



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 376 A5

51 Int. Cl.⁶: B 01 D 053/84

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00229/95

73 Inhaber:
Frank Rindelaub, 11, rue du Verger, 2014 Bôle (CH)

22 Anmeldungsdatum: 27.01.1995

72 Erfinder:
Rindelaub, Frank, Bôle (CH)

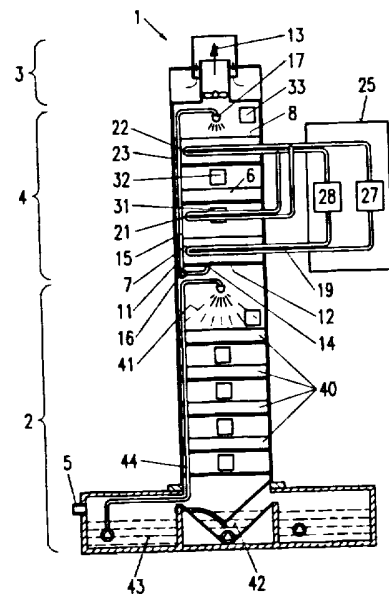
24 Patent erteilt: 31.03.1999

74 Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Postfach 2614,
3001 Bern (CH)

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.03.1999

54 Nachreinigungsvorrichtung für Abgasfiltertürme.

57 Insbesondere zur Verringerung der Geruchsbelästigung durch die Abluft von Bio-Filtertürmen (1), die oft nicht durch technische Vorgaben wie Grenzwerte erfassbar ist, wird eine Nachreinigungseinrichtung angegeben. Sie umfasst zumindest ein Filterbett (6), das mit Aktivkohle beschickt ist, und ein diesem Filterbett (6) vorgelagertes Abscheiderbett (7), das die Aufgabe hat, der Abluft so viel Feuchtigkeit zu entziehen, dass die Aktivkohle im Filterbett (6) nicht vorrangig Wasser aus der Abluft absorbiert und dadurch unwirksam wird. Bevorzugt ist das Abscheiderbett als ein Tropfabscheider mit Kühlvorrichtung ausgeführt. Die abgeschiedene Feuchtigkeit und die entzogene Wärme kann durch ein Ausgleichsbett (8), das im Abluftstrom hinter dem Filterbett (6) angeordnet ist, durch Verdunstung und Erwärmen wieder zugeführt werden. Insgesamt ergibt sich dann nach aussen eine ausgeglichene Bilanz bezüglich Feuchtigkeit und Energie in der Nachreinigungsvorrichtung (4), wodurch Probleme durch zusätzliches Abwasser vermieden werden und der Energieverbrauch klein gehalten werden kann.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Nachreinigungsvorrichtungen gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Filterturm nach Anspruch 10.

Abluftfiltertürme, insbesondere sogenannte Bio-Filtertürme, dienen dazu, mit biologisch abbaubaren Stoffen belastete Abluft zu reinigen. Derartige Abluft tritt z.B. in Kompostiereinrichtungen, Tierverwertungsanstalten und Stallanlagen auf. Einen derartigen Bio-Filterturm bzw. das Reinigungsverfahren, nach dem dieser Filterturm arbeitet, ist in der europäischen Patentanmeldung EP-A 0 575 294 des Anmelders beschrieben, die hiermit in die vorliegende Anmeldung inkorporiert wird.

Mit der zunehmend dichter werdenden Besiedlung ergibt sich notwendigerweise eine immer grössere Nähe zwischen Wohngebieten und Anlagen, die derartige Abluft erzeugen. Auch wenn mit den Bio-Filtertürmen, wie in der vorgenannten europäischen Patentanmeldung beschrieben, die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten werden können, ist nicht auszuschliessen, dass sich Teile der angrenzenden Wohnbevölkerung geruchsmässig belästigt fühlen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung anzugeben, mit der die Geruchswerte der Abluft von Bio-Filtertürmen weiter gesenkt werden kann.

Eine derartige Vorrichtung ist in den Ansprüchen 1 und 10 angegeben. Die weiteren Ansprüche geben bevorzugte Ausbildungen der Erfindung an.

Demgemäss wird vor dem Abzug des Bio-Filterturmes eine Nachreinigungseinrichtung im Bio-Filterturm eingefügt. Die Nachreinigungseinrichtung besteht im wesentlichen aus einer Filterschicht oder einem Filterbett mit Aktivkohle. Um eine ausreichende Lebensdauer und Wirksamkeit der Aktivkohle zu gewährleisten, wird im Abluftstrom vor dem Aktivkohlebett ein sogenanntes Abscheiderbett eingefügt. Dieses Abscheiderbett hat insbesondere die Aufgabe, den Wassergehalt der Abluft auf einen Wert von unter 65% zu senken, da bei Luftfeuchtigkeiten oberhalb dieses Wertes die Aktivkohle innert kürzester Zeit mit Wasser gesättigt wird und ihre Absorptionsfähigkeit für andere Stoffe weitgehend verliert.

Das Abscheiderbett kann ebenfalls im wesentlichen eine Aktivkohleschicht sein, die durch Absorption die Luftfeuchtigkeit reduziert. Bei Sättigung wird weitere Feuchtigkeit als Tropfen ausgeschieden und muss abgeführt werden. Im einfachsten Fall tropft dieses Wasser gegen den Abluftstrom zurück in den Filterturm. Ein derartiges Bett kann als Opferbett betrachtet werden.

Ein derartiges Opferbett zieht nach sich, dass der Feuchtigkeitsgehalt der abgegebenen Luft reduziert ist. Da in der Regel ein bestimmter Wasserantrag mit der Abluft vorgegeben wird, kann hierdurch ein problematischer Überschuss an Wasser in der Anlage auftreten, der gegebenenfalls dadurch ausgeglichen werden muss, dass die Anlage für einen grösseren Abluftdurchsatz ausgelegt wird.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Verwen-

dung einer aus der Lüftungstechnik an sich bekannten Wasserabscheidungstechnik, z.B. sogenannte Tropfabsorber, wobei die Abluft in der Regel abgekühlt wird, um das Auskondensieren der Luftfeuchtigkeit zu bewirken. Ausgehend von einer Luftfeuchtigkeit von ca. 100% kann z.B. eine Abkühlung von 10–15°C für eine ausreichende Kondensierung vorgesehen werden.

Danach wird die Luft wieder genügend erwärmt, bevorzugt unter Verwendung der der Luft im Abscheider entzogenen Wärme, um die für das Aktivkohlebett verträgliche relative Luftfeuchtigkeit einzustellen. Das aus der Abluft abgeschiedene Wasser wird bevorzugt in einem weiteren Bett, das dem Aktivkohlebett nachgeschaltet ist, wieder in die Abluft eingeführt, so dass im Idealfall ein wärme- und wasserneutraler Betrieb der Nachreinigungsvorrichtung erreicht werden kann.

Die Erfindung soll weiter an einem Ausführungsbeispiel unter Bezug auf die Figuren erläutert werden:

Fig. 1 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Bio-Filterturm mit Nachreinigungseinheit.

Der Bio-Filterturm 1 stimmt in den Sektionen 2 (eigentlicher Filterturm) und Sektion 3 (Abzug) mit dem Bio-Filterturm gemäss EP-A 0 575 294 überein, auf deren Beschreibung hiermit bezüglich dieser Teile verwiesen wird.

Die Wände des Turms bestehen aus Holz von ca. 60 mm Stärke. Holz bietet einfache Befestigungsmöglichkeiten für z.B. die Filterbetten und andere Einrichtungen, isoliert gut und ist ökologisch verträglich. Typische Höhen derartiger Filtertürme liegen um 10–15 m ohne Abzug.

Die zu reinigenden Abgase treten am Einlass 5 in den Turm ein und durchströmen den Turm von unten nach oben im Sinne des Pfeils 13. Die Reinigung erfolgt in den Bio-Filterbetten 40 des Turms, die entgegen dem Abluftstrom von Betriebswasser 41 durchströmt werden, um die abgeschiedenen Ballaststoffe und deren Abbauprodukte in den Sumpf 42 des Turms auszuwaschen. Das Betriebswasser 41 zirkuliert über ein Absätzbecken 43 und eine Steigleitung 44 im Turm.

Für die vorliegende Erfindung ist es vorteilhaft, wenn der herkömmliche Biofilterturm eine hohe Wirksamkeit besitzt, so dass die Nachreinigungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung nur noch geringe Restmengen von Ballaststoff aufnehmen kann und damit eine grosse Lebensdauer aufweist. Der in diesem Ausführungsbeispiel gemäss EP-A 0 575 294 verwendete Turm weist diese Wirksamkeit auf.

Die Sektion 4 beinhaltet die erfindungsgemässe Nachreinigungseinheit. Sie weist drei Betten auf: das Filterbett 6, das mit Aktivkohle beschickt ist; das Abscheiderbett 7; und ein weiteres, dem Filterbett nachgeschaltetes Bett 8, das im weiteren als Ausgleichsbett bezeichnet werden soll.

Das Filterbett 6 besteht aus Aktivkohle, die auf einer geeigneten, für die Abluft durchgängigen Unterlage ausgebreitet ist. Die Aktivkohle kann lose auf der Unterlage ausgebreitet sein oder in Säcken

oder anderen Behältern eingepackt vorliegen, wobei natürlich diese Behälter selbst auch wieder für die Abluft durchgängig sein müssen. Um zu vermeiden, dass bei Verwendung abgepackter Aktivkohle Abluft zwischen den Hüllen der Verpackung hindurchtreten kann, ohne die Aktivkohle zu passieren, können lückenlos aneinander anlegbare Verpackungsformen gewählt werden. Eine andere Möglichkeit besteht im Auslegen von mindestens zwei Lagen Aktivkohle, wobei die Packungen in den mindestens zwei Lagen versetzt zueinander angeordnet werden.

Das davor befindliche Abscheiderbett 7 besteht aus dem Abscheiderbettkörper 11 auf einer Unterlage 12, die als Sammelbehälter für im Abscheiderbett abgeschiedenes Wasser ausgebildet ist. An der Unterlage 12 befindet sich ein Ablauf 14, von dem eine Leitung 15 mit Pumpe 16 abgeht. Am anderen Ende der Leitung 15 oberhalb des Ausgleichsbetts 8 befindet sich eine Düse 17, die das im Abscheiderbett abgeschiedene und durch die Pumpe 16 abgesaugte Wasser möglichst gleichmässig über das Ausgleichsbett 8 verteilt.

Der Abscheiderbettkörper 11 ist in der Art eines gängigen Tropfabsoberers aus der Lüftungstechnik ausgestaltet. Es weist also eine grosse Oberfläche für die hindurchstreichende Abluft auf. Mögliche Ausführungsformen sind Vlies oder aus Kunststoffelementen. Der Abscheiderbettkörper 11 ist mittels Kühlschlangen 19 kühlbar. Im Betrieb wird im Abscheiderbett 8 die hindurchtretende Abluft abgekühlt, wobei sich am Abscheiderbettkörper 11 Feuchtigkeit aus der Abluft niederschlägt.

Über dem Abscheiderbett 7 befindet sich ein Wärmetauscher oder Heizkörper 21, der die aus dem Abscheider austretende Abluft erwärmt und dadurch die relative Luftfeuchtigkeit erniedrigt. Er ist in hinreichendem Abstand vom Abscheiderbett angeordnet, um die Funktion desselben nicht beeinträchtigt wird. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass die relative Luftfeuchtigkeit genügend gesenkt wird, dass die Aktivkohle des Filterbettes 6 nicht durch Absorption von Wasserdampf überlastet wird. Aus der Erfahrung ist ein oberer Grenzwert für diese relative Luftfeuchtigkeit von 65% bekannt.

Nach Durchtritt durch das Filterbett 6 durchdringt die Abluft das Ausgleichsbett 8. Das Ausgleichsbett 8 wird mit dem im Abscheiderbett abgeschiedenen Wasser mittels der Düse 17 befeuchtet. Dargestellt ist ein weiterer Wärmetauscher oder Heizkörper 22, um die Abluft nochmals erwärmen zu können. Sofern ein solcher Heizkörper 22 vorhanden ist, sind geeignete, nicht dargestellte Stallelemente vorgesehen, über die der Kühlmedium- und damit der Wärmefluss zwischen den beiden Wärmetauschern eingestellt werden kann. Der Körper 23 dieses Bettes ist so ausgeführt, dass es gegenüber dem Abluftstrom eine möglichst grosse Oberfläche aufweist, z.B. ähnlich wie das Abscheiderbett 7 als Vlies oder als Labyrinth aus Plastikkörpern.

Die Kühlschlangen 19 sowie die Heizkörper 21 und 22 sind an eine Wärmepumpe 25 angeschlossen. Als zirkulierendes Kühlmedium kann in der Regel Wasser verwendet werden. Die Wärmepumpe

25 weist ein Heizelement 27 und ein Kühlelement 28 auf, die auf eine in Wärmepumpen übliche Art thermisch gekoppelt sind. Zusätzlich kann die Wärmepumpe zum Ausgleich eines Wegdriftens noch eine zusätzliche Heizung bzw. Kühlung aufweisen, sowie eine entsprechende Steuerung. Zur Umwälzung des in den Heizkörpern bzw. den Kühlschlangen zirkulierenden Mediums enthält die Kühleinheit 28 und/oder das Heizelement 27 eine Pumpe. Pumpe, Steuerung und zusätzliche Heizung oder Kühlung sind nicht gesondert dargestellt.

Der Zugang zu den einzelnen Betten 6, 7, 8 wird durch Wartungsluken 31, 32 und 33 hergestellt. Die Wartungsluke 32 für das Filterbett ist so ausgeführt, dass Wartungspersonal in den Filterturm gelangen kann. Der Abstand zwischen Ausgleichsbett 8 und Filterbett 6 ist demgemäss etwa so zu wählen, dass eine lichte Höhe von ca. Mannsgrösse entsteht. Zum Entfernen von lose verteilter Aktivkohle haben sich an sich bekannte, pneumatische Förder-einrichtungen bewährt. Das Entfernen der Aktivkohle geschieht dadurch, dass eine bewegliche Absaugvorrichtung über das Filterbett bewegt wird, wodurch in der Art eines Staubsaugers die Aktivkohle abgesaugt wird und z.B. in einen bereitstehenden Lastwagen gelangt. Das Filterbett 6 wird dann gefüllt, indem mittels Druckluft frische Aktivkohle zum Filterbett gefördert wird und mittels des flexiblen Endes möglichst gleichmässig verteilt wird. Sowohl zum Entleeren wie zum Befüllen ist also die gleiche pneumatische Förder-einrichtung einsetzbar unter Umkehrung des Luftstroms.

Bei Beschickung des Filterbetts 6 mit Aktivkohle, die in Behältern abgefüllt ist, erübrigt sich eine pneumatische Förder-einrichtung. Allenfalls ist eine Absaugeinrichtung denkbar, um etwaige Reste von Aktivkohle zu beseitigen.

Insbesondere ist es denkbar, die Aktivkohle in Behältern zu verwenden, die in Anpassung an die in der Regel runde Bauform der Bio-Filtertürme die Form von Sektoren haben. Am Umfang des Turmes können dann Luken vorgesehen werden, durch die die Behälter mit verbrauchter Aktivkohle entnommen und durch solche mit frischer Aktivkohle ersetzt werden können.

Eine bekannte, einsetzbare Verpackungsform sind Pakete von $1,5 \times 1 \times 0,5 \text{ m}^3$. Die Pakete, deren Hüllen z.B. aus Gewebe mit einer Maschenweite von 3 mm bestehen, enthalten Aktivkohle in zylinderförmigen Partikeln von ca. 5 mm Durchmesser. Derartige Aktivkohle ist auch für die Beschickung des Filterbetts 6 in loser Form geeignet.

Ein wesentlicher Vorteil der Nachreinigungsvorrichtung liegt darin, dass der Abluft bei optimaler Führung weder Wasser noch wesentliche Wärmemengen entzogen oder zugeführt werden müssen.

Ausgehend von dem am Ausführungsbeispiel dargelegten Konzept sind dem Fachmann verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten und Anpassungen an vorgegebene Bedingungen zugänglich. Insbesondere hat es sich bewährt, die Filtertürme so auszuführen, so dass sich relativ dünne Betten mit grossem Querschnitt und verringertem Strömungswiderstand ergeben. Die Dicke der Aktivkohleschicht im Filterbett 6 wird so gewählt, dass eine

bestimmte, vorgegebene Verweilzeit eingehalten wird.

Betreffend das Abscheiderbett 7 ist es auch denkbar, dieses als Opferbett mit Aktivkohlefüllung auszuführen. Das der Abluft entzogene Wasser, das das Opferbett nicht mehr aufnehmen kann, tropft dann in den Filterturm zurück. Es ist also möglich, auf das Ausgleichsbett, die Wasserzirkulation zwischen Abscheider-, Ausgleichsbett sowie die Heiz- und Kühleinrichtung (Wärmepumpe) zu verzichten. Nicht ausgeschlossen ist aber auch hier die Rückführung in den Luftstrom mittels des Ausgleichsbetts. Bei einer solchen Ausführung kann, ähnlich wie beim Filterbett 6, eine Möglichkeit vorgesehen werden, den Körper 11 bei Bedarf oder in regelmässigen Intervallen auszutauschen.

Das Ausgleichsbett kann auch ohne den Wärmetauscher oder Heizkörper 22 ausgeführt werden. Statt einer Wärmepumpe kann auch eine andere Vorrichtung vorgesehen werden, um die Wärmetauscher 19, 21, 22 zu betreiben. Denkbar sind ein einfaches Kühlaggregat, Kühlen des Vorlaufs zur Kühlschlange 19 mit Frischwasser bzw. Kühlwasser aus anderen Anlagenteilen und/oder auch eine Heizung des Vorlaufs zum Heizkörper 21.

Statt aus Holz kann der Turm aus anderem Material bestehen, wie Beton, Metall, und die Höhe und der Durchmesser des Turms kann in weitem Umfang an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Patentansprüche

1. Nachreinigungsvorrichtung (4) an einem Filterturm zur Reinigung belasteter Abluft, gekennzeichnet durch ein Filterbett (6), dessen Körper aus Aktivkohle besteht, und einem dem Filterbett (6) vorgeschalteten Abscheiderbett (7) zur Begrenzung der Luftfeuchtigkeit der das Filterbett durchdringenden Abluft.

2. Nachreinigungsvorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (11) des Abscheiderbettes (7) aus Aktivkohle besteht.

3. Nachreinigungsvorrichtung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abscheiderbett (7) ein Tropfabsorber ist.

4. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Abscheiderbett (7) eine Kühleinrichtung (19) enthält, um die Abscheidung von Luftfeuchtigkeit durch Abkühlen zu ermöglichen.

5. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich im Abluftstrom hinter dem Filterbett (6) ein Ausgleichsbett (8) befindet, auf das über eine Leitung (15) und eine Düse (17) das im Abscheiderbett (7) abgeschiedene Wasser aufbringbar ist, um durch Verdunstung das Wasser wieder von der Abluft aufnehmen zu lassen.

6. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Abluftstrom hinter dem Filterbett (6) ein Ausgleichsbett (8) angeordnet ist, das mit einer Heizvorrichtung (22) versehen ist, wodurch der Abluft im Ausgleichsbett (8) Wärme zuführbar ist.

7. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Abscheiderbett (7) und Filterbett (6) ein Wärmetauscher (21) vorhanden ist, um die Abluft vor Eintritt in das Filterbett (6) soweit erwärmen zu können, dass sie eine die Funktion des Filterbetts (6) nicht mehr wesentlich beeinträchtigende relative Luftfeuchtigkeit aufweist.

8. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühleinrichtung (19), die Heizvorrichtung (22) und der Wärmetauscher (21) über eine Wärmepumpe (25) betrieben werden.

9. Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die im Abscheiderbett (7) der Abluft entzogene Wärme in etwa gleich der Wärme ist, die der Abluft über die Heizvorrichtungen (21, 22) wieder zugeführt wird.

10. Filterturm mit einer Nachreinigungsvorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Filterturm (1) mindestens ein biologisches Filterbett (40) aufweist, und Einrichtungen (5, 13; 42, 43, 44) vorhanden sind, um einen Abluftstrom durch das biologische Filterbett in Richtung der Nachreinigungsvorrichtung zu bewirken und das Filterbett (40) im Gegenstrom zur Abluft von im Filterturm (1) zirkulierendem Betriebswasser (41) zu durchströmen.

FIG. 1

