.h. desto geringer ist die Verdünnung der Wolke durch Durchmischungsvorgänge. Dadurch wird die Explosionsfähigkeit des Gemisches erhalten.

**[0084]** Die möglichst rasche Erzeugung einer solchen Wolke bedingt jedoch gerade hohe Austrittsgeschwindigkeiten des explosionsfähigen Gemisches aus der Speisedruckleitung. Doch gerade diese Massnahme führt wie erwähnt zu einer erhöhten Durchmischung der sich bildenden Wolke mit der Umgebungsatmosphäre aufgrund von Wirbelströmungen bei Austritt aus der Speisedruckleitung.

**[0085]** Diese Problematik ist mit ein Grund, weshalb das Gemisch bis anhin in einer Behälterhülle geschützt in den Innenraum des Behälters bzw. der Anlage eingeleitet wurde.

**[0086]** Das erfindungsgemässe Reinigungsgerät enthält eine Speisedruckleitung und eine am Ende der Speisedruckleitung angeordnete Auslasseinrichtung mit wenigstens einer Auslassöffnung.

**[0087]** Die Speisedruckleitung und die Auslasseinrichtung bilden z. B. einen Aufnahmeraum zur Aufnahme wenigstens eines Teils des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Der Aufnahmeraum ist z. B. über die wenigstens eine Auslassöffnung nach aussen offen.

**[0088]** Das Reinigungsgerät und insbesondere dessen Auslasseinrichtung ist z. B. zum Einleiten des explosionsfähigen Gemischs in den Innenraum des Behälters oder der Anlage und zur Ausbildung einer Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch im Innenraum des Behälters oder der Anlage ausgelegt.

**[0089]** Die Querschnittsfläche der wenigstens einen Auslassöffnung ist bevorzugt grösser als die Querschnittsfläche des Speisedruckkanals der wenigstens einen Speisedruckleitung.

**[0090]** Die Auslasseinrichtung kann auch mehrere Auslassöffnungen enthalten. Ferner können auch mehrere Speisedruckleitungen zur Auslasseinrichtung geführt sein. Die Auslasseinrichtung enthält insbesondere einen oder eine Mehrzahl von Auslasskörpern, welche die Auslassöffnung bzw. die Auslassöffnungen ausbilden.

**[0091]** Der Auslasskörper ist ein Bauteil, welches einen Strömungskanal für das explosionsfähige Gemisch ausbildet, der in der Auslassöffnung mündet. Die Auslassöffnung bezeichnet den Übergang von des Reinigungsgeräts zum Innenraum des Behälters bzw. der Anlage, in welchem das ausströmende explosionsfähige Gemisch nicht mehr durch das Reinigungsgerät geführt ist.

**[0092]** Der Auslasskörper bzw. dessen Strömungskanal sind Teil des Aufnahmeraums für das explosionsfähige

hige Gemisch.

**[0093]** Die Auslasskörper können durch eine gemeinsame oder durch separate Speisedruckleitungen mit dem explosionsfähigen Gemisch gespiesen werden. Entsprechend kann die Auslasseinrichtung an eine oder mehrere Speisedruckleitungen angeschlossen sein. Die Auslasseinrichtung kann auch Leitungsverzweigungen enthalten, welche das explosionsfähige Gemisch zu den einzelnen Auslasskörpern führen.

**[0094]** Ferner kann eine Speisedruckleitung auch in einen Verteilerraum geführt sein, von welchem aus das explosionsfähige Gemisch über Durchlässe den einzelnen Auslasskörpern zugeführt wird. Der Verteilerraum kann zum Beispiel kugel- oder halbkugelförmig ausgebildet sein. Im Verteilerraum können ein oder mehrere Strömungsleitelemente angeordnet sein. Ein solches Strömungsleitelement kann z. B. als Prallkugel ausgebildet sein.

**[0095]** In diesen Fällen ist die Gesamtquerschnittsfläche der Auslassöffnungen bevorzugt grösser als die Querschnittsfläche des Speisedruckkanals bzw. grösser als die Gesamtquerschnittsfläche der Speisedruckkanäle.

**[0096]** Die Gesamtquerschnittsfläche der Durchlässe im Verteilerraum kann von leicht grösser bis leicht kleiner als die Querschnittsfläche des Speisedruckkanals bzw. als die Gesamtquerschnittsfläche der Speisedruckkanäle sein.

**[0097]** Die Auslasseinrichtung bzw. deren Auslasskörper, welcher die Auslassöffnung umfasst, ist bevorzugt als Diffusor ausgebildet. Der Diffusor bildet zugleich Teil des Aufnahmeraums für ein explosionsfähiges Gemisch aus.

**[0098]** Enthält die Auslasseinrichtung mehrere Auslasskörper, so können diese auch einen zylindrische Form oder eine andere geometrische Form aufweisen.

**[0099]** Die Auslasseinrichtung bzw. deren Auslasskörper kann als Endabschnitt der Speisedruckleitung ausgebildet sein.

**[0100]** Ein Diffusor ist ein Bauteil, welches Gasströmungen verlangsamt. Er zeichnet sich durch eine, ausgehend von der Speisedruckleitung zunehmende Querschnittsvergrösserung zur Auslassöffnung hin aus. Diese Querschnittsvergrösserung ist bevorzugt kontinuierlich. Der Diffusor stellt im Prinzip die Umkehr einer Düse dar.

**[0101]** Es hat sich nämlich überraschend gezeigt, dass die Ausgestaltung des Endabschnittes der Speisedruckleitung als Diffusor bzw. des Auslasskörpers der Auslasseinrichtung als Diffusor, die Ausbildung einer explosionsfähigen Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage ermöglicht, ohne dass diese durch eine Behälterhülle geschützt werden muss.

**[0102]** Der Diffusor bewirkt eine Veränderung der Einleitgeschwindigkeit von einem hohen Wert in der Speisedruckleitung zu einem geringeren Wert im Bereich der wenigstens einen Auslassöffnung. Durch die Verlangsa-

mung des explosionsfähigen Gemisches zur Auslassöffnung hin, wird die Wirbelbildung und somit die Durchmischung des Gemisches mit der Umgebungsatmosphäre unmittelbar im Anschluss an die Auslassöffnung verhindert bzw. zumindest erheblich reduziert.

**[0103]** Da die Strömung insbesondere unmittelbar vor der Auslassöffnung verlangsamt wird, wird das explosionsfähige Gemisch trotzdem mit vergleichsweise hoher Geschwindigkeit und unter erhöhtem Druck über die Speisedruckleitung der Auslasseinrichtung zugeführt. Dies erlaubt z. B. eine schnelle Bildung der Wolke im Innenraum. Derselbe Effekt erlaubt auch die schnelle Befüllung des Aufnahme-raumes mit explosionsfähigem Gemisch.

**[0104]** Im Weiteren dehnen sich die aus dem Speisedruckkanal in den Diffusor eintretenden gasförmigen Komponenten des explosionsfähigen Gemisches durch die Querschnittsvergrößerung aus. Dadurch wird eine Abkühlung des explosionsfähigen Gemisches erreicht. Dieser abkühlende Effekt ist bei der Ausbildung der Wolke von Vorteil, da die Temperatur der sich ausbildenden Wolke im Innenraum erheblich unter der Selbstzündungstemperatur liegt. Dadurch wird auch die Gefahr der Selbstzündung bzw. einer Zündung der Wolke durch die heisse Umgebungsatmosphäre im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage reduziert bzw. ausgeschlossen.

**[0105]** So hat sich nämlich überraschend gezeigt, dass eine mit dem erfindungsgemässen Verfahren erzeugte Wolke aus einem explosionsfähigen Gemisch im Innenraum einer Verbrennungsanlage nicht gezündet wird, selbst wenn die Umgebungstemperatur im Innenraum weit über der Selbstzündungstemperatur liegt. Dies rührt wie erwähnt daher, dass einerseits die Wolke im Vergleich zur Befüllung einer Behälterhülle in sehr kurzer Zeit gebildet und zur Zündung gebracht wird, so dass sich diese im Innenraum einerseits nicht über die Selbstzündungstemperatur erwärmen kann und andererseits nicht mit der Umgebungsatmosphäre durchmischt wird.

**[0106]** Bevor die Wolke durch die heisse Umgebung auf die Selbstzündungstemperatur erwärmt ist, wird diese bereits über das Reinigungsgerät kontrolliert gezündet.

**[0107]** Der Diffusor enthält insbesondere eine trichterförmige Erweiterung oder besteht aus einer solchen. Der Diffusor besteht insbesondere aus Metall. Er kann aus Metallblech, wie Stahlblech, gefertigt sein.

**[0108]** Der trichterförmige Diffusor kann z. B. zur seiner Längsachse hin zusammenklappbar ausgebildet sein. Auf diese Weise lässt sich die Auslasseinrichtung des Reinigungsgeräts durch eine enge Öffnung in den Innenraum führen und dort auseinanderklappen. Zum Herausziehen der Auslasseinrichtung aus dem Innenraum wird der trichterförmige Diffusor wieder zu seiner Längsachse hin zusammengeklappt.

**[0109]** Der Strömungsquerschnitt kann dank dem Diffusor insbesondere ausgehend vom Speisedruckkanal zur Auslassöffnung hin stetig vergrössert werden.

**[0110]** Die Speisedruckleitung geht zur Auslassöffnung

hin z. B. in eine trichterförmige Erweiterung über. Dieser Übergang ist z. B. kontinuierlich.

**[0111]** Der Speisedruckkanal kann einen gleichbleibenden Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt des Speisedruckkanals kann sich zur Auslasseinrichtung hin auch vergrössern. Die Querschnittsvergrößerung kann kontinuierlich sein.

**[0112]** Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass sich der Querschnitt in einem definierten Abschnitt in der Mischzone, insbesondere im Bereich und/oder im Anschluss an das Innenrohr-Ende vergrössert. Die Querschnittsvergrößerung kann divergent sein.

**[0113]** Der Öffnungswinkel des Diffusors ist bevorzugt 45° (Winkelgrade) oder kleiner, vorzugsweise 30° oder kleiner, und insbesondere 20° oder kleiner sein. Der besagte Öffnungswinkel kann insbesondere auch 15° oder kleiner oder gar 10° oder kleiner sein. Der Öffnungswinkel entspricht dem Winkel zwischen der Längsachse der Speisedruckleitung und der Öffnungsachse der trichterförmigen Erweiterung. Die Öffnungsachse verbindet den in Richtung der Längsachse äussersten Punkte der trichterförmigen Erweiterung auf der Höhe der Auslassöffnung mit jenem Punkt am Speisedruckkanal, an welcher sich der Speisedruckkanal in die trichterförmige Erweiterung öffnet.

**[0114]** Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung beträgt das Verhältnis der Länge des Diffusors zum grössten Durchmesser der Auslassöffnung 2:1 oder mehr, und vorzugsweise 3:1 und insbesondere 5:1 oder mehr. Die Länge des Diffusors wird entlang der Längsachse gemessen.

**[0115]** Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung beträgt das Verhältnis des grössten Durchmessers der Auslassöffnung zum Innendurchmesser der Speisedruckleitung 3:1 oder mehr, und insbesondere 5:1 oder mehr.

**[0116]** Gemäss einer besonderen Weiterbildung der Erfindung entspricht die trichterförmige Erweiterung wenigstens näherungsweise einem Exponentialtrichter. Die Querschnittsfläche eines Exponentialtrichters wird bevorzugt durch eine Exponentialfunktion beschrieben:

$$A(x) = A_h \cdot e^{kx}$$

$A_h$  ist dabei der Flächenquerschnitt des Trichterhalses,  $k$  die Trichterkonstante bzw. das Öffnungsmaß des Trichters und  $A(x)$  sein Flächenquerschnitt im Abstand  $x$  vom Trichterhals.

**[0117]** Gemäss einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist im Diffusor ein Verwirbelungselement angeordnet. Das Verwirbelungselement dient der zusätzlichen Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit im Diffusor vor dem Austritt des Gemisches.

**[0118]** Die Auslasseinrichtung kann dazu ausgelegt sein, mehrere oder eine gemeinsame Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch auszubilden.



**[0119]** Die Auslassöffnungen einer Mehrzahl von Auslasskörpern können in unterschiedliche räumliche Richtungen ausgerichtet sein.

**[0120]** Zur Ausbildung der wenigstens einen Wolke sind verschiedene Anordnungsvarianten für die Auslasskörper möglich. So können die Auslasskörper mit ihren Auslassöffnungen beispielsweise von einem Zentrum bzw. einer Zentrumsachse radial nach aussen ausgerichtet sein. Die Auslasskörper können insbesondere von einem Zentrum in unterschiedliche räumliche Richtungen radial nach aussen verlaufend ausgerichtet sein. Die unterschiedlichen räumlichen Richtungen können in zwei Dimensionen, d.h. in einer Ebene, oder in drei Dimensionen liegen.

**[0121]** So können die Auslasskörper:

- von einem Zentrum radial nach aussen gerichtet sein, wobei die Auslassöffnungen eine kugelförmige oder halbkugelförmige Auslassfläche definieren;
- in einer Ebene, d.h. z. B. scheibenförmig von einem Zentrum radial nach aussen angeordnet sein, wobei die Auslassöffnungen eine ringförmige Auslassfläche definieren; oder
- von einer Zentrumsachse radial nach aussen gerichtet sein, wobei die Auslassöffnungen eine zylinderförmige Auslassfläche definieren.

**[0122]** Die Auslassöffnungen sind dabei immer radial nach aussen angeordnet.

**[0123]** Sämtliche der beschriebenen Auslasseinrichtungen können an einem reinigungsseitigen Ende einer Reinigungslanze wie sie im allgemeinen Beschreibungsteil und insbesondere in den Figuren 1 und 2 beschrieben ist, angeordnet sein.

**[0124]** So kann beispielsweise das zur Auslasseinrichtung geleitete explosionsfähige Gemisch über mehrere solcher Auslasskörper unter Ausbildung einer gemeinsamen Wolke oder mehrerer benachbarter Wolken in den Innenraum des Behälters bzw. der Anlage geleitet werden.

**[0125]** Gemäss einer besonderen Ausführungsform der Auslasseinrichtung, ist diese so konstruiert, dass der Gasstrom eine Auslenkung um 90° aus der Längsrichtung zur Seite hin erfährt. Die wenigstens eine Auslassöffnung ist dabei zur Seite hin gerichtet. Die Auslasseinrichtung ist insbesondere T-förmig, mit zwei zur Seite hin gerichteten Auslassöffnungen ausgebildet. Gemäss dieser Ausführungsform teilt sich der Gasstrom in der Auslasseinrichtung und wird jeweils um 90° zur Seite hin umgelenkt.

**[0126]** Zur Erzeugung des explosionsfähigen Gesamtvolumens wird wenigstens eine gasförmige Komponente aus wenigstens einem Druckbehälter über wenigstens eine Dosierarmatur mit Überdruck in das Reinigungsgerät eingeleitet. An dem oder den Druckbehältern können Drucksensoren zum Messen des Druckes im oder in den

Druckbehältern vorgesehen sein.

**[0127]** So kann jeweils eine erste und zweite gasförmige Komponente aus jeweils wenigstens einem Druckbehälter über jeweils wenigstens eine Dosierarmatur separat in das Reinigungsgerät eingeleitet werden. Mehrere gasförmige Komponenten werden insbesondere im stöchiometrischen Verhältnis zueinander in das Reinigungsgerät eingeleitet.

**[0128]** Die wenigstens eine Dosierarmatur dient der dosierten Einleitung der wenigstens einen gasförmigen Komponente in das Reinigungsgerät. Die Dosierarmaturen sind insbesondere Ventile. Die Ventile können Magnetventile sein.

**[0129]** Die wenigstens eine gasförmige Komponente kann direkt oder indirekt über wenigstens einen Einleitkanal am Reinigungsgerät in die Speisedruckleitung eingeleitet werden.

**[0130]** Die Druckbehälter können beispielsweise einen Maximaldruck zu Beginn der Einleitung von mehreren Bar, wie 10 bar oder mehr, und insbesondere von 20 bar oder mehr aufweisen. So kann ein Druck von 20 bis 40 bar vorgesehen sein. Dies erlaubt die Einleitung der gasförmigen Komponente unter hohem Druck und entsprechend unter hoher Geschwindigkeit in das Reinigungsgerät.

**[0131]** So kann die wenigstens eine gasförmige Komponente mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von über 50 m/s (Meter pro Sekunde), insbesondere von über 100 m/s, vorteilhaft von über 200 m/s eingeleitet werden. Die Durchschnittsgeschwindigkeit kann z. B. 200 bis 340 m/s betragen. Die Schallgeschwindigkeit wird bevorzugt nicht überschritten.

**[0132]** Es kann vorgesehen sein, dass die Druckbehälter jeweils nicht vollständig, d.h. bis zum Umgebungsdruck, entleert werden. So weist der Restdruck insbesondere einen Überdruck auf. Der Restdruck kann z. B. 5 bar oder mehr, insbesondere 10 bar oder mehr, wie z.B. 10 bis 15 bar, sein. Dank des hohen Restdruckes erreicht man hohe Geschwindigkeiten bei der Einleitung.

**[0133]** Die Einleitung der wenigstens einen gasförmigen Komponente kann nach dem Prinzip des Differenzdruckes erfolgen. Das Differenzdruck-Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Restdruck im Druckbehälter nach Abschluss der Einleitung der gasförmigen Komponente im Überdruckbereich liegt.

**[0134]** Beim Überdruck handelt es sich um jenen Druckwert, welcher sich aus der Differenz zwischen dem im Druckbehälter herrschenden Druck und dem herrschenden Umgebungsdruck ergibt. Der Umgebungsdruck ist insbesondere der ausserhalb der Druckbehälter herrschende Druck. Der Umgebungsdruck ist beispielsweise der Atmosphärendruck. Dies bedeutet, dass der oder die Druckbehälter nicht bis zum Umgebungsdruck entleert werden.

**[0135]** Die Steuerung der einzuleitenden Menge an gasförmiger Komponente, welche z. B. im Fall von zwei oder mehr gasförmigen Komponenten im stöchiometrischen Verhältnis sein sollen, kann über die Erfassung

des Druckes im Druckbehälter geschehen. So kann aus der einzuleitenden Menge von gasförmiger Komponente ausgehend von einem bekannten Maximal-Druck zu Beginn des Einleitvorganges der entsprechende Soll-Restdruck bzw. Differenzdruck ermittelt werden. Die Dosierarmatur(en) werden über die Steuerungseinrichtung solange geöffnet bis über den Drucksensor der Soll-Restdruck gemessen wird. Der Drucksensor ist entsprechend mit der Steuerungseinrichtung verbunden.

**[0136]** Die Steuerung der einzuleitenden Menge, welche z. B. im Fall von zwei oder mehr gasförmigen Komponenten im stöchiometrischen Verhältnis sein soll, kann insbesondere auch über die Öffnungszeit der Dosierarmaturen, also zeitgesteuert, geschehen.

**[0137]** So lässt sich ausgehend von einem bekannten Maximaldruck zu Beginn des Einleitvorganges die Gasgeschwindigkeit durch die Dosier-Armatur rechnerisch oder empirisch ermitteln. Daraus lässt sich ein direkter Zusammenhang zwischen der Öffnungszeit und der eingeleiteten gasförmigen Komponente ableiten. Die vorgegebene Öffnungszeit der Dosier-Armaturen wird über die Steuerungseinrichtung gesteuert.

**[0138]** Auf der Zufuhrseite der wenigstens einen Dosierarmatur kann eine Speiseleitung, z. B. in Form eines Schlauches, an die Dosierarmatur anschliessen. Die Speiseleitung kann für die Zufuhr der gasförmigen Komponente aus dem Druckbehälter sein.

**[0139]** Die Speiseleitung kann Teil des Druckbehälters für die gasförmige Komponente sein oder diesen sogar ausbilden. Die gasförmige Komponente steht in diesem Fall in der Speiseleitung unter Druck. Der Druck kann den oben genannten Werte annehmen.

**[0140]** Es kann sowohl die Speiseleitung für den Sauerstoff als auch für das brennbare Gas als Teil des Druckbehälters oder als Druckbehälter für das Gas gemäss der oben beschriebenen Art ausgebildet sein.

**[0141]** Eine, mehrere oder sämtliche gasförmigen Komponenten können jeweils über eine oder mehrere Dosierarmaturen in das Reinigungsgerät eingeleitet werden. Wird eine gasförmige Komponente über mehrere Dosierarmaturen in das Reinigungsgerät eingeleitet, so können diese Dosierarmaturen an einen gemeinsamen oder an verschiedene Druckbehälter angeschlossen sein.

**[0142]** Die Anzahl der Dosierarmaturen pro gasförmige Komponente kann auch nach dem stöchiometrischen Verhältnis bestimmt sein, mit welchem die gasförmigen Komponenten in das Reinigungsgerät eingeleitet werden.

**[0143]** Ferner können auch die Durchströmquerschnitte der Dosierarmaturen in einem stöchiometrischen Verhältnis zueinander stehen.

**[0144]** Ferner können auch die Durchströmquerschnitte der Einleitkanäle in einem stöchiometrischen Verhältnis zueinander stehen.

**[0145]** Den Dosierarmaturen können in Strömungsrichtung Rückschlagorgane, wie Rückschlagventile, nachgeordnet sein. Diese schützen die Dosierarmaturen

vor einem Rückschlag wie er beispielsweise bei der Zündung des explosionsfähigen Gemischs auftreten kann. Ferner verhindern die Rückschlagorgane auch den Austausch von gasförmigen Komponenten zwischen den Druckbehältern. Die Rückschlagorgane sind in Strömungsrichtung insbesondere vor der Speisedruckleitung angeordnet.

**[0146]** Anstelle von Rückschlagorganen kann an gleicher Stelle eine Einrichtung zur Einspeisung eines Inertgases, wie Stickstoff, angeordnet sein. Das eingeleitete Inertgas bildet eine Art Puffer aus und verhindert die Erhitzung der Dosierarmatur durch heisse Explosionsgase. Andererseits bildet das eingeleitete Inertgas eine Gasbarriere aus und verhindert den Austausch von gasförmigen Komponenten zwischen den Dosierarmaturen.

**[0147]** Die Reinigungsvorrichtung enthält ferner bevorzugt eine Zündeinrichtung. Das explosionsfähige Gemisch wird bevorzugt in der Speisedruckleitung oder in der Auslasseinrichtung mittels der Zündeinrichtung gezündet. Hierbei wird die eingeleitete Explosion vom Reinigungsgerät auf die Wolke aus dem explosionsfähigen Gemisch ausserhalb des Diffusors bzw. auf das explosionsfähige Gemisch im Aufnahme- und Auslasseinrichtung übertragen.

**[0148]** Die Zündung des explosionsfähigen Gemisches erfolgt mit aus dem Stand der Technik bekannten Mitteln. Vorzugsweise geschieht dies durch elektrisch ausgelöste Funkenzündung, durch Hilfsflammen oder durch pyrotechnische Zündung mit Hilfe von entsprechend angebrachten Zündmitteln und Zündeinrichtung.

**[0149]** Die Zündeinrichtung ist insbesondere eine elektrische Zündeinrichtung. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass diese zur Zündung einen Zündfunken oder insbesondere einen Lichtbogen ausbildet.

**[0150]** Die Reinigungsvorrichtung enthält insbesondere eine Steuerungseinrichtung. Die Steuerungseinrichtung dient unter anderem insbesondere der Steuerung der Zündeinrichtung. Die Steuerungseinrichtung dient ferner insbesondere der Steuerung der Dosierarmaturen zur Einleitung der gasförmigen Komponenten in das Reinigungsgerät. Die Steuerungseinrichtung dient daher der Erzeugung des explosionsfähigen Gemisches, insbesondere zur Bildung der Wolke. Die Steuerung der Dosierarmaturen sowie der Zündeinrichtung sind insbesondere steuerungstechnisch aufeinander abgestimmt.

**[0151]** Die Steuerungseinrichtung ist insbesondere dazu ausgelegt, die Dosierarmaturen innerhalb der genannten Zeiträume zu öffnen und zu schliessen.

**[0152]** Das Reinigungsgerät zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens kann insbesondere ein Längsbauteil, wie Reinigungslanze, sein. Eine solche Reinigungslanze ist beispielsweise in der EP 1 362 213 B1 beschrieben. Viele der darin genannten Merkmale und Ausführungsvarianten, bezüglich des Aufbaus der Zufuhr- und Kühlleitung oder der Versorgungseinrichtung, lassen sich daher auch auf die vorliegende Patentanmeldung übertragen.

**[0153]** Das Längsbauteil ist z. B. als rohrähnliche Ein-

richtung ausgebildet.

**[0154]** Das Reinigungsgerät, insbesondere das Längsbauteil, enthält insbesondere einen zufuhrseitigen und einen reinigungsseitigen Endabschnitt, wobei am reinigungsseitigen Endabschnitt die Auslassöffnung, angeordnet ist. Insbesondere ist am reinigungsseitigen Endabschnitt auch die Auslasseinrichtung angeordnet.

**[0155]** Beim zufuhrseitigen Endabschnitt handelt es sich um jenen Endabschnitt, an welchem die wenigstens eine gasförmige Komponente in das Reinigungsgerät eingeleitet wird. Da dieser Endabschnitt in der Regel auch dem Anwender zugewandt ist, trifft gegebenenfalls auch der Ausdruck anwenderseitiger Endabschnitt zu. Der zufuhrseitige Endabschnitt kann einen Griffteil ausbilden, über welchen das Reinigungsgerät durch den Anwender gehalten werden kann.

**[0156]** Beim reinigungsseitigen Endabschnitt handelt es sich um jenen Endabschnitt, welcher zur reinigenden Stelle hin gerichtet ist.

**[0157]** Der zufuhrseitige Endabschnitt umfasst z. B. eine Dosiereinrichtung, in welcher das explosionsfähige Gemisch bereit gestellt wird. An der Dosiereinrichtung sind die genannten Dosierarmaturen zum Einleiten der gasförmigen Komponenten bzw. des Gemisches angeordnet.

**[0158]** Der reinigungsseitige Endabschnitt umfasst die Auslassöffnung, und insbesondere die Auslasseinrichtung. Zwischen Dosiereinrichtung und Auslassöffnung bzw. Auslasseinrichtung ist die Speisedruckleitung angeordnet. Diese kann als Speisedruckleitung ausgebildet sein.

**[0159]** Das Längsbauteil bzw. die Reinigungslanze kann eine Länge von einem bis mehreren Metern, z. B. von 4 bis 10 m aufweisen.

**[0160]** Die Reinigungslanze enthält ferner wenigstens eine Speisedruckleitung zur Aufnahme des explosionsfähigen Gemischs. Die wenigstens eine Speisedruckleitung ist bevorzugt in die Struktur des Längsbauteils integriert. Das Längsbauteil kann hierzu rohrartig ausgebildet sein. Die eine oder mehrere Speisedruckleitungen können auch als separate Leitungen ausserhalb oder innerhalb des Längsbauteils und z. B. entlang desselbigen geführt sein.

**[0161]** Die Dosierarmaturen für die Zufuhr des Sauerstoffs und des brennbaren Gases sind beispielsweise am Längsbauteil, insbesondere am zufuhrseitigen Endabschnitt des Längsbauteils, angeordnet.

**[0162]** Die Dosierarmaturen sind insbesondere derart angeordnet, dass diese die gasförmigen Komponenten mittelbar oder unmittelbar in die Speisedruckleitung oder Speisedruckleitungen des Längsbauteils einleiten. Die gasförmigen Komponenten werden z. B. in einer Mischzone im Längsbauteil miteinander gemischt.

**[0163]** Sind für das explosionsfähige Gemisch bzw. für jeweils eine gasförmige Komponente mehrere Dosierarmaturen vorgesehen, so können diese z. B. in Längsrichtung des Längsbauteils nacheinander angeordnet sein. Mehrere Dosierarmaturen für jeweils eine gasförmige

Komponente können quer zur Längsrichtung betrachtet entlang des Umfangs des dazugehörigen Einleitkanals angeordnet sein.

**[0164]** Das Längsbauteil enthält ein Gasführungsrohr, auch Aussenrohr genannt. Das Gasführungsrohr bildet zum Beispiel die Speisedruckleitung mit dem Speisedruckkanal aus. Im zufuhrseitigen Endabschnitt kann ein Innenrohr im Gasführungsrohr angeordnet sein. Das Innenrohr bildet einen ersten Einleitkanal für eine erste gasförmige Komponente aus. Zwischen dem Gasführungsrohr und dem Innenrohr wird ein zweiter, ringförmiger Einleitkanal für eine zweite gasförmige Komponente ausgebildet. Die beiden Rohre und entsprechend die Einleitkanäle können konzentrisch zueinander angeordnet sein.

**[0165]** Das Innenrohr endet innerhalb des Gasführungsrohrs, so dass das Gasführungsrohr beim Innenrohr-Ende in eine Speisedruckleitung übergeht.

**[0166]** Eine erste gasförmige Komponente, insbesondere ein brennbares Gas, wird über wenigstens eine erste Dosierarmatur in den ersten Einleitkanal eingeleitet. Eine zweite gasförmige Komponente, insbesondere ein sauerstoffhaltiges Gas, wird über wenigstens eine zweite Dosierarmatur in den zweiten Einleitkanal eingeleitet. Beim Austritt der ersten gasförmigen Komponente aus dem Innenrohr in den anschliessenden Speisedruckkanal bildet sich im Anschluss an das Innenrohr-Ende eine Mischzone aus, in welcher sich die beiden gasförmigen Komponenten miteinander vermischen.

**[0167]** Die gasförmigen Komponenten werden in der Folge als explosionsfähiges Gemisch durch den an die beiden Einleitkanäle anschliessenden Speisedruckkanal der Speisedruckleitung zum reinigungsseitigen Endabschnitt geleitet. Der Speisedruckkanal bzw. die Speisedruckleitung wird vom äusseren Rohr gebildet.

**[0168]** Auf der Zufuhrseite der Dosierarmaturen ist eine Versorgungseinrichtung vorgesehen. Die Versorgungseinrichtung versorgt das Reinigungsgerät mit den entsprechenden gasförmigen Komponenten. Die Versorgungseinrichtung umfasst z. B. einen oder mehrere Druckbehälter, in welchen die gasförmigen Komponenten bzw. das explosionsfähige Gemisch unter Druck gespeichert ist.

**[0169]** So können die Dosierarmaturen an Speiseleitungen, z. B. in Form von Schläuchen, angeschlossen sein. Die Speiseleitungen können an Druckbehälter angeschlossen sein. Die Dosierarmaturen können auch direkt an entsprechende Druckbehälter angeschlossen sein.

**[0170]** Gemäss einer besonderen Ausführungsform ist im Bereich des Innenrohr-Endes eine Verengung des Querschnitts vorgesehen. Diese Verengung kann dergestalt sein, dass sich der Querschnitt des ersten, ringförmigen Einleitkanals zum Innenrohr-Ende hin verengt, z. B. konisch verengt. Der Querschnitt kann insbesondere konvergent sein.

**[0171]** Ferner kann die Verengung dergestalt sein, dass sich der Querschnitt des anschliessenden Speise-

druckkanals im Anschluss an das Innenrohr-Ende in Zufuhrri-  
chtung vergrößert, z.B. konisch vergrößert. Der  
Querschnitt kann divergent sein.

**[0172]** Das Innenrohr-Ende kann im Bereich des sich  
in Zufuhrri-  
chtung vergrößernden Querschnitts liegen.  
Die engste Stelle kann in Zufuhrri-  
chtung betrachtet hinter  
dem Innenrohr-Ende angeordnet sein.

**[0173]** Die geometrische Ausgestaltung der Quer-  
schnittsveränderung kann insbesondere dergestalt sein,  
dass das Reinigungsgerät im Bereich des Innenrohr-En-  
des bei entsprechender Einleitung der gasförmigen  
Komponenten in die Einleitkanäle eine Lavaldüse aus-  
bildet.

**[0174]** Die Strömungsrichtung der gasförmigen Kom-  
ponenten in den Einleitkanälen ist im Anschluss an deren  
Einleitung in den Einleitkanal insbesondere in Längsrich-  
tung des Längsbauteils. Die Strömungsrichtung des gas-  
förmigen Gemisches in der Speisedruckleitung ist insbe-  
sondere in Längsrichtung des Längsbauteils.

**[0175]** Am Längsbauteil ist z. B. auch die Zündeinrich-  
tung zur Zündung und somit zur Auslösung der Explosion  
vorgesehen.

**[0176]** Da für den Betrieb der vorliegenden Reini-  
gungsvorrichtung kein Verbrauchsmaterial wie Behälter-  
hüllen notwendig ist, kann diese und insbesondere das  
dazugehörige Reinigungsgerät auch als Festinstallation  
am Behälter bzw. an der Anlage, insbesondere an einer  
Wand ausgelegt sein. Die Auslasseinrichtung einer sol-  
chen Festinstallation ist dabei bevorzugt im Innenraum  
des Behälters bzw. der Anlage angeordnet. Es kann aber  
auch vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Aus-  
lassöffnung der Auslasseinrichtung in der Wand des Be-  
hälters bzw. der Anlage angeordnet bzw. in diese inte-  
griert ist.

**[0177]** Eine als Festinstallation ausgelegte erfindungs-  
gemässe Reinigungsvorrichtung weist den Vorteil auf,  
dass diese vom Betreiber einer Anlage selbst bedient  
werden kann und zur Reinigung kein Serviceteam auf-  
geboten werden muss. Dadurch lassen sich erhebliche  
Kosten einsparen. Ferner können dadurch auch häufi-  
gere Reinigungen durchgeführt werden, wodurch der  
Grad der Verschmutzung und somit der Aufwand für ei-  
nen einzelnen Reinigungsprozess im Rahmen gehalten  
werden kann.

**[0178]** Das Verfahren, welches insbesondere mit der  
erfindungsgemässen Vorrichtung ausgeführt wird, um-  
fasst die folgenden Merkmale:

Verfahren zum Entfernen von Ablagerungen in Innen-  
räumen von Behältern und Anlagen mit einer Reini-  
gungsvorrichtung mittels Explosionstechnologie, wobei  
die Reinigungsvorrichtung ein Reinigungsgerät mit einer  
Speisedruckleitung und eine mit der Speisedruckleitung  
verbundene Auslasseinrichtung mit wenigstens einer  
Auslassöffnung enthält, mit folgenden Schritten:

- Einleiten wenigstens einer gasförmigen Komponen-  
te in das Reinigungsgerät;
- Bereitstellen eines gasförmigen, explosionsfähigen

Gemischs aus der wenigstens einen gasförmigen  
Komponente in der Speisedruckleitung und über die  
Speisedruckleitung in der Auslasseinrichtung, wobei  
die Speisedruckleitung und die Auslasseinrichtung  
einen Aufnahmeraum zur Aufnahme wenigstens ei-  
nes Teils des explosionsfähigen Gemisches ausbil-  
den;

- gesteuertes Zünden des explosionsfähigen Gemi-  
sches mittels einer Zündeinrichtung, wobei das ex-  
plosionsfähige Gemisch zur Explosion gebracht  
wird.

**[0179]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass der Aufnahmeraum über die min-  
destens eine Auslassöffnung während der Einleitung der  
wenigstens einen gasförmigen Komponente sowie wäh-  
rend der Zündung und Explosion des explosionsfähigen  
Gemisches nach aussen offen ist.

**[0180]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass das Gesamtvolumen an explosi-  
onsfähigem Gemisch wenigstens durch das Volumen an  
explosionsfähigem Gemisch im Aufnahmeraum ausbil-  
det wird.

**[0181]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass ein Teil des eingeleiteten explo-  
sionsfähigen Gemischs über die Auslassöffnung in den  
Innenraum des Behälters oder Anlage eingeleitet wird,  
und im Innenraum eine Wolke aus dem explosionsfähi-  
gen Gemisch ausgebildet wird.

**[0182]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass das Gesamtvolumen an explosi-  
onsfähigem Gemisch das Volumen an explosionsfähi-  
gem Gemisch im Aufnahmeraum des Reinigungsgeräts  
und das Volumen der ausserhalb des Reinigungsgeräts  
ausgebildeten Wolke aus explosionsfähigem Gemisch  
umfasst.

**[0183]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass das Gesamtvolumen aus dem  
explosionsfähigen Gemisch mittels einer Zündeinrich-  
tung gesteuert zur Explosion gebracht wird.

**[0184]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass das Gesamtvolumen aus explo-  
sionsfähigem Gemisch in einem Zeitraum von 1 Sekunde  
oder weniger, bevorzugt von 0.5 Sekunden oder weniger,  
insbesondere von 0.1 Sekunden oder weniger im Auf-  
nahmeraum erzeugt und gesteuert zur Explosion ge-  
bracht wird.

**[0185]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass die Einleitung der wenigstens  
einen gasförmigen Komponente über wenigstens eine  
Dosierarmatur aus wenigstens einem Druckbehälter er-  
folgt, und der Restdruck in dem wenigstens einen Druck-  
behälter nach Abschluss der Einleitung der gasförmigen  
Komponente im Überdruckbereich liegt.

**[0186]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet  
sich dadurch aus, dass wenigstens zwei gasförmige  
Komponente in das Reinigungsgerät eingeleitet werden,  
und im Reinigungsgerät eine Mischzone ausgebildet

wird, in welcher die gasförmigen Komponenten zum explosionsfähigen Gemisch vermischt werden.

**[0187]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass zur Ausbildung des Gesamtvolumens an explosionsfähigem Gemisch die wenigstens eine gasförmige Komponente über wenigstens eine Dosierarmatur mit einer derart hohen Geschwindigkeit in das Reinigungsgerät eingeleitet wird, dass das explosionsfähige Gemisch in der Speisedruckleitung eine Druckfront ausbildet.

**[0188]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das explosionsfähige Gemisch in Strömungsrichtung betrachtet hinter der Druckfront einen Überdruck aufweist.

**[0189]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das explosionsfähige Gemisch in Strömungsrichtung betrachtet hinter der Druckfront eine gegenüber Umgebungsdruck höhere Dichte aufweist.

**[0190]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass mit der Zündung des explosionsfähigen Gemisches in der Speisedruckleitung eine sich in Richtung Auslassöffnung bewegend Explosionsdruckwelle erzeugt wird, welche den Ausstoss von explosionsfähigem Gemisch durch die wenigstens eine Auslassöffnung bewirkt, und so insbesondere eine Wolke aus explosionsfähigem Gemisch ausgebildet oder fertig ausgebildet wird.

**[0191]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das explosionsfähige Gemisch in der Speisedruckleitung gezündet wird.

**[0192]** Eine Weiterbildung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die in der Speisedruckleitung eingeleitete Explosion auf die Wolke ausserhalb der Auslasseinrichtung übertragen wird.

**[0193]** Nachfolgend wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

- Figur 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Reinigungsvorrichtung mit einer Auslasseinrichtung;
- Figur 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Reinigungsvorrichtung mit einer Auslasseinrichtung;
- Figur 3: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 4: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 5: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 6: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 7: eine schematische Darstellung eines Aspektes der Auslasseinrichtung nach Figur 5;
- Figur 8a: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;

- Figur 8b: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 9a: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- 5 Figur 9b: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 10: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 11: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- 10 Figur 12: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- Figur 13: ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Auslasseinrichtung;
- 15 Figur 14: schematische Darstellung einer Anspeisungslösung für eine erfindungsgemässe Auslasseinrichtung;
- Figur 15: schematische Darstellung einer weiteren Anspeisungslösung für eine erfindungsgemässe Auslasseinrichtung;
- 20 Figur 16: schematische Darstellung einer weiteren Anspeisungslösung für eine erfindungsgemässe Auslasseinrichtung.
- Figur 17a: eine Querschnittsansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Auslasseinrichtung;
- 25 Figur 17b: eine Frontansicht der Auslasseinrichtung nach Figur 17a;
- Figur 18: eine besondere Ausführung der Mischzone eines Reinigungsgeräts;
- 30 Figur 19a: eine weitere Ausführungsform einer Reinigungsvorrichtung;
- Figur 19b: eine Querschnittsansicht entlang der Schnittlinie A-A gemäss Figur 19a.

**[0194]** Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0195]** Für das Verständnis der Erfindung sind gewisse Merkmale in den Figuren nicht dargestellt. Die beschriebenen Ausführungsbeispiele stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

**[0196]** In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Reinigungsvorrichtung 1 zur Durchführung des erfindungsgemässen Reinigungsverfahrens gezeigt. Die Reinigungsvorrichtung 1 umfasst eine kühlbare Reinigungslanze 2. Die Reinigungslanze 2 beinhaltet ein äusseres Ummantelungsrohr 8, und ein innerhalb des äusseren Ummantelungsrohres 8 angeordnetes inneres Gasführungsrohr 7, welches unter anderem die Speisedruckleitung ausbildet. Das äussere Ummantelungsrohr 8 ummantelt das innere Gasführungsrohr 7 und bildet dadurch einen ringförmigen Kühlkanal aus. Das innere Gasführungsrohr 7 bildet unter anderem einen geschlossenen Speisedruckkanal aus.

**[0197]** Die Reinigungslanze 2 weist an einem zufuhrseitigen Endabschnitt 4a eine Dosiereinrichtung mit Anschlüssen für die Zufuhr von gasförmigen Komponenten

zur Ausbildung eines explosionsfähigen Gasgemisches auf.

**[0198]** An das innere Gasführungsrohr 7 schliesst am reinigungsseitigen Endabschnitt 4b eine Auslasseinrichtung in Form eines trichterförmig geformten Diffusors 5 an.

**[0199]** Die Reinigungslanze 2 wird über eine Befüllungsvorrichtung 3 mit den gasförmigen Komponenten zur Herstellung des explosionsfähigen Gemisches versorgt. Ferner wird die Reinigungslanze 2 über eine Steuerungseinrichtung 17 gesteuert. Die Steuerungseinrichtung 17 dient insbesondere zur Steuerung der Zufuhr der gasförmigen Komponenten in die Speisedruckleitung sowie der Zündung des explosionsfähigen Gemisches.

**[0200]** Die Kühlung kann eine Dauerkühlung sein oder manuell gesteuert sein. Eine Steuerung der Kühlung über die Steuerungseinrichtung 17 ist jedoch auch möglich.

**[0201]** Die Zufuhr der gasförmigen Komponenten zur Erzeugung des explosionsfähigen Gemisches erfolgt über zwei Gasspeiseleitungen 10, 11, welche direkt oder indirekt mit dem inneren Gasführungsrohr 7 verbunden sind.

**[0202]** Eine erste Gasspeiseleitungen 10 ist über ein erstes Ventil 23 mit einem Druckbehälter 22 verbunden, wobei dieser wiederum über ein zweites Ventil 15 an einer handelsüblichen ersten Gasflasche 20, z.B. Sauerstoffflasche, angeschlossen ist. Zwischen dem ersten Ventil 23 und der Einmündung der Gasspeiseleitung 10 in das innere Gasführungsrohr 7 ist ein Rückschlagventil 39 angeordnet.

**[0203]** Eine zweite Gasspeiseleitung 11 ist ebenfalls über ein erstes Ventil 25 mit einem zweiten Druckbehälter 24 verbunden. Dieser ist wiederum über ein zweites Ventil 16 an einer handelsüblichen zweiten Gasflasche 21 angeschlossen. Die zweite Gasflasche 21 beinhaltet entsprechend ein brennbares Gas, wie beispielsweise Acetylen, Ethylen oder Aethan. Zwischen dem ersten Ventil 25 und der Einmündung der Gasspeiseleitungen 11 in das innere Gasführungsrohr 7 ist ebenfalls ein Rückschlagventil 39 angeordnet.

**[0204]** Anstelle über Gasflaschen 20, 21 können die Druckbehälter 22, 24 auch anderweitig mit den entsprechenden gasförmigen Komponenten zur Herstellung des explosionsfähigen Gemischs gespeisen werden.

**[0205]** Nach Öffnen der zweiten Ventile 15, 16 werden die Druckbehälter 22, 24 mit den entsprechenden Gasen befüllt. Die Druckbehältervolumina können beispielsweise Werte in einem stöchiometrischen Verhältnis von 3.7 Liter für Aethan und 12.5 Liter für Sauerstoff oder einem Vielfachen davon aufweisen. Zur Herstellung einer Wolke 6 mit einem Volumen von rund 110 Liter wird z. B. ein Fülldruck von 20 bar und zur Herstellung einer Wolke 6 mit einem Volumen von rund 220 Liter ein Fülldruck von 40 bar angewendet. Anstelle unterschiedlicher Fülldrücke kann natürlich auch ein einheitlicher, höherer Fülldruck angewendet werden, wobei zur Befüllung eines kleineren Behälters die Druckbehälter nur die benötigte

Gasmenge liefern und daher nicht vollständig entleert werden. In anderen Worten, die Bereitstellung der gasförmigen Komponenten im stöchiometrischen Verhältnis erfolgt hier nach dem Prinzip des Differenzdruckes.

**[0206]** Es können ferner Mittel vorgesehen sein, über welche sich der Druck in den Druckbehältern 22, 24 unabhängig vom Druck in den Gasflaschen 20, 21 bzw. des den Druckbehältern 22, 24 anderweitig zugeführten Gases einstellen lässt. Dadurch können im Druckbehälter 22, 24 beispielsweise höhere Drücke erzeugt werden, als sie in den Gasflaschen 20, 21 vorherrschen.

**[0207]** Diese Mittel können zum Beispiel einen Kompressor umfassen. Ferner kann der Druck im Druckbehälter auch pneumatisch über ein weiteres Gas, wie z. B. Stickstoff, oder hydraulisch erzeugt werden, wobei die gasförmige Komponente über einen bewegten Kolben im Druckbehälter auf den gewünschten Druck gebracht wird.

**[0208]** Entsprechend können unabhängig vom herrschenden Druck in den Gasflaschen 20, 21 höhere Auslassdrücke erzeugt werden. Dies wiederum ermöglicht ein schnelleres Einspeisen der gasförmigen Komponenten in das innere Gasführungsrohr 7 und somit eine schnellere Bildung der Wolke 6 aus dem explosionsfähigen Gemisch.

**[0209]** Die Druckbehälter 22, 24 dienen also der Dosierung der gasförmigen Komponenten. Die Dosierung geschieht dabei jeweils vor dem Einleiten der gasförmigen Komponenten in das innere Gasführungsrohr 7.

**[0210]** Mit oder nach Erzeugung der Wolke 6 aus dem explosionsfähigen Gemisch wird das explosionsfähige Gemisch mittels einer Zündeinrichtung 18 gezündet. Die Zündeinrichtung 18 ist an der Reinigungslanze 2 angebracht und bewirkt die Zündung des explosionsfähigen Gemischs im Speisedruckkanal. Die Einleitung eines Reinigungszyklus' mit den Schritten, umfassend die Erzeugung eines explosionsfähigen Gemischs und Zündung des Gemischs kann über die Steuerungseinrichtung 17 mittels eines Schalters 19 ausgelöst werden.

**[0211]** Der durch das äussere Ummantelungsrohr 8 um das innere Gasführungsrohr 7 ausgebildete ringförmige Kanal dient wie bereits erwähnt als Kühlkanal. Durch diesen wird ein viskoses Kühlmittel zirkuliert, welche das innere Gasführungsrohr 7 kühlen soll.

**[0212]** Die Reinigungslanze 2 weist an ihrem zufuhrseitigen Endabschnitt 4a oder in dessen Nähe entsprechend jeweils Anschlüsse für die Speiseleitungen 12, 13 der Kühlmittelzufuhr auf. Durch eine erste Speiseleitung 12 wird beispielsweise Wasser und durch eine zweite Speiseleitung 13 wird beispielsweise Luft zugeführt. Es kann auch nur eine Kühlmittelzufuhrleitung zur Zufuhr nur eines Kühlmittels, z. B. Wasser, vorgesehen sein. Das Kühlmittel, z.B. ein Wasser/Luftgemisch, wird zwischen äusseren Ummantelungsrohr 8 und dem inneren Gasführungsrohr 7 geführt. Das Kühlmittel dient zum Schutz der Reinigungslanze 2 vor zu grosser Erhitzung. Das Kühlmittel tritt am reinigungsseitigen Endabschnitt 4b wieder aus, was durch Pfeile 9 angezeigt ist.

**[0213]** Das durch die Reinigungslanze 2 geführte und reinigungsseitig austretende Kühlmittel kühlt auch den Diffusor 5. Es ist jedoch nicht ein zwingendes Merkmal dieses Ausführungsbeispiel, dass das Kühlmittel reinigungsseitig austritt und den Diffusor kühlt.

**[0214]** Die Kühlmittelzufuhr in den Kühlmittelkanal der Reinigungslanze wird über entsprechende Ventile 14 gesteuert. Das Betätigen derselben erlaubt ein Zu- und Abschalten der Kühlung. Die Ventile können von Hand betätigt werden oder über eine Steuerungseinrichtung gesteuert werden. Eine Dauerkühlung ist ebenfalls möglich.

**[0215]** Eine auf diese Weise gestaltete Lanzenkühlung wird vorzugsweise vor dem Einführen der Reinigungs-lanzen 2 in den heißen Innerraum einer zu reinigenden Verbrennungsanlage 30 aktiviert. Sie bleibt typischerweise während der gesamten Zeit, in der die Reinigungs-lanzen 2 der Hitze ausgesetzt sind, eingeschaltet. Eine solche aktive Lanzenkühlung kann durch die Steuerungseinrichtung 17 erfolgen, indem die Ventile 14 der Reinigungs-lanzen 2 über die Steuerungseinrichtung 17 betätigt werden.

**[0216]** Es ist selbstverständlich auch möglich, ein Kühlmittel durch einen Kühlanschluss am zufuhrseitigen Endabschnitt der Lanze einzuführen und es zum selben Endabschnitt wieder zurückfließen zu lassen. Dies wäre beispielsweise bei einseitig geschlossenem äusseren Ummantelungsrohr möglich.

**[0217]** Die oben beschriebene aktive Kühlung ist jedoch fakultativ und kein zwingendes Merkmal vorliegender Erfindung. Das äusseren Ummantelungsrohr 8 und der ringförmige Kanal können z. B. auch lediglich zur passiven Kühlung ausgebildet sein und isolierend wirken und auf diese Weise die Reinigungs-lanzen 2 und das darin befindliche explosionsfähige Gasgemisch bzw. dessen gasförmige Komponenten vor Erhitzung schützen.

**[0218]** Zur Ausführung des erfindungsgemässen Reinigungsverfahrens wird der reinigungsseitige Endabschnitt 4b der Reinigungs-lanzen 2 durch eine Durchlassöffnung 33 in Einführrichtung E in den Innenraum 31 einer Verbrennungsanlage 30 eingeführt und z. B. vor einem Bündel von Rohren 32 platziert. Danach oder gleichzeitig werden als erstes die ersten Ventile 23, 25 kurzzeitig, z.B. für weniger als eine Sekunde, geöffnet. Die Gasinhalte der Druckbehälter 22, 24 strömen während dieser Zeit über die Gasspeiseleitungen 10, 11 in das innere Gasführungsrohr 7 der Reinigungs-lanzen 2.

**[0219]** Im inneren Gasführungsrohr 7 werden die gasförmigen Komponenten miteinander zum explosionsfähigen Gasgemisch vermischt und durch die Speisedruckleitung in Richtung Diffusor 5 geleitet. Die Speisedruckleitung und der Diffusor 5 bilden einen Aufnahme-raum 27 für wenigstens einen Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Ein anderer Teil des gasförmigen Gemisches strömt beispielsweise über den Diffusor 5 nach aussen und bildet eine Wolke aus.

**[0220]** Grundsätzlich kann auch nur der Aufnahme-raum 27 mit dem explosionsfähigen Gemisch gefüllt wer-

den. In diesem Fall wird beispielsweise keine Wolke ausserhalb des Diffusors 5 ausgebildet.

**[0221]** Die Ausbildung der Wolke 6 aus dem explosionsfähigen Gemisch dauert beispielsweise 0.015 bis 0.03 Sekunden.

**[0222]** Nach dem Schliessen der ersten Ventile 23, 25 wird das explosionsfähige Gemisch unmittelbar oder nach einer gewählten Zeitverzögerung mittels der Zünd-einrichtung gezündet und die Wolke 6 zur Explosion gebracht.

**[0223]** Das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Reinigungsvorrichtungen 51 beinhaltet eine kühlbare Reinigungs-lanzen 2, welche in Einführrichtung E durch die Durchlassöffnung 76 einer Verbrennungsanlage 70 in deren Innenraum 71 geführt ist.

**[0224]** Die Reinigungs-lanzen 2 enthält jeweils ein sich von einem zufuhrseitigen Endabschnitt 65 zu einem reinigungsseitigen Endabschnitt 66 erstreckendes Gasführungsrohr 67, durch welches das explosionsfähige Gemisch oder dessen gasförmige Komponenten in Richtung Auslassöffnung 69 geleitet wird. Das Gasführungs-rohr 67 bildet unter anderem einen geschlossenen Speisedruckkanal 78 einer Speisedruckleitung aus.

**[0225]** Am zufuhrseitigen Endabschnitt 65 ist eine Dosiereinrichtung vorgesehen. In das Gasführungsrohr 54 mündet ein zum Gasführungsrohr 67 konzentrisch angeordnetes Innenrohr 53, auch Einlassstutzen genannt. Das Innenrohr 54 bildet einen ersten Einleitkanal aus und endet innerhalb des Gasführungsrohres 67. Das Gasführungsrohr 67 geht an dieser Stelle in eine Speisedruckleitung mit Speisedruckkanal über.

**[0226]** Über das Innenrohr 53 wird eine erste gasförmige Komponente des explosionsfähigen Gemisches in das Gasführungsrohr 67 eingeleitet. Das Innenrohr 53 ist hierzu über einen Anschluss mit einer ersten Gasspeiseleitung 57 verbunden.

**[0227]** Zwischen Innenrohr 53 und Gasführungsrohr 67, welches auch Aussenrohr bezeichnet wird, wird ein ringförmiger, zweiter Einleitkanal ausgebildet, in welchen über einen weiteren Anschluss eine zweite Gasspeiseleitung 56 zur Zufuhr einer zweiten gasförmigen Komponente des explosionsfähigen Gemisches in das Gasführungsrohr 67 mündet.

**[0228]** Unmittelbar beim Anschluss der Gasspeiseleitungen 56, 57 an die Reinigungs-lanzen 2, sind Ventile 72, 73 angeordnet, über welche die Speisung der gasförmigen Komponenten in das Gasführungsrohr 67 gesteuert werden kann. Zwischen den Ventilen 72, 73 und der Einmündung der Gasspeiseleitungen 56, 57 in das Gasführungsrohr 67 ist jeweils ein Rückschlagventil 79 angeordnet.

**[0229]** Die erste gasförmige Komponente vermischt sich in einer Mischzone unmittelbar beim Innenrohr-Ende im Gasführungsrohr 67 mit der zweiten gasförmigen Komponente zu einem explosionsfähigen Gemisch. Die erste gasförmige Komponente kann z. B. ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff, insbesondere eine Kohlenwas-

serstoffverbindung, sein. Die zweite gasförmige Komponente kann Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gas sein.

**[0230]** An der Reinigungslanze 52 ist im Weiteren eine Zündeinrichtung 60 mit einer Zündkerze 61 angebracht, welche in das Gasführungsrohr 67 mündet und dazu ausgelegt ist, das explosionsfähige Gemisch im Gasführungsrohr 67 elektrisch zu zünden.

**[0231]** Das Gasführungsrohr 67 wird von einem Ummantelungsrohr 55 ummantelt. Zwischen Ummantelungsrohr 55 und Gasführungsrohr 67 wird ein ringförmiger Kühlkanal 68 ausgebildet, in welchem ein Kühlmittel zur Kühlung des Gasführungsrohres 67 eingeleitet wird. Am zufuhrseitigen Endabschnitt 65 der Reinigungslanze 52 ist hierzu ein erster und zweiter Anschluss vorgesehen, an welche zur Zufuhr eines ersten und zweiten Kühlmittels eine erste und zweite Kühlmittel-Speiseleitung 58, 59 angeschlossen sind. Das erste Kühlmittel kann eine Kühlfüssigkeit, wie Wasser, und das zweite Kühlmittel ein Gas, wie z. B. Luft, sein.

**[0232]** Beim Anschluss der Kühlmittel-Speiseleitungen 58, 59 an die Reinigungslanze 52, sind Ventile 74, 75 angeordnete, über welche die Kühlmittelzufuhr in den Kühlmittelkanal 68 gesteuert werden kann. Die Ventile 74, 75 können von Hand betätigt werden oder über eine Steuerungseinrichtung gesteuert werden. Eine Dauerkühlung ist ebenfalls möglich.

**[0233]** Es kann auch nur eine Kühlmittelzufuhrleitung zur Zufuhr nur eines Kühlmittels, z. B. Wasser, vorgesehen sein. Das Kühlmittel, z.B. ein Wasser/Luftgemisch, wird also zwischen dem Ummantelungsrohr 55 und dem Gasführungsrohr 67 geführt. Das Kühlmittel dient zum Schutz der Reinigungslanze 52 vor zu grosser Erhitzung.

**[0234]** Das Kühlmittel 64 kann am reinigungsseitigen Endabschnitt 66 über eine axiale Austrittsöffnung aus dem Kühlkanal 68 austreten. Das durch die Reinigungslanze 52 geführte Kühlmittel kann auf diese Weise auch den nachfolgend beschriebenen Diffusor 62 kühlen.

**[0235]** Eine auf diese Weise gestaltete Lanzenkühlung wird vorzugsweise vor dem Einführen der Reinigungs-lanzen 52 in ein heisses, zu reinigenden Behälters aktiviert. Sie bleibt typischerweise während der gesamten Zeit, in der die Reinigungslanze 52 der Hitze ausgesetzt sind, eingeschaltet.

**[0236]** Die oben beschriebene aktive Kühlung ist jedoch fakultativ und kein zwingendes Merkmal vorliegender Erfindung.

**[0237]** An dem, dem zufuhrseitigen Endabschnitt 65 gegenüber liegenden reinigungsseitigen Endabschnitt 66 schliesst an das Gasführungsrohr 67 eine Auslass-einrichtung in Form eines trichterförmigen Diffusors 62 an, an dessen Ende sich die Auslassöffnung 69 für das explosionsfähige Gemisch befindet. Der Diffusor 62 bildet einen Öffnungswinkel  $\alpha$  aus. Ferner bildet der Diffusor 62 ein Verhältnis Diffusorlänge zum grössten Durchmesser der Auslassöffnung 69 L:D aus. Die Länge L des Diffusors 62 wird entlang seiner Längsachse A gemessen (siehe auch Figur 1).

**[0238]** Das durch das Gasführungsrohr 67 mit hoher Geschwindigkeit strömende, explosionsfähige Gemisch wird vor Austritt in den Innenraum 71 im Diffusor 62 beruhigt, so dass es bei der Ausbildung der Wolke 77 im Anschluss an die Auslassöffnung 69 möglichst wenige Verwirbelungen im Grenzbereich zwischen dem explosionsfähigen Gemisch und der Umgebungsatmosphäre gibt.

**[0239]** So kann beispielsweise dank der Auslasseinrichtung gemäss Figur 1 und 2 die Zufuhrgeschwindigkeit im Speisedruckkanal von rund 300 m/s (Schallgeschwindigkeit) auf 4 m/s an der Auslassöffnung reduziert werden, wodurch eine Wolkenbildung erst möglich wird.

**[0240]** Der Speisedruckkanal und der Diffusor 62 bildet auch einen Aufnahmeraum 80 für wenigstens einen Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Ein anderer Teil des gasförmigen Gemisches kann wie erwähnt über den Diffusor 62 nach aussen strömen und eine Wolke ausbilden.

**[0241]** Grundsätzlich kann auch hier nur der Aufnahmeraum 80 mit dem explosionsfähigen Gemisch gefüllt werden. In diesem Fall wird beispielsweise keine Wolke ausserhalb des Diffusors ausgebildet.

**[0242]** Das Reinigungsgerät gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 enthält eine Auslasseinrichtung in Form eines Diffusors 93 mit einer Auslassöffnung 95. In dessen Zentrum ist ein Verwirbelungselement 94 angeordnet. Das Verwirbelungselement 94 dient der zusätzlichen Verlangsamung der Strömung und der Durchmischung des aus der Speisedruckleitung 92 in den Diffusor 93 eintretenden, explosionsfähigen Gemisches. Das Verwirbelungselement 94 ist in der Speisedruckleitung 92 fixiert. Das Verwirbelungselement 94 umfasst ein plättchenförmiges Bauteil, welches quer zur Ausströmrichtung R angeordnet ist (siehe auch Figur 1).

**[0243]** Der Diffusor 93 bildet auch einen Aufnahmeraum 99 für einen Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Ein anderer Teil des gasförmigen Gemisches strömt über den Diffusor 93 nach aussen und bildet die Wolke 96 aus.

**[0244]** Die Auslassvorrichtung nach Figur 3 und der Betrieb derselben kann alternativ so so ausgelegt sein, dass lediglich der Aufnahmeraum 99 des Diffusors 93 mit einem explosionsfähigen Gemisch gefüllt und zur Explosion gebracht wird. Die Explosionsdruckwellen 97 breiten sich ausgehend von der Auslassöffnung 95 aus. In diesem Fall wird keine Wolke ausserhalb des Diffusors 93 erzeugt. Die Explosionsdruckwellen 97 und die Wolke 96 in der Figur 3 stellen entsprechend alternative Darstellungen dar.

**[0245]** Die Reinigungsvorrichtung 81 gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 enthält ein Reinigungsgerät mit einer Auslasseinrichtung 83, welche in Form eines abgestumpften Ikosaeders ausgebildet ist. Diese enthält eine Mehrzahl von Auslasskörpern in Form von Diffusoren 84, welche trichterförmige Erweiterungen darstellen. Die Diffusoren sind von einem Zentrum radial nach aussen ausgerichtet. Die Auslassöffnungen 85 sind



radial nach aussen gerichtet angeordnet. Die Speisedruckleitung 82 mit dem Speisedruckkanal 88 für das explosionsfähige Gemisch verläuft zum Zentrum der Iko-saeder-förmigen Auslasseinrichtung 83 hin, von wo aus das explosionsfähige Gemisch in die trichterförmigen Erweiterungen 84 geleitet wird.

**[0246]** Die Auslasseinrichtung 103 des Reinigungsgeräts 101 gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5 ist kugelförmig ausgebildet. Sie enthält eine Mehrzahl von Auslasskörpern in Form von Diffusoren 104, welche als trichterförmige Erweiterungen ausgestaltet sind. Die Diffusoren sind von einem Zentrum radial nach ausgerichtet. Die Auslassöffnungen 105 sind radial nach aussen gerichtet angeordnet.

**[0247]** Die Speisedruckleitung 102 mit dem Speisedruckkanal 108 für das explosionsfähige Gemisch verläuft zum Zentrum der kugelförmigen Auslasseinrichtung 103 hin und mündet in einem zentralen kugelförmigen Verteilerraum 111, von wo aus das explosionsfähige Gemisch über Durchlässe im Umfangsbereich des kugelförmigen Verteilerraumes 111 in die trichterförmigen Erweiterungen 104 radial nach aussen geleitet wird. Im kugelförmigen Verteilerraum 111 können Strömungselemente angeordnet sein (nicht gezeigt).

**[0248]** Der Durchmesser des Speisedruckkanals 108 kann z. B. 15 bis 30 mm oder mehr, insbesondere 20 bis 25 mm, wie 21 mm, betragen.

**[0249]** Die Auslasseinrichtung 123 des Reinigungsgeräts 121 gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist ähnlich aufgebaut wie die Auslasseinrichtung 103 gemäss dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5. Die vorliegende Auslasseinrichtung 123 ist jedoch lediglich halbkugelförmig ausgebildet. Sie enthält ebenfalls eine Mehrzahl von Auslasskörpern in Form von Diffusoren 124 die als trichterförmigen Erweiterungen ausgestaltet sind. Die Diffusoren sind von einem Zentrum radial nach aussen gerichtet. Die Auslassöffnungen 125 sind radial aussen angeordnet.

**[0250]** Da die halbkugelförmige Auslasseinrichtung insbesondere an der Wand angeordnet ist, kann im Grenzbereich zur Wand hin keine Entmischung der Wolke stattfinden. Soll die halbkugelförmige Auslasseinrichtung im Abstand zur Wand zum Einsatz kommen, so kann die halbkugelförmige Auslasseinrichtung zur Erzielung desselben Effektes einen umlaufenden Kragen aufweisen.

**[0251]** Die Speisedruckleitung 122 mit dem Speisedruckkanal 128 für das explosionsfähige Gemisch mündet auf der flachen Seite der halbkugelförmigen Auslasseinrichtung 123 in zentraler Position in die Auslasseinrichtung 123, von wo aus das explosionsfähige Gemisch in die trichterförmigen Erweiterungen 124 geleitet wird. Die Auslasseinrichtung 123 ist in Kombination mit der Speisedruckleitung 122 pilzförmig ausgestaltet. Die flache Seite der Auslasseinrichtung 123 ist zur Wand 130 des Behälters bzw. der Anlage hin gerichtet. Die Auslasseinrichtung 123 kann in der Wand 130 versenkbar sein.

**[0252]** Die Auslasseinrichtungen gemäss den Figuren

4, 5 und 6 erlauben einen räumlichen Auslass des explosionsfähigen Gemischs in alle Richtungen. Dies fördert die Bildung einer Wolke im Innenraum des Behälters bzw. der Anlage, weil das explosionsfähige Gemisch gleichmässig im Raum verteilt wird.

**[0253]** Die Auslassgeschwindigkeit des explosionsfähigen Gemisches an den Auslassöffnungen der Diffusoren kann gegenüber dem einzelnen Diffusor nach Figur 1 und 2 sogar höher sein. Somit können die Diffusoren bezogen auf das Verhältnis Länge zu Öffnungsdurchmesser kürzer ausgebildet werden als jene gemäss Figur 1 und 2. Ferner kann deren Öffnungswinkel ebenfalls kleiner ausgestaltet werden.

**[0254]** Dies deshalb, weil mit Ausnahme der randseitigen Diffusoren die einzelnen Diffusoren von benachbarten Diffusoren umgeben sind, aus welchen jeweils ebenfalls das explosionsfähige Gemisch ausgelassen wird. Dadurch ist ein seitliches Einmischen der Umgebungsatmosphäre gar nicht mehr möglich.

**[0255]** Da das explosionsfähige Gemisch zudem durch sämtliche Diffusoren bevorzugt mit gleicher oder ähnlicher Geschwindigkeit ausgelassen wird, ist auch keine Verwirbelung zwischen den einzelnen austretenden Gasströmen zu erwarten. Das flächenhaft ausströmende explosive Gemisch verdrängt vielmehr die Umgebungsatmosphäre in Ausströmrichtung. Dies trifft übrigens auch auf die Ausführungsbeispiele nach Figur 10 bis 13 zu.

**[0256]** Die Figur 7 zeigt eine schematische Skizze der Anordnung der Diffusoren 104 gemäss den Ausführungsbeispielen nach Figur 5. Der Durchmesser D der Auslassöffnung kann z. B. 5 bis 20 mm, insbesondere 10 bis 15 mm, wie 13 mm, betragen. Der Durchmesser d des Diffusors an seiner engsten Stelle am Beginn der trichterförmigen Erweiterung kann z. B. 1 bis 5 mm, insbesondere 1 bis 2 mm, wie 1.5 mm, betragen. Die Länge L des Diffusors 104 bis zur Einmündung im zentralen Raum der Auslasseinrichtung 123 beträgt z. B. 30 bis 50 mm, insbesondere 35 bis 45 mm, wie 39 mm. Das Verhältnis  $D^2 : d^2$  kann z. B. 75 oder weniger betragen. Die angegebenen Abmessungen und Verhältnisse treffen vorzugsweise auch auf das Ausführungsbeispiel nach Figur 6 zu.

**[0257]** Die Figur 8a zeigt die Auslasseinrichtung 143 eines Reinigungsgeräts 141, in welche das explosionsfähige Gemisch über den Speisedruckkanal 148 einer Speisedruckleitung 142 einströmt. Die Auslasseinrichtung 143 bildet einen Aufnahmeaum 147 für wenigstens einen Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel nach Figur 1 bis 3 weist die Auslasseinrichtung 143 seitlich angeordnete Auslassöffnungen 145 auf. Hierzu mündet ein trichterförmiger Grundkörper 144 mit seinem erweiterten Querschnitt in einen quer zu diesem angeordneten Auslasskörper, welcher zu den beiden Auslassöffnungen 145 hin jeweils ebenfalls trichterförmig erweitert ist. Entsprechend wird das durch den Grundkörper 144 axial einströmende explosionsfähige Gemisch zu den seitli-

chen Auslassöffnungen 145 hin um rund 90° (Winkelgrade) umgelenkt (siehe Pfeile). Der Grundkörper bzw. die Auslasskörper sind folglich als Diffusoren ausgebildet. Das explosionsfähige Gemisch bildet ausserhalb der Diffusoren eine Wolke 146 aus.

**[0258]** Die in Figur 8b gezeigte Auslasseinrichtung 163 eines weiteren Reinigungsgeräts 161 enthält ebenfalls einen trichterförmigen Grundkörper 164, in welchen über den Speisedruckkanal 168 einer Speisedruckleitung 162 das explosionsfähige Gemisch einströmt. Die Auslasseinrichtung 163 bildet auch hier einen Aufnahme-  
 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50  
 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100  
 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150  
 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200  
 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250  
 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300  
 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350  
 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400  
 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450  
 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500  
 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550  
 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600  
 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650  
 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700  
 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750  
 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800  
 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850  
 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900  
 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950  
 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000  
 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050  
 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100  
 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150  
 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200  
 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250  
 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300  
 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350  
 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400  
 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450  
 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500  
 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550  
 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600  
 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650  
 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700  
 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750  
 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800  
 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850  
 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900  
 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950  
 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000  
 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050  
 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100  
 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150  
 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200  
 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250  
 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300  
 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350  
 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400  
 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450  
 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500  
 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550  
 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600  
 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650  
 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700  
 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750  
 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800  
 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850  
 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900  
 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950  
 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000  
 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050  
 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100  
 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150  
 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200  
 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250  
 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300  
 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350  
 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400  
 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450  
 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500  
 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550  
 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600  
 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650  
 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700  
 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750  
 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800  
 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850  
 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900  
 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950  
 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000  
 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050  
 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100  
 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150  
 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200  
 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250  
 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300  
 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350  
 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400  
 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450  
 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500  
 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550  
 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600  
 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650  
 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700  
 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750  
 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800  
 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850  
 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900  
 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950  
 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000  
 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050  
 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100  
 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150  
 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200  
 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250  
 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300  
 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350  
 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400  
 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450  
 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500  
 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550  
 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600  
 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650  
 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700  
 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750  
 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800  
 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850  
 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900  
 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950  
 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000  
 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050  
 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100  
 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150  
 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200  
 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250  
 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300  
 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350  
 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400  
 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450  
 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500  
 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550  
 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600  
 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650  
 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700  
 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750  
 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800  
 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850  
 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900  
 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950  
 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000  
 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050  
 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100  
 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150  
 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200  
 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250  
 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300  
 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350  
 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400  
 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450  
 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500  
 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550  
 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600  
 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650  
 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700  
 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750  
 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800  
 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850  
 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900  
 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950  
 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000  
 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050  
 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100  
 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150  
 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200  
 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250  
 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300  
 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350  
 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400  
 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450  
 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500  
 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550  
 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600  
 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650  
 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700  
 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750  
 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800  
 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850  
 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900  
 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950  
 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000  
 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050  
 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100  
 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150  
 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200  
 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250  
 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300  
 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350  
 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400  
 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450  
 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500  
 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550  
 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600  
 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650  
 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700  
 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750  
 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800  
 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850  
 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900  
 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950  
 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000  
 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050  
 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100  
 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150  
 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200  
 10205 10210 10215 10220 10225 10230 10235 10240 10245 10250  
 10255 10260 10265 10270 10275 10280 10285 10290 10295 10300  
 10305 10310 10315 10320 10325 10330 10335 10340 10345 10350  
 10355 10360 10365 10370 10375 10380 10385 10390 10395 10400  
 10405 10410 10415 10420 10425 10430 10435 10440 10445 10450  
 10455 10460 10465 10470 10475 10480 10485 10490 10495 10500  
 10505 10510 10515 10520 10525 10530 10535 10540 10545 10550  
 10555 10560 10565 10570 10575 10580 10585 10590 10595 10600  
 10605 10610 10615 10620 10625 10630 10635 10640 10645 10650  
 10655 10660 10665 10670 10675 10680 10685 10690 10695 10700  
 10705 10710 10715 10720 10725 10730 10735 10740 10745 10750  
 10755 10760 10765 10770 10775 10780 10785 10790 10795 10800  
 10805 10810 10815 10820 10825 10830 10835 10840 10845 10850  
 10855 10860 10865 10870 10875 10880 10885 10890 10895 10900  
 10905 10910 10915 10920 10925 10930 10935 10940 10945 10950  
 10955 10960 10965 10970 10975 10980 10985 10990 10995 11000  
 11005 11010 11015 11020 11025 11030 11035 11040 11045 11050  
 11055 11060 11065 11070 11075 11080 11085 11090 11095 11100  
 11105 11110 11115 11120 11125 11130 11135 111

ausgerichtet sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel liegen die Auslassöffnungen 205 in einer gemeinsamen Ebene, was jedoch nicht zwingend ist. Die Auslassöffnungen 205 bilden eine ebene Auslassfläche aus.

**[0270]** Die Auslasseinrichtung 203 eignet sich insbesondere für den Einbau an bzw. in eine Wand. Die Auslasseinrichtung 203 kann z. B. in der Wand versenkt sein, wobei die Auslassöffnungen 205 mit der Wand fluchten.

**[0271]** Das in Figur 12 gezeigte Reinigungsgerät 221 enthält eine Auslasseinrichtung 223. Diese enthält eine Mehrzahl entlang des Umfangs der Speisedruckleitung 222 angeordnete und radial von dieser weg führenden Auslasskörper in Form von trichterförmigen Diffusoren 224 mit nach aussen gerichteten Auslassöffnungen 225. Die Diffusoren 224 liegen in einer gemeinsamen Ebene und bilden dadurch eine scheibenförmige Anordnung aus.

**[0272]** In der Wand 230 des Behälters bzw. der Anlage kann eine zur Diffusorenanordnung korrespondierende Ausnehmung bzw. Vertiefung vorgesehen sein, in welche die scheibenförmige Diffusorenanordnung durch Zurückziehen (Pfeilrichtung) der Auslasseinrichtung 203 verstaute, eingebettet bzw. versenkt werden kann (siehe Figur 12a). Zur Einnahme der Arbeitsposition wird die scheibenförmige Diffusorenanordnung aus der Vertiefung in den Raum des Behälters bzw. der Anlage ausgefahren (Pfeilrichtung) (siehe Figur 12b). Die Figur 12c zeigt ferner eine Draufsicht der Diffusorenanordnung der Auslasseinrichtung 203.

**[0273]** Das Reinigungsgerät 221 eignet sich insbesondere zum Abreinigen der Wand 230, an welcher diese angeordnet ist. Der durch das Reinigungsgerät 221 erzeugte Explosionsdruck entfaltet eine Abscherwirkung auf die an der Wand 230 haftenden Verschmutzungen.

**[0274]** Das in Figur 13 gezeigte Reinigungsgerät 241 enthält eine Auslasseinrichtung 243. Diese weist ähnlich einer Zellradschleuse von der Speisedruckleitung 242 radial abstehende Trennwände 251 auf, welche parallel zur Längsrichtung der Speisedruckleitung 242 angeordnet sind. Zwei benachbarte Trennwände 251 bilden durch ihre radiale Ausrichtung einen Auslasskörper aus. Der Auslasskörper formt einen keilförmigen Raum, welcher als Diffusor 244 wirkt. In der Speisedruckleitung 242 sind Durchlässe 250 vorgesehen, welche in den keilförmigen Raum zwischen den Trennwänden 251 münden. Durch diese Durchlässe 250 strömt das explosionsfähige Gemisch in den keilförmigen Diffusorraum und wird in diesem beruhigt, bevor das Gemisch durch die zwischen zwei Trennwänden ausgebildete schlitzförmige Auslassöffnung nach aussen entweicht.

**[0275]** Gemäss diesem Ausführungsbeispiel bildet der reinigungsseitige Endabschnitt der Speisedruckleitung 242 den Verteilerraum aus.

**[0276]** In Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Figur 13 kann auch vorgesehen sein, dass zwischen den Trennwänden Auslasskörper, welche z. B. als Diffusoren ausgebildet sind, angeordnet sind. Diese sind bevorzugt in einer Reihe nebeneinander angeordnet und an Durch-

lässe der Speisedruckleitung angeschlossen. Die Trennwände erstrecken sich radial über die Auslassöffnungen der Auslasskörper hinweg. Dasselbe Resultat würde erzielt, wenn zwischen die Reihen von Diffusoren 184 gemäss dem Ausführungsbeispiel 183 radial von der Speisedruckleitung 182 wegführende Trennwände angeordnet würden.

**[0277]** Die Trennwände geben einen zusätzlichen Schutz bei starker Strömung in der Umgebungsatmosphäre. So kann die Wolke beispielsweise zwischen den Trennwänden geschützt ausgebildet und gezündet werden. Da bei der Explosion der Explosionsdruck jeweils beidseits der Trennwände aufgebaut wird, werden diese nicht deformiert, auch wenn diese vergleichsweise dünnwandig ausgebildet sind.

**[0278]** Die Auslasseinrichtung gemäss den Ausführungsbeispielen nach Figur 3 bis 13 kann z. B. an einem reinigungsseitigen Endabschnitt einer oben beschriebenen Reinigungslanze angebracht sein.

**[0279]** Gemäss der in Figur 14 gezeigten konzeptionellen Darstellung einer Reinigungsvorrichtung 501 werden mehrere Diffusoren 504 durch jeweils separate Speisedruckleitungen 502 mit dem explosionsfähigen Gemisch gespeisen. Die einzelnen gasförmigen Komponenten des Gemischs werden über entsprechende Speiseleitungen 512, 513 aus einem jeweils gemeinsamen Druckbehälter 510, 511 den einzelnen Diffusoren 504 bzw. deren Speisedruckleitungen 502 zugeführt.

**[0280]** Gemäss der in den Figuren 15 und 16 gezeigten konzeptionellen Darstellung einer Reinigungsvorrichtung 521, 541 werden mehrere Diffusoren 524, 544 über eine Sammelanspeisung mit dem explosionsfähigen Gemisch versorgt. Die Diffusoren 524 werden hierzu durch eine gemeinsame Speisedruckleitung 522 gespeisen, welche sich zu den einzelnen Diffusoren 524, 544 hin verzweigt.

**[0281]** Die Ausführungsformen gemäss Figur 15 und 16 sind mit der Ausführungsform gemäss Figur 14 kombinierbar. D.h. statt eines einzelnen Diffusors 504 gemäss Figur 14 kann sich die Speisedruckleitung 502 verzweigen und mehrere Diffusoren speisen.

**[0282]** Die Figuren 17a und 17b zeigen eine weitere Ausführungsform einer Auslasseinrichtung 463 eines Reinigungsgeräts mit einer Auslassöffnung 465. Die Auslasseinrichtung 463 bildet zur Auslassöffnung 465 hin einen Diffusor in Form einer trichterförmigen Erweiterung aus. Die Auslasseinrichtung 463 mit dem Diffusor bildet auch einen Aufnahmeaum 467 für einen Teil des eingeleiteten explosionsfähigen Gemisches aus. Ein anderer Teil des gasförmigen Gemisches wird im Diffusor beruhigt und strömt über die Auslassöffnung 465 nach aussen und bildet die Wolke 466 aus.

**[0283]** In der trichterförmigen Erweiterung des Diffusors sind ringförmige Strömungselemente 469 angeordnet, welche jeweils zur Auslassöffnung 465 hin ebenfalls eine trichterförmige Erweiterung aufweisen. Zwischen der Aussenwand des Diffusors und dem Strömungselement 469 bzw. zwischen den Strömungsele-

telementen 469 wird ein ringförmiger Strömungskanal 471 ausgebildet. Dieser weist zur Auslassöffnung 465 hin ebenfalls eine konische Erweiterung auf. Der ringförmige Strömungskanal 471 wird durch radial angeordnete Verbindungsstege 470 unterbrochen, welche die Strömungsleitelemente 469 untereinander und mit der Aussenwand des Diffusors verbinden. Die Strömungsleitelemente 469 tragen ebenfalls zur Beruhigung und Vergleichsmässigung der Strömung bei. Die Anzahl der Strömungsleitelemente 469 kann variieren.

**[0284]** Die Strömungsleitelemente 469 können gegenüber einer Längsachse A von innen nach aussen einen zunehmenden Winkel aufweisen. Im vorliegend gezeigten Ausführungsbeispiel nimmt dieser Winkel in Schritten von 10° (Winkelgrade) nach aussen zu. Das innerste Strömungsleitelement 469 weist zum Beispiel gegenüber der Längsachse A einen Winkel von 10°, das zweitäusserste Strömungselement 469 einen Winkel von 20° und die Aussenwand einen Winkel von 30° auf.

**[0285]** Die Figur 18 zeigt eine besondere Ausgestaltung des Reinigungsgeräts 651 im Bereich der Mischzone 664. Das Reinigungsgerät 651 ist eine Reinigungslanze mit einer Speisedruckleitung 656 mit Speisedruckkanal 657. An der Speisedruckleitung 656 ist eine Zündeinrichtung 668 vorgesehen.

**[0286]** Am zufuhrseitigen Endabschnitt ist eine Dosiereinrichtung 654 angeordnet. Die Dosiereinrichtung 654 umfasst ein Gasführungsrohr 658, auch Aussenrohr genannt, und ein Innenrohr 659. Das Innenrohr 659 bildet einen ersten Einleitkanal 652 aus, über welchen eine brennbare, gasförmige Komponente in den Speisedruckkanal 657 eingeleitet wird. Letztere Komponente wird über die Dosierventile 663 in den ersten Einleitkanal 652 eingeleitet, welche nur beispielhaft gezeigt sind.

**[0287]** Zwischen dem Gasführungsrohr 658 und dem Innenrohr 659 wird ein ringförmiger, zweiter Einleitkanal 653 ausgebildet, über welchen gasförmiger Sauerstoff oder eine sauerstoffhaltige, gasförmige Komponente in den Speisedruckkanal 657 der Speisedruckleitung 656 eingeleitet wird.

**[0288]** Das Innenrohr 659 endet innerhalb des Gasführungsrohres 658. Der zweite, ringförmige Einleitkanal 653 geht an dieser Stelle in den Speisedruckkanal 657 über. In diesem Bereich wird eine Mischzone 664 ausgebildet, in welcher sich die aus dem ersten und zweiten Einleitkanal 652, 653 in den gemeinsamen Speisedruckkanal 657 einströmenden, gasförmigen Komponenten miteinander vermischen.

**[0289]** Im Bereich des Innenrohr-Endes ist eine Verengung des Querschnitts vorgesehen. Diese Verengung ist dergestalt, dass sich der Querschnitt des zweiten, ringförmigen Einleitkanals 653 zum Innenrohr-Ende hin konisch verengt. Ferner ist die Verengung dergestalt, dass sich der Querschnitt des Speisedruckkanals 657 im Anschluss an das Innenrohr-Ende in Zufuhrrihtung R konisch vergrössert. Das Innenrohr-Ende liegt im Bereich des sich in Zufuhrrihtung R wieder vergrössernden Querschnittes. Die engste Stelle ist hinter dem Innen-

rohr-Ende angeordnet.

**[0290]** Die geometrische Ausgestaltung der Querschnittsveränderung ist dergestalt, dass das Reinigungsgerät 651 im Bereich des Innenrohr-Endes bei entsprechenden Strömungsverhältnissen eine Lavaldüse ausbildet.

**[0291]** Die Ausführungsform einer Reinigungsvorrichtung 601 gemäss Figur 19a und 19b zeigt eine Reinigungslanze mit einem zufuhrseitigen Endabschnitt, an welchem eine Dosiereinrichtung 604 ausgebildet ist und einem reinigungsseitigen Endabschnitt, an welchem eine Auslasseinrichtung 605 angeordnet ist. Zwischen der Dosiereinrichtung 604 und der Auslasseinrichtung 605 ist eine Speisedruckleitung 606 mit einem Speisedruckkanal 607 angeordnet, über welchen das explosionsfähige Gemisch von der Dosiereinrichtung 604 zur Auslasseinrichtung 605 befördert wird.

**[0292]** Die Auslasseinrichtung 605 ist im vorliegenden Beispiel als konischer Diffusor mit einer Auslassöffnung ausgebildet. Die Auslasseinrichtung 605 kann jedoch auch anders ausgebildet sein.

**[0293]** Die Reinigungslanze ist durch eine Öffnung in der Behälterwand 630 in den Innenraum eines zu reinigenden Behälters einführbar.

**[0294]** Die Dosiereinrichtung 604 umfasst ein Gasführungsrohr 608 und ein Innenrohr 609. Das Innenrohr 609 bildet einen ersten Einleitkanal 602 aus, über welchen eine brennbare, gasförmige Komponente in den Speisedruckkanal 607 eingeleitet wird. Zwischen dem Gasführungsrohr 608 und dem Innenrohr 609 wird ein zweiter, ringförmiger Einleitkanal 603 ausgebildet, über welchen Sauerstoff oder eine sauerstoffhaltige, gasförmige Komponente in den Speisedruckkanal 607 der Speisedruckleitung 606 eingeleitet wird.

**[0295]** Die erste, brennbare Komponente wird über mehrere Dosierventile 612 aus einem ersten Druckbehälter 621 in den ersten Einleitkanal 602 eingeleitet. Der Sauerstoff bzw. die sauerstoffhaltige Komponente wird über mehrere Dosierventile 613 aus einem zweiten Druckbehälter 622 in den zweiten Einleitkanal 603 eingeleitet.

**[0296]** Die Anzahl der Dosierventile 612, 613 für die erste und zweite gasförmige Komponente ist so gewählt, dass das Verhältnis der Anzahl Dosierventile 612, 613 dem stöchiometrischen Verhältnis der zuzuführenden Komponenten entspricht. Im vorliegenden Beispiel ist die erste Komponente Sauerstoff und die zweite Komponente Ethan. Diese werden im stöchiometrischen Verhältnis von 7:2 eingeleitet. Entsprechend sind für die erste Komponente zwei 612 und für die zweite Komponente sieben Dosierventile 613 vorgesehen.

**[0297]** Der erste Druckbehälter 621 wird über eine erste Speiseleitung 610 und der zweite Druckbehälter 622 über eine zweite Speiseleitung 611 mit der entsprechenden gasförmigen Komponente versorgt.

**[0298]** Das Innenrohr 609 endet innerhalb des Gasführungsrohres 608. Der zweite, ringförmige Einleitkanal 603 geht beim Innenrohr-Ende in den Speisedruckkanal

607 über. In diesem Bereich wird eine Mischzone 614 ausgebildet, in welcher sich die aus dem ersten und zweiten Einleitkanal 602, 603 in den gemeinsamen Speisedruckkanal 607 einströmenden gasförmigen Komponenten miteinander vermischen. Der Querschnitt des Speisedruckkanals 607 erfährt in der Mischzone eine trichterförmige Erweiterung.

[0299] An der Speisedruckleitung 656 ist eine Zündeinrichtung 668 zum Zünden des explosionsfähigen Gemischs vorgesehen. Eine Steuerungseinrichtung 617 ist über Steuerleitungen 619 mit der Zündeinrichtung 668 sowie den Dosierventilen 612, 613 verbunden. Die Steuerleitungen 619 sollen auch für eine drahtlose Verbindung stehen. Das Öffnen und Schliessen der Dosierventile 612, 613 sowie die Aktivierung der Zündeinrichtung geschieht über die Steuerungseinrichtung 617.

### Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung (1, 51, 81, 101, 121, 141, 161, 181, 201, 221, 241) zum Entfernen von Ablagerungen in Innenräumen (31, 71) von Behältern oder Anlagen (30, 70) mittels Explosionstechnologie, enthaltend ein Reinigungsgerät mit einer Speisedruckleitung (7, 67, 82, 92, 102, 122, 142, 162, 182, 202, 222, 242, 502, 522) und eine am Ende der Speisedruckleitung (7, 67, 82, 92, 102, 122, 142, 162, 182, 202, 222, 242, 502, 522), insbesondere an einem reinigungsseitigen Endabschnitt im Anschluss an die Speisedruckleitung, angeordnete Auslasseinrichtung (5, 62, 83, 103, 123, 143, 163, 183, 203, 223, 243) mit wenigstens einer Auslassöffnung (26, 69, 85, 95, 105, 125, 145, 165, 185, 205, 225, 245).
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasseinrichtung als Diffusor (5, 62, 83) ausgebildet ist, und der Diffusor (5, 62, 83) die Auslassöffnung (26, 69, 84) enthält.
3. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasseinrichtung (83, 103, 123, 183, 203, 223, 243) einen oder mehrere Auslasskörper mit jeweils einer Auslassöffnung (85, 105, 125, 185, 205, 225, 245) enthält.
4. Vorrichtung gemäss Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Auslasskörper als Diffusoren ausgebildet sind.
5. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Speisedruckleitung und die Auslasseinrichtung (5, 62, 463) einen Aufnahmeraum (27, 80, 467) zur Aufnahme wenigstens eines Teils eines explosionsfähigen Gemisches ausbilden.

6. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufnahme-  
raum (27, 80, 467) über die wenigstens eine Auslass-  
öffnung nach aussen offen ist.
7. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungs-  
gerät und insbesondere dessen Auslasseinrichtung  
(5, 62, 83, 103, 123, 143, 163, 183, 203, 223, 243)  
zum Einleiten des explosionsfähigen Gemisches in  
den Innenraum (31, 71) des Behälters oder der An-  
lage (30, 70) und zur Ausbildung einer Wolke (6, 77)  
aus dem explosionsfähigen Gemisch im Innenraum  
(31, 71) des Behälters oder der Anlage (30, 70) aus-  
gelegt ist.
8. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungs-  
gerät ein Längsbauteil mit einem zufuhrseitigen und  
einen reinigungsseitigen Endabschnitt (4a, 4b; 65,  
66) ist, und das Längsbauteil eine Speisedrucklei-  
tung (7, 78) zur Zufuhr des explosionsfähigen Ge-  
misch vom zufuhrseitigen zum reinigungsseitigen  
Endabschnitt (4a, 4b; 65, 66) enthält, und im zufuhr-  
seitigen Endabschnitt (4a, 65) wenigstens eine Do-  
sierarmatur (23, 72) für den dosierten Einlass we-  
nigstens einer gasförmigen Komponente für das ex-  
plosionsfähige Gemisch in das Reinigungsgerät an-  
geordnet ist.
9. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reinigungs-  
gerät (601, 651) einen ersten Einleitkanal (602, 652)  
zum Einleiten einer ersten gasförmigen Kompo-  
nente und einen zweiten Einleitkanal (603, 653) zum Ein-  
leiten einer zweiten gasförmigen Komponente, und  
die Einleitkanäle (602, 652; 603, 653) in den Spei-  
sedruckkanal (607, 657) der Speisedruckleitung  
(606, 656) übergehen und im Übergangsbereich ins-  
besondere eine Verengung des Querschnitts aus-  
gebildet wird.
10. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnitts-  
fläche der Auslassöffnung (26, 69, 85, 95) oder die  
Gesamtquerschnittsfläche der Auslassöffnungen  
grösser ist als die Querschnittsfläche des Spei-  
sedruckkanals (78, 88, 98) der Speisedruckleitung (7,  
82, 67, 92) oder der Gesamtquerschnittsfläche der  
Speisedruckleitungen.
11. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diffusor (5, 62,  
83) eine trichterförmige Erweiterung aufweist.
12. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Diffusor eine  
an die Speisedruckleitung (7, 81, 67) anschliessen-

de, zur Auslassöffnung (26, 69, 85) hin trichterförmige Erweiterung ist.

13. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungswinkel des Diffusors (5, 62, 83) 45° oder kleiner, vorzugsweise 30° oder kleiner, und insbesondere 20° oder kleiner ist. 5
  
14. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, 10  
**dadurch gekennzeichnet, dass** im Diffusor (93) und oder in der Speisedruckleitung (92) wenigstens ein Verwirbelungselement (94) angeordnet ist.
  
15. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, 15  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasseinrichtung mehrere Auslasskörper enthält und die Auslasskörper:  
  - von einem Zentrum radial nach aussen gerichtet sind, wobei die Auslassöffnungen eine kugelförmige oder halbkugelförmige Auslassfläche definieren; 20
  - von einem Zentrum radial nach aussen gerichtet in einer Ebene angeordnet sind, wobei die Auslassöffnungen eine ringförmige Auslassfläche definieren; oder 25
  - entlang einer Zentrumsachse radial nach aussen gerichtet sind, wobei die Auslassöffnungen eine zylinderförmige Auslassfläche definieren. 30

35

40

45

50

55

Fig. 1

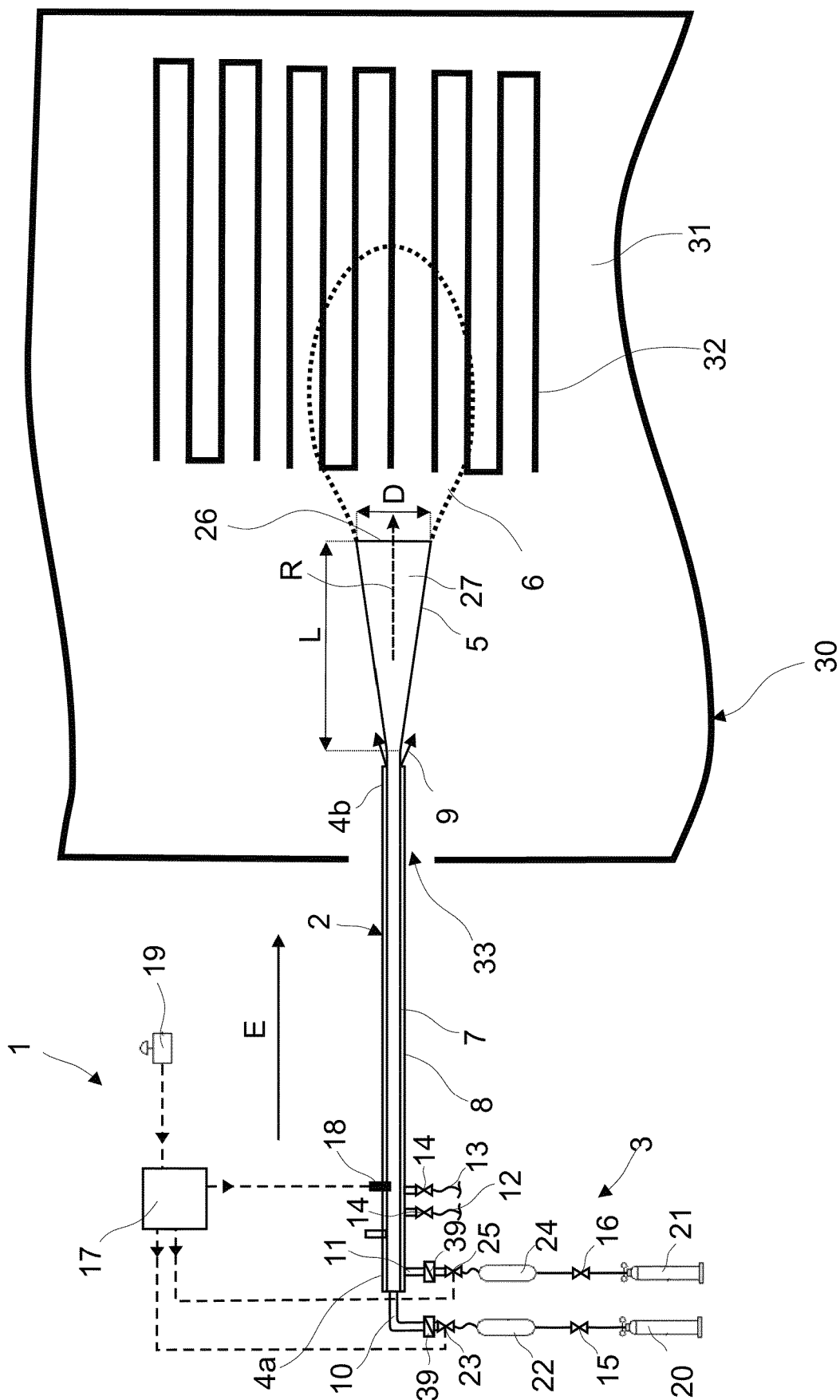


Fig. 2

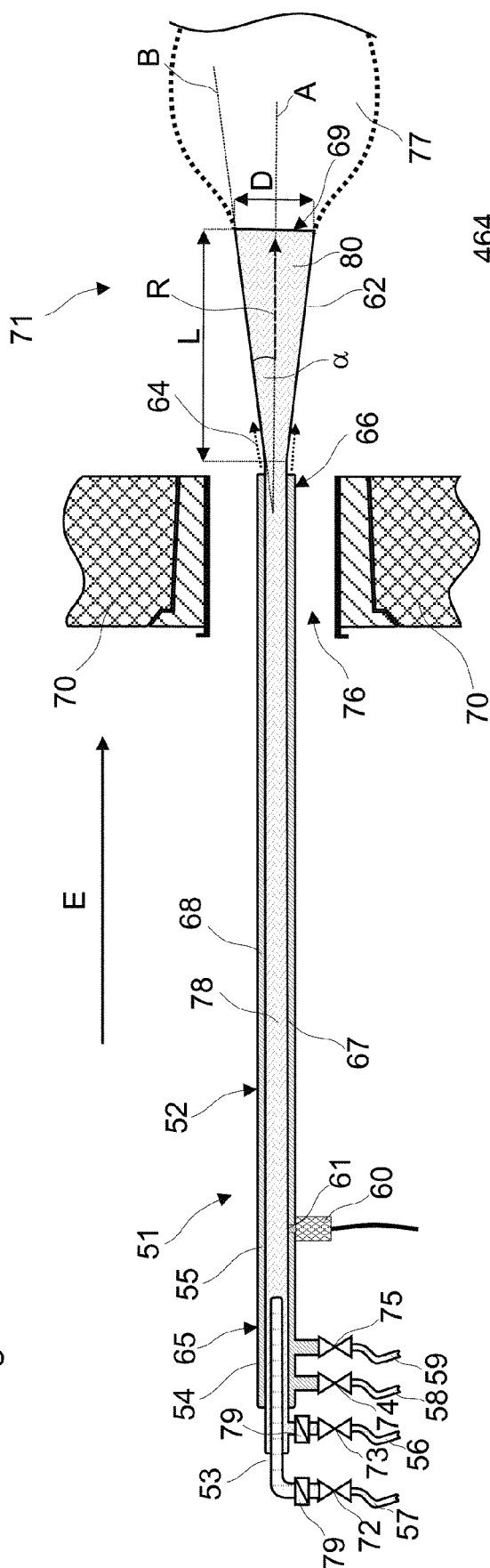
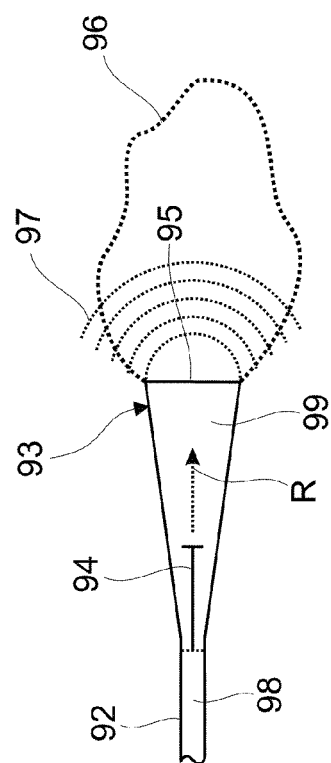


Fig. 3



**Fig. 17a**

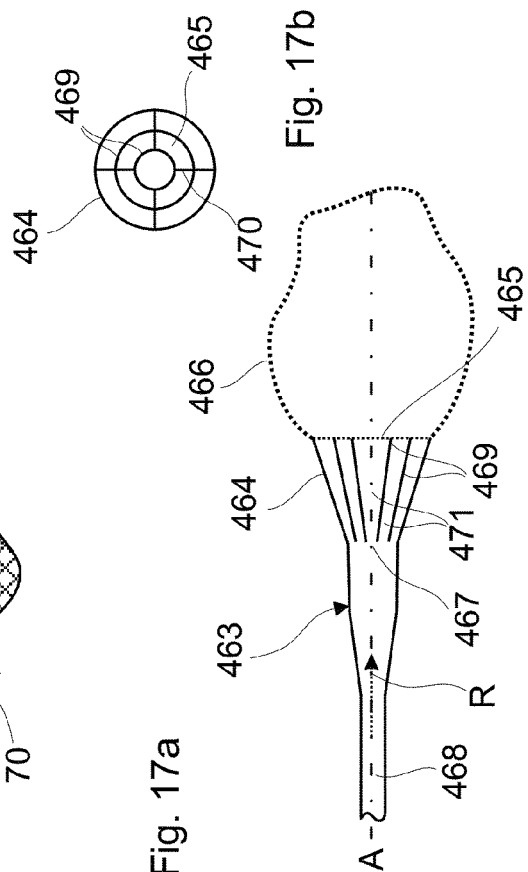




Fig. 4

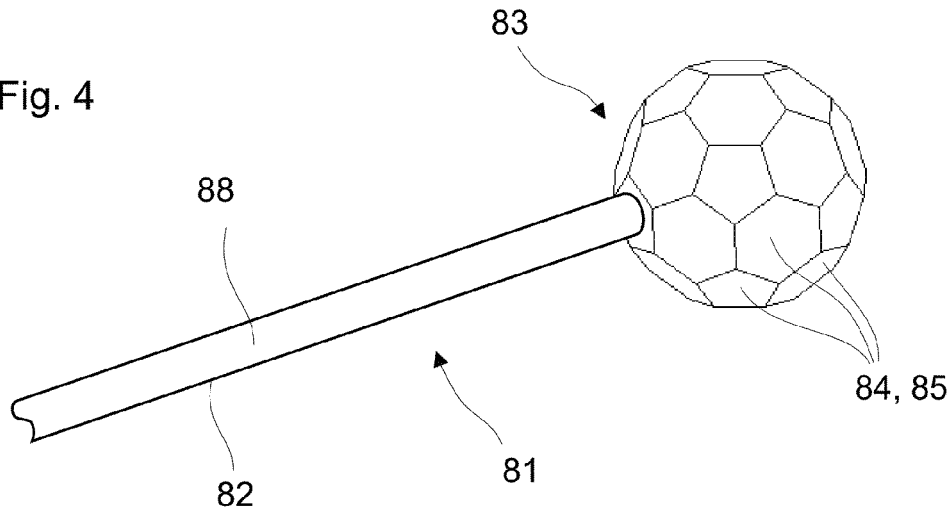


Fig.18

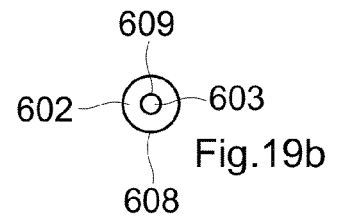
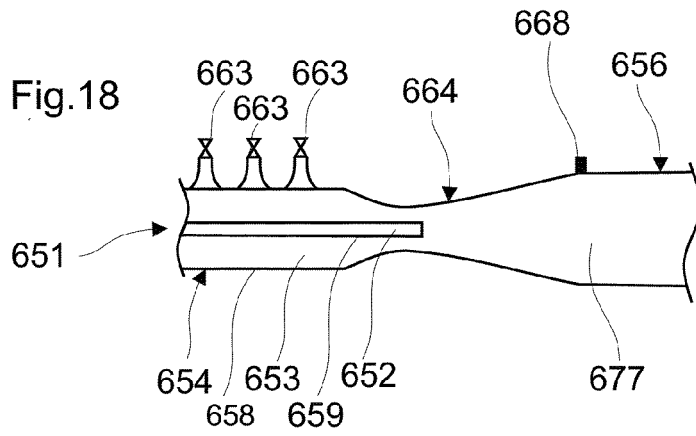


Fig.19a

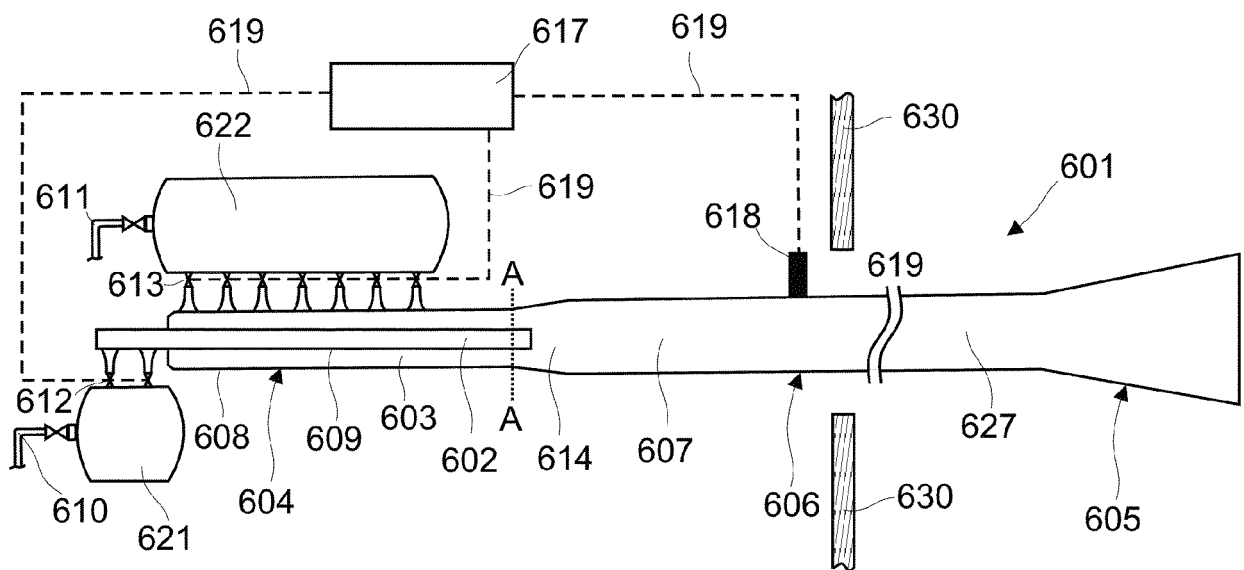


Fig. 8a

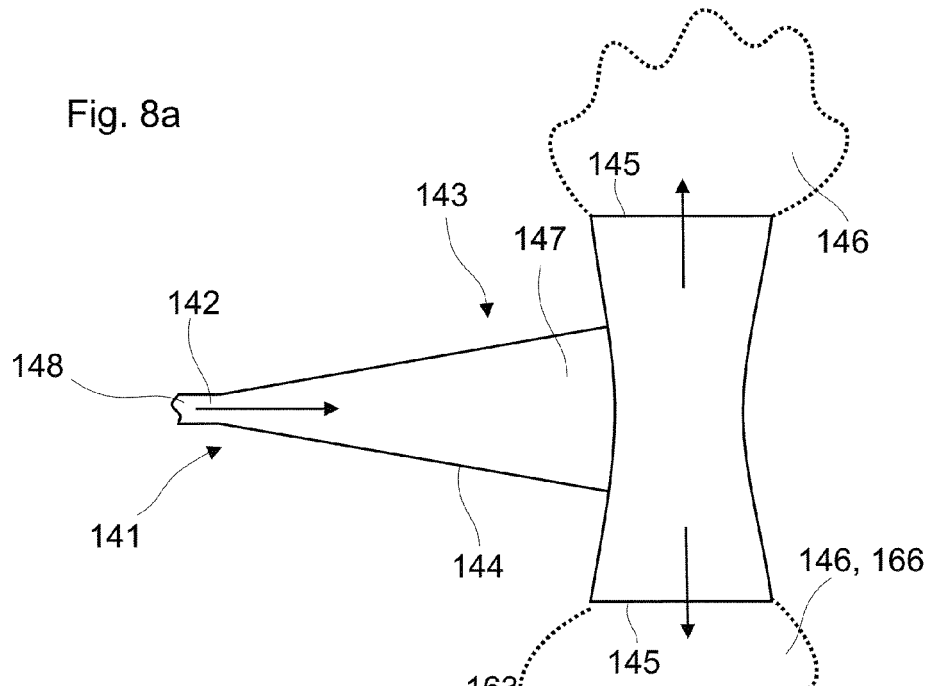


Fig. 8b

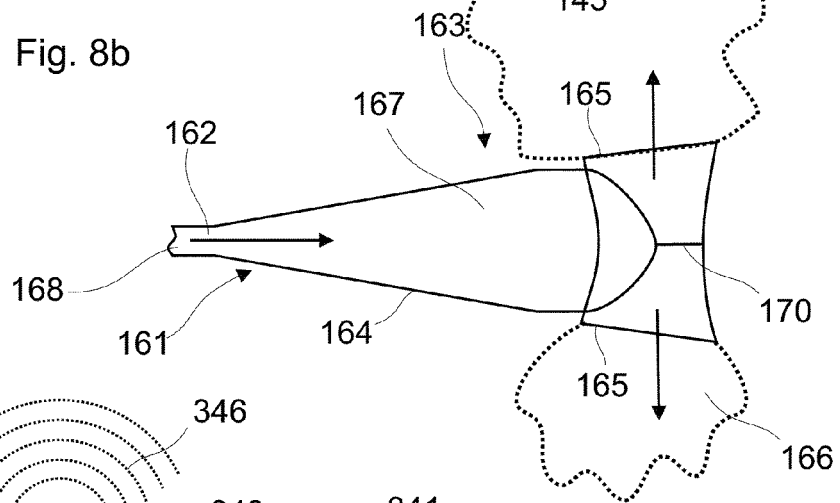


Fig. 9a

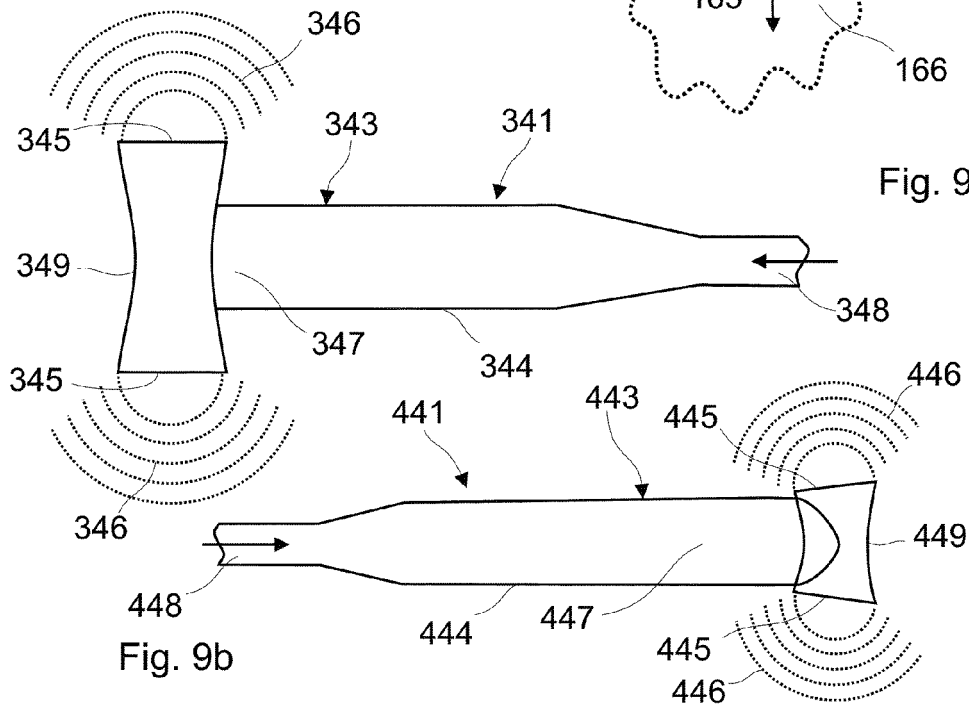
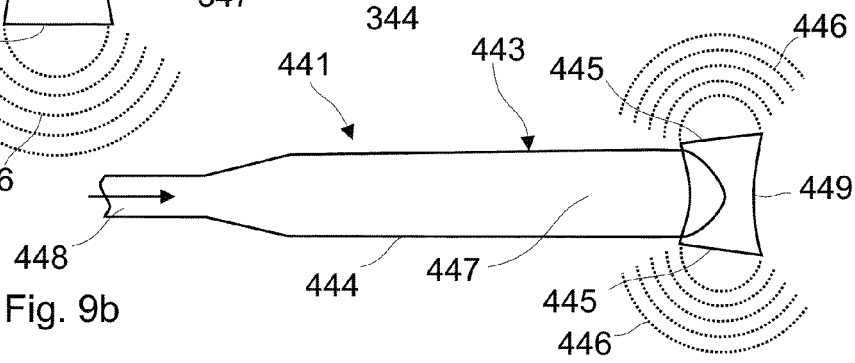


Fig. 9b



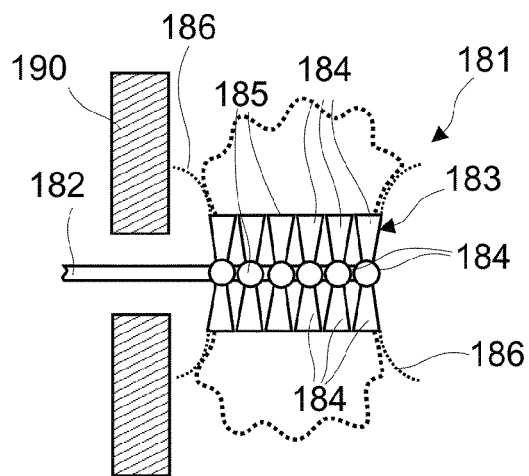
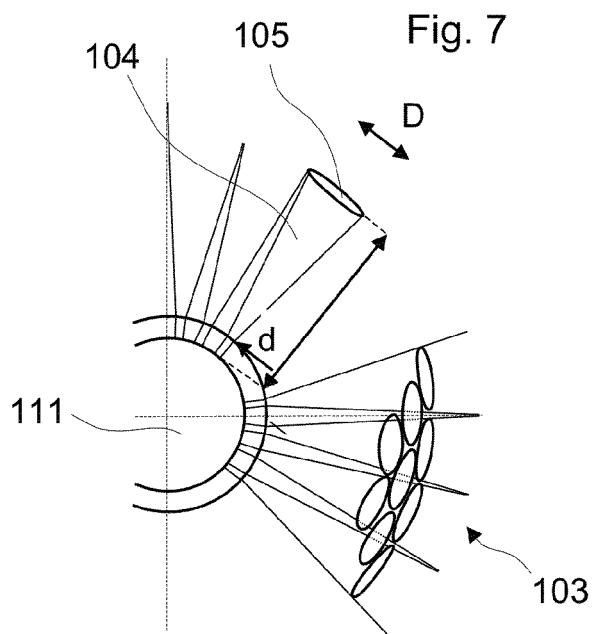


Fig. 10

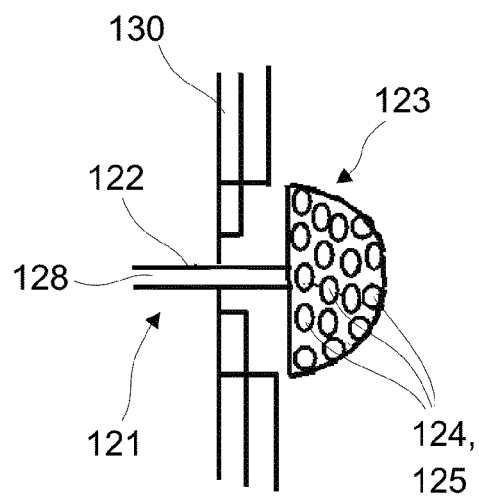
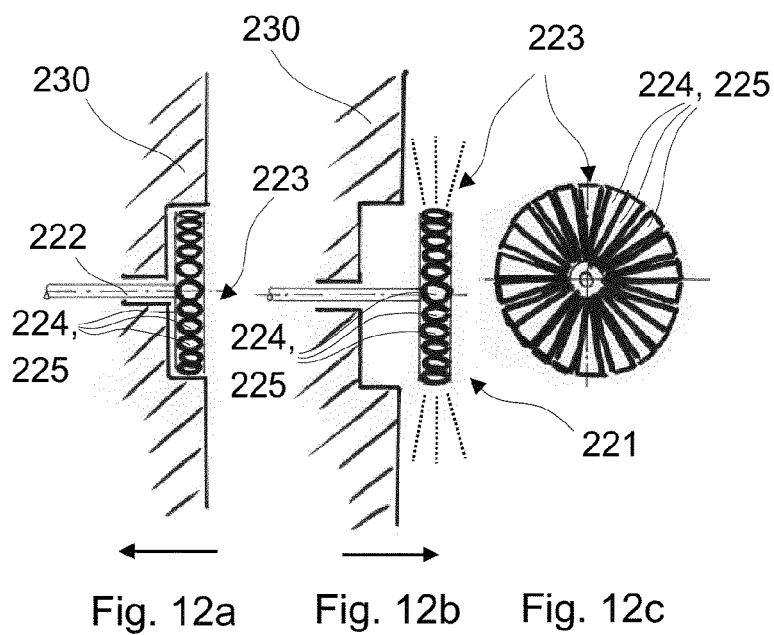
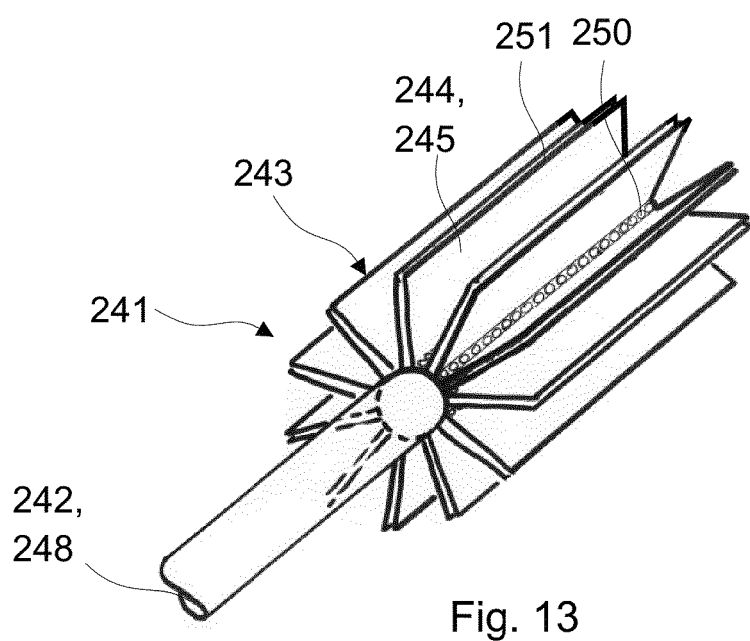
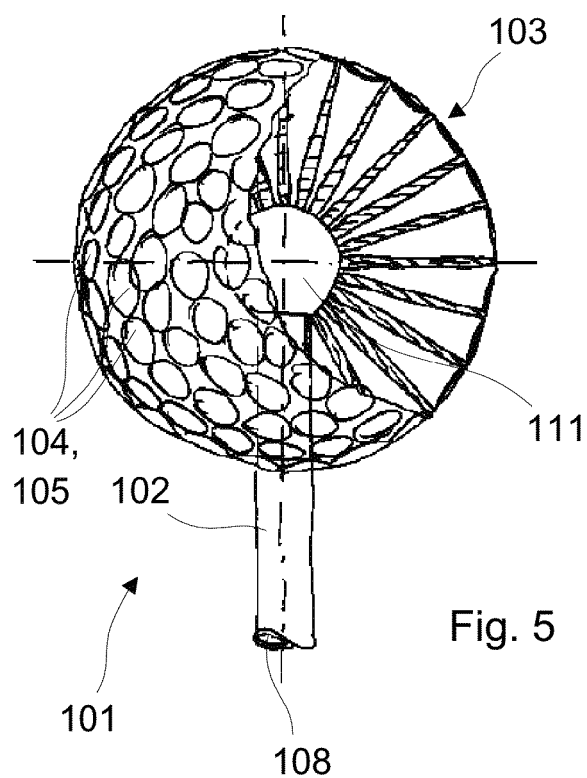
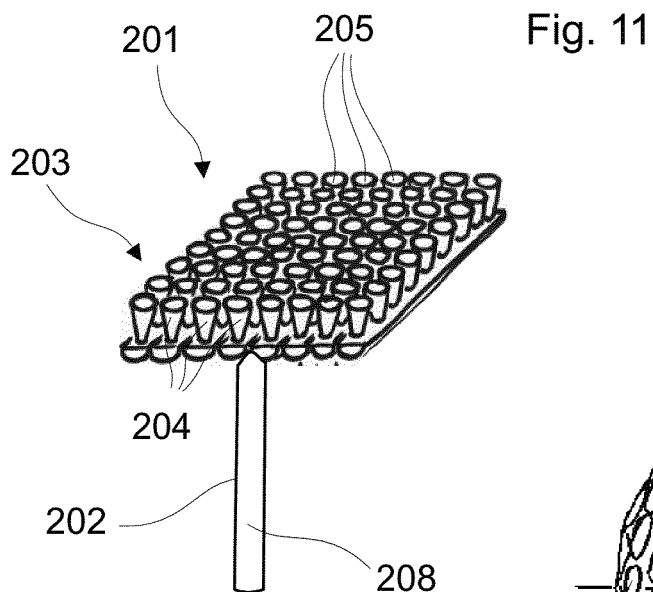


Fig. 6



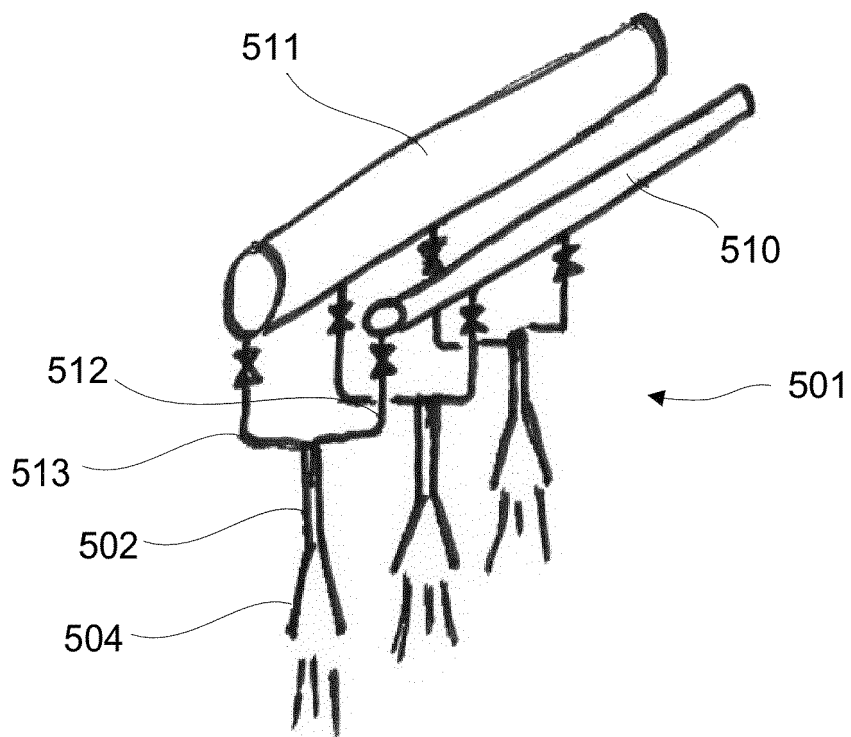


Fig. 14

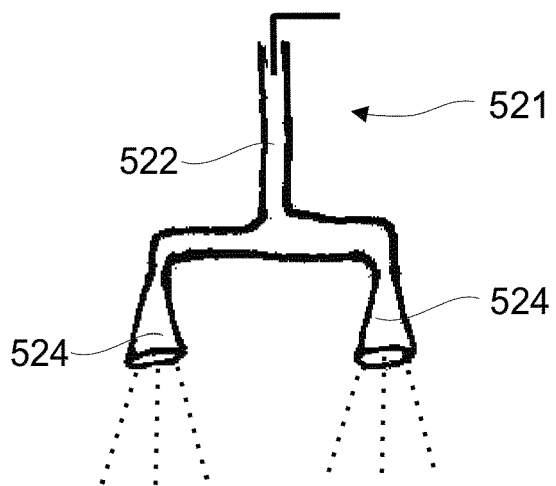


Fig. 15

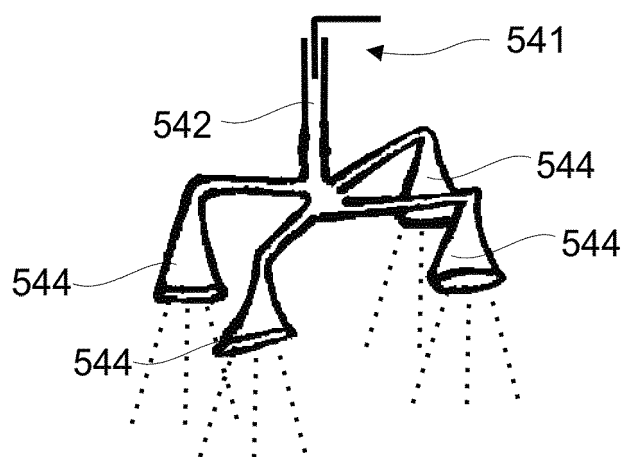


Fig. 16



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 18 7468

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 987 895 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 5. November 2008 (2008-11-05)	1-14	INV. B08B7/00 F27D25/00
Y	* Absatz [0013] - Absatz [0021]; Abbildungen 1-5 *	15	
X	US 2009/320439 A1 (CHAPIN DAVID MICHAEL [US] ET AL) 31. Dezember 2009 (2009-12-31) * Absatz [0033] * * Absatz [0035] * * Absatz [0043] * * Absatz [0046] * * Absatz [0051] - Absatz [0053] * * Absatz [0057] * * Abbildungen 1,2,3,10,11 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	GB 2 478 831 A (GEN ELECTRIC [US]) 21. September 2011 (2011-09-21) * Seite 7, Zeile 17 - Zeile 26 * * Seite 11, Zeile 25 - Seite 12, Zeile 13 * * Abbildungen 1-4 *	1-15	
X	US 2010/275404 A1 (MYERS GEOFFREY DAVID [US] ET AL) 4. November 2010 (2010-11-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2, 4 * * Absatz [0021] - Absatz [0023] *	1-15	B08B F27D F22B F28G
X	US 2011/139185 A1 (CHAPIN DAVID MICHAEL [US] ET AL) 16. Juni 2011 (2011-06-16) * Absätze [0001] - [0004]; Abbildung 1 * * Absatz [0017] - Absatz [0020] *	1-15	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. November 2020	Prüfer Kosicki, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 20 18 7468

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CH 695 117 A5 (BANG & CLEAN GMBH [CH]) 15. Dezember 2005 (2005-12-15)	1,6,7	
A	* Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 9; Ansprüche 1, 3, 5, * * Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 43 *	2-5,8-15	
A,D	----- EP 1 362 213 A1 (BANG & CLEAN GMBH [CH]; RUEEGG HANS [CH]) 19. November 2003 (2003-11-19) * das ganze Dokument *	1	
A	----- JP H11 118135 A (BABCOCK HITACHI KK) 30. April 1999 (1999-04-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 *	1,15	
Y	----- JP H01 150710 A (HITACHI ENG SERVICE) 13. Juni 1989 (1989-06-13) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	15	
A	----- US 2012/111375 A1 (ASS YURI [IL] ET AL) 10. Mai 2012 (2012-05-10) * Absatz [0045] - Absatz [0046] *	7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. November 2020	Prüfer Kosicki, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 18 7468

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-11-2020

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1987895 A1	05-11-2008	CN 101298969 A EP 1987895 A1 US 2008271685 A1	05-11-2008 05-11-2008 06-11-2008
US 2009320439 A1	31-12-2009	KEINE	
GB 2478831 A	21-09-2011	CN 102213435 A DE 102011001328 A1 GB 2478831 A US 2011226284 A1	12-10-2011 22-09-2011 21-09-2011 22-09-2011
US 2010275404 A1	04-11-2010	CH 701011 A2 CN 101881218 A DE 102010016680 A1 JP 5554132 B2 JP 2010261438 A US 2010275404 A1	15-11-2010 10-11-2010 18-11-2010 23-07-2014 18-11-2010 04-11-2010
US 2011139185 A1	16-06-2011	CN 102183033 A DE 102010061228 A1 GB 2476357 A US 2011139185 A1	14-09-2011 22-06-2011 22-06-2011 16-06-2011
CH 695117 A5	15-12-2005	KEINE	
EP 1362213 A1	19-11-2003	AT 285059 T CA 2443916 A1 CN 1514925 A CZ 20032807 A3 DK 1362213 T3 EP 1362213 A1 ES 2235009 T3 JP 4526230 B2 JP 2004526935 A JP 2010023035 A KR 20040005914 A NO 332060 B1 PL 364440 A1 PT 1362213 E SK 12972003 A3 TW 593931 B US 2004112306 A1 WO 02084193 A1	15-01-2005 24-10-2002 21-07-2004 12-05-2004 11-04-2005 19-11-2003 01-07-2005 18-08-2010 02-09-2004 04-02-2010 16-01-2004 11-06-2012 13-12-2004 29-04-2005 04-05-2004 21-06-2004 17-06-2004 24-10-2002
JP H11118135 A	30-04-1999	KEINE	

EPO FORM P0461

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

55



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

EP 20 18 7468

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-11-2020

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H01150710 A	13-06-1989	KEINE	
-----			
US 2012111375 A1	10-05-2012	US 2012111375 A1	10-05-2012
		WO 2012063239 A2	18-05-2012
-----			

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1067349 A [0005] [0006]
- EP 1362213 B1 [0007] [0015] [0152]