



(10) **DE 10 2015 200 679 A1** 2016.07.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 200 679.4**  
(22) Anmeldetag: **16.01.2015**  
(43) Offenlegungstag: **21.07.2016**

(51) Int Cl.: **G21C 9/00 (2006.01)**  
**F24F 7/00 (2006.01)**  
**B01D 53/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**AREVA GmbH, 91052 Erlangen, DE**

(74) Vertreter:  
**Tergau & Walkenhorst Patentanwälte PartGmbH,  
60322 Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:  
**Hill, Axel, 64589 Stockstadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2013 209 191 A1**  
**DE 10 2013 214 230 A1**  
**EP 0 307 581 A1**  
**WO 2006/ 097 217 A1**

**Sicherheitstechnische Regel des KTA  
3601 „Lüftungstechnische Anlagen in  
Kernkraftwerken“ Fassung 11/05**

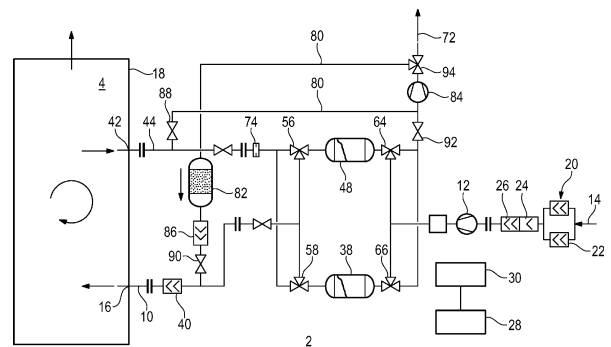
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Belüftungssystem und zugehöriges Betriebsverfahren zum Einsatz während eines schweren Störfalls in einer kerntechnischen Anlage**

(57) Zusammenfassung: Ein Belüftungssystem (2) für einen von Betriebspersonal begehbaren Betriebsraum in einer kerntechnischen Anlage, insbesondere einen Leitstand (4) in einem Kernkraftwerk (6), soll bei schweren Störfällen mit Freisetzung von radioaktiver Aktivität zumindest für eine Zeitspanne von einigen Stunden eine Zufuhr von dekontaminierter Frischluft ermöglichen. Insbesondere soll dabei der Anteil von radioaktiven Edelgasen in der dem Betriebsraum zugeführten Frischluft möglichst gering sein. Dazu ist erfindungsgemäß das Belüftungssystem (2) ausgestattet mit

- einer von einem externen Einlass (14) zu dem Betriebsraum geführten Zuluftleitung (10), in die ein erstes Gebläse (12) und eine erste Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 38) geschaltet sind,
- einer von dem Betriebsraum zu einem externen Auslass (72) geführten Abluftleitung (44), in die ein zweites Gebläse (46) und eine zweite Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 48) geschaltet sind, und
- Umschaltmitteln zur Vertauschung der Rollen von erster und zweiter Edelgas-Adsorberkolonne (38, 48).



## Beschreibung

**[0001]** In einem Kernkraftwerk muss bei Stör- oder Unfallsituationen abhängig vom jeweiligen Störfall und von gegebenenfalls eingeleiteten Gegenmaßnahmen mit einer möglicherweise signifikanten Freisetzung von radioaktiven Spaltprodukten, insbesondere Jod, Aerosole und Edelgasen gerechnet werden. Durch Leckagen des Containments muss hierbei, bevor es zu einer Freisetzung in die Kraftwerks-umgebung kommt, auch mit einer Freisetzung und Verteilung von Aktivität in den Kraftwerksgebäuden (z. B. Hilfsanlagengebäude, Schaltanlage, Warte, etc.) ausgegangen werden. Hierbei stellt insbesondere, neben der Freisetzung von aerosolgebundener Aktivität, die Freisetzung von Edelgasen ein Problem für das Kraftwerkpersonal dar.

**[0002]** Zu einer massiven Edelgasfreisetzung kommt es unter Umständen auch bei der Einleitung einer gefilterten Druckentlastung und der Ausbildung einer Edelgaswolke über dem Kraftwerksgelände. Je nach Wetterlage kann eine längerfristige Belastung nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

**[0003]** Für die Einleitung von sogenannten Accident-Management Maßnahmen ist es zwingend erforderlich, dass die Bedingungen in der auch als Leitstand oder Leitwarte bezeichneten Warte einen Aufenthalt des Betriebspersonals ermöglichen, ohne dass es zu einer unzulässigen Strahlenbelastung und Kontamination des Personals kommt.

**[0004]** Bei auslegungsüberschreitenden Störfällen mit "Station Black-Out" (SBO) stehen die bestimmungsgemäßen bzw. normalbetrieblichen Lüftungs- und Filteranlagen nicht mehr zur Verfügung, um die wesentlichen Lüftungstechnischen Parameter zur Aufrechterhaltung der Begehbarkeit der Warte zu gewährleisten.

**[0005]** Bisherige Konzepte sehen zur Beherrschung derartiger Szenarien eine Isolation der Warte vor. Die Versorgung erfolgt beispielsweise mit mobilen Belüftungsanlagen, die mit verschiedenen Filtern ausgestattet sind. Eine zufriedenstellende Edelgasrückhaltung ist mit diesen Anlagen nicht möglich.

**[0006]** Andere Konzepte versorgen die Warte mit gespeicherter Druckluft. Die Lagerhaltung in Druckbehältern für einen größeren Zeitraum ist jedoch sehr aufwändig und daher begrenzt. Ein modularer und mobiler Systemaufbau ist praktisch nicht möglich. Druckspeicherkonzepte erfordern überdies einen hohen Aufwand bei einer Nachrüstung in laufenden Anlagen.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein möglichst einfach und kompakt gehaltenes Belüftungssystem für einen Leitstand einer kerntechnischen Anlage oder einen ähnlichen von Betriebspersonal begehbaren Raum anzugeben, welches bei schweren Störfällen mit Freisetzung von radioaktiver Aktivität zumindest für eine Zeitspanne von einigen Stunden eine Zufuhr von dekontaminierter Frischluft ermöglicht, so dass es zu einer möglichst geringen Strahlenbelastung von im Leitstand anwesendem Betriebspersonal kommt. Insbesondere soll dabei der Anteil von radioaktiven Edelgasen in der dem Leitstand zugeführten Frischluft möglichst gering sein. Das Belüftungssystem soll ferner einen möglichst passiven Charakter besitzen und nur wenig elektrische Energie verbrauchen. Des Weiteren soll ein besonders vorteilhaftes Verfahren zum Betreiben eines derartigen Belüftungssystems angegeben werden.

**[0008]** In Bezug auf die Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. In Bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 10.

**[0009]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche und gehen im Übrigen aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung hervor.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Belüftungssystem weist unter anderem vorteilhafterweise ein Aerosol- und Jodfiltermodul auf. Die Ansaugluft in der Zuluftleitung wird hierbei über ein Gebläse angesaugt und über Schwebstofffilter zur Abscheidung der Aerosole geführt. Nach der Abscheidung der Schwebstoffe werden vorteilhafterweise radioaktive Jodverbindungen in einem Aktivkohlefilterbett abgeschieden. Zur Abscheidung des radioaktiven Methyljodids durch Isotopentausch oder Salzbildung kann imprägnierte Aktivkohle eingesetzt werden. Dem Aktivkohlebett ist vorteilhafterweise zur Rückhaltung von Abrieb ein Partikelfilter nachgeschaltet.

**[0011]** Die so gefilterte Luft wird dann in einem zweiten Prozessschritt einem Edelgasmodul zugeführt. Das Edelgasmodul beinhaltet im Wesentlichen zwei Adsorberkolonnen in Zwillingiskonfiguration, die mit Adsorbens/Adsorbensien, vorzugsweise Aktivkohle, gefüllt sind. Das Adsorbens der Kolonnen kann auch aus mehreren Schichten von Aktivkohle und/oder Zeolith und/oder Molekularsieben aufgebaut sein.

**[0012]** Die Zuluft tritt in die erste Adsorberkolonne ein, wobei die Edelgase wie z. B. Xenon, Krypton durch eine dynamische Adsorption bei ihrem Durchlauf durch die Kolonne verzögert werden. Nach der Kolonne ist zweckmäßigerweise ein Filter zur Rückhaltung von Adsorberpartikeln angeordnet.

**[0013]** Die Abluft aus dem zu versorgenden Raumbereich wird gleichzeitig über die zweite Adsorberkolonne geführt und bewirkt dort eine Rückspülung der zuvor akkumulierten Edelgasaktivität, so dass diese

Kolonne wieder zur Beladung nach der Umschaltung bereit steht. Die Umschaltung wird spätestens kurz vor dem Durchbruch der Aktivität in der ersten Adsorberkolonne vorgenommen, wobei diese dann mit der Abluft rückgespült wird. Die Umschaltung wird vorzugsweise passiv durch ein Zeitglied oder eine Aktivitätsmessung ausgelöst.

**[0014]** Die Rückspülung wird vorteilhafterweise durch ein Gebläse in der Abluftleitung unterstützt, wobei die Volumenvergrößerung des Abluftstroms durch den Unterdruck den Rückspülprozess der Edelgase verstärkt.

**[0015]** In der Abluftleitung der Warte befindet sich vorteilhafterweise eine Drossel, die zur passiven Überhitzung der Abluft und damit zu einer Verringerung der in der Abluft befindlichen Feuchtigkeit führt (Expansionstrocknung). Dadurch wird die Desorptionsgeschwindigkeit der Edelgase in der nachgeschalteten, zu spülenden Adsorberkolonne begünstigt.

**[0016]** In der Zuluftleitung zum Edelgasmodul befinden sich vorteilhafterweise eine Drossel und/oder ein Lufttrockner, um zu verhindern, dass zu hohe Feuchtigkeit auf die Edelgaskolonnen gefördert wird.

**[0017]** Das Edelgasmodul kann zusätzlich mit einem passiven Kühlspeicher zur Erhöhung der k-Werte ausgerüstet werden. Der k-Wert beschreibt in diesem Zusammenhang die Adsorptionskapazität des Adsorbentmaterials für Edelgas in z. B. der Einheit  $\text{cm}^3$  Edelgas / g Adsorbens. Der k-Wert ist abhängig von der Temperatur, dem Druck und Feuchtegehalt des Gases. Er wird in der Regel empirisch ermittelt.

**[0018]** Die Adsorberkolonnen werden bevorzugt im Druckwechselverfahren betrieben, d. h. Unterdruck der zu spülenden Kolonne und Überdruck der zu beladenden Kolonne (jeweils in Relation zum Atmosphärendruck), um die k-Werte der Kolonnen zu verbessern und deren Abmessungen zu reduzieren. Der Überdruck in der von der Zuluft durchströmten Adsorberkolonne wird beispielsweise mit einem Einstellventil in der Zuluftleitung reguliert.

**[0019]** Die Abluft wird zusammen mit den rückgespülten Edelgasen in die Kraftwerks Umgebung mit genügend Abstand zu der Zuluftansaugung abgegeben.

**[0020]** Das Belüftungssystem umfasst zweckmäßigerweise eine Steuerung und entsprechende Einstellorgane für Durchfluss und Drücke.

**[0021]** Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass neben den luftgetragenen Aktivitäten in Form von Aerosolen und Jod / Jodverbindungen (insbesondere Organojod) zugleich die

radioaktiven Edelgase von der Zuluft der Warte zurückgehalten werden. Mit dem Druckwechsel- und Spülverfahren der Zwillingkolonnen können selbst langlebige Edelgasisotope wie Krypton-85 zuverlässig aus dem Zuluftstrom abgeschieden werden. Die zur Entfernung der Edelgase von dem Sorbens / Adsorbens benötigten Bedingungen werden passiv durch Expansionsüberhitzung unterstützt. Bedarf an elektrischem Betriebsstrom besteht im Wesentlichen nur für die Gebläse in der Zuluft- und der Abluftleitung sowie in geringem Umfang für die zugeordnete Steuereinheit und für die Umschaltmittel zur Umschaltung zwischen den Betriebszyklen. Dieser Bedarf kann problemlos mit einem autarken Energieversorgungsmodul (z. B. durch Batterien und/oder ein Dieselaggregat) für mindestens 72 h gedeckt werden.

**[0022]** Zusammengefasst werden zur Sicherstellung der Begehbarkeit der Warte folgende Funktionen gewährleistet:

- Isolation der Wartenlüftung von den restlichen Gebäudeteilen
- Überdruck gegenüber den angrenzenden Gebäudräumen (z. B.  $< 1$  mbar)
- Einhaltung der zulässigen Kohlenmonoxid- und Kohlendioxid-Konzentration
- Jodrückhaltung
- Aersolrückhaltung
- Rückhaltung der Edelgase (z. B. Kr, Xe)
- Begrenzung der Dosis (z. B.  $< 100$  mSv/7d)
- Temperaturbegrenzung zur Einhaltung der I&C Temperatur-Qualifikationen
- Sicherstellung der oben genannten Funktionen für mindestens 72 h

**[0023]** Weitere Vorteile sind in stichpunktartiger Zusammenfassung:

- modularer und mobiler Systemaufbau
- geringer Aufwand und hohe Flexibilität bei Integration in laufende Anlagen
- geringer Wartungsaufwand
- eine aufwendige Lagerhaltung von atemfähiger Luft entfällt
- Abdeckung größerer Luftmengen (Luftwechsel) und Raumbereiche möglich

**[0024]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

**[0025]** Fig. 1 gibt nach Art eines Blockfließbildes einen schematischen und stark vereinfachten Überblick über ein Belüftungssystem für einen Leitstand eines Kernkraftwerkes.

**[0026]** Fig. 2 zeigt eine Abwandlung (Erweiterung) des in Fig. 1 dargestellten Systems. Das in Fig. 1 dargestellte Störfall-Belüftungssystem, kurz Belüftungssystem 2 dient der Frischluftzufuhr eines auch als Leitwarte oder im Englischen als Main Control Room

(MCR) bezeichneten Leitstandes **4** eines Kernkraftwerkes **6** in Unfall- oder Störfallsituationen, insbesondere in der Anfangsphase eines schweren Störfalles mit Freisetzung von nuklearen Spaltprodukten innerhalb des Kraftwerksgebäudes und gegebenenfalls auch in der Umgebung.

**[0027]** In derartigen Szenarien, die üblicherweise mit dem Ausfall der Eigenstromversorgung des Kernkraftwerkes **6** und damit auch mit dem Ausfall des normalbetrieblichen Belüftungssystems (nicht dargestellt) für den Leitstand **4** einhergehen, kommt es in besonderem Maße darauf an, den Leitstand **4** noch für eine gewisse Zeitspanne – etwa bis zu 72 h nach dem Einsetzen des Störfalles – ohne Gefährdung des Bedienpersonals besetzt halten zu können, um anfängliche Gegenmaßnahmen einzuleiten und zu überwachen. Möglicherweise muss das Bedienpersonal auch so lange in dem Leitstand **4** verharren, bis nach dem Abklingen eines anfänglichen Aktivitätsmaximums in der Umgebung eine sichere Evakuierung möglich ist.

**[0028]** Zu diesem Zweck ist das Belüftungssystem **2** für den Leitstand **4** einerseits für eine Zufuhr von dekontaminierter und sauerstoffreicher Frischluft – auch Zuluft genannt – aus der Umgebung des Leitstandes **4** oder des Kraftwerksgebäudes ausgelegt und mit entsprechenden Filter- und Reinigungsstufen ausgestattet. Andererseits bewirkt das Belüftungssystem **2** einen Abtransport von verbrauchter und kohlendioxidreicher Luft – auch Abluft genannt – aus dem Leitstand **4** in die Umgebung. Im Gegensatz zu anderen, bislang gebräuchlichen Konzepten ist dabei weder eine Frischluftzufuhr aus einem zugehörigen Druckluftspeichersystem noch eine nennenswerte Rezirkulation und Wiederaufbereitung der Luft im Innenraum des Leitstandes **4** vorgesehen.

**[0029]** Konkret ist an den zumindest näherungsweise hermetisch gegenüber der äußeren Umgebung gekapselten Innenraum **8** des Leitstandes **4** eine auch als Frischluftzufuhrleitung oder kurz Frischluftleitung bezeichnete Zuluftleitung **10** angeschlossen, über die während des Betriebes des Belüftungssystems **2** mit Hilfe eines Gebläses **12** Frischluft aus der Umgebung angesaugt und in den Innenraum **8** gefördert wird. Der Ansaugleinlass oder kurz Einlass **14** der Zuluftleitung **10** kann in einiger Entfernung zum Leitstand **4** liegen, insbesondere außerhalb des Kraftwerksgebäudes. Je nach Störfallverlauf kann die über den Einlass **14** angesaugte Frischluft dennoch erheblich mit radioaktiven Spaltprodukten, insbesondere in Gestalt von Aerosolen, Jod und Jodverbindungen sowie Edelgasen belastet sein. Diese Bestandteile sollten möglichst vollständig und zuverlässig aus dem Frischluftstrom – auch Zuluftstrom genannt – entfernt werden, bevor dieser durch eine Durchführung **16** in der Umfassungswand **18** (nur

ausschnittsweise dargestellt) hindurch in den Innenraum **8** des Leitstandes **4** eingeleitet wird.

**[0030]** Hierzu ist in Richtung des Frischluftstroms gesehen stromabwärts des Einlasses **14** eine erste Filterstufe in Gestalt eines Aerosolfilters **20** in die Zuluftleitung **10** geschaltet, hier im Beispiel realisiert durch zwei strömungsmäßig parallel geschaltete HEPA-Filter **22** (HEPA = High Efficiency Particulate Airfilter, zu Deutsch sinngemäß Schwebstofffilter). Die HEPA-Filter **22** bewirken demnach eine hocheffiziente Abscheidung der auch als Schwebeteilchen bezeichneten Aerosolpartikel aus dem Frischluftstrom, insbesondere in Bezug auf die Isotope Te, Cs, Ba, Ru, Ce, La.

**[0031]** Weiter stromabwärts ist eine zweite Filterstufe mit einem Jodfilter **24** und einem nachgeschalteten Partikelfilter **26** in die Zuluftleitung **10** geschaltet. Der Jodfilter **24** ist bevorzugt in Gestalt eines Aktivkohlefilterbetts mit einer Schichtdicke von beispielsweise 0,1 bis 0,5 m verwirklicht. Nach der zuvor im Aerosolfilter **20** erfolgten Abscheidung der Schwebstoffe werden in dem Jodfilter **24** radioaktive Jodverbindungen und elementares Jod beispielsweise mit einem  $k$ -Wert  $> 8$  bei Kontaktzeiten von 0,1 bis 0,5 s abgeschieden. Zur Abscheidung des radioaktiven Methyljodids durch Isotopentausch oder Salzbildung kann imprägnierte Aktivkohle (z. B. mit Kaliumjodid als Imprägnierungsmittel) eingesetzt werden. Der dem Jodfilter **24** nachgeschaltete Partikelfilter **26** ist zur Rückhaltung von Abrieb aus dem Aktivkohlebett vorgesehen.

**[0032]** Stromabwärts der zweiten Filterstufe ist ein Fördergebläse oder kurz Gebläse **12** zum Transport des Frischluftstroms in die Zuluftleitung **10** geschaltet. Das vorzugsweise elektrisch angetriebene Gebläse **12** besitzt eine Ansaugleistung im Bereich von beispielsweise 100 bis 6.000 m<sup>3</sup>/h.

**[0033]** Zur Bereitstellung des erforderlichen Betriebsstroms ist ein autarkes, von der normalbetrieblichen Eigenstromversorgung und vorzugsweise auch vom gewöhnlichen (anlagenweiten) Notstromnetz unabhängiges Stromversorgungsmodul **28** vorgesehen, etwa auf der Basis von elektrischen Batterien / Akkumulatoren und/oder eines Dieselaggregats. Das Stromversorgungsmodul **28** aktiviert sich im Anforderungsfall vorzugsweise eigenständig nach Art einer unterbrechungsfreien Stromversorgung oder wird alternativ über eine zugeordnete Steuereinheit **30** angesteuert.

**[0034]** Weiter stromabwärts ist optional ein auch als Kühlfalle bezeichneter Lufttrockner **32** in die Zuluftleitung **10** geschaltet, mit dem sich kondensierbare Bestandteile aus dem Frischluftstrom abtrennen lassen. Es kann sich beispielsweise um eine passive Kühlfalle mit Silikagel und/oder Eis als Trocknungsmittel

handeln. Dadurch wird der Feuchtigkeitsgehalt des in die nachgeschalteten Funktionseinheiten (siehe unten) strömenden Frischluftstroms reduziert. Derselben Zweck dient eine alternativ oder zusätzlich vorhandene, hier im Ausführungsbeispiel in Strömungsrichtung der Frischluft gesehen hinter dem Lufttrockner **32** angeordnete Drossel **34**, welche nach dem Prinzip der Expansionstrocknung auf den Frischluftstrom einwirkt. Es kann sich dabei insbesondere um ein regelbares Drosselventil handeln.

**[0035]** Im Anschluss an die Filterung und Trocknung durchströmt der Frischluftstrom bei entsprechender Stellung zugehöriger Stellorgane (siehe unten) beispielsweise den Leitungsabschnitt **36**, in den eine Edelgas-Adsorberkolonne oder kurz Adsorberkolonne **38** geschaltet ist. Dabei werden die im Frischluftstrom enthaltenen Edelgase, vor allem Xenon und Krypton, im Rahmen eines sich dynamisch einstellenden Gleichgewichts durch physikalische und/oder chemische Adsorption an das in der Adsorberkolonne **38** vorhandene Adsorbens gebunden und somit in dem Leitungsabschnitt **36** verzögert, solange die Adsorptionskapazität der Adsorberkolonne **38** noch nicht erschöpft ist. Als Adsorbens können insbesondere ein oder mehrere Schichten Aktivkohle und/oder Zeolith und/oder Molekularsiebe vorgesehen sein.

**[0036]** Der Adsorberkolonne **38** ist ein zum Leitstand **4** führender Leitungsabschnitt nachgeschaltet, in den ein Partikelfilter **40** zur Rückhaltung von abgelösten Adsorberpartikeln geschaltet ist.

**[0037]** Schließlich tritt der auf die beschriebene Weise dekontaminierte Frischluftstrom über die Durchführung **16** durch die Umfassungswand **18** des Leitstandes **4** in dessen Innenraum **8** ein, so dass diesem unverbrauchte, sauerstoffreiche Atemluft mit einem für das Betriebspersonal zulässigen Aktivitätsgrad zugeführt wird.

**[0038]** Vervollständigt wird der Luftaustausch durch die Abfuhr von verbrauchter, kohlendioxidreicher Atemluft aus dem Leitstand **4** über die mit dessen Innenraum **8** verbundene und durch die Durchführung **42** in der Umfassungswand **18** in die Umgebung geführte Abluftleitung **44**, in die zur Unterstützung des Gastransports ein Gebläse **46** geschaltet ist. Dabei handelt es sich vorzugsweise um ein elektrisch angetriebenes Gebläse **46**, das ebenso wie das Gebläse **12** über das Stromversorgungsmodul **28** mit elektrischem Strom versorgt wird.

**[0039]** Da das Adsorptionsvermögen der auf den Frischluftstrom einwirkenden Adsorberkolonne **38** bei praktikabler Baugröße üblicherweise schon nach relativ kurzer Betriebsdauer erschöpft ist, ist das Belüftungssystem **2** für eine Rückspülung der adsorbierten Edelgase in die Umgebung im laufenden Betrieb ausgelegt. Zu diesem Zweck sind zwei im Wesent-

lichen baugleiche Adsorberkolonnen **38** und **48** vorhanden, die über entsprechende Leitungsverzweigungen und -anschlüsse sowie Stellorgane, hier in Form von 3-Wege-Ventilen, derart mit Frischluft oder mit Abluft beaufschlagt werden, dass eine der beiden Adsorberkolonnen **38** und **48** wie bereits beschrieben im Adsorptionsbetrieb auf den Frischluftstrom einwirkt, während die andere zeitgleich im Desorptionsbetrieb bzw. Spülbetrieb durch den Abluftstrom rückgespült und somit für den nächsten Adsorptionszyklus bereit gemacht wird. Durch Umschalten der Stellorgane kann die Rolle der Adsorberkolonnen **38** und **48** vertauscht und somit in Bezug auf die jeweilige Kolonne zyklisch zwischen Adsorptionsbetrieb und Desorptionsbetrieb gewechselt werden.

**[0040]** Bei dem in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiel ist diese Funktionalität dadurch realisiert, dass die eine Adsorberkolonne **38** in dem Leitungsabschnitt **36** angeordnet ist, und die andere Adsorberkolonne **48** in strömungsmäßiger Antiparallelschaltung in dem Leitungsabschnitt **50**. Beide Leitungsabschnitte **36** und **50** vereinen sich auf der einen Seite in dem 3-Wege-Ventil **52** und auf der anderen Seite in der auf der Saugseite des Gebläses **46** angeordneten Vereinigung **54**. Ferner ist auf der einen Seite zwischen dem 3-Wege-Ventil **52** und den beiden Adsorberkolonnen **38**, **48** eine durch die beiden 3-Wege-Ventile **56** und **58** schaltbare Querverbindung **60** zwischen die beiden Leitungsabschnitte **36** und **50** geschaltet, die über einen T-Anschluss **62** mit dem zum Partikelfilter **40** führenden Abschnitt der Zuluftleitung **10** verbunden ist. Auf der anderen Seite ist in analoger Ausgestaltung zwischen den Adsorberkolonnen **38**, **48** und der Vereinigung **54** eine durch die beiden 3-Wege-Ventile **64** und **66** schaltbare Querverbindung **68** geschaltet, die über einen T-Anschluss **70** mit dem von der Drossel **34** kommenden Abschnitt der Zuluftleitung **10** verbunden ist.

**[0041]** Bei entsprechend gewählten Ventilstellungen strömt wie bereits weiter oben beschrieben die von der Drossel **34** kommende Zuluft über den T-Anschluss **70**, das 3-Wege-Ventil **66**, die in der Figur untere Adsorberkolonne **38**, das 3-Wege-Ventil **58** und den T-Anschluss **62** zum Partikelfilter **40** und von dort weiter zum Leitstand **4**. In dem anderen Leitungsstrang strömt die vom Leitstand **4** kommende Abluft über das 3-Wege-Ventil **52**, das 3-Wege-Ventil **56**, die in der Figur obere Adsorberkolonne **48** und das 3-Wege-Ventil **64** zum Sauganschluss des Gebläses **46** und von dort weiter zum einem Abluftkamin oder zu einem sonstigen Auslass **72**, der zweckmäßigerweise in einiger Entfernung zum Einlass **14** für Frischluft liegt.

**[0042]** Das heißt, die im vorherigen Zyklus in der Adsorberkolonne **48** durch Adsorption akkumulierten Edelgase werden in diesem Betriebsmodus durch die weitgehend edelgasfreie Abluft aus dem Innenraum

**8** des Leitstandes **4** von dem Adsorbens desorbiert und mit dem Abluftstrom in die Umgebung zurückgespült. Die Rückspülung wird durch das stromabwärts der rückgespülten Adsorberkolonne **48** angeordnete Gebläse **46** unterstützt, wobei die Volumenvergrößerung des Abluftstroms durch den Unterdruck den Rückspülprozess der Edelgase verstärkt.

**[0043]** In der Abluftleitung **44** von der Warte befindet sich in Richtung des Abluftstroms gesehen stromaufwärts des 3-Wege-Ventils **52** und somit stromaufwärts der gerade im Spülbetrieb befindlichen Adsorberkolonne **48** eine Drossel **74**, vorzugsweise in Gestalt eines einstellbaren Drosselventils, die zur passiven Überhitzung der Abluft und damit zu einer Verringerung der in der Abluft befindlichen Feuchtigkeit führt (Expansionstrocknung). Dadurch wird die Desorptionsgeschwindigkeit der Edelgase in der nachgeschalteten Adsorberkolonne **48** begünstigt.

**[0044]** Nach der Umschaltung vertauschen sich die Rollen der Adsorberkolonnen **38** und **48**. Nun strömt die Frischluft von der Drossel **34** kommend über das 3-Wege-Ventil **64**, die Adsorberkolonne **48** und das 3-Wege-Ventil **56** zum Partikelfilter **40** und von dort zum Leitstand **4**. Die Abluft aus dem Leitstand **4** hingegen strömt von der Drossel **74** kommend über das 3-Wege-Ventil **52**, das 3-Wege-Ventil **58**, die Adsorberkolonne **38** und das 3-Wege-Ventil **66** zum Gebläse **46** und von dort zum Auslass **72**. Die zuvor beladene Adsorberkolonne **38** wird nun durch die Abluft rückgespült, während die Adsorberkolonne **48** für eine Reinigung der Frischluft und dementsprechend für eine erneute Beladung zur Verfügung steht.

**[0045]** Zur Steuerung der Umschaltvorgänge mittels der 3-Wege-Ventile **52**, **56**, **58**, **64**, **66** ist eine Steuereinheit **30** vorgesehen, welche zweckmäßigerweise auch die beiden Gebläse **12** und **46** und gegebenenfalls weitere Stellorgane für Durchfluss und Drücke ansteuert. Für den Fachmann versteht sich, dass die Umschaltfunktionalität auch mittels anderer Leitungstopologien und Stellorgane in äquivalenter Weise realisiert werden kann.

**[0046]** Wie durch die gestrichelten Umrandungslinien angedeutet, ist das Belüftungssystem **2** vorzugsweise modular aus einem Edelgasmodul **76**, einem Jod- und Aerosolmodul **78** und einem Stromversorgungsmodul **28** aufgebaut. Die Grenzen zwischen den Modulen können im Detail natürlich auch anders gewählt sein, und es kann weitere Module oder Submodule geben. Die einzelnen Module sind beispielsweise in Standardcontainern transportabel untergebracht, so dass ein einfacher Transport zum Einsatzort und dort ein einfacher Aufbau durch Verbindung der zugehörigen, standardisierten Leitungsanschlüsse erfolgen kann.

**[0047]** Bei der in **Fig. 2** dargestellten Variante des Belüftungssystems **2** ist zusätzlich zu den aus **Fig. 1** bekannten Komponenten eine Rückhalteeinheit für Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), vorzugsweise mit einer überwiegend auf chemischer Adsorption (Chemisorption) oder Absorption beruhenden CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** vorhanden. Damit ist es möglich, den Leitstand **4** für eine gewisse Zeitspanne im Umluftbetrieb ohne Zuspeisung von (gefilterter) Atemluft von außen zu betreiben, ohne dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Leitstand **4** einen für das Wohl des Betriebspersonals kritischen Wert überschreitet. Dies hat den Vorteil, dass bei extremen Aktivitätsbelastungen außerhalb des Containments im Umluftbetrieb keine Aktivität in den Leitstand **4** eindringen kann.

**[0048]** Die Einbindung der CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** in das aus **Fig. 1** bekannte System erfolgt bevorzugt in der Weise, dass eine von der Abluftleitung **44** abzweigende und zur Zuluftleitung **10** führende Rezirkulationsleitung oder Umluftleitung **80** vorhanden ist, in die die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** geschaltet ist. Ein in die Umluftleitung **80** geschaltetes Umluftgebläse **84** fördert somit im Umluftbetrieb die aus dem Leitstand **4** entnommene CO<sub>2</sub>-reiche Abluft über die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** mit vermindertem CO<sub>2</sub>-Gehalt als Atemluft in den Leitstand **4** zurück. Die CO<sub>2</sub>-Adsorption erfolgt nahezu bei dem Druck, der innerhalb des Leitstands **4** herrscht, also annähernd bei Atmosphärendruck oder geringfügig mehr (Vermeidung von Inleakage, siehe unten). Dadurch muss das Umluftgebläse **84** keine nennenswerte Kompressionsarbeit leisten.

**[0049]** Konkret ist die Umluftleitung **80** im dargestellten Beispiel einlassseitig über eine Leitungsverzweigung (z. B. ein T-Stück) an den zwischen der Durchführung **42** zum Leitstand **4** und der Drossel **74** liegenden Leitungsabschnitt der Abluftleitung **44** angeschlossen. Auslassseitig ist die Umluftleitung **80** über eine Leitungsverzweigung an den zwischen der Durchführung **16** und dem 3-Wege-Ventil **58** liegenden Leitungsabschnitt der Zuluftleitung **10** angeschlossen, hier speziell stromaufwärts des Partikelfilters **40**. Zusätzlich oder alternativ können Filter **86** in die Umluftleitung **80** geschaltet sein, hier beispielsweise stromabwärts der CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** (die Strömungsrichtung im Umluftbetrieb ist durch einen Strömungspfeil neben der Kolonne angedeutet).

**[0050]** Bezüglich der Anbindung des Umluftsystems an das restliche Belüftungssystem **2** sind selbstverständlich Abwandlungen möglich, aber die dargestellte Variante besitzt insbesondere den Vorteil, dass insgesamt nur zwei Durchführungen **16**, **42** durch die Umfassungswand **18** des Leitstandes **4** / durch das Containment benötigt werden. Weiterhin ist es von Vorteil, dass sich im Umluftbetrieb der die Edelgas-Adsorberkolonnen **38**, **48** und die vorgelagerten Komponenten enthaltene Teil des Belüf-

tungssystems **2** über entsprechende Absperrarmaturen oder Ventile einfach und zuverlässig von dem Umluftsystem strömungs- und medienmäßig abkoppeln bzw. isolieren lässt.

**[0051]** Die Umluftleitung **80** selber ist eingangsseitig und ausgangseitig mit Absperrventilen **88**, **90** versehen, um sie bedarfsweise vom restlichen Leitungssystem isolieren zu können. Vorzugsweise sind die Absperrventile **88**, **90** hinsichtlich des Durchflusses regelbar (Regelventile), so dass auch Teilströme einstellbar sind. Dies gilt auch für die weiteren Ventile, insbesondere die weiter unten beschriebenen Absperrventile **92**, **94**.

**[0052]** Es ist möglich, ein eigenes, separates Umluftgebläse **84** für die Umluftleitung **80** vorzusehen. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, das in der Variante nach **Fig. 1** ausschließlich als Abluftgebläse zum Einsatz kommende Gebläse **46** in der Abluftleitung **44** im Sinne einer Doppelnutzung während des Umluftbetriebs als Umluftgebläse **84** zu verwenden. Zu diesem Zweck ist die Umluftleitung **80** über geeignete Leitungsverzweigungen oder Anschlüsse an einen das Gebläse **46** enthaltenden Leitungsabschnitt der Abluftleitung **44** angeschlossen. Dieser Leitungsabschnitt ist mittels Absperrventilen **92**, **94** vom Auslass **72** und von dem die Edelgas-Adsorberkolonnen **38**, **48** enthaltenen Teil des Belüftungssystems **2** isolierbar und bildet im Umluftbetrieb einen Teilabschnitt der Umluftleitung **80**. Die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** ist wie dargestellt vorzugsweise stromabwärts des Gebläses **46** (oder allgemeiner: des Umluftgebläses **84**), auf dessen Druckseite, angeordnet.

**[0053]** Bevorzugt handelt es sich bei dem Absperrventil **94** um ein regelbares 3-Wege-Ventil an der Leitungsverzweigung, welches beim Desorptionsbetrieb (Rückspülung) der Edelgas-Adsorberkolonne **38** oder **48** den Auslass **72** freigibt und den angeschlossenen Strang der Umluftleitung **80** absperrt. Dadurch wird sichergestellt, dass die bei Desorption von der Edelgas-Adsorberkolonne **38** oder **48** gelösten Aktivitäten in die Umgebung ausgeblasen werden und nicht über die Umluftleitung **80** in den Leitstand **4** transportiert werden. Vorzugsweise werden also der Edelgas-Desorptionsbetrieb (Spülung der Edelgas-Adsorberkolonne **38** oder **48**) und der CO<sub>2</sub>-Adsorptionsbetrieb (Umluftbetrieb) nicht gleichzeitig gefahren.

**[0054]** Der Edelgas-Adsorptionsbetrieb (Beladung der Edelgas-Adsorberkolonne **38** oder **48**) und der CO<sub>2</sub>-Adsorptionsbetrieb (Umluftbetrieb) können jedoch problemlos gleichzeitig gefahren werden. In diesem Fall wird über zumindest eine der beiden Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** und die Zuluftleitung **10** gefilterte Frischluft in den Leitstand **4** eingeblasen. Die Abluft aus dem Leitstand **4** wird bei geöffnetem Absperrventil **88** mittels des Gebläses **46**

durch die Umluftleitung **80** transportiert. Je nach Stellung des als 3-Wege-Regelventil ausgebildeten Absperrventils **94** wird dabei ein mehr oder minder großer Teilstrom (der ggf. auch den Wert Null besitzen kann) über den Auslass **72** in die Umgebungsatmosphäre entlassen und der restliche Teilstrom über die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne **82** in den Leitstand **4** zurückgeführt. Das Absperrventil **92** ist dabei geschlossen, so dass wie weiter oben erwähnt die unerwünschte Rückführung von Aktivitäten aus den Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** in den Leitstand **4** vermieden wird.

**[0055]** Eine weitere mögliche Betriebsweise beinhaltet den simultanen Adsorptions- und Desorptionsbetrieb der Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** im wiederkehrenden Wechsel, wie bereits im Zusammenhang mit **Fig. 1** beschrieben. In diesem Betriebsmodus findet wie oben erwähnt bevorzugt keine CO<sub>2</sub>-Adsorption im Umluftbetrieb statt.

**[0056]** Allerdings wurde festgestellt, dass die physikalische Adsorption in den Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** bei höherem Druck (beispielsweise 8 bar) deutlich effektiver ist als bei Atmosphärendruck, während die Desorption bevorzugt bei relativ niedrigem Druck, insbesondere bei leichtem Unterdruck in Relation zum Atmosphärendruck, abläuft. Dadurch ist nach jedem Wechseltvorgang (Umschalten) eine gewisse Zeitspanne von beispielsweise 10 bis 30 Minuten für die erforderliche Druckerhöhung mittels des als Kompressor wirksamen Gebläses **12** einzuplanen. In dieser Phase der Druckerhöhung, in der das Rückhaltevermögen der Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** noch nicht vollständig ausgeprägt ist, erfolgt die Belüftung des Leitstandes **4** bevorzugt nur durch CO<sub>2</sub>-Adsorption im Umluftbetrieb. Dabei nimmt zwar der Sauerstoffgehalt der Luft im mit Betriebspersonal besetzten Leitstand **4** durch Verbrauch langsam ab, aber der CO<sub>2</sub>-Gehalt wird sicher unterhalb eines kritischen Wertes gehalten. Später, nach Erreichen des für eine effektive Edelgasrückhaltung erforderlichen Betriebsdrucks, wird vorzugsweise die gefilterte Luftzufuhr über die Edelgas-Adsorberkolonnen **38** oder **48** hinzugeschaltet (Simultanbetrieb von Edelgas-Adsorption und CO<sub>2</sub>-Adsorption wie weiter oben beschrieben). Dadurch wird der zuvor abgesunkene Sauerstoffgehalt der Luft im Leitstand **4** wieder aufgefrischt. Später können Regenerationsphasen (Desorption) bei abgeschalteter Umluft durchgeführt und die Adsorberkolonnen **38** und **40** vertauscht werden.

**[0057]** Eine bevorzugte Betriebsweise des Belüftungssystems **2** gemäß **Fig. 2** beinhaltet mit anderen Worten, dass in der erforderlichen Zeitspanne zur Druckerhöhung in den Adsorberkolonnen **38**, **48** der Leitstand **4** – bevorzugt ausschließlich – im Umluftbetrieb versorgt wird. Nach der Druckerhöhung wird bevorzugt während / zusammen mit der chemischen

CO<sub>2</sub>-Adsorption Frischluft über die Edelgasverzögerungsstrecke mit den Adsorberkolonnen **38, 48** zuge speist. Der erhöhte Volumenstrom wird vorteilhaft zur Aufrechterhaltung der Sauerstoff-Konzentration und zur Druckerhöhung im Leitstand **4** genutzt. Hierdurch wird eine gerichtete Strömung mit Überdruck im Leitstand **4** gegenüber der äußeren Umgebung erzeugt, die das Eindringen von Aktivität von außen in den Leitstand **4** (engl. in-leakage) sicher verhindert. Einfache Systeme, die nur mit einer CO<sub>2</sub>-Abscheidung arbeiten, können diese Aufgabe nicht ausreichend sicher gewährleisten.

**[0058]** Das zur CO<sub>2</sub>-Adsorption in der Adsorberkolonne **82** eingesetzte Adsorbens kann beispielsweise Atemkalk (engl. soda lime), Zeolith / Molekularsieb oder ein regenerierbares Adsorbens sein. Als weitere Beispiele möglicher Adsorbensien können vor allem Oxide, Peroxide, und Hyperoxide (z. B. Kaliumhyperoxid) eingesetzt werden. Regenerierbare Adsorbensien können aus Metalloxiden oder deren Gemischen bestehen. So reagiert z. B. Silberoxid mit CO<sub>2</sub> zu Silbercarbonat. Grundsätzlich können auch Gemische der genannten Adsorbensien zum Einsatz kommen oder mehrstufige Adsorberkolonnen mit gleichartigen oder unterschiedlichen Adsorbensien in den verschiedenen Stufen verwirklicht werden.

**[0059]** Bei entsprechender Eignung des Adsorbens kann die in der Adsorberkolonne **82** erfolgende Chemiesorbition bei erhöhten Temperaturen reversibel geführt werden und das Adsorbens prinzipiell regeneriert werden. Hierzu sind gegebenenfalls einfache Modifikationen in der Leitungsführung des Umluftsystems zweckmäßig, um derartige Regenerationsphasen außerhalb des oben beschriebenen Umluftbetriebs ohne Belastung für den Leitstand **4** durchführen zu können.

**[0060]** Zusammengefasst gewährleisten die Systeme gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2**, dass neben der luftgetragenen Aktivität der Aerosole und Organojod auch die Edelgase von der Atemluft der Warte zurückgehalten werden. Bei dem erweiterten System gemäß **Fig. 2** wird darüber hinaus das CO<sub>2</sub> aus der Atemluft durch chemische Adsorption / Absorption entfernt.

**[0061]** Durch die Einbindung der direkten CO<sub>2</sub>-Adsorption kann der Leitstand **4** in extremen Unfallsituationen im Umluftbetrieb gefahren werden, bis die Sauerstoffkonzentration der Wartenluft auf einen unteren Grenzwert (ca. 17–19 Vol.-%) absinkt, so dass eine Frischluftzufuhr von außen benötigt wird. Das Edelgasrückhalte modul mit den Adsorberkolonnen **38, 48** wird dann vor allem zur Deckung und Anhebung des Sauerstoffgehaltes betrieben. Hierdurch kann die benötigte Kapazität des Modules hinsichtlich der Antriebsenergie und Aktivkohlemenge beträchtlich reduziert werden. Die benötigte Kompressionsenergie zur Erzeugung der Druckwechseladsorption

kann minimiert werden. Hierdurch können die zur autarken Erzeugung der Energie benötigten Aggregate kleiner ausgeführt werden.

**[0062]** Auch wenn die Beschreibung bislang auf die Belüftung des (zentralen) Leitstandes eines Kernkraftwerkes ausgerichtet war, so ist doch klar, dass das Belüftungssystem **2** auch für die Störfall-Belüftung von anderen Raumbereichen innerhalb eines Kernkraftwerkes oder allgemeiner einer kerntechnischen Anlage – etwa auch Brennelementlager, Wiederaufbereitungsanlagen, brennstoffverarbeitende Anlagen etc. – verwendet werden kann, etwa von Hilfsanlagengebäuden, Schaltanlagenräumen, Messwarten oder anderen Bedien- und Überwachungsräumen. Für derartige Räume wird in zusammenfassender, schlagwortartiger Weise auch die Bezeichnung „Betriebsraum“ verwendet.

#### Bezugszeichenliste

<b>2</b>	Belüftungssystem
<b>64</b>	3-Wege-Ventil
<b>4</b>	Leitstand
<b>66</b>	3-Wege-Ventil
<b>6</b>	Kernkraftwerk
<b>68</b>	Querverbindung
<b>8</b>	Innenraum
<b>70</b>	T-Anschluss
<b>10</b>	Zuluftleitung
<b>72</b>	Auslass
<b>12</b>	Gebläse
<b>74</b>	Drossel
<b>14</b>	Einlass
<b>76</b>	Edelgasmodul
<b>16</b>	Durchführung
<b>78</b>	Jod- und Aerosolmodul
<b>18</b>	Umfassungswand
<b>80</b>	Umluftleitung
<b>20</b>	Aerosolfilter
<b>82</b>	CO <sub>2</sub> -Adsorberkolonne
<b>22</b>	HEPA-Filter
<b>84</b>	Umluftgebläse
<b>24</b>	Jodfilter
<b>86</b>	Filter
<b>26</b>	Partikelfilter
<b>88</b>	Absperrventil
<b>28</b>	Stromversorgungsmodul
<b>90</b>	Absperrventil
<b>30</b>	Steuereinheit
<b>92</b>	Absperrventil
<b>32</b>	Lufttrockner
<b>94</b>	Absperrventil
<b>34</b>	Drossel
<b>36</b>	Leitungsabschnitt
<b>38</b>	Adsorberkolonne
<b>40</b>	Partikelfilter
<b>42</b>	Durchführung
<b>44</b>	Abluftleitung
<b>46</b>	Gebläse



<b>48</b>	Adsorberkolonne
<b>50</b>	Leitungsabschnitt
<b>52</b>	3-Wege-Ventil
<b>54</b>	Vereinigung
<b>56</b>	3-Wege-Ventil
<b>58</b>	3-Wege-Ventil
<b>60</b>	Querverbindung
<b>62</b>	T-Anschluss

### Patentansprüche

1. Belüftungssystem (2) für einen von Betriebspersonal begehbaren Betriebsraum in einer kerntechnischen Anlage, insbesondere einen Leitstand (4) in einem Kernkraftwerk (6), mit

- einer von einem externen Einlass (14) zu dem Betriebsraum geführten Zuluftleitung (10), in die ein erstes Gebläse (12) und eine erste Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 38) geschaltet sind,
- einer von dem Betriebsraum zu einem externen Auslass (72) geführten Abluftleitung (44), in die ein zweites Gebläse (46) und eine zweite Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 48) geschaltet sind, und
- Umschaltmitteln zur Vertauschung der Rollen von erster und zweiter Edelgas-Adsorberkolonne (38, 48).

2. Belüftungssystem (2) nach Anspruch 1, wobei das erste Gebläse (12) in Strömungsrichtung der Zuluft gesehen stromaufwärts der ersten Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 38) angeordnet ist.

3. Belüftungssystem (2) nach Anspruch 2, wobei zwischen dem ersten Gebläse (12) und der ersten Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 38) eine Drossel (34) und/oder ein Lufttrockner (32) in die Zuluftleitung (10) geschaltet sind.

4. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das zweite Gebläse (46) in Strömungsrichtung der Abluft gesehen stromabwärts der zweiten Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 48) angeordnet ist.

5. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in Strömungsrichtung der Abluft gesehen stromaufwärts der zweiten Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 48) eine Drossel (74) in die Abluftleitung (44) geschaltet ist.

6. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Jodfilter (24) und ein Aerosolfilter (20) in die Zuluftleitung (10) geschaltet sind.

7. Belüftungssystem (2) nach Anspruch 6, wobei der Jodfilter (24) und der Aerosolfilter (20) in Strömungsrichtung der Zuluft gesehen stromaufwärts des ersten Gebläses (12) angeordnet sind.

8. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einem autarken Stromversorgungsmodul (28).

9. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Umschaltmittel mehrere 3-Wege-Ventile (52, 56, 58, 64, 66) umfassen.

10. Belüftungssystem (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei eine Umluftleitung (80), in die eine CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne (82) und ein Umluftgebläse (84) geschaltet sind, vom Betriebsraum weg und wieder zurück führt.

11. Belüftungssystem (2) nach Anspruch 10, wobei das zweite Gebläse (46) als Umluftgebläse (84) in die Umluftleitung (80) schaltbar ist.

12. Belüftungssystem (2) nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Umluftleitung (80) eingangsseitig an die Abluftleitung (44) und ausgangsseitig an die Zuluftleitung (10) angeschlossen ist.

13. Verfahren zum Betreiben eines Belüftungssystems (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem simultan eine der beiden Edelgas-Adsorberkolonnen (z. B. 38) von Zuluft durchströmt und dadurch mit radioaktiven Edelgasen beladen wird und die andere Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 48) von Abluft durchströmt und dadurch rückgespült wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Rollen der beiden Edelgas-Adsorberkolonnen (38, 48) durch Umschaltung vertauscht werden, sobald die Adsorptionskapazität der aktuell beladenen Edelgas-Adsorberkolonne (z. B. 38) erschöpft ist.

15. Verfahren zum Betreiben eines Belüftungssystems (2) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei mittels des ersten Gebläses (12) zumindest in einer der beiden Edelgas-Adsorberkolonnen (38, 48) ein Druckaufbau durchgeführt wird, und wobei simultan im Umluftbetrieb ein CO<sub>2</sub>-Abbau durch die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne (82) erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Belüftung des Betriebsraumes während des Druckaufbaus ausschließlich durch die CO<sub>2</sub>-bereinigte Umluft erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei simultan dem Betriebsraum Zuluft über zumindest eine der beiden Edelgas-Adsorberkolonnen (38, 48) zugeführt wird und im Umluftbetrieb ein CO<sub>2</sub>-Abbau durch die CO<sub>2</sub>-Adsorberkolonne (82) vorgenommen wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei das erste Gebläse (**12**) als Umluftgebläse (**84**) verwendet wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

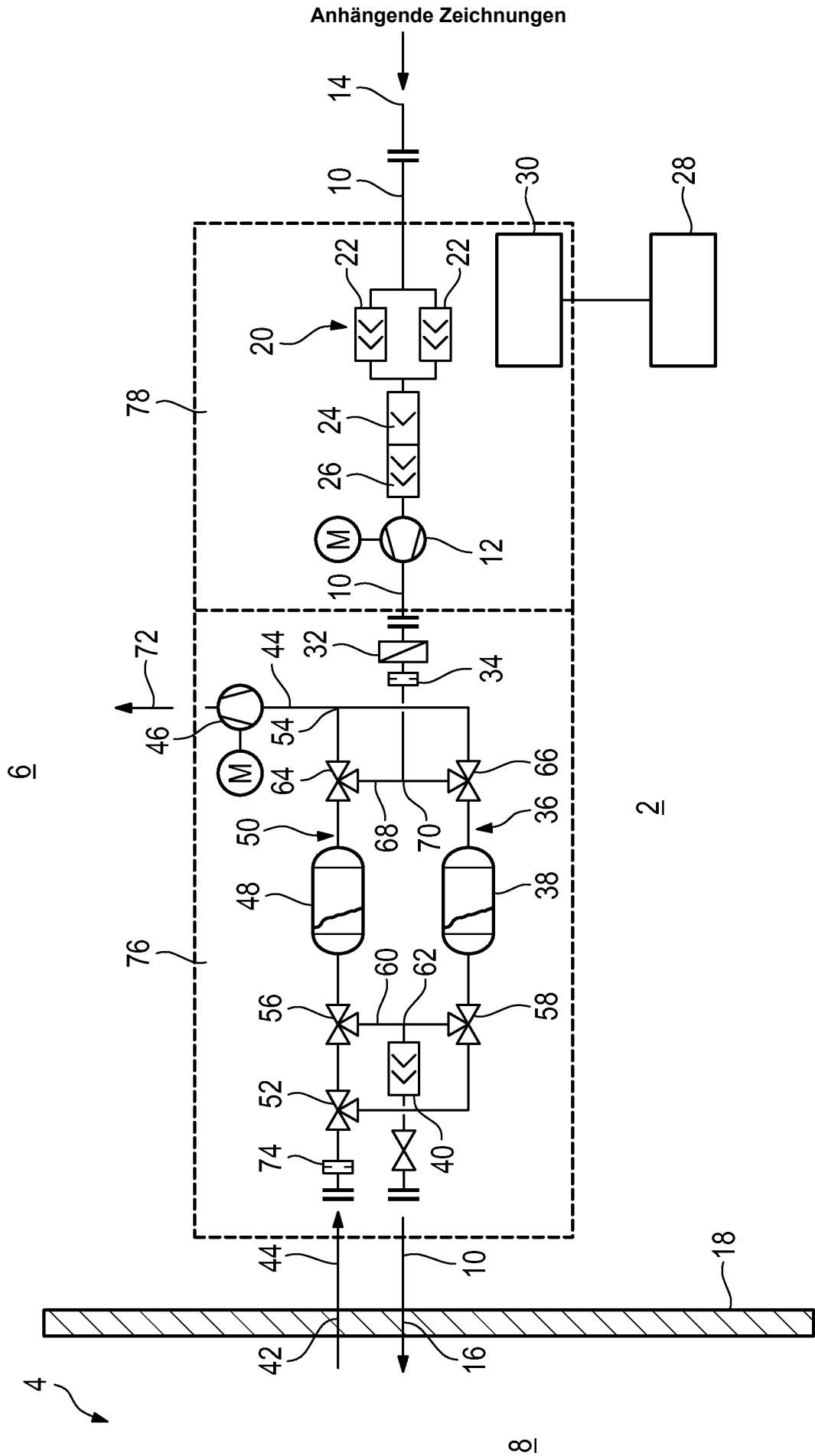


Fig. 1

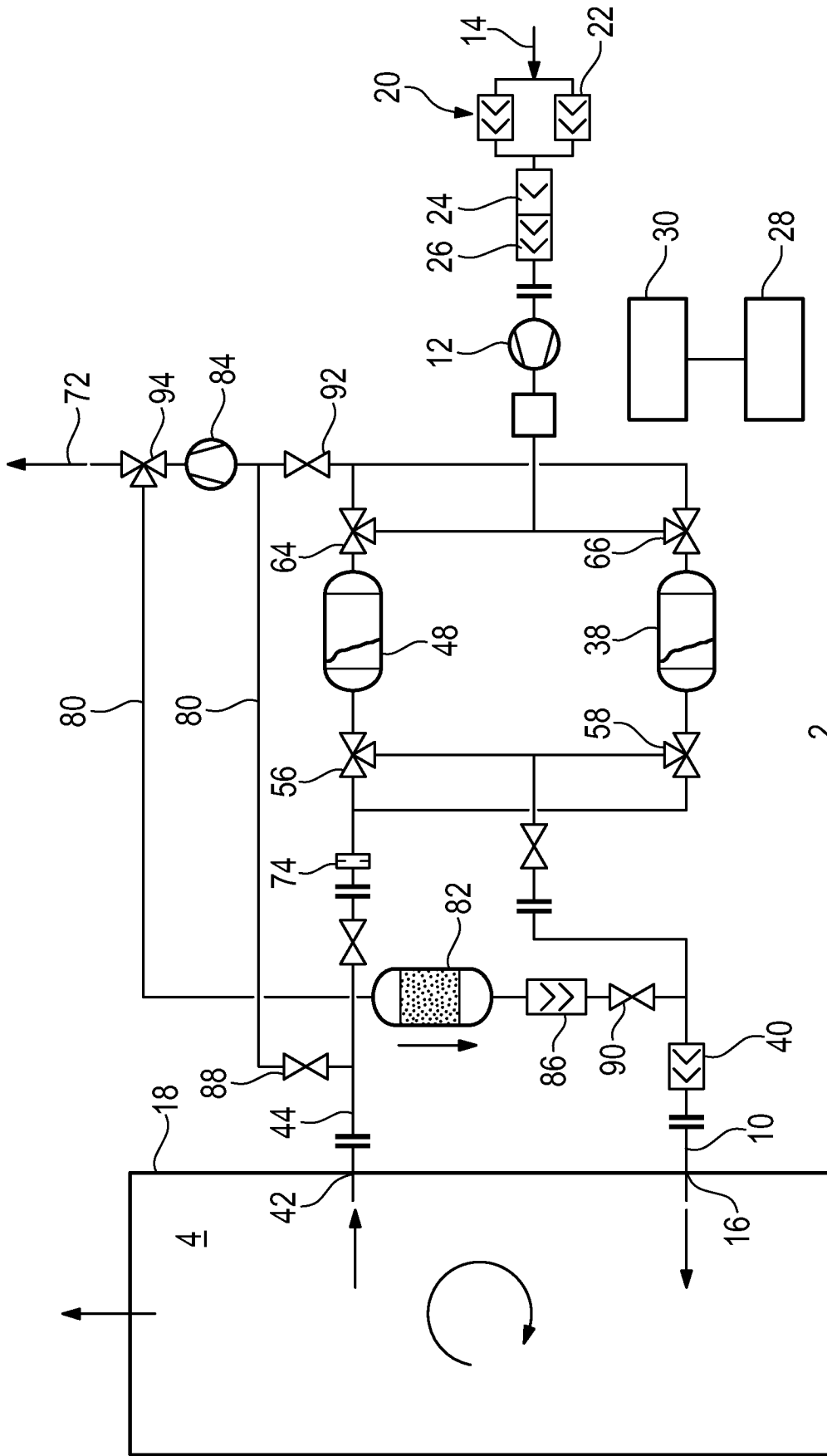


Fig. 2