



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 21 680 T2 2006.04.20**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 099 463 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 21 680.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 403 096.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.05.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B01D 53/00 (2006.01)**

**B01D 53/047 (2006.01)**

**G10K 11/16 (2006.01)**

**B01D 171/10 (2000.01)**

**B01D 171/20 (2000.01)**

**B01D 53/04 (2006.01)**

**E04B 1/82 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**9914176            10.11.1999        FR**

(73) Patentinhaber:

**L'Air Liquide, S.A. a Directoire et Conseil de  
Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des  
Procédés Georges Claude, Paris, FR**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Andreani, Philippe, Houston, US; Berta, Christian,  
94350 Villiers sur Marne, FR; Wellnitz, Thomas,  
75015 Paris, FR**

(54) Bezeichnung: **Luftbehandlungsanlage mit Mitteln zur Geräuschreduzierung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zur Luftbehandlung der Art, die mindestens einen Anschluss von Restgas an die Atmosphäre umfasst, der mit Mitteln zur Geräuschreduzierung, die von diesem Restgas vermittelt werden, verknüpft ist.

**[0002]** Die Erfindung findet insbesondere Anwendung auf Anlagen zur Herstellung eines Gases aus der Luft, in der Regel Sauerstoff mittels Adsorption aus Luft, insbesondere der VSA-Art (Vacuum Swing Adsorption bzw. Adsorption bei moduliertem Druck mit Vakuumanlegung).

**[0003]** Derartige Anlagen umfassen im Allgemeinen mindestens einen Adsorptionsbehälter und einen Luftverdichter, der mittels seiner Verdrängungsseite über das Zwischenglied einer Zufuhrleitung an eine erste Seite (Einlass) des Adsorptionsbehälters angeschlossen ist. An der zweiten Seite (Austritt) des Adsorptionsbehälters sind eine Produktionsleitung, die vom Benutzer geführt wird, und eine Leitung zur Elution/erneuten Druckbeaufschlagung angeschlossen. Eine Vakuumpumpe, im Allgemeinen eine Vakuumpumpe der Art trocken- oder nasslaufende Wälzkolbenvakuumpumpe, ist an eine erste Seite des Adsorptionsbehälters angeschlossen. Alle Komponenten können einzeln mit dem Adsorptionsbehälter verbunden und mittels Ventilen von diesem abgeschottet sein. Der Betrieb derartiger Anlagen umfasst einen Zyklus mit im Wesentlichen drei Phasen:

- Während der aktiven oder Produktionsphase, die im Wesentlichen bei Atmosphärendruck durchgeführt wird, saugt der Verdichter die Luft der Umgebung an und führt sie in den Adsorber ein, in dem ein erster Teil der Bestandteile der Luft, insbesondere Stickstoff, adsorbiert wird und ein zweiter Teil, insbesondere Sauerstoff, am Austritt des Adsorbers als Nutzgas wiedergewonnen und dann in den Vorratsbehälter weitergeleitet wird.
- Zur Zeit einer zweiten Phase oder Regenerierphase wird die Einführung der Luft in den Adsorber gestoppt.

**[0004]** Anschließend wird der Stickstoff aus dem Adsorber herausgezogen, zu einem ersten Zeitpunkt durch Vakuumanlegung mittels Verwendung der Vakuumpumpe und zu einem zweiten Zeitpunkt durch Spülung bei niedrigem Druck mittels des Sauerstoffs, der während der aktiven Phase (Elution) produziert wurde.

**[0005]** Die Vakuumpumpe saugt Gas im Adsorber an und verdrängt dieses über einen Schalldämpfer in die Atmosphäre.

- Während einer dritten Phase der erneuten Druckbeaufschlagung wird der Adsorber erneut mit Sauerstoff druckbeaufschlagt.

**[0006]** Zur Verminderung des Lärmpegels des mittels einer Vakuumpumpe einer VSA-Anlage verdrängten Gases wird im Stand der Technik ein Luftschalldämpfer verwendet. Ein derartiger Schalldämpfer umfasst im Allgemeinen einen Blechmantel, der mehrere Teile aufweist. Mittel zur Geräuschreduzierung der reaktiven Art (beispielsweise Impedanzrohre) und der absorptiven Art (beispielsweise Schallwände) werden aufeinander folgend in dieser Reihenfolge vom Einlass zum Austritt im Inneren der verschiedenen Teile angeordnet. Mittel zur Geräuschreduzierung der aktiven Art (beispielsweise gesteuerte Lautsprecher; die ein Gegengeräusch erzeugen) können die reaktiven oder adsorptiven Systeme vervollständigen oder mindestens teilweise ersetzen.

**[0007]** Allgemeinerweise ermöglichen diese Schalldämpfer nicht, ausreichend geringe Geräuschpegel zu erreichen, vor allem wenn Vakuumpumpen der Wälzkolbenart verwendet werden, die ein Frequenzspektrum aufweisen, das aufgrund eines hohen Anteils niedriger Frequenzen schwer zu dämpfen ist. Außerdem sind die Schalldämpfer sehr sperrig und ihre Blechgehäuse geben während des Betriebs Geräusche ab. Darüber hinaus sind derartige Schalldämpfer sehr teuer.

**[0008]** Es existiert eine große Anzahl von Varianten von Anlagen zur Trennung von Gas mittels Adsorption bei moduliertem Druck.

**[0009]** Zwei (nicht einschränkende) Beispiele derartiger Anlagen werden in den Schriftstücken US 5,223,004 und EP 0 598 321 beschrieben.

**[0010]** Die Erfindung hat zum Ziel, die obigen erläuterten Nachteile zu beheben und einen Schalldämpfer für eine Industrieanlage der vorgenannten Art bereitzustellen, der eine gesteigerte Geräuschreduzierung liefert, die geringere Kosten aufweist und die mäßig sperrig ist.

**[0011]** Zu diesem Zweck hat die Erfindung eine Anlage der vorgenannten Art zur Aufgabe, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Geräuschreduzierung ein im Wesentlichen geschlossenes und mindestens teilweise unterirdisches Gehäuse mit einer mindestens partiellen Abdeckung aus Erde oder einem ähnlichen Material umfassen.

**[0012]** Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Erfindung eines oder mehrere der folgenden Merkmale aufweisen:

- Das Gehäuse ist komplett unterirdisch;
- mindestens ein Teil der Anlage ist über dem Gehäuse angeordnet;
- die Anlage weist mindestens einen weiteren Ausgang an die Atmosphäre auf, der an die Mittel zur Geräuschreduzierung angeschlossen ist;
- die Mittel zur Geräuschreduzierung weisen, auf-

einander folgend von einem Gaseinlass zu einem Gasaustritt, reaktive Mittel zur Geräuschreduzierung und absorptive Mittel zur Geräuschreduzierung auf;

- die reaktiven Mittel zur Geräuschreduzierung weisen zwei reaktive in Reihe geschaltete Geräuschreduzierungsglieder auf;
- die reaktiven Mittel zur Geräuschreduzierung weisen Impedanzrohre auf;
- die Anlage weist mindestens eine Vakuumpumpe auf, die insbesondere zum Verdrängen des Restgases bestimmt ist und deren Verdrängungsseite mit den Mitteln zur Geräuschreduzierung verbunden ist;
- die Anlage weist Mittel zum Anschluss der Ansaugseite der Vakuumpumpe an die Mittel zur Geräuschreduzierung zum Betrieb der Vakuumpumpe auf derselben auf;
- die Anlage weist Mittel zum Anschluss der Ansaugseite der Vakuumpumpe an die Mittel zur Geräuschreduzierung hinter dem ersten reaktiven Geräuschreduzierungsglied und vor dem zweiten reaktiven Geräuschreduzierungsglied auf, wohingegen die Verdrängungsseite der Vakuumpumpe mit den reaktiven Mitteln zur Geräuschreduzierung vor dem ersten reaktiven Geräuschreduzierungsglied verbunden ist;
- die Vakuumpumpe ist eine trocken- oder nasslaufende Wälzkolbenvakuumpumpe;
- das Gehäuse ist aus Beton, Mauerwerk oder ähnlichem gefertigt;
- das Gehäuse weist einen Abzug zum Ausstoßen von Gas, insbesondere aus Beton, Mauerwerk oder ähnlichem, auf;
- der Abzug weist zusätzliche Mittel zur Geräuschreduzierung, insbesondere der absorptiven oder aktiven Art, auf;
- das Gehäuse weist Mittel zum Sammeln und Extrahieren von Wasser auf;
- bei der Anlage handelt es sich um eine Industrieanlage zum Trennen von Gas von der Luft durch Druckwechseladsorption, in der Regel zur Herstellung von Sauerstoff aus der Luft und
- das Gehäuse umfasst Mittel zur Wärmerückgewinnung, um das Restgas in Wärmeaustauschbeziehung mit der eintretenden Luft zu bringen.

**[0013]** Die Erfindung wird durch die Lektüre der folgenden Beschreibung besser verstanden werden, die lediglich beispielhaft gegeben ist und mit Bezugnahme auf angehängte Zeichnungen erstellt wurde, in denen:

**[0014]** – die [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer VSA-Anlage zur Herstellung von Sauerstoff ist;

**[0015]** – die [Fig. 2](#) eine Ansicht von unten und im Längsschnitt des Schalldämpfers gemäß der Linie 2-2 der [Fig. 3](#) ist;

**[0016]** – die [Fig. 3](#) ein Längsschnitt des Schalldämpfers entlang der Linie 3-3 der [Fig. 2](#) ist.

**[0017]** Die in der [Fig. 1](#) dargestellte bestimmte Anlage weist drei identische Adsorber **2A**, **2B**, **2C** auf. Jeder Adsorber ist über sein unteres Ende mit einer Leitung zur Zuführung von Luft **4A**, **4B**, **4C** verbunden, die von der Verdrängung eines Verdichters **6** der Wälzkolben- oder Zentrifugenart stammt. Die Ansaugseite des Verdichters **6** ist mit einer Leitung **8** verbunden, die zur umgebenden Atmosphäre geöffnet ist.

**[0018]** Über jedem Adsorber **2A**, **2B**, **2C** befindet sich eine Anschlussleitung **10A**, **10B**, **10C** an eine Produktionsleitung **12**, die vom Benutzer geführt wird. Jeder Adsorber **2A**, **2B**, **2C** weist außerdem eine Verbindungsleitung **14A**, **14B**, **14C** zu einer Leitung **16** zur Elution/erneuten Druckbeaufschlagung auf, die von einem Teil des Sauerstoffs der Produktionsleitung **12** durchlaufen wird. Jeder der Adsorber **2A**, **2B**, **2C** ist über eine Anschlussleitung **18A**, **18B**, **18C** mit einer Abfuhrleitung **20** verbunden. Mit jedem der Adsorber sind vier Ventile verbunden, und zwar ein Zufuhrventil **22A**, **22B**, **22C**, ein Produktionsventil **24A**, **24B**, **24C**, ein Ventil zur Elution/erneuten Druckbeaufschlagung **26A**, **26B**, **26C** und ein Abfuhrventil **28A**, **28B**, **28C**. Über diese Ventile kann die Verbindung der Adsorber **2A**, **2B**, **2C** mit den vorgenannten Leitungen hergestellt und einzeln unterbrochen werden.

**[0019]** In der dargestellten Ausführungsform führt die Abfuhrleitung **20** von der Ansaugseite zu einer ersten Wälzkolbenvakuumpumpe **30**. Die Verdrängungsseite dieser ersten Vakuumpumpe **30** ist mit einem tiefgezogenen Teil verbunden, das einerseits von der Ansaugseite zu einer zweiten Wälzkolbenvakuumpumpe **32** und andererseits über ein Ventil **34** zum Einlass eines im Wesentlichen unterirdischen Schalldämpfers führt, der mit der Bezugsziffer **50** bezeichnet ist. Dieser Schalldämpfer **50** ist im Wesentlichen geschlossen, d. h. er hat eine Struktur, die mit Ausnahme von Öffnungen zum Einlass und Austritt von Gas geschlossen ist. Der Ausdruck „unterirdisch“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Schalldämpfer mindestens teilweise an seinen seitlichen Wänden und gegebenenfalls an seiner oberen Wand von Erde oder einem ähnlichen Material abgedeckt ist. Die Verdrängungsseite der zweiten Vakuumpumpe **32** ist ebenfalls mit dem Einlass des unterirdischen Schalldämpfers **50** verbunden. Die Pumpen können insbesondere 2 oder 3 Flügel aufweisen.

**[0020]** Um den Platzbedarf zu reduzieren, ist vorteilhafterweise mindestens ein Teil der Komponenten der Anlage direkt über dem unterirdischen Schalldämpfer **50** angeordnet. Insbesondere sind in der dargestellten Ausführungsform die Vakuumpumpen über dem Schalldämpfer angeordnet.

**[0021]** Der unterirdische Schalldämpfer **50**, in der Regel in einem tiefen Graben im Erdboden angeordnet, umfasst im Wesentlichen ein Gehäuse **52**, vorteilhafterweise aus Stahlbeton ([Fig. 2](#) und [Fig. 3](#)), in der Regel in horizontal lang gestreckter Form, das beispielsweise durch zwei Quertrennwände **54**, **56** in drei aufeinander folgende Kammern aufgeteilt ist. Alternativ dazu kann das Gehäuse **52** aus Mauerwerk, dichten Betonsteinen oder ganz anderem, geeignetem Material angefertigt sein.

**[0022]** Zwei Anschlüsse **64**, **66**, die von zwei Vakuumpumpen **30**, **32** kommen, sind am oberen Teil der ersten Kammer **58** angeordnet. Mittel zur Geräuschreduzierung der reaktiven Art sind vorteilhafterweise in den zwei Trennwänden **54**, **56** angeordnet. Daher ist ein großes Impedanzrohr **68** in einer rechteckigen Öffnung angebracht, die in der ersten Trennwand **54** angeordnet ist, die die erste Kammer **58** von der zweiten Kammer **60** trennt, und zwei kleine Impedanzrohre **70A**, **70B**, die auf einer Platte angebracht sind, sind in den rechteckigen Öffnungen der Trennwand **56** angeordnet, die die zweite Kammer **60** von der dritten Kammer **62** trennt. Eine Ansaugleitung **72** führt vom oberen Teil der zweiten Kammer **60** ([Fig. 1](#)) über ein Verschlussventil **74** ([Fig. 1](#)) zur Abfuhrleitung **20**, die zur Ansaugseite der ersten Vakuumpumpe **30** zum Betrieb von Vakuumpumpen auf denselben führt. Die dritte Kammer **62** umfasst in der Regel Mittel zur Geräuschreduzierung der absorptiven Art, die beispielsweise Schallwände aufweisen, die von zwei aufeinander folgenden Gestellen **76A**, **76B** getragen werden, die in der Kammer **62** angeordnet sind.

**[0023]** Zwei schalldämpfende, an einer Wand liegende Schallwände **82A**, **82B** sind senkrecht auf der flussabwärts gelegenen Wand der dritten Kammer **62** angeordnet, um dem Zurückstrahlen von Schallwellen entgegenzuwirken. Ein Abzug **84**, beispielsweise aus verzinktem Blech, ist auf dem oberen Teil der dritten Kammer **62** am den Impedanzrohren **70A**, **70B** gegenüberliegenden Ende angebracht, um die Abgase in einer guten Höhe auszustößen.

**[0024]** Vorteilhafterweise ist am Äußeren des Gehäuses **52** ein Wasserschacht **86** angeordnet, der sich von der Oberfläche des Erdbodens **87** bis unter den unteren Boden des Gehäuses **52** aus Beton erstreckt. Der Schacht **86** umfasst unter einer der Wände, bei der es sich hier um die flussaufwärts gelegene Wand **88** dieses Gehäuses handelt, eine Öffnung **89** zur Verbindung mit einer Senke **90**, die in den Boden der ersten Kammer **58** führt. Eine Abfuhrleitung **92**, die in den Schacht **86** eintaucht, führt zu einer Wasserpumpe **94**, die das Wasser aus diesem Schacht **86** extrahieren soll. Es ist anzumerken, dass der Einlass dieser Leitung **92** sich oberhalb der Verbindungsöffnung **89** befindet, so dass diese letztere stets überflutet ist, um die Geräuschdämmung zwi-

schen der ersten Kammer **58** und dem Schacht **86** sicherzustellen. Zwei Kanäle **96**, **98** mit U-Querschnitt sind jeweils quer unter den zwei Trennwänden angeordnet, um zu ermöglichen, dass das Wasser, das sich gegebenenfalls in der zweiten **60** und der dritten **62** Kammer befindet, über Kanäle oder in den Zeichnungen nicht sichtbare Längsrohre zum Vorratsbehälter **90** abzuführen. Um das Abführen des Wassers über die Kanäle **96** und **98** und die Kanäle und die zugehörigen Längsrohre zu erleichtern, umfasst der Boden des unterirdischen Schalldämpfers vorteilhafterweise ein leichtes Gefälle.

**[0025]** Es ist anzumerken, dass das Extrahieren des Wassers aus dem Schacht **86** mit einem beliebigen anderen, geeigneten Mittel vorgenommen werden kann, beispielsweise mit Pumpen, insbesondere Tauchpumpen (beispielsweise zwei gleichlaufende Pumpen), die mit Abfuhrrohrleitungen verbunden sind.

**[0026]** Die Anlage arbeitet auf folgender Art und Weise.

**[0027]** Im Verlauf des VSA-Zyklus, bei dem es sich um einen beliebigen bekannten Zyklus handeln kann, verdrängen die Vakuumpumpen Restgas mit Atmosphärendruck und die verschiedenen Ventile werden betätigt, um die gewünschten Verbindungen der drei Adsorber sicherzustellen.

**[0028]** Das durch die Vakuumpumpen **30**, **32** verdrängte Gas vermittelt ein bestimmtes Geräusch. Dieses Gas wird mittels des einen und/oder des anderen der zwei Anschlüsse **64**, **66** in die erste Kammer **58** eingeführt. Anschließend wird dieses Gas zum Zirkulieren durch das große Impedanzrohr **68** gebracht, was eine Phasenverschiebung von Schallwellen schafft und folglich die niedrigen Geräuschfrequenzen vermindert. Das Gas zirkuliert von der zweiten Kammer **60** zur dritten Kammer **62** über die zwei kleinen Impedanzrohre **70A**, **70B**, was ebenfalls das Geräusch niedriger Frequenzen vermindert. Die zwei kleinen Impedanzrohre **70A**, **70B**, die in der Trennwand **56** angeordnet sind, teilen den Durchsatz auf im Wesentlichen einheitliche Weise auf die Schallwände **76A**, **76B** der dritten Kammer auf und steigern die akustische Effizienz dieser letzteren. Das Gas zirkuliert dann durch die zwei Schallwandreihen **76A**, **76B**, in denen das Geräusch absorbiert wird (insbesondere die mittleren und hohen Frequenzen). Die Schallwellen werden daran gehindert, von der Endwand zurückzustrahlen, dank der zwei Schallwände **82A**, **82B**, die auf dieser angeordnet sind. Das Gas wird über den Abzug **84** nach oben abgeführt.

**[0029]** Es ist anzumerken, dass der Abzug **84** ausreichend hoch sein muss, um eine Vergiftungsgefahr durch Stickstoff in der Umgebung zu verhindern. In einem typischen Fall weist der Abzug **84** eine Höhe

von ungefähr 6 m auf.

**[0030]** Alternativ dazu kann der Abzug **84** auch aus Beton, Mauerwerk oder ähnlichem implementiert sein und/oder er ist außerdem mit zusätzlichen Mitteln zur Geräuschreduzierung versehen, insbesondere aktiven Mitteln (Lautsprecher, die ein Gegengeräusch emittieren), die die niedrigen und sehr niedrigen Frequenzen verarbeiten.

**[0031]** Das durch die Vakuumpumpen **30**, **32** verdrängte Gas kann Wasser enthalten, insbesondere Kühlwasser, wenn es sich um Vakuumpumpen zur Wassereinspritzung handelt. Das Wasser, das von dem durch die Vakuumpumpen **30**, **32** verdrängten Gas eingeführt wird, wird im Vorratsbehälter **90** gestaut, der im Boden der ersten Kammer **58** angeordnet ist. Die Wasserpumpe **94** extrahiert dieses Wasser durch den Schacht **86** aus dem Vorratsbehälter **90**.

**[0032]** Wenn der VSA-Zyklus Schritte zum Betrieb der Pumpen auf denselben umfasst, saugen die Vakuumpumpen **30**, **32** Gas über die Leitung **72** aus der zweiten Kammer **62** an, was bewirkt, dass das Ansaugergeräusch von demselben Schalldämpfer wie das Verdrängungsgeräusch gedämpft wird. Folglich kann auf einen gesonderten Schalldämpfer für die Ansaugung verzichtet werden.

**[0033]** Es ist anzumerken, dass alternativ dazu, wie durch Punkt-Strich-Linien in der [Fig. 1](#) veranschaulicht, andere Ausgänge an die Luft der Anlage mit diesem unterirdischen Gehäuse verbunden werden können, beispielsweise der Ausgang an die Luft der Verdrängungsseite des Zentrifugen- oder Wälzkolbenluftverdichters **6** über ein Ventil **99** und eine Leitung **100** oder Entspannungsventile wie **102** über eine Leitung **104** für den Ausgang an die Luft von Adsorbieren im Fall eines Produktionszyklus unter Druck.

**[0034]** Die Verwendung eines unterirdischen Gehäuses **52** ermöglicht ein erhebliches Reduzieren der Emission des Schalldämpfers im Vergleich zu einem Luftschalldämpfer aus Blech. Die Komponenten zur Geräuschreduzierung können größer und dicker dimensioniert sein, was eine beträchtliche Geräuschverminderung ermöglicht. Folglich kann auf die Verwendung von aktiven, mäßig effizienten Mitteln zur Geräuschreduzierung für beträchtliche Strömungsdurchsätze verzichtet werden.

**[0035]** Die Erdverlegung des Schalldämpfers hat als anderen Vorteil, dass der Platzbedarf des Schalldämpfers auf dem Erdboden praktisch nichtig ist. Die Kosten eines derartigen Schalldämpfers sind gering höher und die Möglichkeit, mehrere Ausgänge an die Luft anzuschließen, führt zu niedrigeren Gesamtkosten der Anlage.

**[0036]** Es ist anzumerken, dass der Druckverlust eines derartigen Schalldämpfers mit beträchtlichem Querschnitt in der Größenordnung von 10 mbar liegt, was geringer als der Druckverlust eines herkömmlichen Schalldämpfers ist. In dieser Hinsicht wird der Querschnitt des Schalldämpfers durch den Durchsatz der Vakuumpumpen und die Länge der Kammern durch die Drehzahl dieser Pumpen bestimmt.

**[0037]** In einer Variante (in den Zeichnungen nicht dargestellt) kann das unterirdische Gehäuse Mittel zur Wärmerückgewinnung enthalten, beispielsweise einen Wärmetauscher, der sich durch den Querschnitt des Gehäuses erstreckt, um einen Teil der Energie der Verdrängung des gepumpten Gases zurückzugewinnen. Dank des vorhandenen Raums im Inneren des Gehäuses und geringer Druckverluste ist die Wärmerückgewinnung im Vergleich zu einem Luftschalldämpfer aus Blech vereinfacht. Die zurückgewonnene Wärme kann beispielsweise zum Erwärmen der von der Ansaugleitung **8** angesaugten Luft verwendet werden, wenn die Umgebungstemperatur unter der für den Trennvorgang erforderlichen Temperatur liegt.

**[0038]** Beim oben beschriebenen Schalldämpfer handelt es sich um ein Ausführungsbeispiel. Die Anzahl, die Art und die Anordnung der Mittel zur Geräuschreduzierung können in Abhängigkeit von der Intensität und des Spektrums des Geräusches modifiziert werden. Es versteht sich, dass sich die Anwendung eines derartigen Schalldämpfers nicht auf eine Anlage beschränkt, die zwei Vakuumpumpen und drei Adsorber umfasst. Die Anzahl und die Anordnung der Vakuumpumpen, beispielsweise gleichlaufenden Vakuumpumpen, und der Adsorber kann variieren.

## Patentansprüche

1. Anlage zur Luftbehandlung der Art, die mindestens einen Kreislauf zum Abgeben von Restgas an die Atmosphäre umfasst, der mit Mitteln (**50**) zur Geräuschreduzierung, die von diesem Restgas vermittelt werden, verknüpft ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Geräuschreduzierung (**50**) ein im Wesentlichen geschlossenes und mindestens teilweise unterirdisches Gehäuse (**52**) mit einer mindestens partiellen Abdeckung aus Erde oder einem ähnlichen Material umfassen.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**52**) komplett unterirdisch ist.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil (**30**, **32**) der Anlage über dem Gehäuse (**52**) angeordnet ist.

4. Anlage nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage mindestens einen weiteren Ausgang (**98, 102**) an die Atmosphäre aufweist, der an die Mittel (**50**) zur Geräuschreduzierung angeschlossen ist.

5. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (**50**) zur Geräuschreduzierung aufeinander folgend von einem Gaseinlass zu einem Gasaustritt, reaktive Mittel (**68, 70A, 70B**) zur Geräuschreduzierung und absorptive Mittel (**76A, 76B, 82A, 82B**) zur Geräuschreduzierung aufweisen.

6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die reaktiven Mittel zur Geräuschreduzierung zwei reaktive in Reihe geschaltete Geräuschreduzierungsglieder (**68, 70A, 70B**) aufweisen.

7. Anlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die reaktiven Mittel zur Geräuschreduzierung Impedanzrohre (**68, 70A, 70B**) aufweisen.

8. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage mindestens eine Vakuumpumpe (**30, 32**) aufweist, die insbesondere zum Verdrängen des Restgases bestimmt ist und deren Verdrängungsseite mit den Mitteln (**50**) zur Geräuschreduzierung verbunden ist.

9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage Mittel (**72, 74**) zum Anschluss der Ansaugseite der Vakuumpumpe (**30**) an die Mittel zur Geräuschreduzierung zum Betrieb der Vakuumpumpe auf derselben aufweist.

10. Anlage nach Anspruch 9 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlage Mittel (**72, 74**) zum Anschluss der Ansaugseite der Vakuumpumpe (**30**) an die Mittel (**50**) zur Geräuschreduzierung hinter dem ersten reaktiven Geräuschreduzierungsglied (**68**) und vor dem zweiten reaktiven Glied zur Geräuschreduzierungsglied (**70A, 70B**) aufweist, wohingegen die Verdrängungsseite der Vakuumpumpe mit den reaktiven Mitteln (**68, 70A, 70B**) zur Geräuschreduzierung vor dem ersten reaktiven Geräuschreduzierungsglied (**68**) verbunden ist.

11. Anlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vakuumpumpe (**30**) eine trocken- oder nasslaufende Wälzkolben- oder Wälzkolbenpumpe ist.

12. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**52**) aus Beton, Mauerwerk oder ähnlichem gefertigt ist.

13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das Gehäuse (**52**) einen Abzug (**84**) zum Ausstoßen von Gas, insbesondere aus Beton, Mauerwerk oder ähnlichem, aufweist.

14. Anlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Abzug zusätzliche Mittel zur Geräuschreduzierung, insbesondere der absorptiven oder aktiven Art, aufweist.

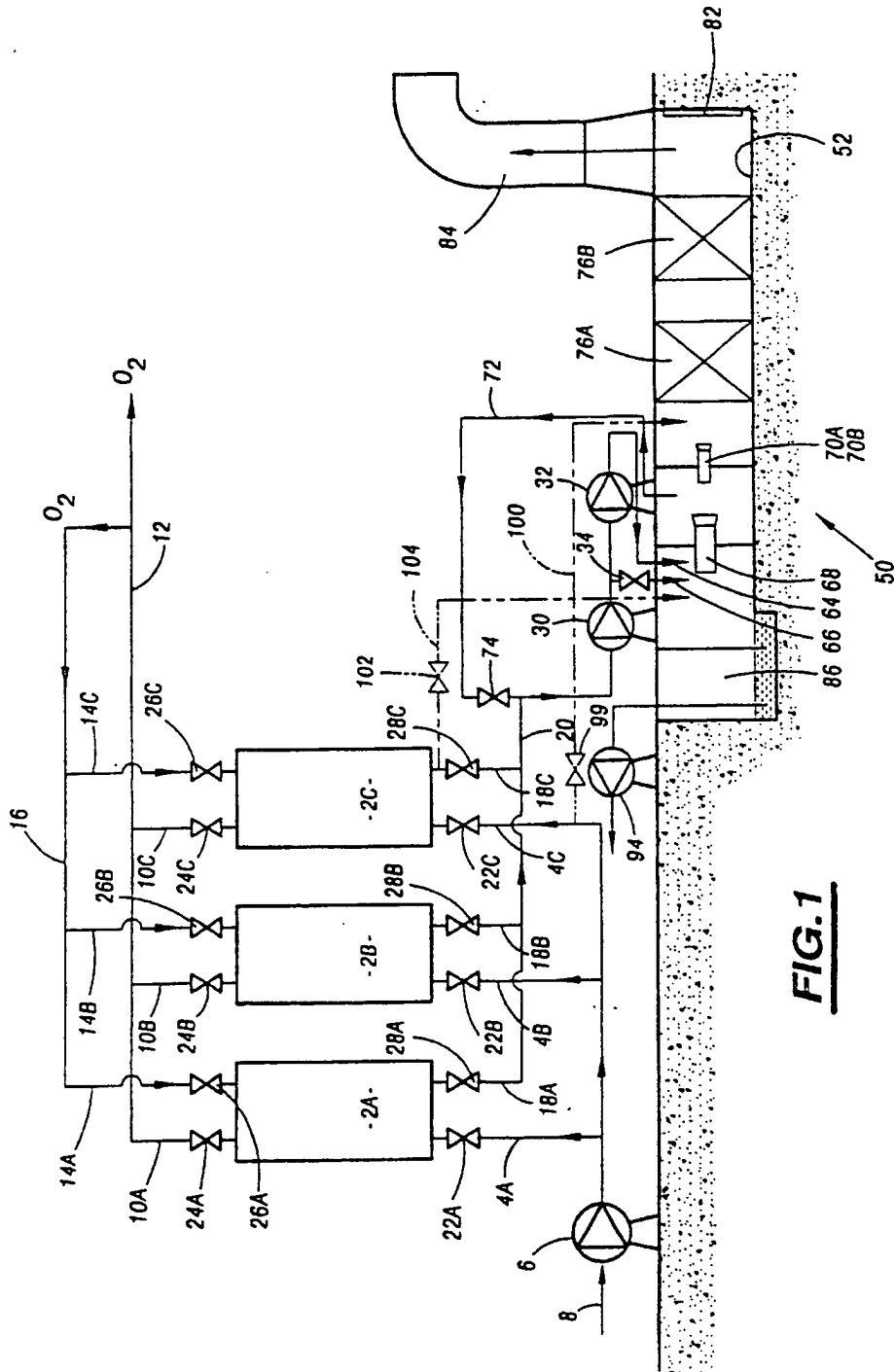
15. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**52**) Mittel zum Sammeln und Extrahieren von Wasser (**90, 94, 96, 98**) aufweist.

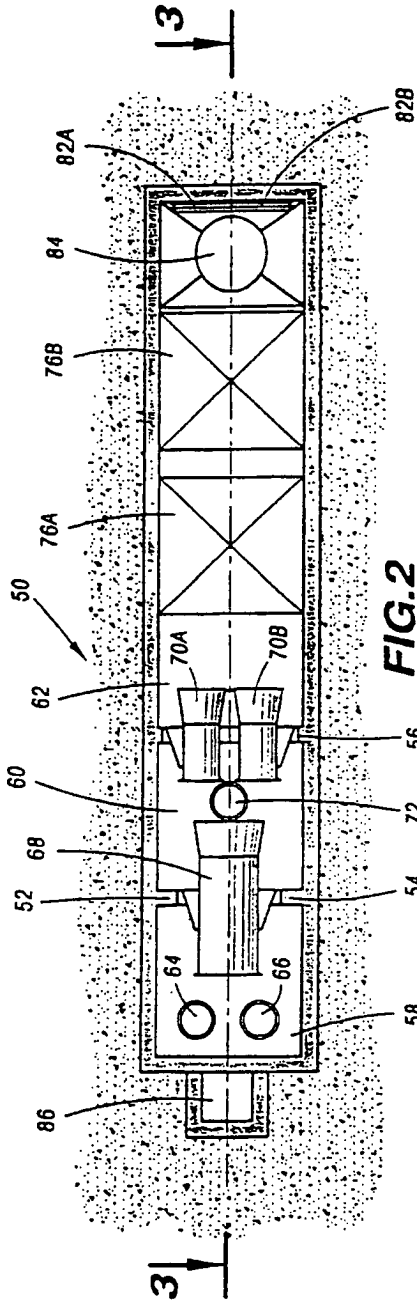
16. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei ihr um eine Anlage zum Trennen von Gas von der Luft durch Druckwechseladsorption handelt.

17. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**52**) Mittel zur Wärmerückgewinnung umfasst, um das Restgas in Wärmeaustauschbeziehung mit der eintretenden Luft zu bringen.

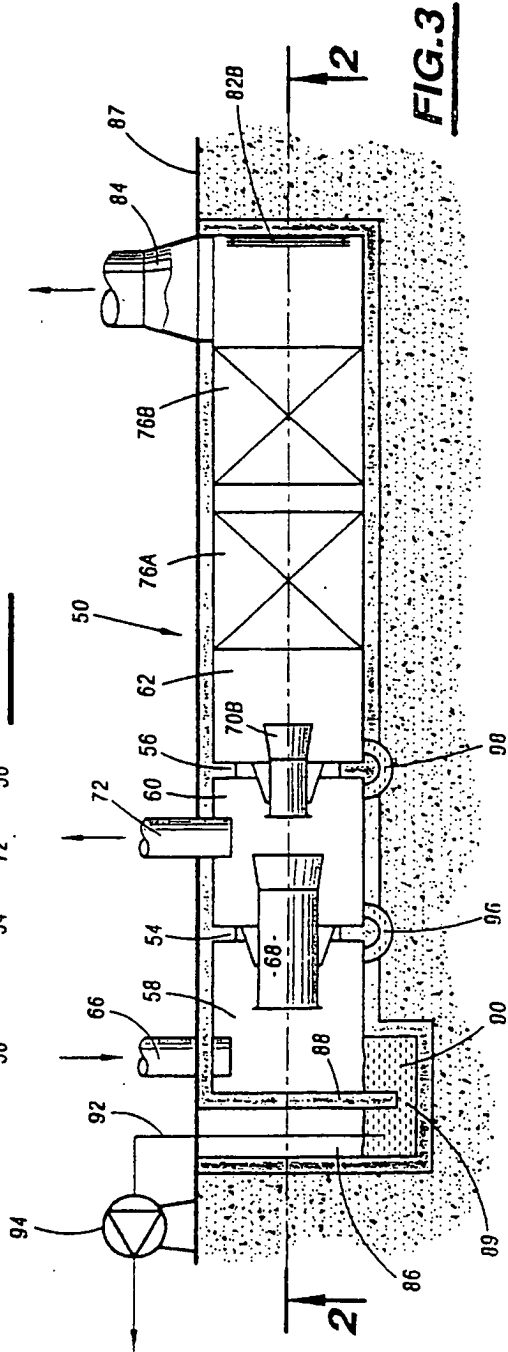
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





**FIG. 2**



**FIG. 3**