

(19)



(11)

EP 4 506 573 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2025 Patentblatt 2025/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 27/02^(2006.01) F04D 29/58^(2006.01)
C01B 7/00^(2006.01) F04D 17/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23191177.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 27/0207; C01B 7/00; F04D 17/12;
F04D 29/5833

(22) Anmeldetag: **11.08.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Rode, Matthias**
50825 Köln (DE)
• **Werner, Knud**
47800 Krefeld (DE)
• **Janssen, Hans-Georg**
51107 Köln (DE)
• **Witte, Henning**
51381 Leverkusen (DE)

(71) Anmelder: **Covestro Deutschland AG**
51373 Leverkusen (DE)

(74) Vertreter: **Levpat**
c/o Covestro AG
Gebäude K12
51365 Leverkusen (DE)

(54) INTEGRIERTE BYPASS-KÜHLUNG AN TURBO-VERDICHTERN MIT ZWEI ODER MEHR PROZESSSTUFEN

(57) mindestens eine Zuleitung (2) für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom zu einer Verdichtereinheit (4), sowie mindestens eine Ableitung (3) des komprimierten Gasstroms aus besagter Verdichtereinheit (4),

besagte Verdichtereinheit (4), enthaltend zumindest eine erste Kompressorstufe (1) und eine finale Kompressorstufe (F), wobei die Zuleitung (2) mit dem Gaseinlass der ersten Kompressorstufe (1) in Fluidverbindung steht und der Gasauslass der ersten Kompressorstufe (1) mit dem Gaseinlass einer letzten Kühlvorrichtung (WA00F), sowie der Gasauslass der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) mit dem Gaseinlass der finalen Kompressorstufe (F), sowie die Ableitung (3) mit dem Gasauslass der finalen Kompressorstufe (F) in Fluidverbindung steht,

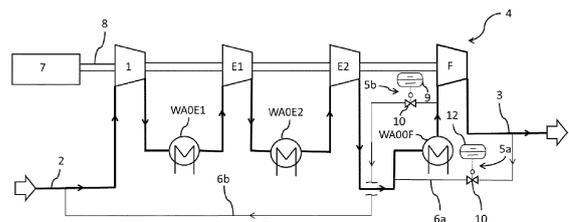
mindestens einen ersten Bypass (6a), der die Ableitung (3) mit der Fluidverbindung verbindet, die sich zwischen der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) und der unmittelbar davor liegenden Kompressorstufe befindet, wobei mit einer im ersten Bypass (6a) befindlichen, mindestens ein Ventil (10) enthaltenden ersten Durchflussregelung (5a) die im Bypass-Gasstrom geführte Gasmenge steuerbar ist und dadurch der Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe (F) regelbar ist,

mindestens einen mit einer zweiten Durchflussregelung (5b) versehenen zweiten Bypass (6b), wobei dieser die zwischen letzter Kühlvorrichtung (WA00F) und finaler

Kompressorstufe (F) befindliche Fluidverbindung mit der Zuleitung (2) verbindet,

sowie einem entsprechenden Verfahren, das unter Nutzung dieser Vorrichtung ausgeführt werden kann, kann der Pumpschutz der Verdichtereinheit (4) besser auf die einzelnen Kompressorstufen abgestimmt und eine Kondensation des rückgeführten, komprimierten Gasstromes vermieden werden. Der durch das Verfahren final komprimierte Gasstrom liefert ein komprimiertes, heißes Gas zur Wärmeintegration in Prozessschritten verwendet werden kann, die auf die Kompression folgen.

Fig. 5:



EP 4 506 573 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verdichtung von Prozessgasen insbesondere mit Turbokompressoren und die Regelung der dabei genutzten Kompressoren durch Regulation des Gasstroms vor dessen Einbringung in eine Kompressorstufe mit Hilfe von Bypässen. Diese Regulation wird durch das erfindungsgemäße Kompressionsverfahren, sowie durch eine Vorrichtung mit spezieller Bypass-Schaltung erzielt.

[0002] Kompressoren nehmen in der industriellen Herstellung von Gasen eine wichtige unterstützende Funktion ein. Ein Kompressor entnimmt beispielsweise einer Gasquelle Gas zur Verdichtung und liefert dieses verdichtete Gas an einen Gasverbraucher. Dabei entsteht bei der Einbringung des Gases in den Kompressor durch die Pumpwirkung des Kompressors ein Sog, daher wird diejenige Seite des Kompressors mit der Gaszuführung auch Saugseite des Kompressors genannt.

[0003] Um Kompressoren verlässlich in einem Prozess nutzen zu können, muss z.B. die durch die einzelnen Kompressorstufen erzielte Kompression in einem bestimmten Druckbereich gehalten werden. Insbesondere muss der Kompressor derart gesteuert werden, dass er den von einem nachgeschalteten Verbraucher aus der Gasquelle angeforderten Gasstrom mit einem speziellen Druck in der angefragten Flussrate kontinuierlich liefern kann. Dabei muss die Kompressorsteuerung variabel auf diese angefragte Flussrate reagieren können.

[0004] Darüberhinaus ist speziell bei Turbokompressoren die Kompressorsteuerung ebenfalls für den Schutz der Kompressorstufen zuständig. Die Kompressorstufen werden mit einer Pumpgrenzregelung betrieben, welche den Durchfluss durch die Kompressorstufe unabhängig von der durch die Zuleitung bereitgestellten Gasmenge so sichert, dass niemals der minimal zulässige Durchfluss (d.h. die Pumpgrenze) unterschritten wird. Dieses Pumpen genannte Phänomen führt zu Schwingungen in der Kompressorstufe, zerstört den Turbokompressor und muss daher vermieden werden.

[0005] Die Pumpgrenzregelung erfolgt gemäß Stand der Technik so, dass ein Teil des komprimierten Gases nach einer Kompressorstufe wieder vor diese über einen Bypass zurückgeführt wird. Bei Einsatz mehrerer hintereinander abfolgender Kompressorstufen, besitzt jede Kompressorstufe eine eigene Pumpgrenze. In diesem Falle wird üblicherweise eine Rückführung von der letzten Kompressorstufe vor die erste Kompressorstufe vorgesehen, um alle Stufen gleichzeitig zu schützen.

[0006] Dieser Stand der Technik hat zwei Nachteile: Zum Einen kann die Rückführung nicht individuell auf die einzelnen Kompressorstufen eingestellt werden, so dass der Bypass größer als notwendig ist.

[0007] Zum Anderen ist es erforderlich, dass der zur Rückführung vorgesehene Teil des durch die Kompression erhitzten Gasstroms aus der letzten Kompressorstufe gekühlt werden muss, damit er nicht heiß in die

erste Stufe eintritt und zu einer unzulässig hohen Temperatur an deren Austritt führt. Sollte das rückgeführte, komprimierte Gas dabei auf eine Temperatur in der Nähe seines Taupunkts abgekühlt werden müssen, besteht die Gefahr, dass versehentlich der Taupunkt unterschritten wird und die entstehenden Tröpfchen mit dem Gasstrom in die erste Kompressorstufe geleitet werden und dort Erosionsschäden verursachen.

[0008] Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, dass mit der Vorrichtung im Vergleich zum Stand der Technik der Pumpschutz besser auf die einzelnen Kompressorstufen abgestimmt werden kann.

[0009] Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Kondensation des rückgeführten, komprimierten Gases zu vermeiden.

[0010] Eine andere Aufgabe ist es, ein komprimiertes, heißes Gas zur Verfügung zu stellen, um es zur Wärmeintegration in Prozessschritten zu verwenden, die auf die Kompression folgen.

[0011] Es ist außerdem eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verdichtung von Gasen bereitzustellen, die mindestens zwei Pumpgrenzregelungen aufweist und in der Lage ist, auf der Saugseite der entsprechenden Kompressorstufen einen Gasstrom in der erforderlichen Gasmenge bereitzustellen.

[0012] Beim Verdichten erwärmt sich das komprimierte Gas, so dass es bei einem mehrstufigen Kompressionsprozess zwischen den Kompressorstufen gekühlt wird. Dies erhöht zum Einen die Effizienz der Kompression und zum Anderen verhindert es eine Erhitzung des Kompressors und des Gases über zulässige Temperaturgrenzen. Zum Zweck der Kühlung des Gasstroms werden gängige Wärmeübertragertypen genutzt. Üblicherweise wird nach jeder Kompressorstufe eine Kühlvorrichtung zur Kühlung des Gasstromes vorgesehen. Diese Art der Kühlung ist sowohl energieintensiv als auch durch Bereitstellung und Wartung der notwendigen Kühlvorrichtungen mit Aufwand von Ressourcen, wie z.B. Material und Kosten, verbunden. Das neue Verfahren und die neue Vorrichtung sollen Ressourcen schonen und insbesondere Energie, z.B. für die Kühlung, sparen.

[0013] Ferner soll die Außerbetriebnahme sowie die Wartung der genutzten Vorrichtung zur Verdichtung vereinfacht werden. Bei der Außerbetriebnahme werden die Zufuhr und Abfuhrleitung der Verdichtereinheit geschlossen. Das in den einzelnen Kompressorstufen vorhandene Gas hat unterschiedliche Drucke und strömt nun innerhalb der Verdichtereinheit in Gebiete niedrigeren Drucks, bis in der Verdichtereinheit ein einheitlicher Druck herrscht, der settle-out pressure. Für Wartungsarbeiten muss nach Einstellung des settle-out pressure das Gas aus der Verdichtereinheit abgelassen und gegebenenfalls im Anschluss daran in der gesamten Vorrichtung zur Verdichtung mit einem Spülgas entfernt werden.

[0014] Es wurde gefunden, dass ein modifiziertes Verfahren, sowie eine modifizierte Vorrichtung jeweils zur

Verdichtung von Gasen die vorgenannten Aufgaben löst, wenn die Vorrichtung zur Kompression neben mindestens zwei Kompressorstufen zusätzlich mindestens zwei spezielle Bypässe enthält.

[0015] Mit der vorliegenden Erfindung wird eine unbeabsichtigte Kondensation des komprimierten Gases hinter der letzten Kompressorstufe durch das Fehlen einer Kühlvorrichtung zwischen letzter Kompressionsstufe und der für eine Rückführung vorgesehenen Abzweigung für den final komprimierten Gasstrom vermieden. Dadurch verursacht das auf die Kühlvorrichtung vor der Saugseite der vorherigen Kompressorstufe zurückgeführte Gas auch ohne die Installation von Flüssigkeitsabscheidern keine Erosion dieser Kompressorstufe durch Kondensattröpfchen mehr.

[0016] Durch die Einsparung einer Kühlvorrichtung zwischen letzter Kompressionsstufe und der für eine Rückführung vorgesehenen Abzweigung für den final komprimierten Gasstrom reduziert sich zudem dasjenige Gasvolumen, welches im Falle einer Abschaltung der Vorrichtung entsorgt werden muss. Ebenso umfasst die Vorrichtung durch den Wegfall einer Kühlvorrichtung weniger Toträume, wodurch beim gegebenenfalls erforderlichen Spülen der Vorrichtung die Spülzeit verringert wird. Außerdem wurde durch den Wegfall eines Kühlers sowie der erfindungsgemäßen Schaltung der Bypässe der settle-out pressure verringert.

[0017] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, dass die erfindungsgemäß eingesetzten Kühlvorrichtungen in ihrer Dimensionierung vereinheitlicht werden können. Verglichen mit dem Stand der Technik wird aufgrund der erfindungsgemäßen Schaltung der Bypässe durch die erste Kühlvorrichtung ein kleinerer, den Pumpgrenzen der vorderen Kompressorstufen angepasster Volumenstrom geleitet, als im Stand der Technik. Dadurch kann die erste Kühlvorrichtung in der Dimension etwas verkleinert werden. Dieser Volumenstrom durchläuft auch die letzte Kühlvorrichtung und wird erst hinter dieser als Bypass abgezogen. Zusätzlich wird der Bypass von der letzten Kompressorstufe vor die letzte Kühlvorrichtung geleitet, d.h. die letzte Kühlvorrichtung wird mit einem größeren Volumenstrom beaufschlagt, als im Stand der Technik. Dadurch wird sie in ihrer Dimension etwas vergrößert, was eine einheitliche Dimensionierung aller Kühlvorrichtungen ermöglicht.

[0018] Ein erster Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms, umfassend mindestens die Schritte

a) Bereitstellung eines Gasstroms, enthaltend mindestens eine gasförmige Verbindung,

b) Einbringen des besagten Gasstroms über eine Zuleitung in eine erste Kompression, darin durchlaufend zumindest die folgenden Teilschritte:

b1) Einbringung und Komprimierung des ein-

gebrachten Gasstroms in einer ersten Kompressorstufe,
b2) Ausbringung des komprimierten Gasstroms,

c) Einbringen des zuvor ausgebrachten komprimierten Gasstroms in eine weitere Kompression, enthaltend mindestens einen weiteren Kompressionsschritt, wobei in jedem durchgeführten, weiteren Kompressionsschritt zumindest

mindestens eine Kühlung des eingebrachten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kühlvorrichtung erfolgt und

danach eine Komprimierung des zuvor gekühlten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kompressorstufe erfolgt,

mit der Maßgabe, dass dabei zumindest die folgenden Teilschritte durchlaufen werden:

c1) Einbringen des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,

c2) Einbringung zumindest eines Teils des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe und Komprimierung darin,

c3) Ausbringung des komprimierten Gasstroms,

c4) gegebenenfalls Wiederholung der Schritte c1) bis c3) für die Durchführung mindestens eines weiteren Kompressionsschrittes,

wobei nach Abschluss von Schritt c) von dem daraus in einer Ableitung ausgebrachten komprimierten Gasstrom ein Teil als Bypass-Gasstrom in einen Bypass abgezweigt, vor die letzte Kühlvorrichtung des Schrittes c) zurückgeführt und mit dem zur Kühlung und anschließenden Einbringung in die finale Kompressorstufe des Schrittes c) vorgesehenen Gasstrom vereinigt wird, wobei eine mindestens ein Ventil enthaltende Durchflussregelung die über den Bypass-Gasstrom im Bypass zurückzuführende Gasmenge steuert und dabei den Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe des Schrittes c) regelt.

[0019] Es ist erfindungsgemäß bevorzugt, wenn der aus der finalen Kompressorstufe ausgebrachte Gasstrom zwischen der Ausbringung des komprimierten Gasstroms aus der finalen Kompressorstufe in die Ableitung und der für die Entnahme des Bypass-Gasstroms in der Ableitung vorgesehenen Abzweigung des Bypass-

Gasstromes keine Kühlvorrichtung durchläuft.

[0020] Der in dem erfindungsgemäßen Verfahren bereitgestellte Gasstrom erfährt durch die einzelnen Kompressorstufen entlang der Fließrichtung von der Einbringung in die Kompression und deren Kompressorstufen bis zur Ausbringung des komprimierten Gases der finalen Kompression nach jeder durchlaufenen Kompression eine Druckerhöhung. Besagte Fließrichtung des Gasstroms entspricht somit der Pumprichtung der Kompressorstufen. Unter einem "komprimierten Gasstrom" wird der Teil des Gasstromes verstanden, der bereits mindestens eine Kompressorstufe durchlaufen hat.

[0021] Unter einem "Bypass" wird eine Fluidverbindung verstanden, in der zumindest ein Teil des komprimierten Gasstromes an mindestens einer Kompressorstufe vorbei gegen die Pumprichtung der Kompressorstufen zurückgeführt und mit dem Gasstrom wieder vereinigt wird.

[0022] Unter einer "Fluidverbindung" wird erfindungsgemäß ein Vorrichtungsteil verstanden, das Anlagenteile miteinander verbindet und durch das sich ein Stoff, der in jedem Aggregatzustand vorliegen kann, von einem Anlagenteil zum nächsten transportieren lässt, beispielsweise eine Zuleitung in Form eines Rohres.

[0023] Unter einem "Bypass-Gasstrom" wird ein von einem komprimierten Gasstrom abgezwigter Gasstrom verstanden, der durch einen Bypass an mindestens einer Kompressorstufe vorbei gegen die Pumprichtung der Kompressorstufen zurückgeführt und an einer Position des Gasstromes mit geringerem Druck als an der vorgenommenen Abzweigung wieder vereinigt wird.

[0024] Bei den jeweiligen Kompressorstufen handelt es sich erfindungsgemäß um jeweils eine Turbokompressorstufe.

[0025] Der gemäß Schritt a) bereitgestellte Gasstrom enthält mindestens eine gasförmige Verbindung. Die Gesamtheit aller im bereitgestellten Gasstrom befindlichen Verbindungen wird als Gaszusammensetzung des Gasstroms bezeichnet.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren ist in einer weiteren Ausführungsform besonders vorteilhaft, in der die Gaszusammensetzung des gemäß Schritt a) bereitgestellten Gasstroms mindestens ein Halogen-enthaltendes Gas, ausgewählt aus mindestens einer gasförmigen Verbindung aus Halogen, Halogenwasserstoff oder Mischungen daraus, beispielsweise bezogen auf das Gesamtgewicht der Gaszusammensetzung mindestens 90 Gew.-% Halogen, als mindestens einer gasförmigen Verbindung enthält. Als besonders bevorzugt hat sich die Nutzung eines eingebrachten Gasstroms, enthaltend mindestens Chlorgasbeispielsweise bezogen auf das Gesamtgewicht der Gaszusammensetzung mindestens 90 Gew.-% Chlorgas, als mindestens eine gasförmige Verbindung, erwiesen.

[0027] Zur Verdichtung wird der in Schritt a) des erfindungsgemäßen Verfahrens bereitgestellte Gasstrom über die Zuleitung in eine Verdichtereinheit eingebracht, die mindestens zwei Kompressorstufen - die erste Kom-

pressorstufe und die finale Kompressorstufe - enthält. Die Verdichtereinheit ist ein Turbokompressor mit mehreren Kompressorstufen.

[0028] In dem Verfahren der Erfindung wird der in Schritt a) bereitgestellte Gasstrom zunächst in Schritt b) über eine Zuleitung in eine erste Kompression eingebracht, in der der Gasstrom zunächst in eine erste Kompressorstufe eingebracht und dort komprimiert wird, und der komprimierte Gasstrom wieder ausgebracht wird.

[0029] Nach dieser ersten Kompression gemäß Schritt b) sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass in Schritt c) der zuvor aus Schritt b) ausgebrachte komprimierte Gasstrom in eine weitere Kompression, enthaltend mindestens einen weiteren Kompressionsschritt eingebracht wird, wobei in jedem durchgeführten, weiteren Kompressionsschritt zumindest eine Kühlung des eingebrachten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kühlvorrichtung erfolgt und

danach eine Komprimierung des zuvor gekühlten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kompressorstufe erfolgt.

[0030] Dabei wird der Gasstrom derart durch jeden besagten weiteren Kompressionsschritt des Schrittes c) geführt, dass der in einem Kompressionsschritt des Schrittes c) komprimierte Gasstrom entweder der final komprimierte Gasstrom ist, oder in einen nächsten Kompressionsschritt eingebracht wird, wobei für diesen nächsten Kompressionsschritt wiederum eine eigene Kühlvorrichtung und eine eigene Kompressorstufe wie zuvor definiert genutzt werden. Es können mehrere dieser Kompressionsschritte in Schritt c) durchgeführt werden. Somit werden in Schritt c) zumindest die folgenden Teilschritte durchlaufen:

c1) Einbringen des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,

c2) Einbringung zumindest eines Teils des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe und Komprimierung darin,

c3) Ausbringung des komprimierten Gasstroms,

c4) gegebenenfalls Wiederholung der Schritte c1) bis c3) für die Durchführung mindestens eines weiteren Kompressionsschrittes.

[0031] Gemäß Schritt c) des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Schrittfolge c1) bis c3) mindestens einmal durchlaufen. Diejenige Kompressorstufe, die in Schritt c), d.h. inklusive möglicher Wiederholungen der Schrittfolge c1) bis c3), als letztes durchlaufen wird, wird auch als finale Kompressorstufe bezeichnet. Diejenige Kühlvorrichtung, die in Schritt c), d.h. inklusive möglicher

Wiederholungen der Schrittfolge c1) bis c3), als letztes durchlaufen wird, wird auch als letzte Kühlvorrichtung bezeichnet. Wenn Schritt c) abgeschlossen ist, wird daraus der komprimierte Gasstrom in einer Ableitung aus der Verdichtereinheit ausgebracht.

[0032] Gemäß Schritt c4) des Verfahrens können die Schritte c1) bis c3) mit dem zuvor aus Schritt c3) ausgebrachten komprimierten Gasstrom optional mindestens einmal wiederholt werden. Eine erfindungsgemäß besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass gemäß Schritt c) des Verfahrens die Schrittfolge c1) bis c3) drei Mal durchgeführt wird, die Schritte c1) bis c3) gemäß Schritt c4) somit zwei Mal unter Anwendung einer jeweils eigenen Kühlvorrichtung und in einer jeweils eigenen Kompressorstufe mit dem aus dem vorherigen Schritt c3) ausgebrachten, komprimierten Gasstrom wiederholt werden.

[0033] Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren im Schritt c) genutzten Kühlvorrichtungen zur Kühlung des komprimierten Gasstromes kühlen den zuvor komprimierten Gasstrom, bevor zumindest ein Teil davon in einen weiteren Kompressionsschritt eingebracht wird. Besagte Kühlvorrichtungen sind bevorzugt Wärmetauscher. "Zumindest ein Teil" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass entweder der betroffene Gasstrom komplett oder teilweise eingebracht wird, je nachdem ob vor dem Einbringen ein Bypass-Gasstrom explizit abgeführt wird, oder nicht.

[0034] Ein Teil der Kühlleistung der besagten Kühlvorrichtungen kann für die als Bypass-Gasstrom zurückgeführte Gasmenge ohne Einsatz zusätzlicher Energie erbracht werden, falls das Gas einen positiven Joule-Thomson-Koeffizienten aufweist. In diesem Fall kühlt sich das Gas bei der adiabatischen Expansion in dem Ventil zur Regelung des Bypass-Gasstroms ab.

[0035] Für die Regelung des rückgeführten Bypass-Gasstromes ist bevorzugt ein Pumpgrenzventil als Ventil einzusetzen, wobei weiter bevorzugt das Ventil ausgewählt wird aus Gradsitzventil oder Drehkegelventil. Im Rahmen einer Ausführungsform des Verfahrens weist das Ventil, das weiter bevorzugt als Druckstoßventil, Gradsitzventil oder Drehkegelventil ausgestaltet ist, einen Durchlass mit einem Durchmesser von höchstens 350 mm, besonders bevorzugt von höchstens 200 mm, auf.

[0036] Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform wird nach mindestens einer Kompressorstufe des Verfahrens hinter der Kühlvorrichtung des folgenden Kompressionsschrittes ein Teil des komprimierten, gekühlten Gasstroms als Bypass-Gasstrom abgezweigt und wieder zum Gasstrom vor der Kompressorstufe rückgeführt und mit diesem Gasstrom vereinigt. Die Größe dieses Bypass-Gasstroms wird mittels eines Ventils geregelt, in dem der Bypass-Gasstrom adiabat expandiert und dabei weiter abkühlt, wenn das Gas einen positiven Joule-Thomson-Koeffizienten aufweist.

[0037] Wenn die Quelle für den bereitgestellten Gasstrom in Schritt a) während der Verfahrensdauer einen

Gasstrom mit variablem Volumenstrom liefert, (z.B. eine für die Bereitstellung des Gasstroms angeschlossene Gasproduktionsanlage, wie beispielsweise eine Chloralkalielektrolyse), wird im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens über Bypässe eine Teilmenge des komprimierten Gases hinter den Kühlstufen der jeweils folgenden Kompressionsschritte c) auf die Saugseite der davor liegenden Kompressorstufe zurückgeführt und dadurch der sichere Betrieb der Kompressorstufen der genutzten Vorrichtung zur Verdichtung wieder hergestellt. Allerdings erfordert der Betrieb der Bypässe zusätzliche Kühlleistung durch die Kühlstufen, was wiederum in einen höheren Energieverbrauch des Verfahrens mündet.

[0038] Eine bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist daher dadurch gekennzeichnet, dass zur Regelung des Gasstromes nach Ablauf mindestens einer Schrittfolge c1) bis c3) des Schrittes c) eine Teilmenge des Gasstroms aus Schritt c1) in einen Bypass abzweigt, an mindestens einer Kompressorstufe aus mindestens einem Schritt, ausgewählt aus Schritt b) oder Schritt c) vorbei zurückgeführt und wieder mit dem Gasstrom vereinigt wird, wobei im Bypass die Größe des Bypass-Gasstroms bevorzugt durch mindestens ein Ventil geregelt wird, wobei der Bypass-Gasstrom durch die adiabatische Expansion am Ventil weiter abgekühlt wird, wenn das Gas einen positiven Joule-Thomson-Koeffizienten aufweist.

[0039] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass aus dem gekühlten Gasstrom nach dem letzten durchgeführten Kühschritt c1) des Schrittes c) und vor Eingang in die finale Kompressorstufe des Schrittes c) ein weiterer Bypass-Gasstrom in einem weiteren Bypass abzweigt, an den Kompressorstufen der Schritte c) und b) vorbei zurückgeführt, und mit dem Gasstrom des Schrittes a) vor dessen Einbringung in den Schritt b) vereinigt wird. Dabei steuert eine, mindestens ein weiteres Ventil enthaltende, Durchflussregelung die über den Bypass-Gasstrom im weiteren Bypass zurückzuführende Gasmenge und regelt so den Durchfluss des Gasstromes durch die Kompressorstufe des Schrittes b).

[0040] Es ist eine Ausführungsform erfindungsgemäß bevorzugt, worin der nach der finalen Kompressorstufe entnommene Bypass-Gasstrom vor die letzte Kühlvorrichtung des Schrittes c) zurückgeführt wird. Es wurde beobachtet, dass der Bypass-Gasstrom im Bypass durch mindestens eine am Ventil stattfindende, adiabatische Expansion vorgekühlt werden kann, falls die Gaszusammensetzung des Gaststromes einen positiven Joule-Thomson-Koeffizienten aufweist. Im Rahmen einer erfindungsgemäß besonders bevorzugten Ausführungsform durchläuft der komprimierte Gasstrom zwischen der Ausbringung des komprimierten Gasstroms aus der finalen Kompressorstufe in die Ableitung und der in der Ableitung enthaltenen Abzweigung des Bypass-Gasstromes der final komprimierte Gasstrom keine Kühlvorrichtung.

[0041] Eine erfindungsgemäß besonders bevorzugte

Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass gemäß Schritt c) des Verfahrens die Schrittfolge c1) bis c3) drei Mal durchgeführt wird, die Schritte c1) bis c3) also gemäß Schritt c4) zwei Mal in einer jeweils eigenen Kühlvorrichtung und in einer jeweils eigenen Kompressorstufe mit dem aus dem vorherigen Schritt c3) ausgebrachten, komprimierten Gasstrom wiederholt werden.

[0042] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist somit dadurch gekennzeichnet, dass Schritt c) durchgeführt wird durch Einbringen des aus Schritt b) ausgebrachten komprimierten Gasstroms in eine zusätzliche Kompression, darin durchlaufend zumindest die folgenden Teilschritte:

c1) Einbringen des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,

c2) Einbringung zumindest eines Teils des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe und Komprimierung darin,

c3) Ausbringung des komprimierten Gasstroms, und erneutem Einbringen zumindest eines Teils des aus Schritt c3) ausgebrachten komprimierten und abgekühlten Gasstroms in eine weitere zusätzliche Kompression, darin durchlaufend zumindest die folgenden Schritte:

c1-1) Einbringen des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,,

c2-1) Einbringung des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe und Komprimierung darin,

c3-1) Ausbringung des komprimierten Gasstroms, und erneutem Einbringen zumindest eines Teils des aus Schritt c3-1) ausgebrachten komprimierten und abgekühlten Gasstroms in eine weitere zusätzliche Kompression, darin durchlaufend zumindest die folgenden Schritte:

c1-2) Einbringen zumindest eines Teils des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,

c2-2) Einbringung des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe

und Komprimierung darin,

c3-2) Ausbringung des komprimierten Gasstroms in einer Ableitung,

wobei nach Abschluss von Schritt c) von dem daraus in der Ableitung ausgebrachten komprimierten Gasstrom ein Teil als Bypass-Gasstrom in einen Bypass abgezweigt, vor die Kühlvorrichtung des Schrittes c1-2) zurückgeführt und mit dem zur Kühlung und anschließenden Einbringung in die finale Kompressorstufe des Schrittes c) vorgesehenen Gasstrom vereinigt wird, wobei eine mindestens ein Ventil enthaltende Durchflussregelung die über den Bypass-Gasstrom im Bypass zurückzuführende Gasmenge steuert und dabei den Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe des Schrittes c) regelt. Alle zuvor genannten vorzugsweisen Ausführungsformen von Merkmalen dieser besonders bevorzugten Ausführungsform gelten für diese besonders bevorzugte Ausführungsform mutatis mutandis ebenfalls als vorzugsweise Ausführungsformen dieser Merkmale.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren, sowie die weiteren nachfolgend beschriebenen Gegenstände der Erfindung lassen sich im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einer Verflüssigung von bei Standardbedingungen gasförmigen Stoffen kombinieren. Hierbei werden besagte gasförmige Stoffe bevorzugt zur Aufreinigung verflüssigt. Zu diesem Zweck wird ein Gas (insbesondere komprimiertes Gas des aus der finalen Kompressorstufe des erfindungsgemäßen Verfahrens in die Ableitung ausgebrachten, komprimierten Gasstroms) verflüssigt und unter Druck (insbesondere bei einem relativen Druck bezogen auf den Atmosphärendruck (Überdruck) im Bereich von 2,5 bis 13 bar) in einem Pufferbehälter gelagert. Soll das verflüssigte Gas wieder aus dem Pufferbehälter entnommen werden, wird üblicherweise zumindest ein Teil des verflüssigten Gases aus dem Pufferbehälter herausgeführt und in einem Verdampfer unter Zufuhr von Wärme in einen Gasstrom umgewandelt. Dieser Gasstrom wird vorteilhafterweise für den weiteren Transport in eine Vorwärmvorrichtung geleitet und dort durch weiteren Wärmeeintrag erhitzt, insbesondere überhitzt. Für diesen Wärmeeintrag kann zur Wärmeintegration die Wärme des aus der finalen Kompressorstufe in die Ableitung ausgebrachten, komprimierten Gasstroms genutzt werden. Dieser Wärmeintegrationsschritt findet in dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach der erfindungsgemäßen Abzweigung des Bypass-Gasstromes aus der Ableitung statt.

[0044] Wird Gas, bevorzugt Gas aus der Gaszusammensetzung des besagten final komprimierten Gasstroms, verflüssigt in einen Pufferbehälter eingebracht und/oder gelagert, hat es sich im

[0045] Rahmen der Ausführungsform des erfindungs-

gemäßen Verfahrens als besonders bevorzugt erwiesen, wenn ein aus einem Pufferbehälter entnommenes, verflüssigtes Gas nach dem Verdampfungsschritt als zu erwärmender Gasstrom einer Vorwärmvorrichtung zugeführt wird und in dieser Vorwärmvorrichtung die Wärme des aus der finalen Kompressoreinheit ausgebrachte Gasstrom als Wärmequelle für die Erhitzung, insbesondere Überhitzung, des besagten, zu erwärmenden Gasstroms genutzt wird. Dabei findet keine stoffliche Mischung der beteiligten Gasströme statt. Vorteilhafterweise lässt sich daher der aus der finalen Kompressorstufe in die Ableitung ausgebrachte, komprimierte und durch die Kompression erhitzte Gasstrom zur Wärmeintegration als Wärmequelle für einen nachfolgenden Prozessschritt, insbesondere für die Erhitzung eines Gases, insbesondere eines Gases (bevorzugt eines Halogengases) mit einem relativen Druck bezogen auf den Atmosphärendruck (Überdruck) im Bereich von 2,5 bis 13 bar, nutzen. Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird daher der aus der finalen Kompressorstufe des Schrittes c) ausgebrachte, in der Ableitung befindliche, komprimierte Gasstrom nach erfolgter Abzweigung des Bypass-Gasstromes einer Vorrichtung zur Erhitzung eines weiteren Gasstroms (insbesondere eines weiteren Halogengasstroms) als Wärmequelle zugeführt. Hierbei liegt vorzugsweise der Druck des zu erhitzenden Gasstroms in vorgenanntem bevorzugten Druckbereich.

[0046] Der zu erhitzende, weitere Gasstrom ist selbstredend als zu erhitzender Gasstrom von dem aus der finalen Kompression ausgebrachten komprimierten Gasstrom, insbesondere in der Höhe der Temperatur und des Druckes, verschieden.

[0047] Der in der Vorwärmvorrichtung zu erhitzende weitere Gasstrom, enthält im Rahmen aller vorgenannten Ausführungsformen weiter bevorzugt mindestens 90 Gew.-% Halogen, insbesondere mindestens 90 Gew.-% Chlorgas.

[0048] Im Rahmen einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird

- der aus der finalen Kompressorstufe des Schrittes c) in die Ableitung ausgebrachte, komprimierte Gasstrom hinter der Abzweigung des Bypass-Gasstromes in einen Strömungsweg mindestens einer Vorwärmvorrichtung für einen weiteren Gasstrom eingebracht sowie nach Abgabe von Wärme wieder herausgeführt und
- in einen weiteren davon getrennten Strömungsweg derselben Vorwärmvorrichtung der weitere Gasstrom zur Erhitzung eingebracht, wobei besagter weitere Gasstrom durch Wärmeaustausch mit dem komprimierten Gasstrom der finalen Kompressorstufe (F) in der Vorwärmvorrichtung erhitzt und aus der Vorwärmvorrichtung als erhitzter Gasstrom herausgeführt wird.

[0049] Vorzugsweise liegt hierbei der Druck des weite-

ren Gasstroms vor der Einbringung in die Vorwärmvorrichtung in vorgenanntem bevorzugten Druckbereich.

[0050] Wenn das in der Vorwärmvorrichtung zu erwärmende Gas zuvor aus einem Pufferbehälter als Flüssigkeit (insbesondere bei einem relativen Druck bezogen auf den Atmosphärendruck (Überdruck) im Bereich von 2,5 bis 13 bar) entnommen wird, muss dieses verflüssigte Gas zunächst verdampft werden, wodurch der zuvor beschriebene, für die Erwärmung vorgesehene weitere Gasstrom erhalten wird. Dieser weitere Gasstrom wird zu diesem Zweck in die Vorwärmvorrichtung eingebracht.

[0051] Zur Verdampfung des verflüssigten Gases, insbesondere des Chlors, aus dem Pufferbehälter wird bevorzugt der aus der Vorwärmvorrichtung austretende, komprimierte Gasstrom als Wärmequelle verwendet. Zu diesem Zweck ist es bevorzugt, wenn der aus der Vorwärmvorrichtung ausgebrachte komprimierte Gasstrom als Wärmequelle in einen Strömungsweg einer Verdampfungsvorrichtung eingebracht, durch Abgabe von Wärme gekühlt und zumindest teilweise verflüssigt und dann wieder ausgebracht wird, sowie ein verflüssigtes Gas aus einem Pufferbehälter entnommen und in einen weiteren, davon verschiedenen Strömungsweg der Verdampfungsvorrichtung eingebracht, wobei besagtes verflüssigte Gas durch Wärmeaustausch mit dem komprimierten Gasstrom der finalen Kompressorstufe in der Verdampfungsvorrichtung verdampft und aus der Vorwärmvorrichtung als weiterer Gasstrom herausgeführt wird. Dabei findet keine stoffliche Mischung der beteiligten Ströme statt.

[0052] Wird ein verflüssigtes Gas, insbesondere Chlor, bei einem relativen Druck bezogen auf den Atmosphärendruck (Überdruck) im Bereich von 2,5 bis 13 bar verdampft, tritt das verdampfte Gas, insbesondere Chlorgas, in der Regel am Taupunkt aus der Verdampfungsvorrichtung aus und wird deshalb im Rahmen der vorgenannten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zur Erwärmung, insbesondere Überhitzung, in die Vorwärmvorrichtung eingebracht.

[0053] Der in der Vorwärmvorrichtung erhitzte, insbesondere überhitzte, Gasstrom wird beispielsweise nach Austritt aus der Vorwärmvorrichtung über eine Rohrleitung an einen Verbraucher abgegeben. Bedingt durch seine Erhitzung, insbesondere Überhitzung, ist die Gefahr der Kondensation des Gases, insbesondere des Chlors, in der Rohrleitung zum Verbraucher deutlich reduziert.

[0054] Das erfindungsgemäße Verfahren kann hervorragend in einer dafür hergerichteten Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms ausgeführt werden. Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist daher eine Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms, enthaltend

mindestens eine Zuleitung für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom zu einer Verdichtereinheit, sowie mindestens eine Ableitung des komprimierten Gasstroms aus

der Verdichtereinheit,

eine Verdichtereinheit, enthaltend zumindest eine erste Kompressorstufe und eine finale Kompressorstufe, wobei die Zuleitung mit dem Gaseinlass der ersten Kompressorstufe in Fluidverbindung steht und der Gasauslass der ersten Kompressorstufe mit dem Gaseinlass einer letzten Kühlvorrichtung, sowie der Gasauslass der letzten Kühlvorrichtung mit dem Gaseinlass der finalen Kompressorstufe, sowie die Ableitung mit dem Gasauslass der finalen Kompressorstufe in Fluidverbindung steht,

mindestens einen ersten Bypass, der die Ableitung mit der Fluidverbindung verbindet, die sich zwischen der letzten Kühlvorrichtung und der unmittelbar davor liegenden Kompressorstufe befindet, wobei mit einer im ersten Bypass befindlichen, mindestens ein Ventil enthaltenden ersten Durchflussregelung die im Bypass-Gasstrom geführte Gasmenge steuerbar ist und dadurch der Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe regelbar ist,

mindestens einen mit einer zweiten Durchflussregelung versehenen zweiten Bypass, wobei dieser die zwischen letzter Kühlvorrichtung und finaler Kompressorstufe befindliche Fluidverbindung mit der Zuleitung verbindet.

[0055] Wie für die Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit mindestens einer Wiederholung der Schritte c1) bis c3) nötig, enthält im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung die besagte Verdichtereinheit für jede vorgesehene Wiederholung der besagten Schritte eine weitere Kompressorstufe, die gemeinsam mit einer weiteren Kühlvorrichtung in die Vorrichtung integriert wird.

[0056] Somit ist eine Vorrichtung erfindungsgemäß bevorzugt geeignet, in der die Verdichtereinheit (4) mindestens eine weitere eingeschobene Kompressorstufe enthält, mit der Maßgabe, dass für jede weitere eingeschobene Kompressorstufe eine eigene, der jeweiligen eingeschobenen Kompressorstufe vorgeschaltete Kühlvorrichtung vorhanden ist, mit der Maßgabe, dass der Gasauslass der ersten Kompressorstufe anstelle der Fluidverbindung mit dem Einlass der letzten Kühlvorrichtung mit dem Einlass einer zusätzlichen, eingeschobenen Kühlvorrichtung in Fluidverbindung steht, der Auslass der eingeschobenen Kühlvorrichtung in Fluidverbindung mit dem Einlass der eingeschobenen Kompressorstufe und der Auslass der eingeschobenen Kompressorstufe in Fluidverbindung entweder mit dem Einlass mindestens einer weiteren zusätzlichen Kombination aus Kühlvorrichtung und Kompressorstufe oder mit dem Einlass der letzten Kühlvorrichtung steht.

[0057] Jede Wiederholung der Schritte c1) bis c3) erfordert somit den Einschub eines Einschubelementes. Jedes dieser Einschubelemente wird zwischen die erste

Kompressorstufe und die letzte Kühlvorrichtung eingeschoben, wobei jedes Einschubelement eine Kühlvorrichtung und eine Kompressorstufe enthält

[0058] Die Kühlvorrichtung des Einschubelementes befindet sich stets auf der Saugseite der Kompressorstufe des selben Einschubelementes. Dies wird dadurch gewährleistet, dass der Gasauslass der Kühlvorrichtung in Fluidverbindung mit dem Gaseinlass der Kompressorstufe des Einschubelementes steht. Ein Beispiel eines solchen Einschubelementes wird in Fig.4a illustriert. Werden mehrere Einschubelemente genutzt, werden diese zunächst derart miteinander in Reihe verknüpft, dass der Gasauslass der Kompressorstufe eines Einschubelementes mit dem Gaseinlass der Kühlvorrichtung des nächsten Einschubelementes in Verbindung steht. Der Gaseinlass der verknüpften Einschubelemente steht als Gaseinlass einer Kühlvorrichtung in Fluidverbindung mit dem Gasauslass der ersten Kompressorstufe und der Gasauslass der verknüpften Einschubelemente steht als Gasauslass einer Kompressorstufe in Fluidverbindung mit dem Gaseinlass der letzten Kühlvorrichtung. Dies ist exemplarisch in Fig.3 durch die verknüpften Einschubelemente anhand der gestrichelte Linie illustriert.

[0059] Es ist ebenso im Rahmen einer weiteren Ausführungsform möglich, dass mindestens eines der genutzten Einschubelemente zusätzlich einen mit einer Durchflussregelung versehenen Bypass enthält, wobei dieser Bypass nach dem Auslass der Kompressorstufe des Einschubelements entnommen und vor den Einlass der Kühlvorrichtung des selben Einschubelements zurückgeführt wird. Ein solches Einschubelement mit Bypass wird exemplarisch in Fig.4b illustriert. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass mindestens eines der genutzten Einschubelemente zusätzlich einen mit einer Durchflussregelung versehenen Bypass enthält, wobei dieser Bypass nach dem Auslass der Kühlvorrichtung des Einschubelements entnommen und vor den Einlass der Kompressorstufe des davor liegenden Einschubelements zurückgeführt wird.

[0060] Es ist erfindungsgemäß vorteilhaft, wenn die Vorrichtung im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform nach dem Gasauslass aus der finalen Kompressorstufe der Vorrichtung keine weitere Kühlvorrichtung besitzt.

[0061] Bevorzugterweise werden die Kompressorstufen der Vorrichtung mit einer Saugdruckregelung betrieben, da der Saugdruck der Kompressorstufe von der durch die Zuleitung bereitgestellten Gasmenge beeinflusst wird. Zu diesem Zweck besitzt die Vorrichtung bevorzugterweise eine Saugdruckregelung.

[0062] Generell sind erfindungsgemäß solche Vorrichtungen bevorzugt geeignet, in der jeder der besagten Bypässe ein Ventil besitzt, womit der Durchfluss des Gasstroms im betroffenen Bypass durch eine Steuereinheit regelbar ist. Dabei zielt die Regelung darauf ab, eine ausreichende Gasmenge für eine Pumpgrenzregelung der dem Bypass vorgeschalteten Kompressorstufe

bereitzustellen. Weiterhin erfolgt am Ventil eine adiabatische Expansion des Gases unter Abkühlung, falls das Gas einen positiven Joule-Thomson-Koeffizient aufweist.

[0063] Weiterhin kann in einer Ausführungsform der Vorrichtung das Ventil der Durchflussregelung als Bypass-Regelung im Sinne eines Sicherheitsventils bei komplettem Ausfall der Gasversorgung in der Zuleitung oder starker Druckdifferenz zwischen dem komprimierten Gasstrom nach Abschluß der finalen Kompression und dem in der Zuleitung zugeführten Gasstrom einen Rückschlag des Gases durch die gesamte Verdichtereinheit verhindern. Im Rahmen dieser Ausführungsform besitzt der Bypass zwei parallel installierte Ventile jeweils mit einer Durchflussregelung, wobei beide Ventile für eine adiabatische Expansion genutzt werden können. Zumindest eines der Ventile hat bevorzugt einen Durchlass Durchmesser von mindestens 50 mm, bevorzugt von mehr als 200 mm; wobei dieses ein Ventil zusätzlich als Sicherheitsventil wie oben beschrieben einsetzbar ist.

[0064] Wie zuvor für die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und dessen Ausführungsformen beschrieben, sind bevorzugte Vorrichtungen dadurch gekennzeichnet, dass besagte Kühlvorrichtungen den Gasstrom nach dem Wärmetauscherprinzip über ein gekühltes Medium als Kühlung abkühlen.

[0065] Im Rahmen einer ganz besonderen Ausführungsform der Vorrichtung, wird der aus der Ableitung der Vorrichtung ausgebrachte, durch die finale Kompressorstufe komprimierte Gasstrom nicht mehr in eine Kühlvorrichtung eingebracht und gekühlt. Dadurch enthält diese ganz besondere Ausführungsform eine Kühlvorrichtung weniger als Kompressorstufen vorhanden sind.

[0066] Beispielsweise kann die beschriebene Verdichtereinheit im Zusammenhang mit einer Chloralkali-Elektrolyse oder Oxidation von Chlorwasserstoff (Deacon Prozess) eingesetzt werden, um das daraus erhaltene Chlorgas derart zu komprimieren, dass es mit gängigen Kühlmitteln in mehreren Kühlstufen oder in einer als Entspannungskühler ausgebildeten Verflüssigungsvorrichtung verflüssigt werden kann. Wird für die Verflüssigung des aus der finalen Kompressorstufe ausgebrachten, komprimierten Gasstroms die Verflüssigungsvorrichtung derart ausgebildet, dass darin flüssiges Chlor aus einem Pufferbehälter als zu erhitzende Flüssigkeit verdampft wird, um durch die dadurch entstehende Kälte den komprimierten Gasstrom, z.B. komprimiertes Chlorgas, abzukühlen und zu verflüssigen, dann kann hierbei komprimiertes Chlorgas aus der finalen Kompressorstufe vorteilhaft als Wärmequelle für die Verdampfung des aus dem Pufferbehälter stammenden, flüssigen Chlorgases eingesetzt werden. Hierfür werden bevorzugt mindestens zwei Vorrichtungen benötigt, mindestens eine Vorrichtung zur Verdampfung des verflüssigten Gases, insbesondere Chlorgases, und mindestens eine Vorwärmvorrichtung zur Erwärmung des bei der Verdampfung entstehenden Gasstroms. Als Wärmequelle wird

der in der Ableitung, hinter der Abzweigung des ersten Bypasses befindliche komprimierte Gasstrom, insbesondere Chlorgasstrom, aus der finalen Kompressorstufe als Wärmequelle zuerst in die Vorwärmvorrichtung geführt und dann aus der Vorwärmvorrichtung heraus in die Verdampfungsvorrichtung. Hierzu gegenläufig wird das verflüssigte Gas zunächst aus dem Pufferbehälter in die Verdampfungsvorrichtung geführt und der daraus nach der Verdampfung erhaltene, weitere Gasstrom in die Vorwärmvorrichtung.

[0067] Im Rahmen dieser Ausführungsform enthält die erfindungsgemäße Vorrichtung bevorzugt zusätzlich mindestens eine Vorwärmvorrichtung als Wärmetauscher mit mindestens zwei Strömungswegen, wobei

- mindestens ein Strömungsweg mindestens einen Einlass für komprimiertes Gas aufweist, der hinter dem ersten Bypass (6a) mit der Ableitung (3) für den final komprimierten Gasstrom aus der Verdichtereinheit (4) in Fluidverbindung steht, sowie mindestens einen Auslass für das komprimierte Gas aufweist; und
- mindestens ein weiterer Strömungsweg mindestens einen Einlass für einen weiteren Gasstrom, insbesondere Chlorgas, aufweist, der in Fluidverbindung mit einer Quelle für besagten weiteren Gasstrom steht und mindestens einen Auslass für den erhitzten Gasstrom, insbesondere für erhitztes Chlorgas, aufweist.

[0068] Weiter enthält eine bevorzugte Ausführungsform der besagten mit Vorwärmvorrichtung ausgestatteten Vorrichtung zur Verdichtung zusätzlich mindestens eine Verdampfungsvorrichtung als Wärmetauscher mit mindestens zwei Strömungswegen, wobei

- mindestens ein Strömungsweg mindestens einen Einlass für komprimiertes Gas aufweist, der mit der Vorwärmvorrichtung über den Auslass für den komprimierten Gasstrom in Fluidverbindung steht, sowie mindestens einen Auslass für das komprimierte, gekühlte und zumindest teilweise verflüssigte Gas aufweist; und
- mindestens ein weiterer Strömungsweg mindestens einen Einlass für ein verflüssigtes Gas, insbesondere flüssiges Chlor, aufweist, der in Fluidverbindung mit einer Quelle für besagtes verflüssigtes Gas, bevorzugt mit einem Pufferbehälter für verflüssigtes Gas, besonders bevorzugt für flüssiges Chlor, in Fluidverbindung steht und mindestens einen Auslass für Dampf der besagten Flüssigkeit, insbesondere für Chlorgas, aufweist.

[0069] Der Gegenstand der Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms, sowie seine zuvor beschriebenen Ausführungsformen eignen sich zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens des ersten

Erfindungsgegenstandes und werden hierfür bevorzugt verwendet. Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist daher die Verwendung einer entsprechenden Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms zur Verdichtung eines Gasstroms nach einem Verfahren des ersten Erfindungsgegenstandes. Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft illustriert, ohne sie darauf zu beschränken.

[0070] Legende zu den Figuren Fig.1 bis Fig.5:

1	erste Kompressorstufe (Turbokompressorstufe)
E	zwischen erste und finale Kompressorstufe eingeschobene Kompressorstufe einer Turbokompressor-Vorrichtung
E1	erste eingeschobene Kompressorstufe (Turbokompressorstufe)
E2	zweite eingeschobene Kompressorstufe (Turbokompressorstufe)
F	finale Kompressorstufe (Turbokompressorstufe)
2	Zuleitung zur Verdichtereinheit 4 für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom
3	Ableitung aus der Verdichtereinheit für den final komprimierten Gasstrom
4	Verdichtereinheit, enthaltend 1, F, 7 und 8, sowie sofern eingezeichnet E, E1 oder E2
5	Durchflussregelung, enthaltend 9 und 10
5a	erste Durchflussregelung, enthaltend 9 und 10
5b	zweite Durchflussregelung, enthaltend 9 und 10
6	Bypass
6a	erster Bypass
6b	zweiter Bypass
7	Antriebsaggregat für die Rotation der Achse 8
8	Achse
9	Steuereinheit
10	Ventil
E	eingeschobene Kompressorstufe
WAGE	eingeschobene Kühlvorrichtung
WA0E1	erste eingeschobene Kühlvorrichtung
WA0E2	zweite eingeschobene Kühlvorrichtung
WA00F	letzte Kühlvorrichtung

[0071] In den Figuren Fig.1 bis Fig.5 symbolisiert eine durch eine dicke Linie dargestellte Fluidverbindung zwischen den einzelnen Kompressorstufen der Verdichtereinheit den Fluß des durch die Pumpwirkung der Kompressorstufen bewirkten Gasstroms mit der aufgeprägten Fließrichtung von der Saugseite der Verdichtereinheit bis zur Ableitung des final komprimierten Gases aus der Verdichtereinheit heraus. Diese Fließrichtung ist entsprechend mit Pfeilspitzen entlang der Fluidverbindung eingezeichnet und wird am Anfang und Ende nochmals durch einen Pfeil hervorgehoben.

[0072] In den Figuren Fig. 1 bis Fig.5 entsprechen Fluidverbindungen, die durch eine dünne Linie dargestellt sind, den Bypässen, in denen der Gasstrom aufgrund der Druckunterschiede entgegengesetzt zur durch

die Pumpwirkung der Kompressorstufen aufgeprägten Fließrichtung des Hauptgasstromes während des Verdichtungsvorganges fließt (Bypass-Gasstrom). Diese Fließrichtung ist entsprechend mit Pfeilspitzen entlang der Fluidverbindung eingezeichnet

[0073] In Fig. 1 wird eine Vorrichtung des Standes der Technik abgebildet, die zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms dient, enthaltend

mindestens eine Zuleitung 2 für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom zur Verdichtereinheit 4, sowie mindestens eine Ableitung 3 des komprimierten Gasstroms aus der Verdichtereinheit 4,

eine Verdichtereinheit 4, enthaltend zumindest eine erste Kompressorstufe 1, zwei eingeschobene Kompressorstufen E und eine finale Kompressorstufe F, wobei jeder Kompressorstufe eine separate Kühlvorrichtung nachgeschaltet ist und der Gasauslass jeder Kompressorstufe mit dem Gaseinlass der entsprechenden Kühlvorrichtung in Fluidverbindung steht und der Gasauslass der jeweiligen Kühlvorrichtung mit dem Gaseinlass der nachfolgenden Kompressorstufe in Fluidverbindung steht,

mindestens einen mit einer Durchflussregelung 5 versehenen Bypass 6, wobei dieser die nach dem Gasauslass der letzten Kühlvorrichtung WA00F befindliche Ableitung mit der Zuleitung 2 verbindet.

[0074] Die Verdichtereinheit 4 ist ein über eine Achse 8 per Antriebsaggregat 7 maschinell getriebener Turbokompressor, enthaltend besagte, in Reihe geschaltete Kompressorstufen.

[0075] Der Bypass 6 besitzt eine eigene Durchflussregelung 5 enthaltend ein Ventil 10 und eine Steuereinheit 9.

[0076] Fig.2 hingegen zeigt ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms, enthaltend

mindestens eine Zuleitung 2 für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom zur Verdichtereinheit 4, sowie mindestens eine Ableitung 3 des komprimierten Gasstroms aus der Verdichtereinheit 4,

eine Verdichtereinheit 4, enthaltend zumindest eine erste Kompressorstufe 1 und eine finale Kompressorstufe F, wobei die Zuleitung 2 mit dem Gaseinlass der ersten Kompressorstufe 1 in Fluidverbindung steht und der Gasauslass der ersten Kompressorstufe 1 mit dem Gaseinlass einer letzten Kühlvorrichtung WA00F, sowie der Gasauslass der letzten Kühlvorrichtung WA00F mit dem Gaseinlass der finalen Kompressorstufe F, sowie die Ableitung 3 mit dem Gasauslass der finalen Kompressorstufe

F in Fluidverbindung steht,

mindestens einen ersten Bypass 6a, der die Ableitung 3 mit der Fluidverbindung verbindet, die sich zwischen der letzten Kühlvorrichtung WA00F und der unmittelbar davor liegenden Kompressorstufe befindet, wobei mit einer im ersten Bypass 6a befindlichen, mindestens ein Ventil 10 enthaltenden ersten Durchflussregelung 5a die im Bypass-Gasstrom geführte Gasmenge steuerbar ist und dadurch der Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe F regelbar ist,

mindestens einen mit einer zweiten Durchflussregelung 5b versehenen zweiten Bypass 6b, wobei dieser die zwischen letzter Kühlvorrichtung WA00F und finaler Kompressorstufe F befindliche Fluidverbindung mit der Zuleitung 2 verbindet.

[0077] Die Verdichtereinheit 4 ist ein über eine Achse 8 per Antriebsaggregat 7 maschinell getriebener Turbo-Kompressor, enthaltend besagte Kompressorstufen.

[0078] Jeder Bypass besitzt eine eigene Durchflussregelung (hier: 5a und 5b) enthaltend ein Ventil 10 und eine Steuereinheit 9.

[0079] Mit Hilfe der Vorrichtung der Fig.2 kann ein erfindungsgemäßes Verfahren ausgeführt werden, bei dem keine Wiederholung gemäß Schritt c4) ausgeführt wird. Soll mindestens eine Wiederholung gemäß Schritt c4) des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden, muss die Vorrichtung durch mindestens einen Einschub eines in Fig.4a oder Fig.4b illustrierten Einschubelements als Kombination aus einer eingeschobener Kühlvorrichtung WA0E und einer auf der Achse 8 zwischen Kompressorstufe 1 und Kompressorstufe F eingeschobenen Kompressorstufe E erweitert werden. Dabei wird der aus der Kompressorstufe 1 herausgeführte komprimierte Gasstrom zunächst in die eingeschobene Kühlvorrichtung WA0E geführt und anschließend in die eingeschobene Kompressorstufe E. Der aus der Kompressorstufe E herausgeführte Gasstrom kann dann entweder für eine weitere Wiederholung in ein weiteres Einschubelement gemäß Fig. 4a oder Fig.4b des Verfahrensschrittes c4) geführt werden oder letztlich in die letzte Kühlvorrichtung WA00F des Schrittes c).

[0080] In Fig.5 wird ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms illustriert, die ausgehend von der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Fig.2 konfiguriert ist, mit dem Unterschied, dass zwischen die erste Kompressorstufe 1 und die letzte Kühlvorrichtung WA00F zwei eingeschobene Kompressorstufen E als E1 und E2 positioniert sind, denen jeweils eine eingeschobene Kühlvorrichtung WAGE vorgeschaltet ist, für E1 die eingeschobene Kühlvorrichtung WA0E1 und für E2 die eingeschobene Kühlvorrichtung WA0E2. Der Einschub der entsprechenden Vorrichtungskomponenten ausgehend von der Vorrichtung aus Fig.2, sowie die bei diesem Einschub entspre-

chend zu gewährleistende Führung des komprimierten Gasstromes entlang der aufgeprägten Fließrichtung des komprimierten Gasstromes wird in Fig.3 illustriert. Die gemäß Fig.3 gestrichelt gezeichneten Komponenten der Vorrichtung und die gestrichelt gezeichneten Fluidverbindungen gelten für den Fall des Einschubs, woraus sich die Vorrichtung der Fig.5 ergibt. Ohne die gestrichelt gezeichneten Komponenten der Vorrichtung wäre der Strom des komprimierten Gases entlang der Strich-Punkt-Linie zu führen, wodurch sich die Vorrichtung der Fig.2 ergibt.

[0081] Aus Fig.3 wird ersichtlich, dass es durch die Einschübe keine Änderung der Führung der jeweiligen in Fig.2 enthaltenen Bypässe gibt. Es ist möglich, mit Einschub eines Einschubelements gemäß Fig.4b einen weiteren Bypass einzuführen. Dabei wird zumindest ein Teil des aus Kompressorstufe E herausgeführten komprimierten Gasstromes durch den Bypass entnommen und vor die Kühlvorrichtung WA0E des selben Einschubelements zurückgeführt. Eine Durchflussregelung 5 enthaltend mindestens ein Ventil 10 und eine Steuereinheit 9 regelt den in diesem Bypass geführten Bypass-Gasstrom.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms in einer geeigneten Vorrichtung, umfassend mindestens die Schritte in der Reihenfolge

a) Bereitstellung eines Gasstroms, enthaltend mindestens eine gasförmige Verbindung,
b) Einbringen des besagten Gasstroms über eine Zuleitung (2) in eine erste Kompression, darin durchlaufend zumindest die folgenden Teilschritte:

b1) Einbringung und Komprimierung des eingebrachten Gasstroms in einer ersten Kompressorstufe (1),
b2) Ausbringung des komprimierten Gasstroms,

c) Einbringen des zuvor ausgebrachten komprimierten Gasstroms in eine weitere Kompression, enthaltend mindestens einen weiteren Kompressionsschritt, wobei in jedem durchgeführten, weiteren Kompressionsschritt zumindest

mindestens eine Kühlung des eingebrachten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kühlvorrichtung erfolgt und
danach eine Komprimierung des zuvor gekühlten Gasstroms in einer für diesen Kompressionsschritt eigenen Kompressorstufe

erfolgt,
mit der Maßgabe, dass dabei zumindest die folgenden Teilschritte durchlaufen werden:

- c1) Einbringen des ausgebrachten komprimierten Gasstromes in die eigene Kühlvorrichtung, und Abkühlung des zur Kühlung eingebrachten, komprimierten Gasstromes, und Ausbringung des gekühlten Gasstroms,
- c2) Einbringung zumindest eines Teils des ausgebrachten gekühlten Gasstroms in die eigene Kompressorstufe und Komprimierung darin,
- c3) Ausbringung des komprimierten Gasstroms,
- c4) gegebenenfalls Wiederholung der Schritte c1) bis c3) für die Durchführung mindestens eines weiteren Kompressions-schrittes,

dadurch gekennzeichnet, dass nach Abschluss von Schritt c) von dem daraus in einer Ableitung (3) ausgebrachten komprimierten Gasstrom ein Teil als Bypass-Gasstrom (6a) in einen Bypass abgezweigt, vor die letzte Kühlvorrichtung des Schrittes c) (WA00F) zurückgeführt und mit dem zur Kühlung und anschließenden Einbringung in die finale Kompressorstufe (F) des Schrittes c) vorgesehenen Gasstrom vereinigt wird, wobei eine mindestens ein Ventil (10) enthaltende Durchflussregelung (5a) die über den Bypass-Gasstrom im Bypass (6a) zurückzuführende Gasmenge steuert und dabei den Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe (F) des Schrittes c) regelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem gekühlten Gasstrom nach dem letzten Kühschritt des Schrittes c) und vor Eingang in die finale Kompressorstufe (F) des Schrittes c) ein weiterer Bypass-Gasstrom in einem weiteren Bypass (6b) abgezweigt, an den Kompressorstufen der Schritte c) und b) vorbei zurückgeführt, und mit dem Gasstrom des Schrittes a) vor dessen Einbringung in den Schritt b) vereinigt wird, wobei eine mindestens ein weiteres Ventil (10) enthaltende Durchflussregelung (5b) die über den Bypass-Gasstrom im weiteren Bypass (6b) zurückzuführende Gasmenge steuert und dabei den Durchfluss des Gasstromes durch die Kompressorstufe des Schrittes b) regelt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich als Ventil (10) mindestens ein Pumpgrenzventil im entsprechenden Bypass befindet.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Gaszusammensetzung des gemäß Schritt a) bereitgestellten Gasstroms mindestens ein Halogen-enthaltendes Gas, ausgewählt aus mindestens einer gasförmigen Verbindung aus Halogen, Halogenwasserstoff oder Mischungen daraus als mindestens eine gasförmige Verbindung enthalten ist.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gaszusammensetzung des gemäß Schritt a) bereitgestellten Gasstroms mindestens ein Halogen-enthaltendes Gas, ausgewählt aus mindestens einer gasförmigen Verbindung aus Halogen, Halogenwasserstoff oder Mischungen daraus, insbesondere bezogen auf das Gesamtgewicht der Gaszusammensetzung mindestens 90 Gew.-% Halogen, als mindestens eine gasförmige Verbindung enthält.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus der finalen Kompressorstufe des Schrittes c) in die Ableitung ausgebrachte, komprimierte Gasstrom hinter der Abzweigung des Bypass-Gasstromes in einen Strömungsweg mindestens einer Vorwärmvorrichtung für einen weiteren Gasstrom eingebracht sowie wieder herausgeführt und in einen weiteren davon getrennten Strömungsweg derselben Vorwärmvorrichtung der weitere Gasstrom zur Erwärmung eingebracht wird, wobei besagter weitere Gasstrom durch Wärmeaustausch mit dem komprimierten Gasstrom der finalen Kompressorstufe in der Vorwärmvorrichtung erhitzt und aus der Vorwärmvorrichtung als erhitzter Gasstrom herausgeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus der Vorwärmvorrichtung ausgebrachte komprimierte Gasstrom als Wärmequelle in einen Strömungsweg einer Verdampfungsvorrichtung eingebracht, durch Abgabe von Wärme gekühlt und zumindest teilweise verflüssigt und wieder ausgebracht wird, sowie ein verflüssigtes Gas aus einem Pufferbehälter entnommen und in einen weiteren, davon verschiedenen Strömungsweg der Verdampfungsvorrichtung eingebracht wird, wobei besagtes verflüssigte Gas durch Wärmeaustausch mit dem komprimierten Gasstrom der finalen Kompressorstufe in der Verdampfungsvorrichtung verdampft und aus der Vorwärmvorrichtung als weiterer Gasstrom herausgeführt wird.
8. Vorrichtung zur Verdichtung von Gas eines Gasstroms, enthaltend
mindestens eine Zuleitung (2) für einen mindestens eine gasförmige Verbindung enthaltenden Gasstrom zu einer Verdichtereinheit (4), sowie

- mindestens eine Ableitung (3) des komprimierten Gasstroms aus besagter Verdichtereinheit (4),
 besagte Verdichtereinheit (4), enthaltend zumindest eine erste Kompressorstufe (1) und eine finale Kompressorstufe (F), wobei die Zuleitung (2) mit dem Gaseinlass der ersten Kompressorstufe (1) in Fluidverbindung steht und der Gasauslass der ersten Kompressorstufe (1) mit dem Gaseinlass einer letzten Kühlvorrichtung (WA00F), sowie der Gasauslass der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) mit dem Gaseinlass der finalen Kompressorstufe (F), sowie die Ableitung (3) mit dem Gasauslass der finalen Kompressorstufe (F) in Fluidverbindung steht, mindestens einen ersten Bypass (6a), der die Ableitung (3) mit der Fluidverbindung verbindet, die sich zwischen der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) und der unmittelbar davor liegenden Kompressorstufe befindet, wobei mit einer im ersten Bypass (6a) befindlichen, mindestens ein Ventil (10) enthaltenden ersten Durchflussregelung (5a) die im Bypass-Gasstrom geführte Gasmenge steuerbar ist und dadurch der Durchfluss des Gasstromes durch die finale Kompressorstufe (F) regelbar ist, mindestens einen mit einer zweiten Durchflussregelung (5b) versehenen zweiten Bypass (6b), wobei dieser die zwischen letzter Kühlvorrichtung (WA00F) und finaler Kompressorstufe (F) befindliche Fluidverbindung mit der Zuleitung (2) verbindet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichtereinheit (4) mindestens eine weitere eingeschobene Kompressorstufe (E1 und/oder E2) enthält, mit der Maßgabe, dass für jede weitere eingeschobene Kompressorstufe (E1 und/oder E2) eine eigene, der jeweiligen eingeschobenen Kompressorstufe vorgeschaltete Kühlvorrichtung (WA0E1 und/oder WA0E2) vorhanden ist, mit der Maßgabe, dass der Gasauslass der ersten Kompressorstufe (1) anstelle der Fluidverbindung mit dem Einlass der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) mit dem Einlass einer zusätzlichen, eingeschobenen Kühlvorrichtung (WA0E1) in Fluidverbindung steht, der Auslass der eingeschobenen Kühlvorrichtung (WA0E1) in Fluidverbindung mit dem Einlass der eingeschobenen Kompressorstufe (E1) und der Auslass der eingeschobenen Kompressorstufe (E1) in Fluidverbindung entweder mit dem Einlass mindestens einer weiteren zusätzlichen Kombination aus Kühlvorrichtung (WA0E2) und Kompressorstufe (E2) oder mit dem Einlass der letzten Kühlvorrichtung (WA00F) steht.
10. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagte Kühlvorrichtungen den Gasstrom nach dem Wärmetauscherprinzip über ein gekühltes Medium als Kühlung abkühlen.
11. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** besagte Verdichtereinheit (4) mindestens einen über eine Achse (8) maschinell getriebenen Turbokompressor, enthaltend besagte Kompressorstufen, umfasst.
12. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zusätzlich mindestens eine Vorwärmvorrichtung als Wärmetauscher mit mindestens zwei Strömungswegen enthält, wobei
- mindestens ein Strömungsweg mindestens einen Einlass für komprimiertes Gas aufweist, der hinter dem ersten Bypass (6a) mit der Ableitung (3) für den final komprimierten Gasstrom aus der Verdichtereinheit (4) in Fluidverbindung steht, sowie mindestens einen Auslass für das komprimierte Gas aufweist; und
 - mindestens ein weiterer Strömungsweg mindestens einen Einlass für einen weiteren Gasstrom, insbesondere Chlorgas, aufweist, der in Fluidverbindung mit einer Quelle für besagten weiteren Gasstrom steht und mindestens einen Auslass für den erhitzten Gasstrom, insbesondere für erhitztes Chlorgas, aufweist.
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zusätzlich mindestens einen Pufferbehälter und mindestens eine Verdampfungsvorrichtung als Wärmetauscher mit mindestens zwei Strömungswegen enthält, wobei
- mindestens ein Strömungsweg mindestens einen Einlass für komprimiertes Gas aufweist, der mit der Vorwärmvorrichtung über den Auslass für den komprimierten Gasstrom in Fluidverbindung steht, sowie mindestens einen Auslass für das komprimierte Gas aufweist; und
 - mindestens ein weiterer Strömungsweg mindestens einen Einlass für ein verflüssigtes Gas, insbesondere flüssiges Chlor, aufweist, der in Fluidverbindung mit einer Quelle für besagtes verflüssigtes Gas, bevorzugt mit einem Pufferbehälter für verflüssigtes Gas, besonders bevorzugt für flüssiges Chlor, in Fluidverbindung steht und mindestens einen Auslass für Dampf der besagten Flüssigkeit, insbesondere für Chlorgas, aufweist.
14. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13 zur Verdichtung eines Gasstroms nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.

Fig. 1:

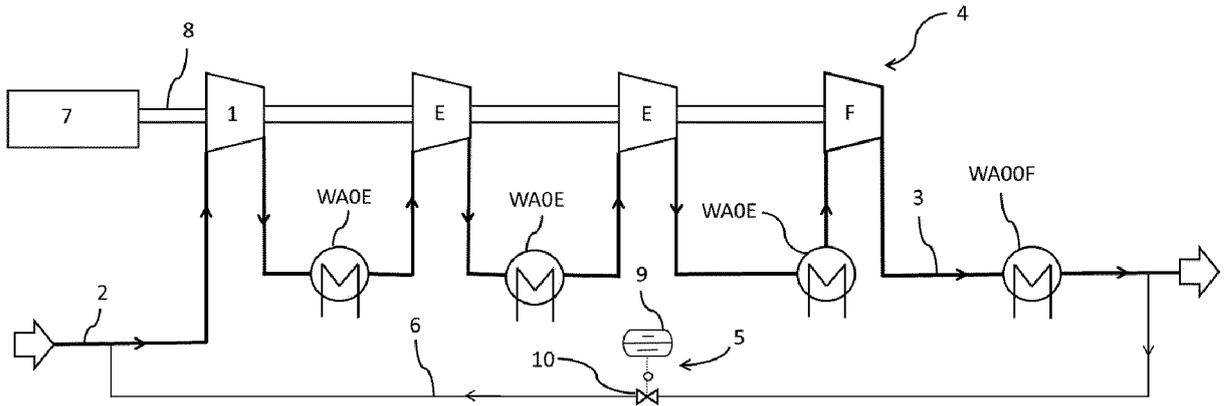


Fig. 2:

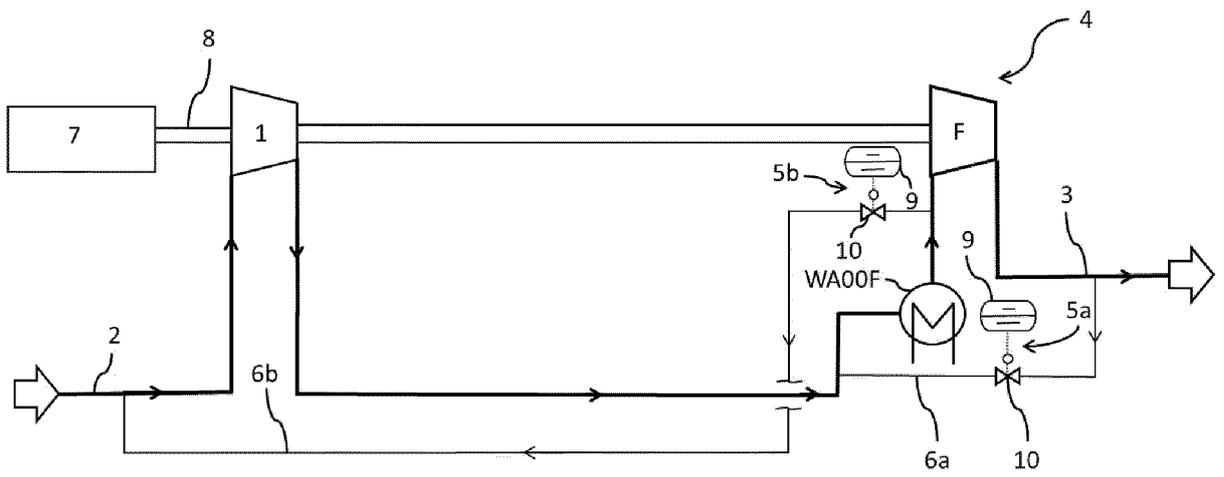


Fig.3:

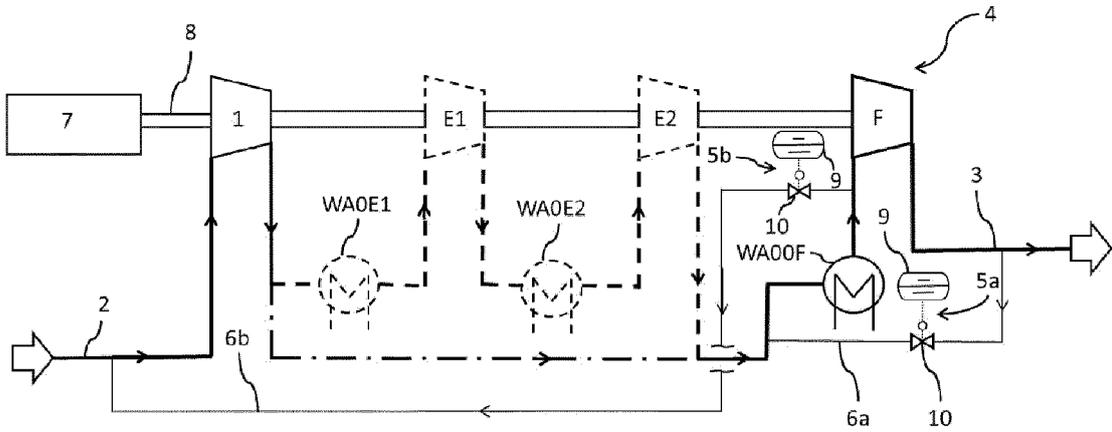


Fig.4a:

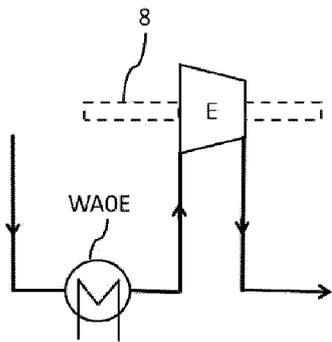


Fig.4b:

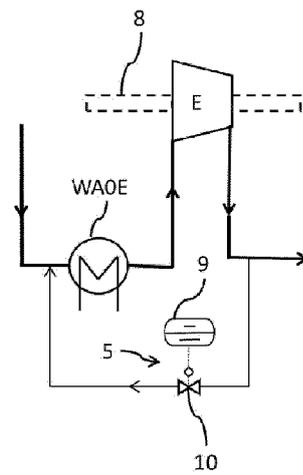
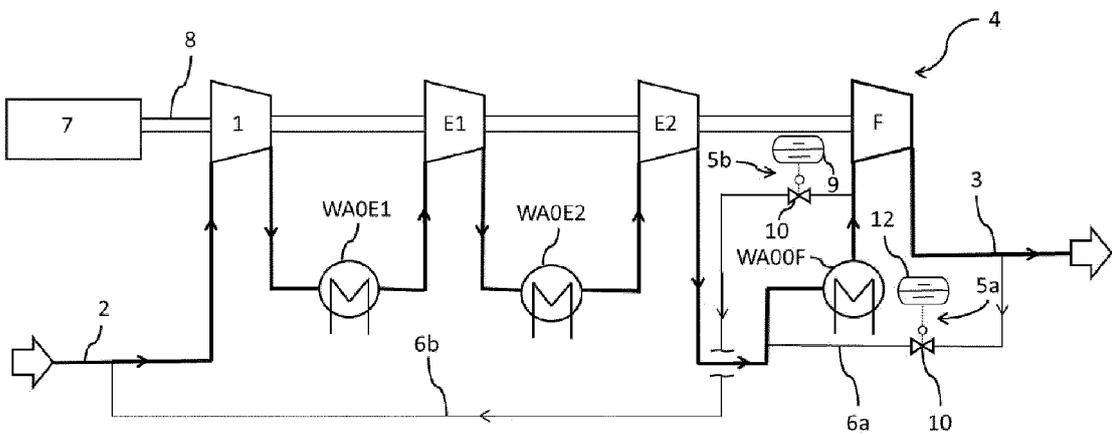


Fig.5:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 19 1177

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	NL 88 421 C (SULZER AG) 15. Januar 1958 (1958-01-15) * Spalte 1 - Spalte 3; Abbildung 1 * * Zusammenfassung *	1-14	INV. F04D27/02 F04D29/58 C01B7/00 F04D17/12
A	US 3 954 430 A (CURTIS DANIEL L ET AL) 4. Mai 1976 (1976-05-04) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 58; Abbildungen 1-4 * * Zusammenfassung *	1-14	
A	US 2005/022552 A1 (LUCAS CLIFFORD E [US] ET AL) 3. Februar 2005 (2005-02-03) * Absatz [0034] - Absatz [0043]; Abbildung 1 * * Zusammenfassung *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D C01C C01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Januar 2024	Prüfer Hermens, Sjoerd
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	

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

EP 23 19 1177

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.

11-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
NL 88421	C	15-01-1958	KEINE

US 3954430	A	04-05-1976	BE 834986 A
			29-04-1976
			CA 1027033 A
			28-02-1978
			DE 2547594 A1
			13-05-1976
			FR 2289439 A1
			28-05-1976
			GB 1531005 A
			01-11-1978
			IT 1047297 B
			10-09-1980
			JP S5167262 A
			10-06-1976
			JP S5347296 B2
			20-12-1978
			NL 7512049 A
			04-05-1976
			NO 141131 B
			08-10-1979
			US 3954430 A
			04-05-1976

US 2005022552	A1	03-02-2005	AT E410601 T1
			15-10-2008
			AU 2004259371 A1
			03-02-2005
			CA 2532564 A1
			03-02-2005
			CN 1860302 A
			08-11-2006
			EP 1654462 A1
			10-05-2006
			ES 2314413 T3
			16-03-2009
			JP 2007500305 A
			11-01-2007
			KR 20060061342 A
			07-06-2006
			MX PA06001151 A
			11-04-2006
			MY 136478 A
			31-10-2008
			RU 2339884 C2
			27-11-2008
			TW I266028 B
			11-11-2006
			US 2005022552 A1
			03-02-2005
			WO 2005010375 A1
			03-02-2005

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