



Autor
 Dipl. Betriebswirt
 Ingo Suchalla MA
 ÖKO-SAN Suchalla
 GmbH & Co.KG
 Hohenstein-Ernstthal

Filtermedien – Einsatz und Wirkungsweisen im Baubereich

Die klassischen Einsatzbereiche für Filtermedien in der Bauindustrie sind zum einen die persönliche Schutzausrüstung (PSA) – Stichwort Atemschutzmaske – und zum anderen Filter auf mobilen Geräten – Stichwort Staub- und Schutzbelüftungsanlagen auf Baugeräten wie, Bagger, Dumper, Kompaktoren etc. – die in schadstoffbeladenen Bauvorhaben betrieben werden. Des Weiteren dienen Filtermedien der Luftreinhaltung besonders in der Klima- und Lüftungstechnik.

Darüber hinaus werden Filtermedien in eingehausten Arbeitsbereichen eingesetzt, etwa bei der Be- oder Entlüftung – Stichwort Zeltabsaugungen in kontaminierten Bereichen, sowie bei der Boden-sanierung oder Bodenaufbereitung.

Für jeden Einsatz das richtige Filter

In den meisten Bereichen der Bauindustrie werden Filtereinsätze durch Vorgaben, Vorschriften, Arbeitsanweisungen oder Berufsgenossenschaftliche Richtlinien oder Informationen, wie u.a. BGI 581, 583 oder BGR 128, geregelt. Doch diese Regelwerke sind komplex gefasst, und die Anwendung auf den Einzelfall gestaltet sich schwierig.

Auch Ausschreibungsunterlagen sind in der Regel nur mit Standardtexten versehen, in denen das LV dem Auftragnehmer (AN) nur vage Informationen über den konkreten Einsatz von Anlagen, Filtermedien oder Boden- und Luftbeschaffenheit des Bauvorhabens vermittelt. Der AN muß sich selber über die Gegebenheiten informieren und in den meisten Fällen die benötigten geologischen Ingenieurleistungen erstellen oder einkaufen.

Boden- oder Luftanalysen sind unabdingbar zum Schutz der Gesundheit der Mitarbeiter und der Umwelt. Darüber hinaus können dadurch Kosten eingespart werden. Durch eine gezielte Ar-

beitsvorbereitung, insbesondere bei Bauvorhaben in kontaminierten Bereichen wie bei der Bodensanierung, Deponiearbeiten oder der biologischen Abfallverwertung, aber auch bei Abbruch- und Klärwerksarbeiten etc. können so Ausfallzeiten minimiert werden, und der Sicherheitszuschlag kann wesentlich geringer angesetzt werden.

Daher sollte sich der AN bei derartigen Bauvorhaben, bei denen Filtermedien und entsprechende Schutzbelüftungs- oder Staubfilteranlagen zum Einsatz kommen, mit den Herstellerfirmen noch während der Kalkulationsphase in Verbindung setzen, um einen kostengünstigen Einsatz von Anlagen und Filtermedien zu besprechen.

In allen genannten Arbeiten, und die oben dargestellten Bereiche sind nur eine kleine Auswahl, dienen Filtermedien dem Schutz der eigenen Person und der Umwelt. Doch was sind eigentlich Filtermedien, wie unterscheiden sie sich, welche Wirkung und Wechselwirkung üben sie

aus und wie lange können Filtermedien eingesetzt werden?

Was ist ein Filtermedium?

Filtermedien sind Medien, mit deren Hilfe unerwünschte Materien separiert und abgeschieden werden. Auch der Mensch besitzt unterschiedliche Filtersysteme, um schadhafte Stoffe abzuscheiden. Angefangen von den Nieren bis hin zu den Reinigungssystemen der oberen Atemwege über die Flimmerhärchen der Nase oder die Bronchien. Jedoch reichen in einigen Arbeitsbereichen die menschlichen Filtersysteme nicht aus, um besonders feine oder gefährliche Stoffe zu filtrieren, so dass es notwendig ist, industriell hergestellte Filtermedien zu nutzen.

Hohe Staubkonzentrationen und vor allem die Größe der Staubpartikel sind hier entscheidend. Die Größe der Partikel wird in »µm« ausgedrückt, also in tausendstel Millimeter.

Um die unterschiedlich großen schädigenden Partikel (feste Schadstoffe) aus

Tab. 1: Filterklassen G1 - F9 nach DIN EN 779 / Filterklassen H10 - H14 nach DIN EN 1822

Partikelgröße	Beispiel	Filterklasse
Grobstaubfilter für Partikel > 10 µm	Insekten	G1
	Textilfasern / Haare	G2
	Sand	G3
	Flugasche, Blütenstaub, Sporen, Pollen, Zementstaub	G4
Feinstaubfilter für Partikel 1 - 10 µm	Blütenstaub	F5
	Sporen und Pollen	F6
	Keime, Ölrauch	F7
	Ölrauch, Russ	F8
	Tabakrauch	F9
Schwebstofffilter für Partikel < 1 µm	Keime, Bakterien	H 10
	Viren	H 11
	Tabakrauch, Öldunst	H 12
	Ölnebel, feinste Russpartikel, Asbeststäube	H 13 + H14

der Luft zu entfernen, wurden entsprechende Filter entwickelt und in Filterklassen gegliedert. Die Einteilung in Filterklassen ist ein nützliches Instrument, um gezielt Partikel aus der Luft zu entfernen.

Die Staubfilterklassen sind in drei Kategorien eingeteilt:

- 1. Filterklasse G: Grobstäube
- 2. Filterklasse F: Feinstäube
- 3. Filterklassen H und U: Schwebstoffe (HEPA und ULPA).

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass man die Schwebstofffilter in die Klassen HEPA und ULPA unterteilt. Diese Einteilung ist für einige Einsatzbereiche wichtig, bei denen es nicht mehr auf die Größe der Partikel ankommt, sondern auf den Abscheidegrad, also wie viele Partikel durch Filtrierung noch aufgehalten oder durchgelassen werden (Durchlassgrad). Zur Verdeutlichung ein Beispiel: Nehmen wir eine 100 qm große Wohnung, der Rauminhalt beträgt ca. 250 cbm. Nun nehmen wir eine Filteranlage mit einem HEPA-Filter der Filterklasse H 13, der in einer Stunde die gesamte Wohnungsluft einmal reinigen soll. Das Ergebnis ist beeindruckend, denn nicht einmal 0,3% der gesamten Schwebstoffe der Wohnung verbleiben in der Raumluft.

Mit anderen Worten, es dürfen sich in dieser 100 qm großen Wohnung mit 250 cbm Raumluft noch maximal 10.000 Schwebstoffe in der Größe eines tausendstel Millimeter aufhalten. Dies hört sich nach viel an, ist es aber nicht, denn plakativ dargestellt entspricht das einem Schwebstoffpartikel von 10 mm Länge, der noch dünner als ein menschliches Haar ist.

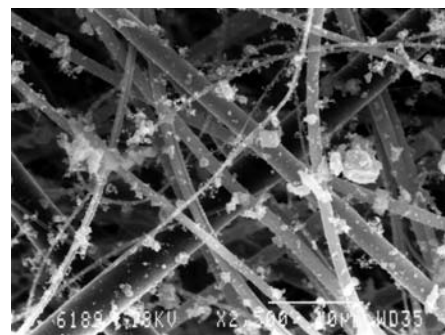
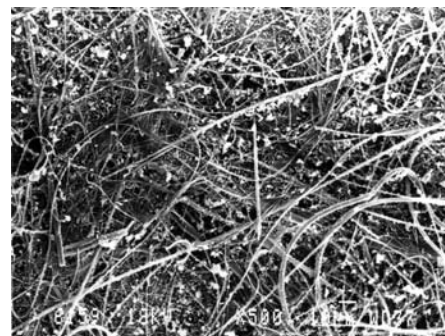
Funktionsweise eines Partikelfilters

Die Funktionsweise eines Partikelfilters hängt von seiner Filterklasse ab. Grobstäube werden anders abgeschieden als Feinstäube und Schwebstoffe. Grobstaubfilter sind vom Prinzip her ähnlich einem Spinnennetz aufgebaut. Die Fasern eines Grobstaubfilters sind so dicht miteinander verwoben, dass die Grobstäube sich in diesem Netz fangen. Die Abstände der

einzelnen Fasern sind zwar winzig klein, aber für die Abscheidung von Feinstäuben oder Schwebstoffen reichen diese nicht aus und sie »fliegen« durch dieses »Netz« hindurch.

Da es zu aufwendig wäre, ein »Netz« zu spinnen, mit dem man die Feinstäube und Schwebstoffe herausfiltern kann, bedient man sich einer viel effektiveren Methode, der Adhäsion. Adhäsion (Anhaftung) ist ein Verfahren, bei dem die Fasern des Filtermediums statisch aufgeladen werden, so dass die Feinstäube und Schwebstoffe wie von einem Magneten angezogen werden und unlösbar mit den Fasern verbunden bleiben.

Schaut man sich ein Schwebstofffilter unter dem Elektronenmikroskop an, so erkennt man, dass die Hohlräume zwischen den Fasern viel größer sind, als die Schwebstoffe, die an den Fasern anhaften. Wären die Fasern also nicht statisch aufgeladen, würden die Partikel durch das Schwebstofffilter hindurchfliegen. Aufgrund der Adhäsionskräfte macht es auch keinen Sinn, diese Filter durch Ausklopfen, Absaugen oder mit Druckluft zu



Fasern eines Schwebstofffilters unter dem Elektronenmikroskop

reinigen, denn die Partikel lösen sich nicht mehr von den Fasern.

Einsatzzeiten von Partikelfiltern

Die Einsatzzeiten, also die Zeit, in der das Filter noch seine Funktionsweise erfüllt, sind bei Grobstaubfiltern auf der einen Seite sowie Feinstaub- und Schwebstofffiltern auf der anderen unterschiedlich. Während sich bei Grobstaubfiltern das Ende der Einsatzzeit durch optische Merkmale – hoher Verschmutzungsgrad, der mit bloßem Auge zu erkennen ist – abzeichnet, kündigen Feinstaub- und Schwebstofffilter ihren Erschöpfungsgrad über den ansteigenden Druckverlust in den Lüftungsanlagen an. Der erzeugte Druckverlust beeinflusst die Luftleistung negativ, so dass die Filter ausgetauscht werden müssen.

Aktivkohlefilter

Nun enthält die Luft ja nicht nur Partikel und Schwebstoffe, sondern vor allem Gase. Einige dieser Gase sind für uns lebensnotwendig, andere verhalten sich neutral, und schließlich bleibt noch eine Gruppe, die für Menschen und Umwelt schädlich oder »tödlich« sein kann, die so genannten Schadgase. Auch dafür existieren Filtermedien, die ausschließlich derartige Schadgase aus der Luft entfernen: Aktivkohlefilter.

Was ist Aktivkohle?

Damit man das Prinzip eines Aktivkohlefilters verstehen kann, soll kurz dargestellt werden, was Aktivkohle eigentlich ist.

Aktivkohle ist eine kohlenstoffhaltige Substanz, die aus unterschiedlichen Rohmaterialien hergestellt werden kann. In der Regel wird Aktivkohle aus Steinkohle, Kokosnussschalen, Holzkohle oder Torf erzeugt. Dabei wird der Rohstoff (beispielsweise die Steinkohle) in einem Drehrohrofen auf 800-900 °C unter Zuführung von Wasserdampf und Stickstoff erhitzt. Bei diesem Aktivierungsverfahren entstehen weitverzweigte Porenstrukturen im Inneren der Kohle, deren Anzahl und Ausbildung über die Qualität der Aktivkohle entscheidet. Durch die verzweigten Porenstrukturen erhält die Aktivkohle eine sehr große innere Oberfläche, vergleichbar mit einem Schwamm, die bis zu 1500 qm/g beträgt. Mit anderen Worten: Ein Teelöffel Aktivkohle hat eine innere Oberfläche so groß wie ein Fußballfeld.

Nach der Aktivierung wird die Aktivkohle in Form gebracht. Die drei wesent-

Tab. 2: Staubschutzmasken und Atemschutzmasken werden in der Regel nicht nach diesen Filterklassen eingeteilt. Für sie gelten nebenstehende Einteilungen. Das Prinzip und die Wirkungsweisen entsprechen den genannten Filterklassen.

Filterklasse	Einsatz	Analog Staubfilterklasse
FFP 1 (P1)	Grobstaub	G
FFP 2 (P2)	Feinstaub	F
FFP 3 (P3)	Schwebstoffe	HEPA



Bilder von Aktivkohleformen:
B.l. Extrudat, B.r. Granulat

lichen Formen sind zum einen die **Extrudate** (Zylinderform), dann die **Granulate** (Schuppenform/gebroschene Form) und schließlich **Pulver**. Welche Form für welche Anwendung sinnvoll ist, sei hier nur kurz erwähnt. Für die Luftreinigung werden in der Regel Extrudate eingesetzt. Granulate und Pulver werden vorwiegend für die Wasserreinigung genutzt.

Mit Hilfe von Aktivkohle können Schadstoffe sowohl aus der Luft als auch aus dem Wasser entfernt werden. Die folgenden Darlegungen sollen sich jedoch auf die Luftreinigung beschränken.

Wie wirkt Aktivkohle?

Aktivkohle adsorbiert (Anlagern von Stoffen an der Oberfläche) fast alle organischen Gase. Die Adsorption (Anlagerung) erfolgt durch Kapillarkondensation, Diffusion und van der Waals'sche Kräfte (Stichwort Anziehungskraft). Vereinfacht gesagt ziehen die Kohlenstoffmoleküle der Aktivkohle die Moleküle der organischen Gasverbindungen an und halten sie in ihren Poren fest. Dies ist auch der Grund, warum die innere Oberfläche und die Größe der Poren bei der Aktivkohle entscheidend ist. Je kleiner die Poren, um so mehr Fläche im Inneren der Aktivkohle »zum Anlagern« von Schadstoffen.

Das Entscheidende bei der Adsorption ist: Die Aktivkohle lagert die Schadstoffe an ihrer inneren Oberfläche an und hält sie fest. Das bedeutet, sie geht keine unlösliche Verbindung mit den Schadstoffen

ein, sondern die Schadstoffe können sich auch wieder von der Aktivkohle lösen. Diesen Vorgang nennt man Desorption (Verlagerung/Abgabe). Die Desorption erfolgt in der Regel jedoch nur bei leichtflüchtigen Schadgasen oder durch Zuführung von Temperaturen oberhalb 120 °C.

Eine weitere Art der Desorption kann durch Verdrängung geschehen. Dabei »verdrängen« beispielsweise die schwerlöslichen Stoffe die leichtflüchtigeren Stoffe von der Aktivkohlenoberfläche.

Wie lange hält ein Aktivkohlefilter?

Ein Aktivkohlefilter hält so lange, bis es »durchbricht«. Das Durchbrechen eines Aktivkohlefilters nennt man den Zeitpunkt, an dem das Schadgas nicht mehr von dem Aktivkohlefilter aufgenommen wird und ohne gefiltert zu werden die Aktivkohleschicht durchströmt. Die Aktivkohle ist gesättigt! Die innere Oberfläche der Aktivkohle ist komplett beladen, so dass das Schadgas eins zu eins durch das Aktivkohlefilter durchströmt. Das Aktivkohlefilter ist verbraucht und muss ausgetauscht werden.

Einen vordefinierten Zeitraum festzulegen, wie lange ein Aktivkohlefilter hält, beispielsweise 24 Stunden oder gar ein Jahr, ist nicht möglich. Die Standzeit, also der Zeitraum, in dem ein Aktivkohlefilter wirkt und noch alle Schadstoffe auf-

nimmt, ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig. So beeinflussen die Schadstoffkonzentration in der Luft, die Luftfeuchte, die Umgebungstemperatur und viele weitere Faktoren die Standzeit eines Aktivkohlefilters. Daher gibt es keine hundertprozentig verlässliche Aussage, wie lange ein Aktivkohlefilter alle Schadstoffe aufnimmt.

Natürlich gibt es Formeln, mit denen man die »Standzeit« (Einsatzzeit) eines Aktivkohlefilters berechnen kann. Aber sicher sind diese Methoden nicht. Eine weitere Methode, eine Standzeitempfehlung zu geben, sind Analysen der beladenen Aktivkohlen. Dabei werden aus einem beladenen Aktivkohlefilter verschiedene Aktivkohleproben entnommen. Mittels Gaschromatographie, Massenspektrometer und Thermogravimetrie werden die Proben untersucht.

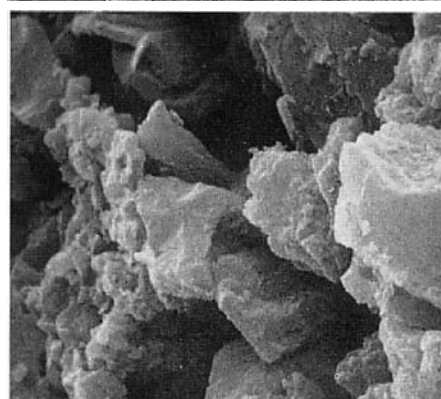
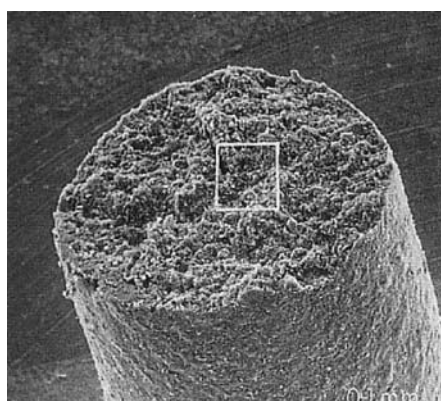
Anhand der Ergebnisse wird ermittelt, welche Schadstoffe in welchen Konzentrationen von der Aktivkohle aufgenommen wurden und wie weit die Schadstoffe durch das Aktivkohlefilter »durchgewandert« sind. Im zweiten Schritt wird berechnet, wieviel Schadstoffe die Aktivkohle noch hätte aufnehmen können. Anhand der Analysewerte und annähernd gleich bleibenden Umgebungsvariablen (Schadstoffkonzentration der Luft, Temperatur und Luftfeuchte) können Standzeitempfehlungen ausgesprochen werden.

Aktivkohleimprägnierung

Neben organischen Schadstoffen treten insbesondere in kontaminierten Bereichen zahlreiche weitere toxische Verbindungen auf, die mittels unbehandelter Aktivkohle nicht abgeschieden werden können. Daher ist es notwendig, die Aktivkohle zu veredeln. Die Aktivkohleimprägnierung oder auch -imprägnierung ist ein chemisches Verfahren, bei dem für den jeweiligen Einsatz ausgewählte Chemikalien auf und in die Aktivkohle gebracht werden. Die so veredelte Aktivkohle ist dann in der Lage, nachfolgende Schadstoffe abzuscheiden:

Gemäß DIN EN 141 werden Aktivkohlen typisiert in:

- Typ A: Für den Einsatz gegen bestimmte organische Gase und Dämpfe mit einem Siedepunkt über 65 °C, wie vom Hersteller angegeben.
- Typ B: Für den Einsatz gegen bestimmte anorganische Gase und Dämpfe, wie vom Hersteller angegeben. z. B. saure Gase (Halogene, Halogenwasserstoffe, nitrose Gase), Blausäure und



Aktivkohle unter dem Elektronenmikroskop

andere Verbindungen zur Schädlingsbekämpfung, Schwefelwasserstoff, Arsenwasserstoff, Phosphorwasserstoff, schädliche Stoffe in Brandgasen (außer CO!)

- Typ E: Für den Einsatz gegen Schwefeldioxid und andere saure Gase und Dämpfe, wie vom Hersteller angegeben.
- Typ K: Für den Einsatz gegen Ammoniak und organische Ammoniak-Derivate, wie vom Hersteller angegeben.
- Typ Hg: Für den Einsatz gegen Quecksilberdämpfe, wie vom Hersteller angegeben.

Die Abscheidung der Schadstoffe mittels imprägnierter Aktivkohlen wird Chemisorption genannt und geschieht, anders als bei der vorher beschriebenen Adsorption, durch katalytische Umsetzung sowie unlösliche Reaktionen der Schadstoffe mit den entsprechenden Chemikalien. Die Einsatzzeit dieser Aktivkohle steht in Abhängigkeit zu den imprägnierten Stoffen. Sind diese verbraucht, kann das Filter auch keine Schadstoffe mehr chemisorbieren.

Wechselwirkung

Die Funktionsweise und Wirkung der o.g. Filtermedien können aber nur dann den gewünschten Erfolg erzielen, wenn diese auch in regelmäßigen Abständen kontrolliert und ausgetauscht werden. Partikelfilter (Grobstaub-, Feinstaub- und Schwebstofffilter) haben die Aufgabe, nur feste Bestandteile aus der Luft zu filtrieren, und Aktivkohlefilter können nur gasförmige Stoffe abscheiden. Sollten, durch unregelmäßige Wartung oder sehr hohen Staubanteil, die Partikelfilter beladen sein, so kommt es zu einem Druckverlust in der Anlage und es wird nicht mehr genügend Luft durchgesetzt. Darüber hinaus kann dies dazu führen, dass es auf der Luftstromseite des Aktivkohlefilters zu Staubablagerungen kommt oder der Staub durch das Aktivkohlefilter durchwandert und an der Reinfluftseite austritt.

Werden hingegen die Partikelfilter in regelmäßigen Abständen getauscht, nicht aber das Aktivkohlefilter, so werden zwar die Partikel abgeschieden, die Schadgase hingegen wandern ungefiltert auf die Reinfluftseite und können dort ir-

reparable Schäden an Mensch und Umwelt verursachen.

Eine regelmäßige Wartung der Anlage und ein zyklischer Filteraustausch können diese Gefahren mindern. Die Wechselintervalle für Filtermedien sollten im Vorfeld mit dem Filterhersteller besprochen werden, um Komplikationen während der Bauphase zu vermeiden.

Kontakt/Information

Diplom Betriebswirt Ingo Suchalla MA
Geschäftsführer der
ÖKO-SAN Suchalla GmbH & Co.KG

Das Unternehmen besteht seit 1990 und ist marktführend im Bereich Filtermedien für zivile Schutzbelüftungsanlagen sowie Staubfilteranlagen in Deutschland und den benachbarten Ländern. Darüber hinaus betreibt ÖKO-SAN ein eigenes Labor und ist maßgebend an der Forschung und Entwicklung neuer Anlagen beteiligt. Das Unternehmen ist nach DIN EN ISO 9001 – 2000 durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft zertifiziert.

Straße der Einheit 31, 09337 Hohenstein-Ernstthal
Tel. 03723/711-365, Fax 03723/711-366
info@oeko-san.de, www.oeko-san.de