



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 49 998 B3** 2004.05.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 49 998.5**
(22) Anmeldetag: **26.10.2002**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.05.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B01D 39/16**
B01J 20/20, B01D 39/14

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Helsa-Werke Helmut Sandler GmbH & Co. KG,
95482 Gefrees, DE

(74) Vertreter:
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg

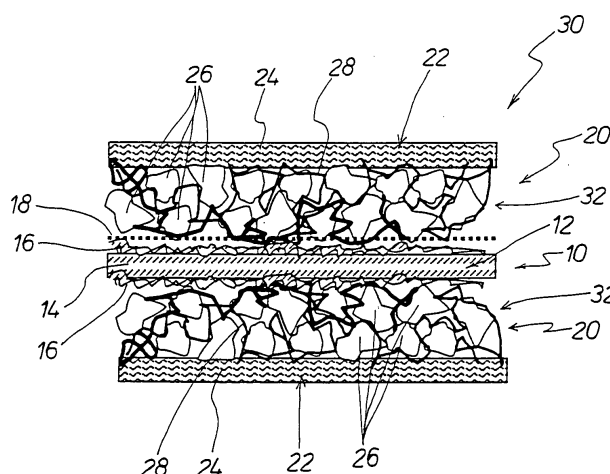
(72) Erfinder:
Busse, Gabriele, 95367 Trebgast, DE; Keibel,
Thorsten, 95213 Münchberg, DE; Czado,
Wolfgang, Dr., 95482 Gefrees, DE

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

DE 198 45 526 C2
DE 101 09 474 C1
DE 100 26 902 A1
DE 31 26 645 A1
EP 03 83 236 B1

(54) Bezeichnung: **Kombinierter Partikel- und Adsorptionsfilter**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein kombinierter Partikel- und Adsorptionsfilter (30) mit einer Partikelfilterlage (10) und mit zwei Adsorptionslagen (20) beschrieben, wobei die Partikelfilterlage (10) zwischen den beiden Adsorptionslagen (20) angeordnet und mit diesen verbunden ist. Jede Adsorptionslage (20) weist an einer Trägerschicht (22) eine Adsorptionsschicht (32) auf. Die beiden Adsorptionslagen (20) sind mit der Partikelfilterlage (10) derart verbunden, daß die Adsorptionsschichten (32) der Partikelfilterlage (10) zugewandt und die Trägerschichten (22) der beiden Adsorptionslagen (20) voneinander abgewandt sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilter.

[0002] Bei solchen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfiltern ist ein Partikelfilter mit einem Absorptions- d.h. Geruchsfilter kombiniert. Der Partikelfilter ist dem Geruchsfilter in Durchströmrichtung vorgeschaltet, um partikuläre Verunreinigungen bzw. hochsiedende Substanzen in einer entsprechenden Vorstufe des Geruchsfilters, bei dem es sich üblicherweise um ein Aktivkohle-Geruchsfilter handelt, aus dem zu filternden Fluid-, d.h. Luftstrom, zu entfernen.

Stand der Technik

[0003] Bei bislang zum Einsatz gelangenden Aktivkohle-Geruchsfiltern handelt es sich üblicherweise um volumenexpandierte Schüttbettfilter, bei welchen die partikelförmigen Adsorbenten in einem retikulierten Kunststoff Schaummaterial fixiert sind. Bei diesem retikulierten Kunststoff Schaummaterial handelt es sich beispielsweise um ein PU-Schaummaterial. Mit solchen volumenexpandierten Schüttbettfiltern werden die wesentlichen Nachteile einer reinen Schüttung aus partikelförmigen Adsorbenten wie der relativ hohe Strömungswiderstand, der Abrieb der partikelförmigen Adsorbenten und die Leckagenbildung während der Betriebs- d.h. Standzeit eliminiert. Ein Mangel solcher volumenexpandierter Schüttbettfilter besteht darin, daß infolge der relativ geringen Adsorbenten-Quantität pro Volumeneinheit die Aufnahme- d.h. Adsorptionskapazität vergleichsweise niedrig ist.

[0004] Aktivkohle-Geruchsfilter werden im wesentlichen über ihren Druckabfall, ihre Speicherkapazität von Geruchsstoffen wie beispielsweise die n-Butan Durchbruchkurve sowie über ihren Sofortdurchbruch nach Filter charakterisiert. Die Durchbruchkurve soll einen S-förmigen Verlauf aufweisen. Idealerweise soll die Durchbruchkurve einer Treppenfunktion ähnlich sein, d.h. nach einem möglichst langen Nulldurchbruch nach Filter soll der Anstieg der Durchbruchkurve dann möglichst steil verlaufen. Neben dem genannten Sofortdurchbruch nach Filter kann zur Charakterisierung eines solchen Aktivkohle-Geruchsfilters auch der Durchbruch nach einer definierten Zeit für die Bewertung des Filters herangezogen werden.

[0005] Bei bekannten Aktivkohle-Geruchsfiltern kommen als partikelförmige Adsorbenten Granulatkohle oder Kugelnkohle zur Anwendung. Aktivkohle-Geruchsfilter auf Basis von Granulatkohle zeichnen sich durch ein gutes Aufnahme- d.h. Adsorptionsvermögen für zahlreiche Geruchsstoffe aus. Ihre Aufnahmekapazität und ihr Sofortdurchbruchverhalten können derart optimiert werden, daß Geruchsereignisse beispielsweise in einer Fahrgastzelle bzw. bei Klima- und Raumluftanlagen im entsprechenden Raum weitestgehend unterbunden werden.

[0006] Aus der DE 31 26 645 A1 ist ein Geruchsfilter, d.h. ein Geruch adsorbierender Filter, bekannt, der zwei poröse Außenlagen und eine zwischen diesen vorgesehene mittige poröse Lage aufweist, wobei zwischen der jeweiligen Außenlage und der mittigen Lage jeweils mittels eines Klebers Adsorberpartikel fixiert sind. Die Adsorberpartikel sind von Aktivkohlekörnern gebildet. Mittels des Klebers erfolgt außerdem eine Fixierung aller drei Lagen miteinander. Die Außenlagen weisen eine mittlere Porengröße auf, die kleiner ist als die mittlere Korngröße der Adsorberpartikel, um ein unerwünschtes Austreten loser, d.h. nicht festgeklebter Adsorberpartikel aus den Außenbahnen zu verhindern. Eine Partikelfilterlage im Sinne der vorliegenden Erfindung weist dieser bekannte Geruchsfilter nicht auf.

[0007] Partikelfilter werden üblicherweise über ihren Druckabfall, ihre Staubspeicherkapazität und ihre Fraktionsabscheidegrade für unterschiedliche Partikelgrößen charakterisiert.

[0008] Aus der EP 0 383 236 B1 ist ein Filter, insbesondere für die Reinigung der einer Fahrgastzelle eines Fahrzeuges zugeführten Luft, mit einer zick-zack-förmig gefalteten Partikel- und Adsorptionsfilterlage bekannt, wobei die partikelabscheidende und die adsorptive Lage in Strömungsrichtung der Luft hintereinander angeordnet sind und die Partikelfilterlage flächig unmittelbar neben der Adsorberfilterlage angeordnet und mit dieser gemeinsam derart zick-zack-förmig zusammengefoldet ist, daß die Faltabschnitte der adsorptiven Filterlage und die Faltabschnitte der Partikelfilterlage in Richtung der Luftströmung liegen und ineinandergreifen. Bei diesem bekannten Filter handelt es sich um einen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilter.

[0009] Aus der DE 198 45 526 C2 ist ein Filtermaterial insbesondere in Form einer Flächenware für fluide Medien mit einer Trägerschicht und einer Adsorptionsschicht bekannt, wobei die Adsorptionsschicht Schmelzkleberfäden aufweist, die mit partikelförmigen Adsorptionsmitteln beladen sind. Der Schmelzkleberanteil der Adsorptionsschicht liegt zwischen 2 und 10 Gew.-%. Die partikelförmigen Adsorptionsmittel können von Silikaten, Zeolithen und/oder insbesondere von Aktivkohle gebildet sein. Die mit partikelförmigen Adsorptionsmitteln beladenen Schmelzkleberfäden haften an der Trägerschicht partiell, d.h. kleinflächig. Die mit den partikelförmigen Adsorptionsmitteln beladenen Schmelzkleberfäden bilden ein weitmaschiges, regelloses dreidimensionales Netz. Die Trägerschicht dieses bekannten Filtermaterials kann aus einem Vlies, einem Gelege, einem Gewirke oder einem Gestrick bestehen.

[0010] Die DE 100 26 902 A1 offenbart einen Filter insbesondere für ein Fahrzeug, mit einer flächigen Ad-

sorptionslage, die in einer dreidimensionalen Fasermatrix fixierte partikelförmige Adsorptionsmittel aufweist, wobei die Adsorptionslage eine Menge an partikelförmigen Adsorptionsmitteln von mindestens 500 g/m^2 , vorzugsweise mindestens 1000 g/m^2 , enthält und eine Dicke von $\geq 3 \text{ mm}$, vorzugsweise von $\geq 6 \text{ mm}$, aufweist. Die Adsorptionslage ist plissiert. Das wenigstens die Adsorptionslage umfassende plissierte Gebilde ist von einem Filterrahmen seitlich umschlossen. Die die Adsorptionslage bildende dreidimensionale Fasermatrix besteht aus gesprühten Kleberfäden. Die Adsorptionslage ist wenigstens abströmseitig mit einer Abdecklage versehen. Die Adsorptionslage und die wenigstens eine Abdecklage sind gemeinsam plissiert. Der Filterrahmen umschließt das Gebilde aus Adsorptionslage und der wenigstens einen Abdecklage. Die die dreidimensionale Fasermatrix bildenden Fasern können zumindest partiell elektrostatisch aufgeladen sein.

[0011] Aus der DE 101 09 474 C1 ist ein Verfahren zur Herstellung von Vliesstoffen bekannt, bei dem Nano- und/oder Mikrofasern durch ein elektrostatisches Spinnverfahren aus einer Polymerschmelze oder aus einer Polymerlösung erzeugt und zu einem Vlies abgelegt werden. Bei diesem Verfahren ist ein bahnförmiges Trägermaterial zwischen wenigstens zwei als Elektroden zur Erzeugung eines elektrischen Feldes ausgebildeten Absprüheinrichtungen angeordnet oder wird durch diese hindurchgeführt. Jede Seite des Trägermaterials wird mit den mittels der Absprüheinrichtungen erzeugten Nano- und/oder Mikrofasern mit entgegengesetzter Polarität beschichtet. Das bahnförmige Trägermaterial kann ein Gelege, ein Gewirke, ein Gestrick oder ein Vlies sein.

Aufgabenstellung

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilter zu schaffen, der einen relativ geringen Strömungswiderstand, eine relativ große Geruchsspeicherkapazität, einen geringen Sofortdurchbruch, einen niedrigen Durchbruch nach einer definierten Zeit und einen S-förmigen Verlauf der Durchbruchkurve aufweist, und der außerdem einen hohen Abscheidegrad gegenüber partikelförmigen Schadstoffen bei hoher Staubspeicherkapazität aufweist.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Bevorzugte Aus- bzw. Weiterbildungen des erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilters sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0014] Erfindungsgemäß findet der kombinierte Partikel- und Adsorptionsfilter Verwendung in der Außenluftzufuhr in den Fahrgastraum eines Personen- oder Nutzfahrzeuges. Eine andere erfindungsgemäße Verwendung des erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilters ist bei Klima- und Raumluftanlagen in Krankenhäusern, Flughäfen, Büroräumen, Arbeitsräumen o.dgl. gegeben.

[0015] Der erfindungsgemäße kombinierte Partikel- und Adsorptionsfilter ist gekennzeichnet durch eine Partikelfilterlage und zwei Adsorptionslagen, wobei die Partikelfilterlage zwischen den beiden adsorptiven Lagen angeordnet und mit diesen verbunden ist, wobei jede Adsorptionslage an einer Trägerschicht eine Adsorptionsschicht aufweist und die beiden Adsorptionslagen mit der Partikelfilterlage derartig verbunden sind, daß die Adsorptionsschichten der beiden adsorptiven Lagen einander und der Partikelfilterlage zugewandt und die Trägerschichten der beiden Adsorptionslagen von der Partikelfilterlage und voneinander abgewandt sind, wobei die Partikelfilterlage aus einem elektrostatisch aufgeladenen Spinnvlies besteht, das an seinen beiden voneinander abgewandten Hauptflächen mit elektrostatisch geladenen Mikro- und/oder Nanofasern entgegengesetzter elektrischer Polarität beschichtet ist.

[0016] Es hat sich überraschend gezeigt, daß durch eine solche Ausbildung eine annähernd verdoppelte Staubaufnahmekapazität erzielt wird. So wird eine gute Staubaufnahmekapazität nicht dadurch erreicht, daß man die Partikelfilterlage vor die Adsorptionsschicht schaltet oder eine geeignete Partikelfilterlage hinter die Adsorptionsschicht schaltet. Man erreicht sie statt dessen nur, wenn die Partikelfilterlage zwischen zwei adsorptiven Lagen mit entsprechend halbierten Adsorbensaufgabe eingebettet ist.

[0017] Die jeweilige Schicht aus Mikro- und/oder Nanofasern weist zweckmäßigerweise ein Flächengewicht von ca. $0,3 \text{ g/m}^2$ auf.

[0018] Wie allgemein bekannt ist, sind feine Fasern wie Mikro- und/oder Nanofasern, sehr empfindlich und können bei der weiteren Verarbeitung, wie beispielsweise dem Plissieren, beschädigt werden. Deshalb ist es vorteilhaft, wenn zumindest auf den positiv geladenen Mikro- und/oder Nanofasern des Spinnvlieses ein dünnes Schutzvlies vorgesehen ist. Das dünne Schutzvlies kann beispielsweise aus PES bestehen und ein Flächengewicht von ca. 15 g/m^2 aufweisen. Selbstverständlich ist es auch möglich, nicht nur die positiv geladenen Mikro- und/oder Nanofasern des Spinnvlieses mit einem dünnen Schutzvlies zu bedecken, sondern auch die negativ geladenen Mikro- und/oder Nanofasern auf der gegenüberliegenden anderen Hauptfläche des Spinnvlieses der Partikelfilterlage.

[0019] Das dünne Schutzvlies kann mit dem mit Mikro- und/oder Nanofasern beschichteten Spinnvlies der Partikelfilterlage verklebt oder verschweißt sein. Das kann beispielsweise durch Thermokalandern oder durch Ultraschallschweißen geschehen.

[0020] Die Partikelfilterlage kann aus PP, PC oder PES bestehen und ein Flächengewicht von 20 bis 300

g/m², vorzugsweise von 20 bis 150 g/m², aufweisen. In vorteilhafter Ausführung ist das Partikelfiltermedium ein PP- oder PES-Spinnvlies mit ca. 20 bis 150 g/m².

[0021] Die Trägerschicht der jeweiligen adsorptiven Lage kann aus einem Vlies aus PP, PES oder PA bestehen und weist ein Flächengewicht von 10 bis 500 g/m², vorzugsweise von 15 bis 150 g/m², auf. Die Adsorptionsschicht der jeweiligen adsorptiven Lage weist vorzugsweise eine dreidimensionale Fasermatrix aus gesprühten Klebstoffäden auf, an welchen partikelförmige Sorbienten und/oder Katalysatoren partiell fixiert sind. Eine solche dreidimensionale Fasermatrix ist in der eingangs zitierten DE 198 45 526 C2 beschrieben.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilter können die partikelförmigen Adsorbienten in vorteilhafter Weise von Aktivkohlepartikeln gebildet sein. Die jeweilige adsorptive Lage kann jedoch auch andere geeignete Sorbienten und/oder Katalysatorpartikel aufweisen.

[0023] Zumindest durch die abströmseitige Trägerschicht der entsprechenden Adsorptionslage und insbesondere durch die beiden voneinander abgewandten Trägerschichten der beiden flächigen adsorptiven Lagen ergibt sich der Vorteil, daß nicht fixierte, d.h. lockere partikelförmige Adsorbienten im Filter festgehalten werden.

[0024] Die die dreidimensionale Fasermatrix bildenden Fasern, an denen die partikelförmigen Sorbienten und/oder Katalysatoren partiell fixiert sind, können zumindest teilweise elektrostatisch aufgeladen sein. Diese elektrostatische Aufladung kann während des Sprühens der Klebstoffäden, d.h. während der Herstellung der dreidimensionalen Fasermatrix, erfolgen.

Ausführungsbeispiel

[0025] Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilters sowie wesentlicher Einzelheiten desselben sind in der Zeichnung schematisch und nicht maßstabgetreu dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

[0026] Es zeigen:

[0027] **Fig. 1** schematisch eine Ausbildung der Partikelfilterlage,

[0028] **Fig. 2** in einer der **Fig. 1** ähnlichen schematischen Darstellung eine Ausbildung einer Adsorptionslage,

[0029] **Fig. 3** eine Kombination einer Partikelfilterlage gemäß **Fig. 1** mit einer Adsorptionsfilterlage gemäß **Fig. 2**,

[0030] **Fig. 4** eine der **Fig. 3** ähnliche Kombination einer Partikelfilterlage gemäß **Fig. 1** mit einer Adsorptionslage gemäß **Fig. 2**, und

[0031] **Fig. 5** eine den **Fig. 1** bis **4** ähnliche schematische Darstellung einer Ausbildung des erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilters.

[0032] **Fig. 1** verdeutlicht schematisch in einem stark vergrößerten Maßstab, jedoch nicht maßstabgetreu, eine Partikelfilterlage **10** mit einem Trägervlies **12**, bei dem es sich um ein Spinnvlies **14** aus PES handelt und das ein Flächengewicht von ca. 30 g/m² aufweist. Das Spinnvlies **14** ist an seinen beiden voneinander abgewandten Hauptflächen jeweils mit elektrostatisch geladenen Mikro- bzw. Nanofasern **16** beschichtet. Die positiv geladenen elektrostatisch geladenen Mikro- bzw. Nanofasern **16** sind mit einem Schutzvlies **18** abgedeckt. Die elektrostatisch geladenen Mikro- bzw. Nanofasern **16** weisen ein Flächengewicht von ca. 0,3 g/m² auf.

[0033] **Fig. 2** verdeutlicht eine flächige Adsorptionslage **20** mit einer Trägerschicht **22**. Die Trägerschicht **22** besteht aus einem Spinnvlies **24** aus PES. Auf der Trägerschicht **22** sind adsorptive Partikel **26** mittels Schmelzkleberfäden **28** fixiert.

[0034] **Fig. 3** verdeutlicht einen Filteraufbau, bei dem eine Partikelfilterlage **10**, wie sie in **Fig. 1** dargestellt ist, mit einer Adsorptionsfilterlage **20** kombiniert ist, wie sie in **Fig. 2** dargestellt ist. Die **Fig. 4** verdeutlicht einen der **Fig. 3** ähnlichen Filteraufbau, wobei jedoch die Durchströmrichtung um 180° gedreht ist. Gleiche Einzelheiten sind in den **Fig. 3** und **4** mit den selben Bezugsziffern wie in den **Fig. 1** und **2** bezeichnet, so daß es sich erübrigt, in Verbindung mit den **Fig. 3** und **4** alle diese Einzelheiten noch einmal detailliert zu beschreiben.

[0035] **Fig. 5** verdeutlicht in einer den **Fig. 1** bis **4** ähnlichen schematischen Darstellung eine Ausbildung des erfindungsgemäßen kombinierten Partikel- und Adsorptionsfilters **30** mit einer Partikelfilterlage **10** und zwei Adsorptionslagen **20**, wobei die Partikelfilterlage **10** zwischen den beiden Adsorptionslagen **20** angeordnet und mit diesen verbunden ist. Jede Adsorptionslage **20** weist eine Trägerschicht **22** und eine Adsorptionsschicht **32** auf, die eine dreidimensionale Fasermatrix aus gesprühten Klebstoffäden **28** aufweist, an welchen die partikelförmigen Sorbienten und/oder Katalysatoren, d.h. die sorptiven Partikel **26**, fixiert sind. Die beiden Adsorptionslagen **20** sind mit der Partikelfilterlage **10** derartig verbunden, daß die Adsorptionsschichten **32** der beiden Adsorptionslagen **20** einander und der Partikelfilterlage **10** zugewandt und die Trägerschichten **22** der beiden Adsorptionslagen **20** von der Partikelfilterlage **10** und voneinander abgewandt sind.

[0036] Gleiche Einzelheiten sind in **Fig. 5** mit denselben Bezugsziffern wie in den **Fig. 1** bis **4** bezeichnet, so daß es sich erübrigt, in Verbindung mit **Fig. 5** alle diese Einzelheiten noch einmal detailliert zu beschreiben.

[0037] Nachfolgend werden anhand von den Figuren entsprechenden Beispielen sowie einem Beispiel nach dem Stand der Technik die Vorteile der Erfindung dargelegt und in Vergleichstabellen gegenübergestellt. Die

Ausführungsbeispiele wurden jeweils unter den gleichen Bedingungen vermessen.

Beispiele I:

[0038] Die Filter in den nachfolgend aufgeführten Beispielen 1 bis 4 und A weisen alle die folgende Geometrie auf Länge $\times$ Breite $\times$ H = 249 mm $\times$ 165 mm $\times$ 30 mm. Die Anströmfläche beträgt also $0,041 \text{ m}^2 = 0,249 \cdot 0,165 \text{ m}^2$. Die Filtermedienfläche beträgt $0,24 \text{ m}^2$ und setzt sich aus 25 Falten mit einer Höhe von 28,5 mm und einem Faltenabstand von 10 mm zusammen. Das adsorptive Medium, d.h. die Adsorptionslage, besteht aus einem PES-Spinnvlies, auf das Aktivkohle mittels Schmelzklebefäden aufgebracht ist. Das Partikelfiltermedium in den nachfolgenden Beispielen 1 bis 3 besteht aus einem PES-Spinnvlies mit einem Flächengewicht von ca. 30 g/m^2 , das an seinen beiden voneinander abgewandten Hauptflächen mit elektrostatisch gesponnenen Fasern entgegengesetzter elektrischer Polarität beschichtet ist. Diese beiden Schichten weisen jeweils ein Flächengewicht von ca. $0,3 \text{ g/m}^2$ auf. Auf der Seite mit den positiv geladenen Fasern liegt ein dünnes Schutzvlies aus PES oder PP auf. Dieses Schutzvlies besitzt ein Flächengewicht von ca. 15 g/m^2 . Das Partikelfiltermedium in den nachfolgend aufgeführten Beispielen 4 und 4A ist ein elektrostatisch aufgeladenes PP-Spinnvlies mit einem Flächengewicht von ca. 60 g/m^2 .

[0039] Die Messung des Druckabfalls, der Abscheidungsleistung gegenüber NaCl und SAE-Coarse sowie das Staubspeichervermögen erfolgen nach DIN 71460/Teil 1. Die Messung der n-Butanadsorption sowie des n-Butan Sofortdurchbruches erfolgt nach DIN 71460 Teil 2. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in den nachfolgenden Tabellen I.1, I.2 und I.3 angegeben.

[0040] Ein solcher erfindungsgemäßer Filter wird in der Außenluft-Zufuhr in den Fahrgastraum eines Personen- oder Nutzfahrzeuges verwendet.

[0041] Filter zur Verwendung bei Klima- und Raumluftanlagen in Krankenhäusern, Flughäfen, Büroräumen, Arbeitsräumen o.dgl. werden anhand der nachfolgenden Beispiele II beschrieben.

Beispiele II:

[0042] Die Filter in den nachfolgend aufgeführten Beispielen weisen alle die folgende Geometrie auf: Länge $\times$ Breite $\times$ Höhe = 240 mm $\times$ 270 mm $\times$ 25 mm. Die Anströmfläche beträgt folglich $0,065 \text{ m}^2$. Die Filtermedienfläche beträgt $0,32 \text{ m}^2$ und setzt sich aus 25 Falten mit einer Höhe von 24 mm und einem Faltenabstand von 9 mm zusammen. Das adsorptive Medium und das Partikelfiltermedium sowie die Messungen des Druckabfalls, der Abscheidungsleistung gegenüber NaCl und SAE-Coarse sowie des Staubspeichervermögens und die Messung der n-Butanadsorption sowie des n-Butan Sofortdurchbruches entsprechen denen der Beispiele I – wie oben angegeben –. Nachfolgend werden die Meßergebnisse des Druckabfalls, des Fraktionsabscheidegrades und der adsorbierten Masse n-Butan und der aufgenommenen Staubmenge für die Beispiele II in den Tabellen II.1, II.2 und II.3 angegeben.

Beispiel 1:

[0043] Der Filter ist folgendermaßen aufgebaut: Schutzvlies, elektrostatisch beschichtetes Filtermedium, adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 700 g/m^2 .

[0044] Beispiel 2:

[0045] Der Filter aus Beispiel 1 wird von der Rückseite angeströmt: adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 700 g/m^2 , elektrostatisch beschichtetes Filtermedium, Schutzvlies.

Beispiel 3:

[0046] Der Filter ist folgendermaßen aufgebaut: adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 350 g/m^2 , Schutzvlies, elektrostatisch beschichtetes Filtermedium, adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 350 g/m^2 .

Beispiel 4:

[0047] Das Partikelfiltermedium wird nun durch ein elektrostatisch aufgeladenes Polypropylen Spinnvlies mit einem Flächengewicht von 60 g/m^2 . Der Filter ist folgendermaßen aufgebaut: adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 350 g/m^2 , Polypropylen Spinnvlies, adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 350 g/m^2 .

Beispiel A:

[0048] Das Partikelfiltermedium ist ein elektrostatisch aufgeladenes Polypropylen Spinnvlies mit einem Flächengewicht von 60 g/m². Der Filter ist folgendermaßen aufgebaut: Polypropylen Spinnvlies, adsorptives Aktivkohlemedium mit einer Auflage von 700 g/m².

Tabelle I.1

Druckabfall in Pa in Abhängigkeit vom Volumenstrom in Kg/min

Filter aus Beispiel	Volumenstrom (Kg/min)				
	1	2	3	4	5
Druckabfall (Pa) am Filter					
1	15	28	45	64	85
2	15	29	47	67	90
3	15	29	47	67	91
4	15	36	62	91	124
A	19	40	66	95	130

Tabelle I.2

Fraktionsabscheidegrad (Partikelgröße in µm) von NaCl und AC-Grob als Meßaerosol

Filter aus	Abscheideleistung bei 300m ³ /h					
Beispiel:	NaCl (%)		AC-Grob (%)			
	0.3-0.5µm	0.5-1µm	0.3-0.5µm	0.5-1µm	1-3µm	3-5µm
1	59	65	91	92	94	98
2	53	61	91	92	94	97
3	47	53	94	95	96	99
4	24	27	76	77	83	95
A	18	19	69	69	73	87

Tabelle I.3

Adsorbierte Masse n-Butan (g) und aufgenommene Staubmenge (g)

Filter aus Beispiel	Adsorbierte Masse (g)	Staubspeichervermögen (g)
1	5.1	10.5
2	4.9	13
3	5.2	23.5
4	5	19.5
A	4.9	15

Tabelle II.1

Druckabfall in Pa in Abhängigkeit vom Volumenstrom in Kg/min

Filter aus Beispiel		Volumenstrom (Kg/min)			
	2	4	6	8	10
	Druckabfall (Pa) am Filter				
1	25	50	94	144	188
2	25	51	95	146	190
3	26	57	100	150	203
4	29	67	116	174	246
A	30	69	121	180	253

Tabelle II.2

Fraktionsabscheidegrad (Partikelgröße in μm) von NaCl und AC-Grob als Meßaerosol

Filter aus	Abscheideleistung bei 300m ³ /h					
Beispiel	NaCl (%)		AC-Grob (%)			
	0.3-0.5 μm	0.5-1 μm	0.3-0.5 μm	0.5-1 μm	1-3 μm	3-5 μm
1	59	65	91	92	94	98
2	54	61	91	92	94	97
3	55	59	94	95	96	99
4	17	21	74	77	83	94
A	13	19	69	71	79	89

Tabelle II.3

Adsorbierte Masse n-Butan (g) und aufgenommene Staubmenge (g)

Filter aus Beispiel	Adsorbierte Masse (g)	Staubspeichervermögen (g)
1	7.1	19
2	6.9	23
3	7.2	41
4	7	26
A	6.9	21

Patentansprüche

1. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter mit einer Partikelfilterlage (10) und zwei Adsorptionslagen (20), wobei die Partikelfilterlage (10) zwischen den beiden Adsorptionslagen (20) angeordnet und mit diesen verbunden ist, wobei jede Adsorptionslage (20) an einer Trägerschicht (22) eine Adsorptionsschicht (32) aufweist und die beiden Adsorptionslagen (20) mit der Partikelfilterlage (10) derartig verbunden sind, daß die Adsorptionsschichten (32) der beiden Adsorptionslagen (20) einander und der Partikelfilterlage (10) zugewandt und die Trägerschichten (22) der beiden Adsorptionslagen (20) von der Partikelfilterlage (10) und voneinander abgewandt sind, wobei die Partikelfilterlage (10) aus einem elektrostatisch aufgeladenen Spinnvlies besteht, das an seinen beiden voneinander abgewandten Hauptflächen mit elektrostatisch geladenen Mikro- und/oder Nanofasern (16) entgegengesetzter elektrischer Polarität beschichtet ist.

2. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Schicht aus Mikro- und/oder Nanofasern (16) ein Flächengewicht von ca. 0,3 g/m² aufweist.

3. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zu-

mindest auf den positiv geladenen Mikro- und/oder Nanofasern **(16)** des Spinnvlieses **(14)** ein dünnes Schutzvlies **(18)** vorgesehen ist.

4. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das dünne Schutzvlies **(18)** aus PES besteht und ein Flächengewicht von ca. 15 g/m² aufweist.

5. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das dünne Schutzvlies **(18)** mit dem mit Mikro- und/oder Nanofasern **(16)** beschichteten Spinnvlies **(14)** der Partikelfilterlage **(10)** verklebt oder verschweißt ist.

6. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikelfilterlage **(10)** aus PP, PC oder PES ein Flächengewicht von 20 bis 300 g/m², vorzugsweise 20 bis 150 g/m², aufweist.

7. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschicht **(22)** der jeweiligen Adsorptionslage **(20)** aus einem Vlies aus PP, PES oder PA besteht und ein Flächengewicht von 10 bis 500 g/m², vorzugsweise von 15 bis 150 g/m², aufweist.

8. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorptionsschicht **(32)** der jeweiligen Adsorptionslage **(20)** eine dreidimensionale Fasermatrix aus gesprühten Klebstoffäden **(28)** aufweist, an welchen partikelförmige Sorbienten und/oder Katalysatoren **(26)** partiell fixiert sind.

9. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Klebstoffäden **(28)** zumindest teilweise elektrostatisch aufgeladen sind.

10. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die partikelförmigen Sorbienten von Aktivkohlepartikeln gebildet sind.

11. Kombiniertes Partikel- und Adsorptionsfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Adsorptionslagen **(20)** und die zwischen diesen vorgesehene Partikelfilterlage **(10)** gemeinsam zu einem Faltenfilterpack plissiert sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

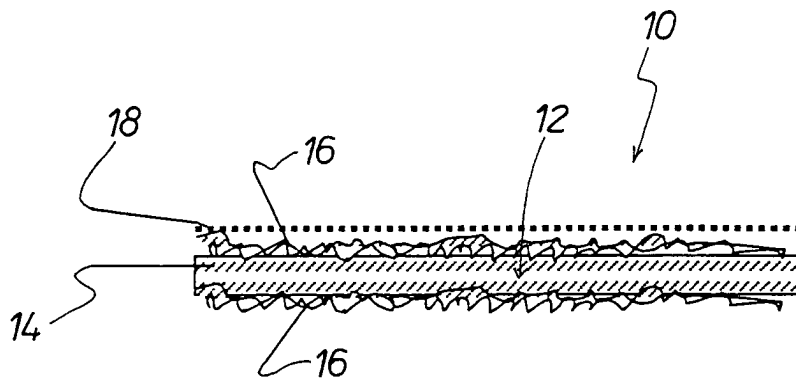


FIG. 1

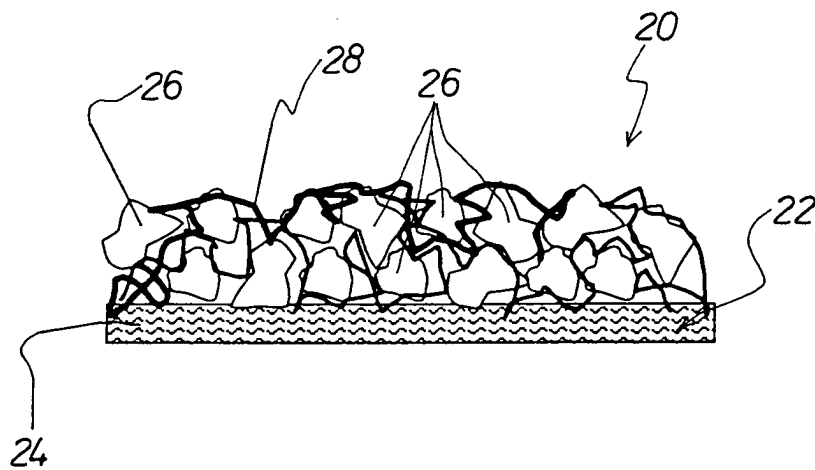


FIG. 2

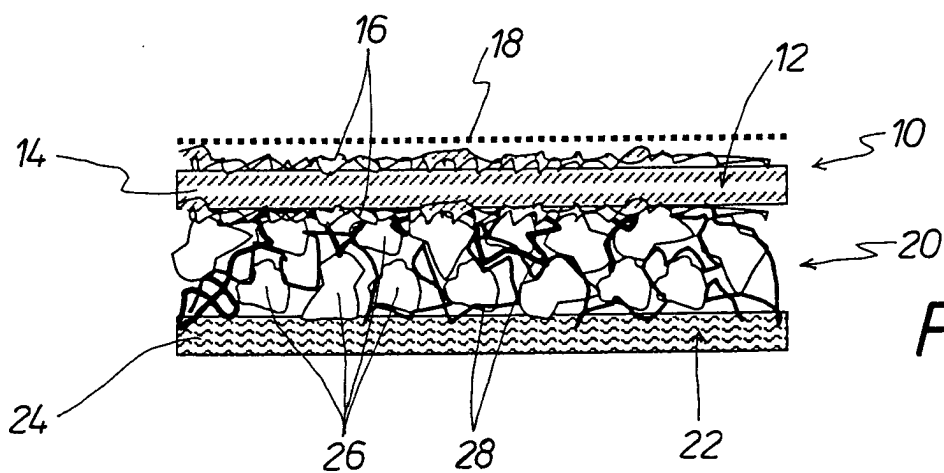


FIG. 3

