

(19)



(11)

EP 3 174 066 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2017 Patentblatt 2017/22

(51) Int Cl.:
G21F 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15196804.7**

(22) Anmeldetag: **27.11.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

• **Koischwitz, Ingmar**
48734 Reken (DE)
• **Kahl, Torsten**
45127 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Rohmann, Michael**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(71) Anmelder: **GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH**
45127 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **Hoffmann, Martin**
45721 Haltern am See (DE)

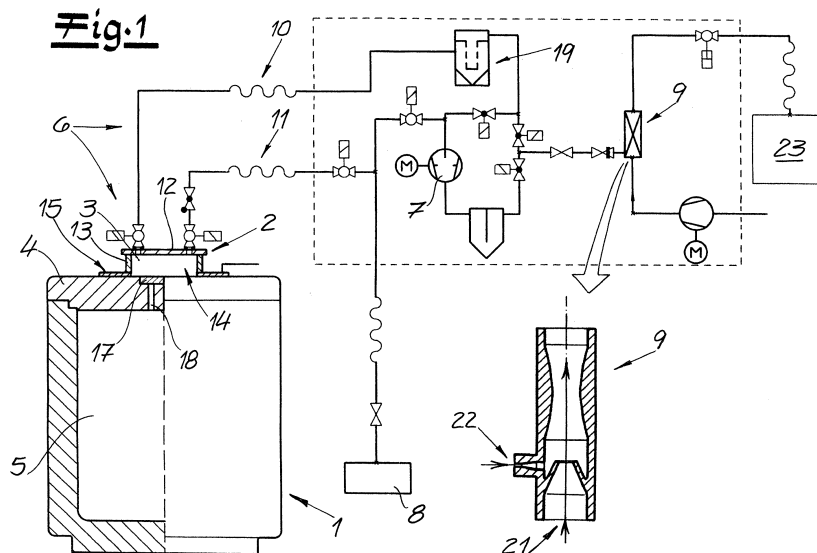
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DRUCKENTLASTUNG UND INERTISIERUNG VON ABFALLBEHÄLTERN FÜR RADIOAKTIVE ABFÄLLE**

(57) Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, wobei ein Adapter mit einem Adapterinnenvolumen (3) an den Behälter (1), insbesondere an den Behälterdeckel (4) angeschlossen wird. Anschließend wird der Adapter (2) mit einem Inertgas unter Überdruck befüllt und im Anschluss daran wird eine Verbindung zwischen dem Behälterinnenraum (5) und dem Adapterinnenvolumen (3) herge-

stellt, so dass sich entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck im Behälterinnenraum (5) und dem Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) ein Mischdruck einstellt. Daraufhin wird der Mischdruck im Behälterinnenraum (5) entspannt und anschließend wird im Behälterinnenraum (5) ein Unterdruck erzeugt und das aus dem Behälterinnenraum (5) entfernte Gas wird durch ein Inertgas ersetzt.

**EP 3 174 066 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, insbesondere für schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle. Fernerhin betrifft die Erfindung eine Adapter-Vorrichtung zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle. - Abfallbehälter für radioaktive Abfälle werden in der Regel aus metallischen Werkstoffen gefertigt. Sie weisen einen Behälterboden, einen daran anschließenden Behältermantel und zumindest einen Behälterdeckel auf. Derartige Abfallbehälter haben bestimmten Sicherheitsanforderungen zu genügen und müssen neben der Gewährleistung einer ausreichenden Abschirmung auch hinreichend druckfest ausgebildet sein. Nachfolgend wird statt des Begriffes Abfallbehälter auch kurz der Begriff Behälter verwendet.

[0002] Aus der Praxis ist es bekannt verschiedenste radioaktive Abfälle in Abfallbehältern zu verpacken. Die Abfallbehälter sind als Transport- und/oder Lagerbehälter ausgestaltet. - Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass aufgrund der Eigenschaften der radioaktiven Abfälle bzw. durch Kombination verschiedener radioaktiver Abfälle und gegebenenfalls Wasser Prozesse resultieren können, die eine Veränderung der Gasatmosphäre im Behälterinnenraum bedingen. Durch Radiolyse kann beispielsweise im Behälterinnenraum ein Überdruck aufgebaut werden. Der Druckaufbau entsteht dabei insbesondere durch die Bildung von Wasserstoff. Grundsätzlich kann im Behälterinnenraum auch ein Unterdruck entstehen, beispielsweise durch den Verbrauch von Sauerstoff oder aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen dem warmen Abfallbehälter nach dem Konditionieren und Verschließen sowie dem kälteren Abfallbehälter während der Lagerung. Ein Problem stellen vor allem im Abfallbehälter entstehende brennbare Gase - insbesondere Wasserstoff - dar. Diese können im Gemisch mit Sauerstoff eine explosionsfähige Atmosphäre bilden. Derartige explosionsfähige Gemische sind unter anderem bei Dichtheitsprüfungen der Behälter problematisch. Wenn davon ausgegangen wird, dass die Dichtungen des Behälters nicht vollständig in Takt sind, kann der Dichtungszwischenraum zwischen Dichtungen mit der explosionsfähigen Atmosphäre gefüllt sein. Bislang sind keine verlässlichen Maßnahmen bekannt, mit denen beladene Abfallbehälter unter Berücksichtigung aller Sicherheitsanforderungen einfach und effektiv druckentlastet und inertisiert werden können. Eine effiziente Druckentlastung und Inertisierung ist für Transportbehälter und/oder Lagerbehälter wünschenswert. Insoweit besteht Verbesserungsbedarf.

[0003] Dementsprechend liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem eine einfache, effektive und funktionssichere Inertisierung und Druckentlastung der Abfallbehälter möglich ist. Der Erfindung liegt weiterhin das technische Problem zugrunde, eine ent-

sprechende Vorrichtung zur Druckentlastung und Inertisierung anzugeben.

[0004] Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung ein Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, insbesondere für schwach- und mittelaktive Abfälle, wobei ein Adapter mit einem Adapterinnenvolumen an den Behälter - insbesondere an den Behälterdeckel - angeschlossen wird, wobei anschließend der Adapter bzw. das Adapterinnenvolumen mit einem Inertgas unter Überdruck befüllt wird, wobei im Anschluss daran eine Verbindung zwischen dem Behälterinnenraum und dem Adapterinnenvolumen hergestellt wird, so dass sich entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck im Behälterinnenraum und dem Überdruck im Adapterinnenvolumen ein Mischdruck im Adapterinnenvolumen und im Behälterinnenraum einstellt, wobei daraufhin der Mischdruck im Behälterinnenraum und im Adapterinnenvolumen entspannt wird - insbesondere auf Umgebungsdruck entspannt wird - und wobei anschließend im Behälterinnenraum ein Unterdruck erzeugt wird und das aus dem Behälterinnenraum entfernte Gas bzw. Gasgemisch durch ein Inertgas ersetzt wird. Als Inertgas wird dabei vorzugsweise Stickstoff eingesetzt. Grundsätzlich könnte auch ein Edelgas als Inertgas verwendet werden.

[0005] Kernpunkt der Erfindung ist der erfindungsgemäße Adapter mit dem Adapterinnenvolumen. Dieser Adapter wird - zweckmäßigerweise an der Behälteroberseite - an den Behälterdeckel und bevorzugt unmittelbar an den Behälterdeckel angeschlossen. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass der Adapter mit zumindest einem Fixierungselement an dem Behälterdeckel fixiert wird. Es liegt fernerhin im Rahmen der Erfindung, dass bei der erfindungsgemäßen Druckentlastung und Inertisierung des Abfallbehälters bzw. des Behälterinnenraumes alle vorstehend aufgeführten Gasströme über das Adapterinnenvolumen geführt werden. Der Adapter stellt sicher, dass alle Prozesse bzw. Vorgänge des erfindungsgemäßen Verfahrens unter definierten Bedingungen entkoppelt von den Umgebungsbedingungen stattfinden.

[0006] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass über den erfindungsgemäßen Adapter mit seinem Adapterinnenvolumen eine sehr einfache und funktions-sichere Druckentlastung und Inertisierung des Behälterinnenraumes möglich ist. Explosionsfähige Gasgemische - insbesondere Gasgemische mit Wasserstoff und Sauerstoff - können sicher und gefahrlos an die Umgebung abgegeben werden bzw. entsorgt werden. Diese Maßnahmen sind im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit überraschend geringem Aufwand möglich.

[0007] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass nach Anschluss des Adapters an den Behälterdeckel zunächst - insbesondere vor der Befüllung des Adapterinnenvolumens mit dem Inertgas unter Überdruck - die Luft bzw. der Luftsauerstoff aus der Adaptervorrichtung mit dem Adapterinnenvolumen und den daran angeschlossenen

Leitungen und/oder Komponenten zumindest weitgehend entfernt bzw. verdrängt wird. Adaptervorrichtung meint dabei hier und nachfolgend insbesondere die Vorrichtung aus dem Adapter und zumindest einer daran angeschlossenen Leitung, vorzugsweise mehrerer daran angeschlossener Leitungen und/oder Komponenten. Nach der zumindest weitgehenden Entfernung der Luft bzw. des Luftsauerstoffes wird empfehlenermaßen ein Unterdruck bzw. ein Vakuum in der Adaptervorrichtung bzw. in dem Adapterinnenvolumen und den daran angeschlossenen Leitungen und/oder Komponenten erzeugt. Zweckmäßigerweise wird im Anschluss daran eine Befüllung der Adaptervorrichtung bzw. des Adapterinnenvolumens und der daran angeschlossenen Leitungen und/oder Komponenten mit Inertgas durchgeführt. Die Erzeugung des Unterdruckes/Vakuums und die anschließende Befüllung mit Inertgas wird dabei zweckmäßigerweise mit der Maßgabe durchgeführt, dass der Sauerstoffgehalt in der Adaptervorrichtung kleiner als 1 Vol.-% ist und bevorzugt deutlich kleiner als 1 Vol.-% ist.

[0008] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass - insbesondere vor der vorstehend beschriebenen Verdrängung der Luft bzw. des Luftsauerstoffes durch Inertgas - eine Dichtheitsprüfung der Adaptervorrichtung durchgeführt wird. Vorzugsweise werden dabei Teilbereiche der Adaptervorrichtung - zweckmäßigerweise durch Absperrelemente getrennte Teilbereiche der Adaptervorrichtung - evakuiert und im Anschluss daran wird der Druckanstieg in diesen Teilbereichen gemessen und insbesondere über einen definierten Zeitraum gemessen. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass die Teilbereiche nacheinander evakuiert werden bzw. dass in den Teilbereichen nacheinander ein Unterdruck erzeugt wird. Wenn der gemessene Druckanstieg unter einem definierten Grenzwert liegt kann der Teilbereich bzw. die Gesamtheit der Teilbereiche als dicht bezeichnet werden. Die vorstehend beschriebene Dichtheitsprüfung wird zweckmäßigerweise auch an dem Adapter (als Bestandteil der Adaptervorrichtung) und an dessen Schnittstelle zum Behälter durchgeführt.

[0009] Im Anschluss an die bevorzugt durchgeführte Dichtheitsprüfung und/oder nach der vorzugsweise durchgeführten Verdrängung der Luft bzw. des Luftsauerstoffes aus der Adaptervorrichtung wird das Adapterinnenvolumen erfindungsgemäß mit Inertgas unter Überdruck gefüllt. Dabei erfolgt die Befüllung des Adapterinnenvolumens mit dem Inertgas unter Überdruck empfehlenermaßen mit der Maßgabe, dass der Überdruck im Adapterinnenvolumen 1,5 bis 10 bar, vorzugsweise 2 bis 7 bar beträgt.

[0010] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Adapter unmittelbar auf dem Behälterdeckel des Behälters fixiert ist. Fernerhin liegt es im Rahmen der Erfindung, dass die Verbindung zwischen dem Adapterinnenvolumen und dem Behälterinnenraum über zumindest einen im Behälterdeckel angeordneten Kleindeckel hergestellt wird. Vorzugsweise ist im Behälterdeckel ein Kleindeckel

vorhanden, der mit Hilfe des Adapters bzw. mit Hilfe einer im Adapter integrierten Hubvorrichtung geöffnet werden kann. Zweckmäßigerweise wird der zumindest eine Kleindeckel mit der Hubvorrichtung des Adapters von dem Behälterdeckel des Behälters abgehoben. Dadurch wird die Verbindung zwischen Adapterinnenvolumen und Behälterinnenraum über zumindest eine Öffnung bzw. über zumindest einen Öffnungskanal, vorzugsweise über zumindest zwei Öffnungskanäle und besonders bevorzugt über zwei Öffnungskanäle hergestellt. Durch das Abheben des zumindest einen Kleindeckels von dem Behälterdeckel wird gewährleistet, dass der Kleindeckel auch geöffnet werden kann, wenn im Behälter ein Unterdruck herrscht.

[0011] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Verbindung zwischen Adapterinnenvolumen und Behälterinnenraum hergestellt wird, nachdem der Adapter bzw. das Adapterinnenvolumen mit einem Inertgas unter Überdruck befüllt wurde. Fernerhin liegt es im Rahmen der Erfindung, dass der sich nach Verbindung von Behälterinnenraum und Adapterinnenvolumen einstellende Mischdruck kleiner ist als der zuvor vorhandene Überdruck in dem mit dem Inertgas befüllten Adapterinnenvolumen. Zweckmäßigerweise ist der Mischdruck kleiner als 10 bar, bevorzugt kleiner als 7 bar und sehr bevorzugt kleiner als 5 bar. - Für den Fall, dass der sich einstellende Mischdruck größer ist als der zuvor anliegende Überdruck im Adapterinnenvolumen und/oder größer ist als ein oberer Grenzwert, kann nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ein zusätzlicher Druckabbau eingeleitet werden und zwar empfehlenermaßen mittels einer Bypass-Einrichtung eingeleitet werden. Dazu wird ein definierter oberer Grenzwert für den Druck bzw. Mischdruck festgelegt.

[0012] Erfindungsgemäß wird daraufhin der Mischdruck im Behälterinnenraum und im Adapterinnenvolumen entspannt - insbesondere auf Umgebungsdruck entspannt - und anschließend wird im Behälterinnenraum ein Unterdruck erzeugt, wobei das im Behälterinnenraum vorhandene Gas bzw. Gasgemisch entfernt wird. Es empfiehlt sich, dass dieses aus dem Behälterinnenraum abgezogene bzw. entfernte Gas/Gasgemisch zunächst mit einem Verdünnungsgas - vorzugsweise mit Luft als Verdünnungsgas - verdünnt wird und in verdünnter Form abgeführt wird, insbesondere an die Umgebung bzw. an die Atmosphäre abgegeben wird. Es liegt dabei im Rahmen der Erfindung, dass das Gas bzw. Gasgemisch über das Adapterinnenvolumen aus dem Behälterinnenraum abgezogen wird. Die Verdünnung des Gases bzw. Gasgemisches erfolgt mit der Maßgabe, dass brennbares bzw. explosionsfähiges Gas/Gasgemisch nach der Verdünnung deutlich unterhalb der Explosionsgrenze liegt. Mit dieser Verdünnung wird dafür Sorge getragen, dass eventuell nachgeschaltete Systeme nicht mit explosionsfähiger Atmosphäre beaufschlagt werden.

[0013] Erfindungsgemäß wird das aus dem Behälterinnenraum abgezogene Gas bzw. Gasgemisch durch

Inertgas ersetzt. Dieser Ersatz durch Inertgas erfolgt empfehlenermaßen mit der Maßgabe, dass der verbleibende Sauerstoffgehalt im Behälterinnenraum kleiner als 1 Vol.-%, bevorzugt kleiner als 0,8 Vol.-% und sehr bevorzugt kleiner als 0,5 Vol.-% ist.

[0014] Vorzugsweise wird der mit Inertgas - vorzugsweise mit Stickstoff - befüllte Behälterinnenraum auf Umgebungsdruck eingestellt. Im Behälterinnenraum herrscht also nach dem Ersatz durch Inertgas bzw. nach der Befüllung mit Inertgas Umgebungsdruck. Im Anschluss daran wird zweckmäßigerweise der Adapter wieder von dem Behälter bzw. von dem Behälterdeckel getrennt.

[0015] Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung weiterhin eine Adapter-Vorrichtung zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, insbesondere für schwach- und mittelaktive Abfälle, wobei ein Adapter mit Adapterinnenvolumen zur Aufnahme eines Gasvolumens vorgesehen ist, wobei der Adapter bzw. das Adapterinnenvolumen mit zumindest einer Pumpe bzw. Vakuumpumpe zum Abziehen von Gasen bzw. zur Erzeugung eines Unterdruckes verbunden ist und wobei der Adapter bzw. das Adapterinnenvolumen fernerhin mit zumindest einer Inertgasquelle für die Befüllung des Adapterinnenvolumens und/oder des Behälterinnenraumes mit Inertgas verbunden ist.

[0016] Das Adapterinnenvolumen des Adapters beträgt nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung 4 bis 20 %, bevorzugt 5 bis 15 % und sehr bevorzugt 6 bis 10 % des Volumens des Behälterinnenraumes. Insofern ist empfehlenermaßen das Volumen des Behälterinnenraumes größer bzw. deutlich größer als das Adapterinnenvolumen. - Es empfiehlt sich, dass der Adapter bzw. das Adapterinnenvolumen über zumindest eine Vakuumleitung an die Pumpe angeschlossen ist und/oder über zumindest eine Inertgasleitung an die Inertgasquelle angeschlossen ist. Nach einer empfohlenen Ausführungsform der Erfindung weist die Adaptervorrichtung neben dem Adapter die Pumpe, die Inertgasquelle und bevorzugt die zumindest eine Vakuumleitung und/oder die zumindest eine Inertgasleitung auf.

[0017] Eine sehr bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Adaptervorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Adapter für eine unmittelbare Anordnung bzw. Fixierung an bzw. auf der Behälterdeckelanordnung des Behälters eingerichtet ist. Zweckmäßigerweise wird der Adapter unmittelbar auf dem Behälterdeckel des Behälters fixiert. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der zumindest eine Kleindeckel in dem Behälterdeckel von dem Adapter bzw. von dem Adapterinnenvolumen überdeckt wird. Zweckmäßigerweise wird der zumindest eine Kleindeckel mittels einer im Adapter integrierten Hubvorrichtung angehoben und somit geöffnet. Dabei wird der Kleindeckel empfehlenermaßen innerhalb des Adapterinnenvolumens des Adapters bewegt bzw. manipuliert.

[0018] Eine besonders empfohlene Ausführungsform

der erfindungsgemäßen Adaptervorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest eine Mischvorrichtung - vorzugsweise in Form zumindest einer Mischdüse - für die Verdünnung bzw. für das Mischen des aus dem Behälterinnenraum abgezogenen Gases bzw. Gasgemisches mit einem Verdünnungsgas - bevorzugt mit Luft - vorgesehen ist. Zweckmäßigerweise wird in der Mischvorrichtung - vorzugsweise in der Mischdüse - ein großes Volumen des Verdünnungsgases mit einem kleinen Volumen des abgezogenen Gases bzw. Gasgemisches gemischt. Eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäß eingesetzten Mischdüse wird weiter unten noch erläutert. Mittels der Mischvorrichtung bzw. der Mischdüse kann gewährleistet werden, dass eventuell brennbares bzw. explosionsfähiges Gas/Gasgemisch mit der Maßgabe verdünnt werden kann, dass das aus der Mischvorrichtung bzw. aus der Mischdüse abgegebene Gasgemisch nicht mehr explosionsfähig ist und somit bedenkenlos an die Umgebung bzw. an die Atmosphäre abgegeben werden kann.

[0019] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Adapter - insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder für die erfindungsgemäße Adaptervorrichtung -, wobei der Adapter eine Adapterdecke sowie eine an die Adapterdecke anschließende und umlaufende Adapterwandung aufweist, wobei die Adapterdecke und Adapterwandung das Adapterinnenvolumen einschließen bzw. begrenzen und wobei der Adapter vorzugsweise zumindest ein Fixierungselement zur Fixierung des Adapters an einem Behälterdeckel eines Abfallbehälters aufweist. Nach besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist der Adapter an seiner dem Behälterdeckel zugewandten Unterseite offen bzw. im Wesentlichen offen ausgebildet, so dass in dem am Behälterdeckel fixierten Zustand des Adapters das Adapterinnenvolumen unmittelbar an den Behälterdeckel bzw. an die Oberseite des Behälterdeckels anschließt. Es empfiehlt sich, dass das Adapterinnenvolumen 4 bis 20 %, vorzugsweise 5 bis 15 % des Volumens des Behälterinnenraumes beträgt.

[0020] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und mit der erfindungsgemäßen Adaptervorrichtung eine wenig aufwendige und zugleich funktionssichere Druckentlastung und Inertisierung eines Abfallbehälters möglich ist. Diese erfindungsgemäße Druckentlastung und Inertisierung kann mit verhältnismäßig wenig Verfahrensschritten erfolgen und genügt nichtsdestoweniger allen Sicherheitsanforderungen. Es kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens gewährleistet werden, dass problematische Gase bzw. Gasgemische im Behälterinnenraum funktionssicher und effektiv durch Inertgas ersetzt werden können. Dabei kann ein sicheres Öffnen des Abfallbehälters sowie ein funktionssicherer und effektiver Druckabbau und Gas- bzw. Gasatmosphären austausch mit Inertgas erfolgen. Fernerhin können brennbare und/oder explosionsfähige Gasgemische auf einfache Weise so aufbereitet werden, dass sie problemlos an ei-

ne kerntechnische Lüftungsanlage abgegeben werden können. Dazu muss die kerntechnische Lüftungsanlage keine zusätzlichen Anforderungen in Bezug auf explosionsfähige Gasgemische bzw. daraus resultierende Druckstöße erfüllen. Im Ergebnis kann die erfindungsgemäße Druckentlastung und Inertisierung eines Abfallbehälters mit relativ geringen Kosten einfach und funktionssicher realisiert werden.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 ein Schaltbild mit einem Abfallbehälter und einer daran angeschlossenen Adaptervorrichtung zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus dem oberen Bereich des Abfallbehälters im Schnitt und

Fig. 3 den Gegenstand nach Fig. 2 in einer anderen Funktionsstellung.

[0022] Die Figuren veranschaulichen ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern 1 für radioaktive Abfälle, insbesondere für schwach- und mittelaktive Abfälle. Erfindungsgemäß ist an den Behälter 1 ein Adapter 2 mit einem Adapterinnenvolumen 3 angeschlossen und zwar ist dieser Adapter 2 bevorzugt und im Ausführungsbeispiel an dem Behälterdeckel 4 des Behälters 1 fixiert. Der Adapter 2 ist Bestandteil einer nachfolgend noch näher erläuterten Adaptervorrichtung 6, die unter anderem eine Pumpe bzw. Vakuumpumpe 7 aufweist sowie eine Inertgasquelle 8, eine Vakuumleitung 10 und eine Inertgasleitung 11. Außerdem ist Bestandteil der Adaptervorrichtung 6 auch eine weiter unten noch erläuterte Mischdüse 9.

[0023] Der Adapter 2 weist eine Adapterdecke 12 sowie eine daran angeschlossene umlaufende Adapterwandung 13 auf. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel ist die dem Behälter 1 zugewandte Unterseite 14 des Adapters 2 offen ausgebildet, so dass das Adapterinnenvolumen 3 im montierten Zustand des Adapters 2 unmittelbar an die Oberseite des Behälterdeckels 4 anschließt. Der Adapter 2 umfasst fernerhin Fixierungselemente 15 für die Fixierung des Adapters 2 an dem Behälterdeckel 4. Fernerhin ist der Adapter 2 bevorzugt und im Ausführungsbeispiel mit einer Hubvorrichtung 16 ausgestattet, die an einen Kleindeckel 17 im Behälterdeckel 4 des Behälters 1 angeschlossen ist. Mittels der Hubvorrichtung 16 kann der Kleindeckel 17 angehoben werden und auf diese Weise wird empfehlenermaßen und im Ausführungsbeispiel über im Behälterdeckel 4 vorgesehene Öffnungskanäle 18 eine Verbindung zwischen dem Adapterinnenvolumen 3 und dem Behälterinnenraum 5 hergestellt. Zweckmäßigerweise sind zwei dieser Öff-

nungskanäle 18 im Behälterdeckel 4 vorhanden. In den Figuren ist jedoch lediglich ein Öffnungskanal 18 dargestellt. Mit der Hubvorrichtung 16 kann der Kleindeckel 17 auch wieder abgelegt werden.

[0024] Nachfolgend wird eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert: Nach dem Anschluss des Adapters 2 bzw. der Adaptervorrichtung 6 wird in einem ersten Verfahrensschritt eine Dichtheitsprüfung des Systems durchgeführt. Dabei werden bevorzugt durch Absperrelemente bzw. Ventile getrennte Teilbereiche der Adaptervorrichtung 6 nacheinander evakuiert und dann wird der Druckanstieg in diesen Teilbereichen über einen definierten Zeitraum gemessen. Wenn der Druckanstieg in den Teilbereichen unterhalb eines vorher definierten Grenzwertes liegt, kann der Teilbereich bzw. die Adaptervorrichtung 6 als dicht eingestuft werden. Vorzugsweise wird daraufhin die Luft aus der Adaptervorrichtung 6, insbesondere aus dem Adapterinnenvolumen 3 und den daran angeschlossenen Leitungen 10, 11 entfernt, indem mittels der Pumpe bzw. Vakuumpumpe 7 ein Unterdruck bzw. ein Vakuum in den Komponenten erzeugt wird. Diese Evakuierung wird mit der Maßgabe durchgeführt, dass der Sauerstoffgehalt in der Adaptervorrichtung 6 zweckmäßigerweise kleiner als 1 Vol.-% ist.

[0025] Im Anschluss daran wird der Adapter 2 bzw. das Adapterinnenvolumen 3 mit Inertgas unter Überdruck befüllt. Vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel wird dazu Stickstoff aus der Inertgasquelle 8 über die Inertgasleitung 11 in das Adapterinnenvolumen 3 eingeleitet. Der Überdruck des Inertgases im Adapterinnenvolumen 3 mag schließlich 7 bar betragen.

[0026] Anschließend wird eine Verbindung zwischen dem Adapterinnenvolumen 3 und dem Behälterinnenraum 5 hergestellt. Der bislang verschlossene Kleindeckel 17 wird dazu mittels der im Adapter 2 integrierten Hubvorrichtung 16 angehoben (s. vergleichende Betrachtung der Fig. 2 und 3). Die Fig. 2 zeigt den bislang noch verschlossenen Zustand des Kleindeckels 17 und die Fig. 3 zeigt den für den hier beschriebenen Verfahrensschritt bereits geöffneten Kleindeckel 17.

[0027] Durch die Verbindung zwischen dem Adapterinnenvolumen 3 und dem Behälterinnenraum 5 stellt sich entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck im Adapterinnenvolumen 3 und dem Druck im Behälterinnenraum 5 ein Mischdruck ein. Das Verfahren wird empfehlenermaßen mit der Maßgabe durchgeführt, dass sich ein Mischdruck kleiner 7 bar einstellt.

[0028] In einem nächsten Verfahrensschritt wird der Mischdruck im Behälterinnenraum 5 und im Adapterinnenvolumen 3 entspannt. Dazu wird Gas über die Vakuumleitung 10 abgezogen und bevorzugt über einen Filter 19 der Mischdüse 9 zugeführt. Mit Hilfe der Mischdüse 9 wird das aus dem Behälterinnenraum 5 abgezogene Gas bzw. Gasgemisch mit einem Verdünnungsgas - empfehlenermaßen und im Ausführungsbeispiel mit Luft als Verdünnungsgas - verdünnt. Die Verdünnung ist dabei zweckmäßigerweise so dimensioniert, dass aus dem

Behälterinnenraum 5 abgezogenes brennbares Gas bzw. brennbares Gasgemisch deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze liegt. Dazu wird über einen ersten Einlass 21 der Mischdüse 9 ein verhältnismäßig großer Volumenstrom Luft in die Mischdüse 9 eingeführt und über den zweiten Einlass 22 ein im Vergleich dazu relativ kleiner Volumenstrom des aus dem Behälterinnenraum 5 abgezogenen Gases bzw. Gasgemisches eingeführt. Das resultierende mit Luft verdünnte Gas bzw. Gasgemisch liegt dann deutlich unterhalb der unteren Explosionsgrenze. Dieses verdünnte Gas/Gasgemisch kann bedenkenlos beispielsweise an ein Abluftsystem 23 eines Kraftwerkes abgegeben werden.

[0029] Im Anschluss daran wird im Behälterinnenraum 5 und im Adapterinnenvolumen 3 mittels der Pumpe 7 ein Unterdruck erzeugt und das bei der Evakuierung abgezogene Gas bzw. Gasgemisch wird wie vorstehend beschrieben behandelt und mit Hilfe der Mischdüse 9 verdünnt. Das entfernte Gas bzw. Gasgemisch wird durch Inertgas - bevorzugt und im Ausführungsbeispiel durch Stickstoff - ersetzt, das wiederum aus der Inertgasquelle 8 zugeführt wird. Diese Substitution des Gases bzw. Gasgemisches durch das Inertgas wird mit der Maßgabe durchgeführt, dass der Sauerstoffgehalt im Behälter 1 kleiner als 1 Vol.-% ist. Zweckmäßigerweise wird der mit dem Inertgas befüllte Behälterinnenraum 5 auf Umgebungsdruck eingestellt.

[0030] Abschließend wird der Adapter 2 wieder vom Behälter 1 getrennt. Alle nachfolgenden Arbeiten am Behälter können dann ohne Explosions-Schutzbedingungen am drucklosen Behälter problemlos durchgeführt werden. - Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch den Vorteil aus, dass sowohl unter Überdruck als auch unter Unterdruck stehende Abfallbehälter 1 sicher druckentlastet und inertisiert werden können. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können bereits befüllte und konditionierte Abfallbehälter 1 auf einfache Weise für den Transport in eine Endlager vorbereitet werden und dabei kann sichergestellt werden, dass die Behälter 1 in Bezug auf den Druck und in Bezug auf den Gasinhalt alle Anforderungen ohne Weiteres erfüllen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern (1) für radioaktive Abfälle, insbesondere für schwach- und mittelaktive Abfälle, wobei ein Adapter (2) mit einem Adapterinnenvolumen (3) an den Behälter (1), insbesondere an einen Behälterdeckel (4) des Behälters (1) angeschlossen wird, wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) mit einem Inertgas unter Überdruck befüllt wird, wobei im Anschluss daran eine Verbindung zwischen dem Behälterinnenraum (5) und dem Adapterinnenvolumen (3) hergestellt wird, so dass sich entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck im Behälterinnenraum (5) und dem Überdruck

im Adapterinnenvolumen (3) ein Mischdruck im Adapterinnenvolumen (3) und im Behälterinnenraum (5) einstellt, wobei daraufhin der Mischdruck im Behälterinnenraum (5) und im Adapterinnenvolumen (3) entspannt wird - insbesondere auf Umgebungsdruck entspannt wird - und wobei anschließend im Behälterinnenraum (5) ein Unterdruck erzeugt wird und das aus dem Behälterinnenraum (5) entfernte Gas bzw. Gasgemisch durch zumindest ein Inertgas ersetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei - insbesondere vor der Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) mit Inertgas unter Überdruck - eine Dichtheitsüberprüfung der Adapter-Vorrichtung (6) durchgeführt wird, wobei vorzugsweise Teilbereiche der Adaptervorrichtung (6) - zweckmäßigerweise durch Absperrlemente getrennte Teilbereiche der Adaptervorrichtung (6) - evakuiert werden und im Anschluss daran der Druckanstieg in diesen Teilbereichen gemessen wird, insbesondere über einen definierten Zeitraum gemessen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei - insbesondere vor der Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) mit Inertgas unter Überdruck - Luft bzw. der Luftsauerstoff aus der Adaptervorrichtung (6) mit dem Adapterinnenvolumen (3) und daran angeschlossenen Leitungen und/oder Komponenten entfernt bzw. verdrängt wird, wobei vorzugsweise ein Unterdruck in der Adaptervorrichtung (6) erzeugt wird und anschließend eine Befüllung der Adaptervorrichtung (6) mit Inertgas durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) mit dem Inertgas unter Überdruck mit der Maßgabe erfolgt, dass der Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) 1,5 bis 10 bar, bevorzugt 2 bis 7 bar beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich der nach Verbindung von Behälterinnenraum (5) und Adapterinnenvolumen (3) einstellende Mischdruck kleiner ist als der zuvor vorhandene Überdruck in dem mit dem Inertgas befüllten Adapterinnenvolumen (3) und wobei der Mischdruck vorzugsweise kleiner als 10 bar, bevorzugt kleiner als 7 bar und sehr bevorzugt kleiner als 5 bar ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei für den Fall, dass der sich einstellende Mischdruck größer ist als der zuvor anliegende Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) und/oder größer ist als ein oberer Grenzwert, ein Druckabbau eingeleitet wird, und vorzugsweise mittels einer Bypass-Einrichtung eingeleitet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

das aus dem Behälterinnenraum (5) entfernte Gas bzw. Gasgemisch zunächst mit einem Verdünnungsgas - vorzugsweise mit Luft als Verdünnungsgas verdünnt wird und dann in verdünnter Form abgeführt wird, insbesondere an die Umgebung bzw. an die Atmosphäre abgegeben wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Ersatz des Gases bzw. des Gasgemisches im Behälterinnenraum (5) durch Inertgas mit der Maßgabe durchgeführt wird, dass der verbleibende Sauerstoffgehalt im Behälterinnenraum (5) kleiner 1 Vol.-%, bevorzugt kleiner 0,8 Vol.-% und sehr bevorzugt kleiner 0,5 Vol.-% ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der mit Inertgas befüllte Behälterinnenraum (5) auf Umgebungsdruck eingestellt wird.

10. Adapter-Vorrichtung zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, vorzugsweise für schwach- und mittelaktive Abfälle - insbesondere für die Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 -, wobei ein Adapter (2) mit Adapterinnenvolumen (3) zur Aufnahme eines Gasvolumens vorgesehen ist, wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) mit zumindest einer Pumpe (7) zum Abziehen von Gasen bzw. zur Erzeugung eines Unterdruckes verbunden ist und wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) fernerhin mit zumindest einer Inertgasquelle (8) für die Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) und/oder des Behälterinnenraumes (5) mit Inertgas verbunden ist.

11. Adaptervorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Adapter (2) für eine unmittelbare Anordnung bzw. Fixierung an bzw. auf dem Behälterdeckel (4) bzw. der Behälterdeckelanordnung des Behälters (1) eingerichtet ist.

12. Adaptervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei zumindest eine Mischvorrichtung - vorzugsweise in Form zumindest einer Mischdüse (9)

- für die Verdünnung bzw. für das Mischen des aus dem Behälterinnenraum (5) abgezogenen Gases bzw. Gasgemisches mit einem Verdünnungsgas - bevorzugt mit Luft - vorgesehen ist.

13. Adapter - insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder für die Adaptervorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12 - wobei der Adapter (2) eine Adapterdecke (12) sowie eine an die Adapterdecke (12) anschließende umlaufende Adapterwandung (13) aufweist, wobei die Adapterdecke (12) und die Adap-

terwandung (13) das Adapterinnenvolumen (3) einschließen bzw. begrenzen und wobei der Adapter (2) vorzugsweise zumindest ein Fixierungselement (15) zur Fixierung des Adapters (2) an einem Behälterdeckel (4) aufweist.

14. Adapter nach Anspruch 13, wobei der Adapter (2) an seiner dem Behälterdeckel (4) zugewandten Unterseite (14) offen bzw. im Wesentlichen offen ausgebildet ist, so dass im am Behälterdeckel (4) fixierten Zustand des Adapters (2) das Adapterinnenvolumen (3) unmittelbar an den Behälterdeckel (4) anschließt.

15. Adapter nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei das Adapterinnenvolumen (3) 4 bis 20 %, vorzugsweise 5 bis 15 % des Volumens des Behälterinnenraumes (5) entspricht.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zur Druckentlastung und Inertisierung von Abfallbehältern (1) für radioaktive Abfälle wobei ein Adapter (2) mit einem Adapterinnenvolumen (3) an den Behälter (1), angeschlossen wird, wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) mit einem Inertgas unter Überdruck befüllt wird, wobei im Anschluss daran eine Verbindung zwischen dem Behälterinnenraum (5) und dem Adapterinnenvolumen (3) hergestellt wird, so dass sich entsprechend der Druckdifferenz zwischen dem Druck im Behälterinnenraum (5) und dem Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) ein Mischdruck im Adapterinnenvolumen (3) und im Behälterinnenraum (5) einstellt, wobei daraufhin der Mischdruck im Behälterinnenraum (5) und im Adapterinnenvolumen (3) entspannt wird und wobei anschließend im Behälterinnenraum (5) ein Unterdruck erzeugt wird und das aus dem Behälterinnenraum (5) entfernte Gas bzw. Gasgemisch durch zumindest ein Inertgas ersetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Dichtheitsüberprüfung der Adaptervorrichtung (6) durchgeführt wird, wobei Teilbereiche der Adaptervorrichtung (6) evakuiert werden und im Anschluss daran der Druckanstieg in diesen Teilbereichen gemessen wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei Luft bzw. der Luftsauerstoff aus der Adaptervorrichtung (6) mit dem Adapterinnenvolumen (3) und daran angeschlossenen Leitungen und/oder Komponenten entfernt bzw. verdrängt wird, wobei ein Unterdruck in der Adaptervorrichtung (6) erzeugt wird und anschließend eine Befüllung der Adaptervorrichtung (6) mit Inertgas durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) mit dem Inertgas unter Überdruck mit der Maßgabe erfolgt, dass der Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) 1,5 bis 10 bar beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei sich der nach Verbindung von Behälterinnenraum (5) und Adapterinnenvolumen (3) einstellende Mischdruck kleiner ist als der zuvor vorhandene Überdruck in dem mit dem Inertgas befüllten Adapterinnenvolumen (3) und wobei der Mischdruck kleiner als 10 bar ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei für den Fall, dass der sich einstellende Mischdruck größer ist als der zuvor anliegende Überdruck im Adapterinnenvolumen (3) und/oder größer ist als ein oberer Grenzwert, ein Druckabbau eingeleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das aus dem Behälterinnenraum (5) entfernte Gas bzw. Gasgemisch zunächst mit einem Verdünnungsgas verdünnt wird und dann in verdünnter Form abgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Ersatz des Gases bzw. des Gasgemisches im Behälterinnenraum (5) durch Inertgas mit der Maßgabe durchgeführt wird, dass der verbleibende Sauerstoffgehalt im Behälterinnenraum (5) kleiner 1 Vol.-% ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der mit Inertgas befüllte Behälterinnenraum (5) auf Umgebungsdruck eingestellt wird.
10. Druckentlastungs- und Inertisierungs-Vorrichtung für Abfallbehälter für radioaktive Abfälle - insbesondere für die Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 -, wobei ein Adapter (2) mit Adapterinnenvolumen (3) zur Aufnahme eines Gasvolumens vorhanden ist, wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) mit zumindest einer Pumpe (7) zum Abziehen von Gasen bzw. zur Erzeugung eines Unterdruckes verbunden ist, wobei der Adapter (2) bzw. das Adapterinnenvolumen (3) fernerhin mit zumindest einer Inertgasquelle (8) für die Befüllung des Adapterinnenvolumens (3) und/oder des Behälterinnenraumes (5) mit Inertgas verbunden ist und wobei zumindest eine Mischvorrichtung für die Verdünnung bzw. für das Mischen des aus dem Behälterinnenraum (5) abgezogenen Gases bzw. Gasgemisches mit einem Verdünnungsgas vorhanden ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Adapter (2) für eine unmittelbare Anordnung bzw. Fixierung an bzw. auf dem Behälterdeckel (4) bzw. der Behälterdeckelanordnung des Behälters (1) eingerichtet ist.
12. Adapter zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und/oder für die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei der Adapter (2) eine Adapterdecke (12) sowie eine an die Adapterdecke (12) anschließende umlaufende Adapterwandung (13) aufweist, wobei die Adapterdecke (12) und die Adapterwandung (13) das Adapterinnenvolumen (3) einschließen bzw. begrenzen und wobei der Adapter (2) zumindest ein Fixierungselement (15) zur Fixierung des Adapters (2) an einem Behälterdeckel (4) aufweist.
13. Adapter nach Anspruch 12, wobei der Adapter (2) an seiner dem Behälterdeckel (4) zugewandten Unterseite (14) offen bzw. im Wesentlichen offen ausgebildet ist, so dass im am Behälterdeckel (4) fixierten Zustand des Adapters (2) das Adapterinnenvolumen (3) unmittelbar an den Behälterdeckel (4) anschließt.
14. Adapter nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei das Adapterinnenvolumen (3) 4 bis 20 % des Volumens des Behälterinnenraumes (5) entspricht.

Fig. 1

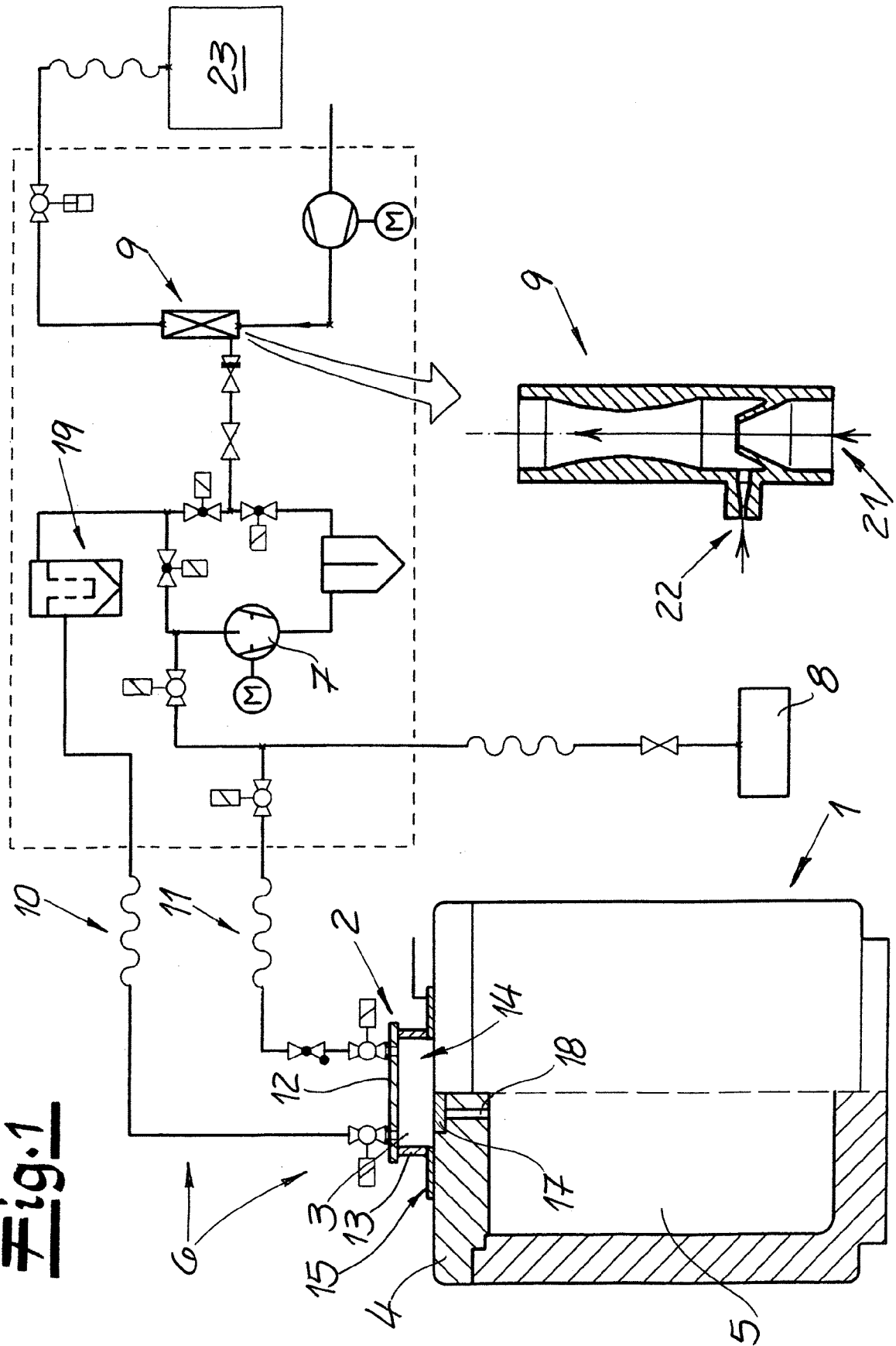


Fig. 2

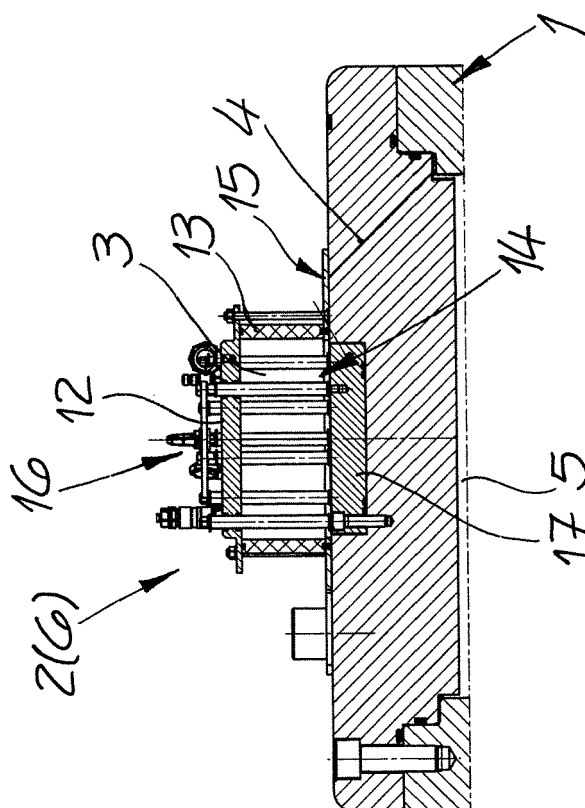
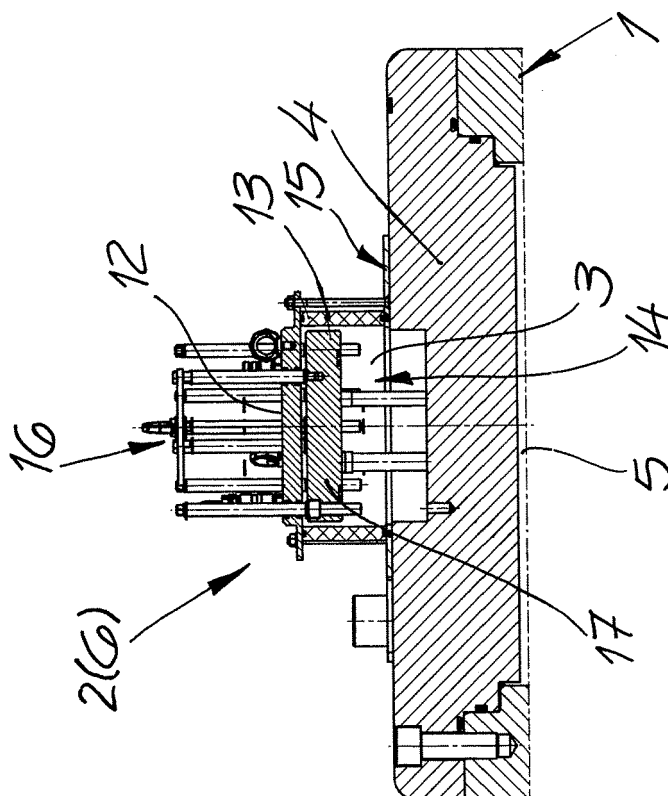


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 6804

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	WO 2015/164705 A1 (HOLTEC INTERNAT [US]) 29. Oktober 2015 (2015-10-29)	10-15	INV. G21F5/12
A	* Zusammenfassung * * Abbildungen * * Absätze [0054], [0061], [0068], [0069] *	1-9	
X	JP H03 89200 A (KOBE STEEL LTD) 15. April 1991 (1991-04-15)	10-15	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G21F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Mai 2016	Prüfer Opitz-Coutureau, J
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 : mündliche 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 03.92 (P04C03)

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

EP 15 19 6804

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.

31-05-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2015164705 A1	29-10-2015	KEINE	
15	JP H0389200 A	15-04-1991	JP 2635419 B2 JP H0389200 A	30-07-1997 15-04-1991
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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