



(10) **DE 10 2006 008 320 B4** 2010.08.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 008 320.2**
(22) Anmeldetag: **17.02.2006**
(43) Offenlegungstag: **30.08.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B01D 53/04** (2006.01)
B01D 39/08 (2006.01)
B01D 39/10 (2006.01)
A61M 16/01 (2006.01)
A61M 16/00 (2006.01)
B01D 39/02 (2006.01)
B01D 35/30 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(61) Zusatz in:
10 2006 053 216.3

(73) Patentinhaber:
ZeoSys GmbH, 12489 Berlin, DE

(74) Vertreter:
Wehlan & Wehlan, Patentanwälte, 10367 Berlin

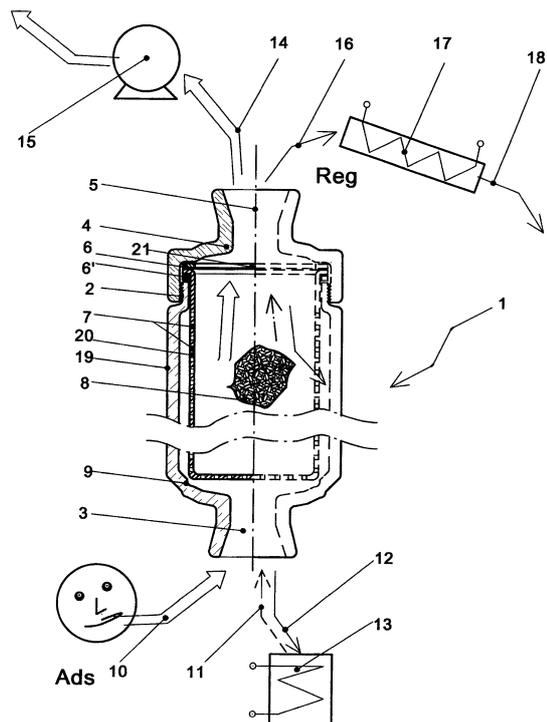
(72) Erfinder:
Stach, Helmut, Prof. Dr., 15754 Heidesee, DE;
Füsting, Bernd, 13088 Berlin, DE; Münn, Peter,
13088 Berlin, DE; Welke, Hartmut, 16356
Ahrensfelde, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2004 033588	A1
DE	101 18 768	A1
DE	20 01 108	A
US	39 41 573	A
EP	15 74 247	A1

(54) Bezeichnung: **Filterpatrone zur Rückgewinnung niedrigsiedender halogenierter Kohlenwasserstoffe**

(57) Hauptanspruch: Filterpatrone (1) zur Rückgewinnung halogenierter Kohlenwasserstoffe, umfassend einen Behälter (19) mit einem Gaseintritt (3), wobei der Behälter (19) einen Filtereinsatz (20) aufweist und über einen Verschluss (2) mit einem Deckel (4) und mit einem Gasaustritt (5) verbunden sowie mittels Dichtungen (6; 6') und einer Siebplatte (21) mit dem Deckel (4) vereinigt ist, einen Zeolith (8) sich im Filtereinsatz (20) mit Öffnungen (7) befindet wobei der Filtereinsatz (20) sich mit seinem Boden an Vertiefungen (9) im Behälter (19) anpasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Filterpatrone zur Rückgewinnung niedrigsiedender halogenierter Kohlenwasserstoffe (HKW), insbesondere für Inhalationsanästhetika. Häufig in der medizinischen Praxis angewendete leicht verdampfbare Anästhetika wie Halothan, Enfluran, Isofluran und Desfluran sind Fluorchlorkohlenwasserstoffe oder Fluorkohlenwasserstoffe, die gewöhnlich während oder nach der Anästhesie vollständig in die Umgebung entlassen werden und Patienten wie medizinisches Personal schädigen. Außerdem tragen sie klimaschädigend zum "Ozonloch" oder zum "Treibhauseffekt" bei. Eine auf die Mitgliedstaaten der EU bezogene Abschätzung ergab, dass allein 1995 ozonbildend eine Belastung der Atmosphäre mit ca. 700 t an Inhalationsanästhetika auftrat. Diese Menge entspricht einer zusätzlichen Beladung der Umgebung mit Kohlendioxid von 0.25% [Zeitschr. Anästhesiologie u. Intensivmed. 6(39), 301–306, 1998].

[0002] Der Stand der Technik zur Entfernung von HKW aus Begleitgasen wird durch Adsorptionsfilter charakterisiert, die auf der Basis von mikroporösen Sorbentien wie Aktivkohlen und Zeolithen zum Zwecks zeitweiliger Rückhaltung und Speicherung der Gase wirken. Reaktiv wirkende Aktivkohlen sind für die Reinigung von Prozess- oder Abluft geeignet (DE 37 13 346 A1, DE 39 35 094 A1 und DE 40 03 668 A1). Die Voraussetzungen für eine hohe Sorptionskapazität der Sorptionsvorrichtungen, verbunden mit optimaler Regenerierbarkeit sind dazu bereits in den Schriften DD 239 947 A1, DE 36 28 858 A1 und DE 37 31 688 A1 dargelegt. Die Rückgewinnung von HKW kann mit einem hohen Rückgewinnungsgrad wirtschaftlich durch Desorption nur unter hohen Temperaturen und niedrigen Drücken erfolgen. Im Ergebnis der Wärmebehandlung treten jedoch strukturelle Schädigungen der Sorbentien wie auch die Bildung halogenhaltiger Zersetzungsprodukte von HKW ein.

[0003] In DE 37 13 346 A1 und DE 195 49 271 A1 wird die Entfernung von HKW mittels Zeolithen beschrieben. Zeolithe eignen sich besonders auch zum Entfernen von Schadstoffen aus wässrigen Lösungen (DE 44 06 766 A1 und DE 195 31 933 A1). Die Sorption von HKW ist in der DE 42 33 577 A1 dargelegt. Neuerdings werden aluminiumarme und dealuminierte Zeolithe als Sorptionsmittel (DE 195 32 500 A1) verwendet. Ihr Anteil an Aluminiumoxid ist wesentlich durch Siliziumdioxid ersetzt. Beispielsweise entsteht durch Dealuminieren eines Na-Y-Zeolithen der Wessalith DAY mit einer günstigen Porenöffnung von 7,4 Å für die Sorption von Inhalationsanästhetika. Zeolithe weisen eine hohe thermische Stabilität und eine geringe katalytische Aktivität bezüglich einer Bildung toxischer Produkte aus HKW auf. Die Sorption von Wasser an diesen sogenannten hydrophoben Zeolithen ist merklich zugunsten der HKW zurückgedrängt. Ein bekanntes Verfahren zum Trennen und Rückgewinnen von Inhalationsanästhetika (DE 42 08 521 A1) betrifft die Adsorption an einem Aktivkohle- oder Zeolithfilter mit Ausnahme des begleitenden Lachgases, wobei die verbliebenen weiteren Begleitgase anschließend einer katalytischen Nachverbrennung zugeführt werden. Die dazu erforderlichen Temperaturen bis 550°C sind noch unwirtschaftlich hoch. Der Vorrichtung werden rückgewinnbare Wirkstoffe unumkehrbar entzogen. Nachteilig ist, dass in Aktivkohlen mit breitem Porenspektrum die HKW in den engen Poren dauerhaft adsorbiert und erst bei hohen Temperaturen wieder freigesetzt werden. Auch bei der Rückgewinnung von Inhalationsanästhetika (DE 43 08 940 A1 und DE 195 49 271 A1) führen die Temperaturen für eine Desorption in die Gasphase mit 100°C bis 200°C noch zu medizinisch bedenklichen Nebenprodukten.

[0004] In einem Verfahren zur Rückgewinnung von HKW in einen Gasstrom (EP 0 284 227 A2; CA 1,339,833 A) wird ein hydrophobes zeolithisches Molekularsieb mit einer engen Porenverteilung eingesetzt, das selektiv Wirkstoffe der Gruppe halogener Ether von höheren Kohlenwasserstoffen abtrennt. Die Desorption erfolgt in einem Kanister mittels eines Stickstoff-Trägergasstromes bei 30°C bis 150°C. Die Anästhetika werden kondensiert und zurückgewonnen. Temperaturen von 30°C bis 40°C waren jedoch für einen wirtschaftlich hohen Rückgewinnungsgrad noch nicht ausreichend. Temperaturen über ca. 140°C führten hingegen zu Verfärbungen der Sorbenspartikel infolge Strukturalterung und des Entstehens von Koksablagerungen. Auch die räumliche Abtrennung des Adsorptions- vom Regenerationskreis entspricht noch nicht den wirtschaftlichen Erfordernissen einer Kreislaufführung der Exhalationsgase.

[0005] In einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Rückgewinnung von Gasen (DE 197 49 963 A1; WO 99/22845 A2) werden einige Komponenten von Anästhetika an sorbierenden Stoffen gebunden, während andere diese passieren. Bereits vorteilhaft werden als Sorbentien dem Verfahren angepasste dealuminierte Zeolithe verwendet. Das sorbierte Gas wird durch einfaches Erwärmen desorbiert, in einem Kondensator verflüssigt und wiederverwendet. Aufgrund hoher Dampfdrücke der Anästhetika muss die Kondensation im Bereich von 2°C bis 8°C erfolgen. Die Desorption von Isofluran erfolgt unter Vakuum (ca. 10 mbar) und unter gleichzeitigem Erwärmen auf etwa 100°C bis 160°C. Die maximale Desorptionstemperatur liegt damit um ca. 60°C niedriger als die für Aktivkohle. Desfluran wird zwischen 90°C und 130°C desorbiert. Der Unterdruck begünstigt jedoch nachteilig die Ablagerung von koksartigen Stoffen infolge des Fehlens oxidierender Gaskomponenten.

[0006] In einer DE 101 18 768 A1 wird für eine Filterpatrone die schonende Regenerierung des Zeolithen mit einem Wasserdampfträger infolge einer Destillation des Sorbats beschrieben. Modifizierte und/oder dealuminierte Zeolithe mit geringer Wasseraufnahme unterhalb Ma-2% bewirken ein das Sorbens schonendes Absenken der Temperatur für die Desorption. Es wird unter Normaldruck vorteilhaft eine Grenztemperatur von 100°C eingestellt. Durch eine hinzutretende Extraktion werden zusätzlich sorbierte Anteile an Anästhetika freigesetzt. Die Dephlegmierung der aufsteigenden Gase führt zu einer teilweisen Kondensation und zum Rücklauf des Gemisches in den Verdampfer bei überwiegenden Wasseranteilen. Eine weitere Abkühlung der Gase führt zum Entstehen eines schichtartig vorgetrennten Gemisches in einem Absetzbehälter. Die spezifisch leichtere Wasserschicht wird in den Verdampfungsvorgang rückgeführt, während die schwerere Schicht einer Nachreinigung zwecks wiederholter Nutzung der Anästhetika zugeführt wird. Mögliche Abbauprodukte reichern sich in der Wasserschicht an. Entstehende Schadprodukte verbleiben somit im Wasserkreislauf und können periodisch ausgeschleust werden.

[0007] Herkömmliche Filterpatronen mit Zeolithen weisen bezüglich Adsorption und Desorption von Inhalationsanästhetika unterschiedliche Charakteristiken ihrer Parameter auf, die wesentlich von den Bedingungen für Strömung und Temperatur abhängen. Um eine Vereinheitlichung der Prozessführung ohne einen zeitlichen Verzug zu erreichen, wird beispielsweise in eine Patrone von außen eine unterschiedliche Energiezuführung veranlasst, wobei aus dem Inneren der Patrone die adsorbierten Anästhetika zeitlich ohne Verzögerung wieder freigesetzt werden können (EP 1 222 940 A2). Auch sind speziell geformte Ausgestaltungen von Filtereinsätzen für Atemgase üblich, um Füllungen auch bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten gleichmäßig zu verbrauchen (DE 36 12 924 A1) und um lokale Durchbrüche der Adsorbate durch die Filterschicht zu vermeiden.

[0008] Es ist aus der chemischen Verfahrenstechnik bekannt, dass eine Kreuzstromführung von Gasphase und stationärem Sorbens dann angezeigt ist, wenn das Sorptiv weitgehend aus der Abgeberphase entfernt werden soll. Umgekehrt kann beladenes Sorbens stufenweise mit einem geänderten Regenerierfluid in der Kreuzstromkaskade ohne Effekte eines zeitlichen Verzuges wieder regeneriert werden.

[0009] Aus US 3,941,573 A ist eine Filterpatrone zur Rückgewinnung halogenierter Kohlenwasserstoffe mit einem Behälter und einem Gaseintritt bekannt, wobei der Behälter einen Filtereinsatz mit u. a. Zeolithen enthält und über einen Verschluss mit einem Deckel und mit einem Gasaustritt verbunden ist, der mittels Dichtungen und einer Siebplatte mit dem Deckel vereinigt ist. Der Filtereinsatz ist hier an seinem unteren Rand über eine Dichtung gasdicht an dem Behälter fixiert. Auch die eine entsprechende Filterpatrone betreffende Druckschrift (DE 2 001 108 A) offenbart nur einen mit seinem unteren Rand in einen Behälter abgestützten Filtereinsatz.

[0010] In DE 10 2004 033 588 A1 und EP 1 574 247 A1 werden Verfahren zur Entfernung halogenierter Kohlenwasserstoffe durch Adsorption an modifizierte bzw. dealuminierte Zeolithe in Adsorptionsfiltern und die Regenerierung der Zeolithe mittels Wasserdampf beschrieben.

[0011] Letztlich sind bekannte und handelsübliche Zeolithe enthaltende Filterpatronen für eine Regenerierung mittels Wasserdampf weder geeignet noch ausgelegt.

[0012] Es ist deshalb Aufgabe, eine Filterpatrone zu entwickeln, die gleichzeitig eine effektive Beladung durch Adsorption wie auch eine zweckmäßige Regenerierung durch Desorption mittels Wasserdampf außerhalb eines Anästhesiegerätes ohne Schädigung von Sorbens und Sorbat ermöglicht. Durch Optimierung soll ein hoher räumlicher Ausnutzungsgrad für das Sorbens eingestellt werden.

[0013] Die Aufgabe wurde durch eine Filterpatrone und ein Verfahren zur Rückgewinnung von halogenierten Kohlenwasserstoffen gemäß den Merkmalen der Patentansprüche gelöst. Die erfindungsgemäße Filterpatrone zur Rückgewinnung halogenierter Kohlenwasserstoffe umfasst einen Behälter (19) mit einem Gaseintritt (3), wobei der Behälter (19) einen Filtereinsatz (20) aufweist und über einen Verschluss (2) mit einem Deckel (4) und mit einem Gasaustritt (5) verbunden sowie mittels Dichtungen (6, 6') und einer Siebplatte (21) mit dem Deckel (4) vereinigt ist, einen Zeolith (8) sich im Filtereinsatz (20) mit Öffnungen (7) befindet, wobei der Filtereinsatz (20) sich mit seinem Boden an Vertiefungen (9) im Behälter (19) anpasst.

[0014] Die erfindungsgemäße Filterpatrone besteht wesentlich aus einem Behälter mit einem Mantel um einen Filtereinsatz und mit dem Gaseintritt für die Exhalationsgase, der über einen Verschluss mit einem Deckel und dieser mit dem Gasaustritt verbunden ist. Der Verschluss ist zweckmäßig eine Schraub- oder Bajonettverbindung. Die Filterpatrone weist einen Filtereinsatz mit einem oberen Ring mit einer Siebplatte zu dessen Befestigung auf, der mittels Dichtungen, vorzugsweise Dichtringen, zwischen dem oberen Rand des Behälters und dem Deckel eingesetzt und dort festgeklemmt ist. Im Filtereinsatz mit seinen seitlichen Öffnungen in der

Wand und im Boden befindet sich der Zeolith in Form einer Schüttung. Zwischen der Innenwand des Behälters und dem Filtereinsatz ist ein Ringspalt für die in ihn einströmenden Inhalationsgase sowie für die Rückführung des kondensierten Regenerationsdampfes vorhanden. Im Filtereinsatz sind Öffnungen für den Gas- und Flüssigkeitsdurchtritt lediglich in einem größeren und unteren Wandbereich des Behälters vorgesehen, während diese im Wandbereich des Deckels fehlen oder durch die im oberen Abdichtbereich anliegende Wand des Behälters verschlossen werden. Die Filterpatrone weist einen hohen Schlankheitsgrad auf, der darin besteht, dass die Länge des unteren Bereiches mit den Öffnungen im Filtereinsatz beträchtlich den Durchmesser dieses Einsatzes sowie die Länge des Bereiches mit den fehlenden Öffnungen übersteigt. Der flexible Filtereinsatz passt sich mit seinem unteren Boden an die Vertiefungen im Behälter an. Dabei wird gleichzeitig ein sickenartiger unterer Toleranzspalt freigelassen, durch den auch vom Filtereinsatz abfließendes Wasser wenig behindert in den Rücklauf strömen kann. Die Vertiefungen sind in Form einer verstärkenden Rippe in den Boden des Behälters eingebracht. Es kann ein Flüssigkeitsverschluss geringer Höhe entstehen, der bewirkt, dass die Gase zuerst die unterste Schicht des Sorbens passieren müssen und dann erst sowohl direkt in den Filtereinsatz als auch in den seitlichen Ringspalt zwischen diesem und der Behälterwand eintreten. Die Filterpatrone besteht ganzheitlich aus einem zweckmäßigen polymeren Material mit stark eingeschränkter Quellfähigkeit gegenüber Inhalationsanästhetika.

[0015] Der Gaseintritt ist wahlweise über Steckverbinder, Stopfen und Schläuche mit einer Gaszuführung und einer Dampfzuführung verbunden. Die Dampfzuführung bildet gleichzeitig einen Rücklauf für den Dampfzeuger aus. Der Deckel mit dem Gasaustritt führt einerseits zu einer Ablufführung sowie zu einer Absaugung für die von Exhalationsgasen befreiten Abluftströme und andererseits zu einer Abdampfführung über einen Kondensator in einen Sammelbehälter für die erneut verflüssigten Anästhetika. Der Gaseintritt wird ebenfalls über Steckverbinder wahlweise an das Anästhesiegerät oder an den Dampfzeuger angeschlossen.

[0016] Bei der Beladung der Filterpatrone erfolgt eine mehrstufige Adsorption der Exhalationsgase im Kreuzstrom. Vorteilhaft erfolgt die Beladung der aufeinander folgenden und noch "frischen" Stufen stets mit einer gleichen Anfangsbeladung an Exhalationsgasen. Die Beladung mit den Gasen sinkt stufenweise auf die gewünschte Restbeladung ab, wobei selbst kleine Verweilzeiten ausreichen, um auch bei großen Durchsätzen der Gase oder Dämpfe die geforderte Filterausbeute zu erreichen. Die Gase passieren dabei Schüttungslagen, die gleichzeitig als Tropfenabscheider dienen. Die Wirkungsweise der Filterpatrone wird im Interesse einer hohen Raumausnutzung des sorptionsaktiven Filterteiles optimiert. Während der Beladung verhindern die fehlenden oder verschlossenen Öffnungen für den Gasdurchtritt im oberen Wandbereich des Filtereinsatzes eine Ausbildung eines Kreuzstromes und erzeugen in diesem Bereich eine Pfropfenströmung für die Gase, wobei eine Vergleichmäßigung der Durchbruchkurven für die Anästhetika erzielt wird. Die eingesetzten Anästhesiegase weisen somit am oberen Rand des Filtereinsatzes mit den hydrophoben Zeolithen "gute" Durchbruchkurven auf, das heißt mit einer steilen und klar örtlich sowie zeitlich bestimmten Charakteristik des Übergangs, indem sich eine scharfe Grenze zwischen den beladenen und noch unbeladenen Teilen der Zeolithschüttung ausbildet.

[0017] Bei der Regeneration steigt im Ringspalt zwischen Behälter und Filtereinsatz Wasserdampf auf und durchdringt über die Öffnungen die Zeolithschüttung. Die weiteren aufsteigenden Dämpfe gelangen in den Kondensator. Die Schüttung wirkt gleichzeitig für die Dämpfe dephlegmierend, wobei das Wasser durch die Öffnungen im Boden und über die Vertiefungen im Toleranzspalt außerhalb des Filtereinsatzes in den Verdampfer zurückläuft. Das rücklaufende Wasser wird nur teilweise durch die gesamte Schüttung hindurch nach unten abgeführt. Naturgemäß wird jedoch der überwiegende Teil des Wassers unter der Schwerkraft schräg in Richtung der unteren Randzonen des Filtereinsatzes gespreitet, wodurch es durch die Öffnungen wenig behindert im Ringspalt und durch den Toleranzspalt in den Verdampfer rückgeführt werden kann.

[0018] Zweckdienlich übersteigt die Höhe des Filtereinsatzes dessen Durchmesser mindestens um das Vierfache. Die Höhe der Durchbruchbereiches diejenige Höhe des Filtereinsatzes um mindestens das Achtfache. Der Innendurchmesser des Behälters beträgt etwa das 1,2-fache des Außendurchmessers des Filtereinsatzes.

[0019] Die optimale Verweilzeit der Anästhesiegase wird durch die Gasbelastung und die Durchströmlänge des Filtereinsatzes bestimmt. Die Geschwindigkeiten der Gase oder Dämpfe im Ringspalt können 0,2 bis 0,3 m/s betragen, die Berieselungsstärken bei der Regeneration bis zu $0,4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$, ohne dass ein Fluten innerhalb der Filterpatrone erfolgt.

[0020] Die vorzusehenden Öffnungen im Filtereinsatz sind nur unwesentlich kleiner als die der handelsüblichen Formierungen der Zeolithteilchen, die günstig als Hohlzylinder mit den Hauptabmessungen von 6/3 bzw. 7/4 mm oder als Vollzylinder 2 bzw. 4 mm geliefert werden. Infolge dieser Größe der Öffnungen werden vor-

teilhafte Bedingungen für die Durchströmung für die Fluide durch den Wand- und den Bodenbereich des Filtereinsatzes eingestellt.

[0021] Es ist aber auch möglich, als Filtereinsätze marktübliche Siebe oder Gestricke ausreichender Stabilität zu verwenden.

[0022] Als Sorbens werden vorteilhaft modifizierte und/oder dealuminierte Zeolithe mit einem Wasseraufnahmevermögen unterhalb von 2 Ma-% eingesetzt, wobei die Temperatur zur Desorption der halogenierten Kohlenwasserstoffe abgesenkt wird.

[0023] Es ist ein besonderer Vorteil, dass als Dampferzeuger ein marktübliches Haushaltsgerät an die Filterpatrone angeschlossen werden kann, z. B. Dampfstrahlreiniger oder Dampfsterilisatoren, wie diese in der medizinischen Praxis verwendet werden.

[0024] Da die Isothermen an hydrophoben Zeolithen in doppeltlogarithmischer Versteckung der Beladung in Abhängigkeit von den Konzentrationen bzw. den Drücken mit recht flachen Anstiegen verlaufen, können für Abschätzungen und die weitere Optimierung der Filterpatrone die einfachen und bekannten Isothermen nach Freundlich angesetzt werden [vgl. T. Vermeulen, Separation by Adsorption Methods. Advances in Chem. Eng. 2(1958), S. 147–203].

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Rückgewinnung halogener Kohlenwasserstoffe unter Verwendung der oben beschriebenen Filterpatrone besteht darin, dass die halogenierten Kohlenwasserstoffe aus Begleitgasen entfernt und/oder zeitweilig an Adsorptionsfiltern mittels modifizierten und/oder dealuminierten Zeolithen zeitweilig gespeichert und gezielt wieder freigesetzt werden und ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Desorption des mit den halogenierten Kohlenwasserstoffen beladenen Zeoliths in einem Verdampfer erzeugter Wasserdampf über den Ringspalt in die Filtereinheit der Patrone geleitet wird und die aus dieser aufsteigenden Dämpfe in einem Kondensator abgekühlt werden, wobei ein phasenbezogenes vorgetrenntes Gemisch entsteht, dessen spezifisch leichtere Wasserschicht überwiegend in den Verdampfungsprozess zurückgeführt wird und die spezifisch schwerere Schicht der halogenierten Kohlenwasserstoffe einer wiederholten Nutzung zugeführt wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der die halogenierten Kohlenwasserstoffe enthaltenden Gase im Ringspalt 0,2–0,3 m/s und die Berieselungsstärke durch den bei der Regeneration im Zeolithfilter kondensierten Regenerationsdampf bis zu 0,4 m³/(m²h) betragen.

[0026] Die Erfindung wird beispielhaft näher erläutert. In den zugehörigen Figuren zeigen:

[0027] [Fig. 1](#): Die Filterpatrone zur Rückgewinnung von Inhalationsanästhetika im Adsorptions- und Regenerationsbetrieb, teilweise im Schnitt.

[0028] [Fig. 2](#): Dampfdrücke für Wasser/Anästhetika-Gemische in Abhängigkeit von der Temperatur

Tabelle 1:

Eigenschaften von Inhalationsanästhetika in Verbindung mit Wasserdampf

Beispiel 1:

[0029] Die Filterpatrone **1** gemäß der [Fig. 1](#) besteht wesentlich aus einem Behälter **19** mit dem Gasaustritt **5**, der über den Verschluss **2** mit dem Deckel **4** und dem Behälter **19** mit dem Gaseintritt **3** vereinigt ist. Der Behälter **19** weist einen Filtereinsatz **20** auf, der mittels der Dichtringe **6**; **6'** und einer Siebplatte **21** mit dem Deckel **4** verbunden ist. Im Filtereinsatz **20** mit den Öffnungen **7** befindet sich der Zeolith **8**. Der Filtereinsatz **20** passt sich mit seinem Boden an die Vertiefungen **9** im Behälter **19** an.

[0030] Der Gaseintritt **3** ist wahlweise mit einer Gaszuführung **10** und einer Dampffzuführung **11**, die gleichzeitig einen Rücklauf **12** ausbildet sowie mit einem Dampferzeuger **13** verbunden. Der Deckel **4** mit dem Gasaustritt **5** führt einerseits zu einer Ablufführung **14** und zu einer Absaugung **15**, andererseits zu einer Abdampfführung **16** über einen Kondensator **17** zu einem Flüssigkeitsablauf **18**.

Beispiel 2

[0031] Die Filterpatrone ermöglicht eine Adsorption der Inhalationsanästhetika an bereits desorbierten Sor-

bentien, indem ein Exhalationsstrom der Gase wahlweise durch diese hindurchgeleitet wird. Gemäß Tabelle 1 tritt eine relative Siedepunktserniedrigung des Anästhetika-Wasser-Gemisches innerhalb der Grenzen von 4 bis 11% ein. Die beiden Komponenten des siedenden Gemisches von Inhalationsanästhetika und Wasser über den gesamten Konzentrationsbereich verhalten sich so, als seien sie jeweils allein vorhanden: Ihr Partialdruck in der Dampfphase entspricht dem Sättigungsdruck bei Gemischsiedetemperatur, und der hier gewählte Betriebsdruck setzt sich als Normaldruck aus den Sättigungsdrücken der beiden Komponenten gemäß [Fig. 2](#) zusammen. Die nahezu vollständige Unlöslichkeit flüssiger Inhalationsanästhetika und Wasser wirkt sich vorteilhaft im Sinne einer Siedepunktserniedrigung aus. Die empfindlichen Anästhetika werden thermisch geschont.

[0032] Ihre möglichen Abbauprodukte gehen durch Extraktion in die Wasserphase über.

Tabelle 1: Eigenschaften von Inhalationsanästhetika in Verbindung mit Wasserdampf

Eigenschaften von Inhalationsanästhetika	Sevofluran	Enfluran	Isofluran	Halothan	Deofluran
Molekulargewicht, kg/kmol	200	184.5	184.5	197.5	168
spezifisches Gewicht, 20°C	1.53	1.52	1.5	1.86	1.47
rel. Dampfdichte (Wasser = 1)	-	7.54	7.54	6.9	7.17
Siedepunkt, °C bei 1 bar	58.6	56.5	48.6	50.2	22.8
Sdp.-erniedrigung auf °C, bei 1 bar Gesamtdruck	56.0	51.5	44.7	44.7	21.7
rel. Sdp.-erniedrigung %	4.4	8.8	8.0	11.0	4.9

Beispiel 3:

[0033] Eine Filterpatrone nach Beispiel 1 mit einer Leermasse von 0.77 kg wurde mit ca.

[0034] 0,6 kg Zeolith (Tricat) gefüllt. Es wurde bei einer Exposition über einen Zeitraum von 3 Tagen mit einem Sevofluran enthaltenen Exhalationsstrom eine Massezunahme von 0.095 kg, das heißt von 12% beobachtet. Der beladene Zeolith wurde in der Filterpatrone in einer Destillationsbrücke über dem Dampferzeuger vorgelegt. An den Gasaustritt wurde ein absteigender Intensivkühler angeschlossen und das Kondensat bei -0.5°C in einer Vorlage gekühlt. Beim Auftreten der ersten Kondensattropfen konnte eine Temperatur von 57°C festgestellt werden, welche nach kurzer Konstanz im Verlauf von ca. 20 Mm. auf 100°C anstieg. Dabei ging eine anfangs trübe, jedoch dann schnell aufklarende Flüssigkeit über, welche sich als etwa 2/3 des insgesamt erhaltenen Produktes mit sehr wenig Wasser herausstellte. Mit fortlaufender Destillation bildeten sich in der Vorlage zwei klare Phasen. Nach etwa 45 Min. war die Vorlage zu etwa 0,13 l gefüllt. Das Destillat wurde entnommen, wobei ca. 0.06 l oder 0.089 kg als schwerere Phase Sevofluran darstellte. Im Verlauf der nächsten 30 Min. füllte sich die Vorlage erneut, wobei überwiegend Wasser und nur noch ca. 0.004 kg Sevofluran aufgefangen wurden. Der Wasserdampfstrom wurde etwas reduziert, wonach nur noch 0.0012 kg des Zielproduktes ausgetrieben wurden. Im Verlauf der nächsten 60 Min. wurde kein weiteres Produkt erhalten und die Destillation abgebrochen. Das Wasserkondensat betrug insgesamt 0,4 l. Es ergab sich ein massebezogener Rückgewinnungsgrad des Sevoflurans von ca. 95%.

Beispiel 4:

[0035] Auf die Filterpatrone 1 nach Beispiel 3 wurde ein handelsüblicher Dephlegmator bei sonst gleicher Apparatur aufgesetzt. Der Rückgewinnungsgrad des Sevoflurans lässt sich auf 97% steigern.

Bezugszeichenliste

- 1 Filterpatrone
- 2 Verschluss
- 3 Gaseintritt
- 4 Deckel
- 5 Gasaustritt
- 6 Dichtring
- 6' Dichtring

7	Öffnung
8	Zeolith
9	Vertiefung
10	Gaszuführung
11	Dampfzuführung
12	Rücklauf
13	Dampferzeuger
14	Abluffführung
15	Absaugung
16	Abdampfführung
17	Kondensator
18	Flüssigkeitsablauf
19	Behälter
20	Filtereinsatz
21	Siebplatte

Formelzeichen:

H	Höhe des Filtereinsatzes (20)
h	Höhe des Durchbruchbereiches im Filtereinsatz (20)
D	Durchmesser des Filtereinsatzes (20)

Patentansprüche

1. Filterpatrone (1) zur Rückgewinnung halogenierter Kohlenwasserstoffe, umfassend einen Behälter (19) mit einem Gaseintritt (3), wobei der Behälter (19) einen Filtereinsatz (20) aufweist und über einen Verschluss (2) mit einem Deckel (4) und mit einem Gasaustritt (5) verbunden sowie mittels Dichtungen (6; 6') und einer Siebplatte (21) mit dem Deckel (4) vereinigt ist, einen Zeolith (8) sich im Filtereinsatz (20) mit Öffnungen (7) befindet wobei der Filtereinsatz (20) sich mit seinem Boden an Vertiefungen (9) im Behälter (19) anpasst.

2. Filterpatrone nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass als Dichtungen (6; 6') Dichtringe dienen.

3. Filterpatrone nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass der Gaseintritt (3) wahlweise mit einer Gaszuführung (10) und einer Dampfzuführung (11), die gleichzeitig den Rücklauf (12) ausbildet sowie mit einem Dampferzeuger (13) verbunden ist, der Deckel (4) mit dem Gasaustritt (5) einerseits zu einer Ablufführung (14) und einer Absaugung (15), andererseits zu einer Abdampfführung (16) über einen Kondensator (17) zu einem Flüssigkeitsablauf (18) führt.

4. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Höhe des Filtereinsatzes (H) dessen Durchmesser (D) mindestens um das Vierfache und die Höhe des Durchbruchbereiches (h) die Höhe des Filtereinsatzes (20) um mindestens das Achtfache übersteigt.

5. Filterpatrone nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (7) im Durchbruchbereich der Filtereinsatzes (20) mit der Höhe (h) fehlen oder vorhandene Öffnungen (7) durch die Wand des Behälters (19) verschlossen sind.

6. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, dass die Öffnungen (7) im Filtereinsatz (20) nur unwesentlich kleiner als die größte Hauptabmessung der Sorbensformierungen sind.

7. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, dass die Filtereinsätze (20) mit den Öffnungen (7) Siebe oder Gestricke sind.

8. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet dadurch, dass der Innendurchmesser des Behälters (19) etwa das 1,2-fache des Außendurchmessers des Filtereinsatzes (20) beträgt.

9. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet dadurch, dass der Dampferzeuger (13) ein Dampfstrahlreiniger ist.

10. Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1–9, gekennzeichnet dadurch, dass zwischen der Innenwand des Behälters (19) und dem Filtereinsatz (20) ein Ringspalt für die in ihn einströmenden Inhalationsgase sowie

für die Rückführung des kondensierten Regenerationsdampfs vorhanden ist.

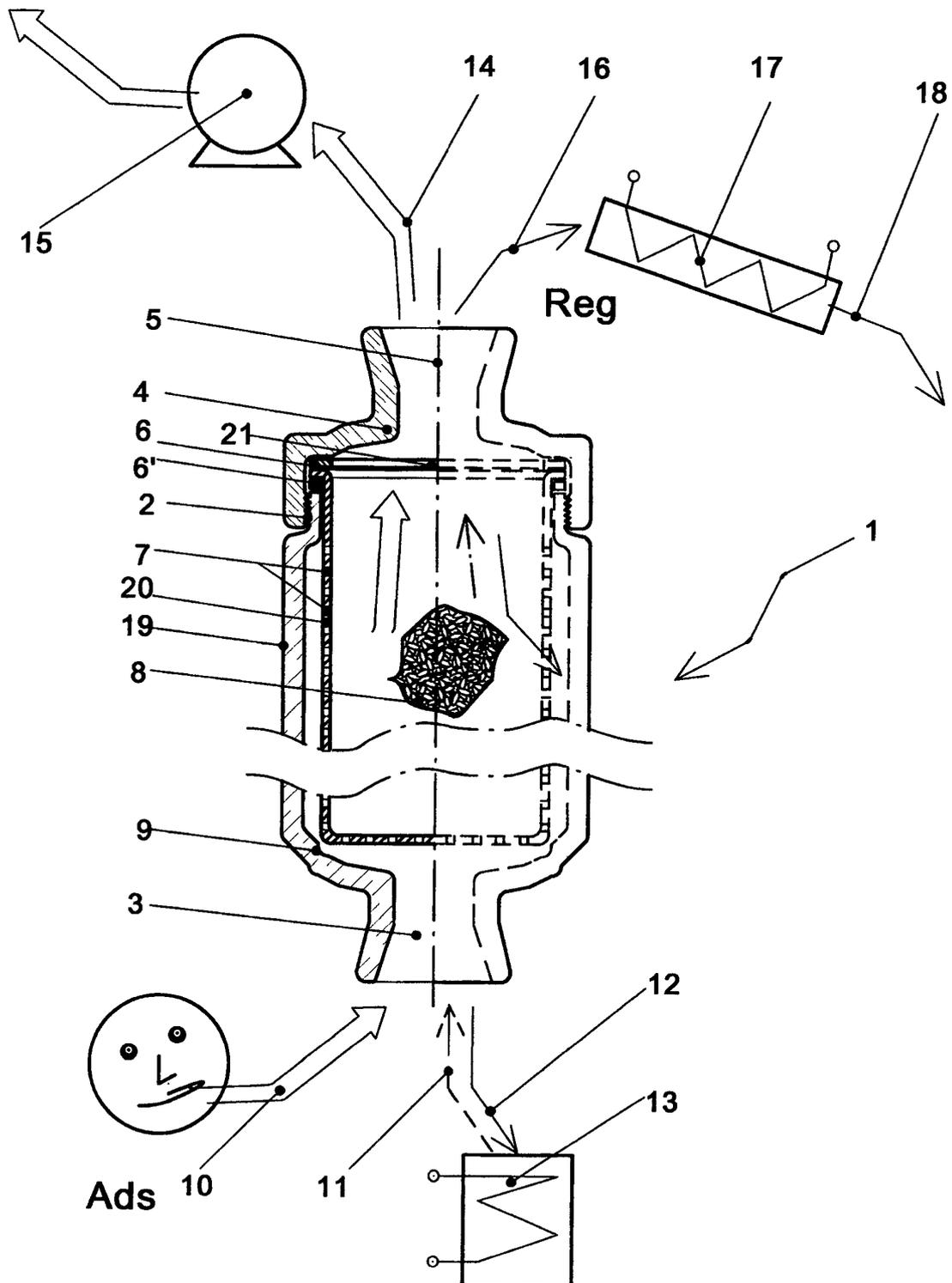
11. Verfahren zur Rückgewinnung halogenierter Kohlenwasserstoffe unter Verwendung einer Filterpatrone nach Anspruch 10, bei dem die halogenierten Kohlenwasserstoffe aus Begleitgasen in einer modifizierte und/oder dealuminierte Zeolithe enthaltenden Filtereinheit zeitweilig gespeichert und gezielt wieder freigesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zur Desorption des mit den halogenierten Kohlenwasserstoffen beladenen Zeoliths in einem Verdampfer erzeugter Wasserdampf über den Ringspalt in die Filtereinheit der Patrone geleitet wird und die aus dieser aufsteigenden Dämpfe in einem Kondensator abgekühlt werden, wobei ein phasenbezogen vorgetrenntes Gemisch entsteht, dessen spezifisch leichtere Wasserschicht überwiegend in den Verdampfungsprozess zurückgeführt wird und die spezifisch schwerere Schicht der halogenierten Kohlenwasserstoffe einer wiederholten Nutzung zugeführt wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit der die halogenierten Kohlenwasserstoffe enthaltenden Gase im Ringspalt 0,2–0,3 m/s und die Berieselungsstärke durch den bei der Regeneration im Zeolithfilter kondensierten Regenerationsdampf bis zu $0,4 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ betragen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass modifizierte und/oder dealuminierte Zeolithe mit einem Wasseraufnahmevermögen unterhalb von 2 Ma-% eingesetzt werden.

13. Verwendung der Filterpatrone nach einem der Ansprüche 1–10 zur Rückgewinnung von Inhalationsanästhetika, insbesondere aus Expirationsgasen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Figur 1



Figur 2

