

## Vieles spricht für Patronenfilter

Auslegung von Entstaubungsanlagen in der Verfahrenstechnik

<b>VERFAHRENS TECHNIK</b>	NOVEMBER 2002 <b>11</b>
Zeitschrift für Planung, Bau und Betrieb von Apparaten und Anlagen	G 190/98
	<p><b>Trenntechnik:</b> Düsen-Separatoren Kontinuierliche Zentrifugen Venturiwäscher</p> <p><b>Filtertechnik:</b> Auslegung von Entstaubungsanlagen</p> <p><b>Dosiertechnik:</b> Membrandosierpumpen für leckagefreien Betrieb</p> <p><b>Anlagenplanung:</b> Simulation beim Design chemischer Mehrzweckanlagen</p> <p><b>Qualitätsmanagement:</b> Ganzheitliche IT-Werkzeuge</p> <p><b>Instandhaltung:</b> Betriebsreinigung als Dienstleistung</p>  <p>VERINIGTE FACHVERLAGE</p>

# Vieles spricht für Patronenfilter

## Auslegung von Entstaubungsanlagen in der Verfahrenstechnik

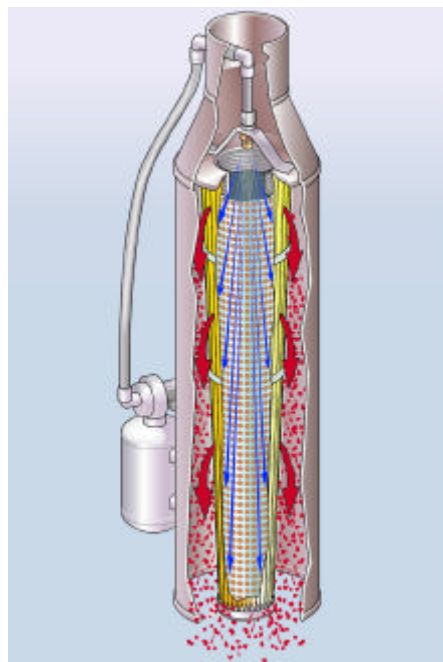
ALEXANDER REINHARDT

Die Entstaubung von Abluft bzw. von Kreislaufgasen ist ein wichtiger Punkt bei der Planung von verfahrenstechnischen Anlagen. Oft steht nur sehr wenig Platz für die Entstaubung zur Verfügung, so dass der Anlagenplaner Probleme hat, ein ausreichend großes Filter unterzubringen. Falsch oder zu knapp dimensionierte Filter können jedoch dem Anlagenbetreiber gravierende Probleme bereiten und die Betriebskosten deutlich in die Höhe treiben. Falsch dimensioniert bezieht sich hier nicht nur auf die installierte Filterfläche, sondern auch auf die Strömungsführung im Entstaubungsgerät und die verwendeten Abreinigungssysteme. Im folgenden Beitrag soll auf einige wichtige Aspekte bei der Auslegung und dem Betrieb der Entstaubungsanlage eingegangen werden. Außerdem sollen neue Entwicklungstendenzen bei Staubfilteranlagen aufgezeigt werden.

Um eine optimale Funktionalität zu erreichen, muss eine Entstaubungsanlage im wesentlichen folgende Anforderungen erfüllen:

### Gute Staubabscheidung

Die Abscheidung möglichst aller Staubpartikel ist besonders bei kritischen Feinststäuben nur durch den Einsatz hochwertiger Filtermedien in Kombination mit einem auf die Filterelemente abgestimmten Abreinigungssystem (Bild 1) möglich. Es reicht nicht, wenn nur der Filterwerkstoff und die Filterfläche stimmen. Eine schonende und doch effiziente Abreinigung, eine optimierte Strömungsführung und eine dem Filterwerkstoff angepasste Elementgeometrie sind von ebenso entscheidender Bedeutung.

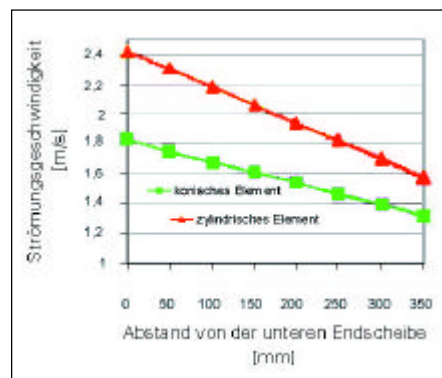


1: Kleinfilter mit konischem Filterelement und Multijet-Düse

metrie sind von ebenso entscheidender Bedeutung.

### Konstante Absaugleistung

Die Saugleistung der Anlage muss über einen langen Zeitraum weitgehend konstant bleiben. Ist die Filteranlage (Filterfläche, Abreinigung, Gehäusegröße) zu knapp ausgelegt oder der Filterwerkstoff nicht richtig gewählt, bricht die Absaugleistung nach kurzer Betriebszeit zusammen, und die Funktion der Anlage ist nicht mehr gewährleistet.



2: Vergleich der Aufströmgeschwindigkeiten im Rohgasbereich  $V=1200 \text{ m}^3/\text{h}$ , 8 Elemente, Gehäuse 530 mm

### Kompakte Bauweise

Das Entstaubungsgerät darf vor allem bei Innenaufstellung nicht zu viel Raum beanspruchen. Durch den Einsatz von sterngefalteten Filterelementen lässt sich eine sehr große Filterfläche auf engstem Raum unterbringen. Um die Strömungsverhältnisse und damit die Leistungsfähigkeit zu verbessern, wurden unter anderem konische Filterelemente entwickelt. Der zulässige Achsabstand zwischen den Filterelementen darf nicht zu gering gewählt werden. Hier spielt unter anderem die Sinkgeschwindigkeit von Feinststäuben und Fasern eine entscheidende Rolle. Feine und leichte Stäube brauchen deutlich länger, bis sie sedimentieren als grobe und schwere Staubpartikel. Das bedeutet, dass bei feinen Stäuben die Achsabstände größer gewählt werden müssen. Durch die konische Filterelementform werden aber Strömungsgeschwindigkeitsspitzen im Rohgasraum (Bild 2) abgebaut. Dies ermöglicht eine deutlich engere Platzierung der Filterelemente als bei herkömmlichen zylindrischen Elementen.

### Geräuscharmer Betrieb

Um den Lärmpegel gering zu halten, muss auf die Verwendung möglichst hochwertiger Komponenten bei den Ventilatoren und beim Abreinigungssystem geachtet werden. Schallgedämmte Membranventile für die Druckluftabreinigung, Multijet-Abreinigungsdüsen (Bild 3) bzw. Rotationsluftdüsen (Bild 4) und Ventilatoren mit hohem Wirkungsgrad sind zwar etwas teurer, machen sich aber auf die Dauer mehrfach bezahlt.

### Niedrige Betriebs- und Wartungskosten

Die Gesamtbetriebskosten beinhalten neben den Filterelementkosten auch Strom- und Druckluftkosten sowie Personalkosten. Wird also bei der Anschaffung einer Entstaubungsanlage nur auf niedrige Investitionskosten geachtet, werden die Folgekosten in kurzer Zeit die Einsparungen verschlingen. Eine Erhöhung der Filterflächenbelastung, bei sonst gleicher Filterelementgeometrie, um z. B. 50 % (ein Drittel weniger Filterfläche) hat eine Reduzierung der Standzeit auf knapp die Hälfte zur Folge. Der Energieverbrauch für die Abreinigung wird sich für die An-

lage dabei mehr als verdoppeln. Ebenso ist mit mehr als den doppelten Personalkosten für die Anlagenwartung zu rechnen.

**Optimale Abstimmung der Komponenten**

Bei der Auslegung von solch kompakten Filteranlagen zeigt sich immer deutlicher, dass nicht nur die Filterfläche ein wichtiges Auslegungskriterium ist. Auch die Elementgeometrie, die Strömungsführung und das Abreinigungssystem spielen eine entscheidende Rolle. Nur wenn alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt sind, entstehen zuverlässig arbeitende Entstaubungsfilter. Da die Staubeigenschaften sehr unterschiedlich sind und von sehr vielen Parametern wie z.B. Staubfeinheit, Schüttdichte, Haft- und Agglomerationseigenschaften, Feuchtigkeit, usw. abhängen, sind sie theoretisch nur sehr unzureichend in den Griff zu bekommen. Technikumversuche und Praxiserfahrungen sind somit von entscheidender Bedeutung, um Anlagenkonzepte und deren Betriebssicherheit zuverlässig zu überprüfen.

**Abreinigungssteuerungen**

Prinzipiell ist darauf zu achten, dass abreinigbare Entstaubungsfilter nur so häufig wie nötig abgereinigt werden. Das heißt einerseits, dass der maximal zulässige Differenzdruck nicht überschritten wird, und andererseits das Abreinigungsintervall nicht so kurz ist, dass sich kein Filterkuchen aufbauen kann. Eine bestimmte Filterkuchendicke ist anzustreben, da dieser auch eine Filterhilfsschicht darstellt. Bei zeitgesteuerten Filteranlagen ist das Abreinigungsintervall sinnvollerweise so eingestellt, dass die Abreinigung der Elemente alle 6 bis 20 Minuten erfolgt.

Werden kürzere Abreinigungsintervalle verwendet, so ist mit kurzen Elementstandzeiten und erhöhten Reststaubgehalten in der Abluft zu rechnen. Läuft die Filteranlage nicht mit konstanter Belastung, oder ist mit stark schwankenden Staubbelastungen zu rechnen, so empfiehlt sich die Verwendung einer Differenzdrucksteuerung (Bild 5). Hier wird der Druckverlust der Filterelemente gemessen und bei einem bestimmten Schwellenwert (10 bis 12 mbar) ein oder mehrere Abreinigungszyklen ausgelöst. Bei hochwertigeren Steuerungen ist es außerdem möglich, eine feste maximale Zeitspanne bis zur nächsten Abreinigung einzugeben (z. B. eine Stunde). Differenzdrucksteuerungen bieten also die Möglichkeit der Verlängerung der Standzeit von Filterelementen, der Minimierung von Reststaubgehalten sowie der Senkung von Energiekosten. Wichtig ist die korrekte Einstellung der Schwellenwerte und die Überprüfung des Differenzdrucksensors auf seine Funktion von Zeit zu Zeit. Sind die Messleitungen mit Staub oder Kondenswasser zugesetzt, können falsche Messwerte zur Fehlfunktion führen. Hier empfiehlt sich der Einsatz eines sogenannten Messleitungssets. Durch ein Membranfilter wird das Zusetzen der Messleitung wirkungsvoll verhindert.

**Elektrostatisch ableitende Filtermedien**

Bei Kunststoffpartikeln ist mit elektrostatischen Aufladungen zu rechnen. Um plötzliche heftige Entladungen zu vermeiden, ist es erforderlich, alle Metallteile zu erden. Filtertechnisch bietet der Einsatz von elektrostatisch ableitenden Filtermedien den Vorteil, dass keine zusätzlichen Haftkräfte die Filterkuchenab-



**5: Elektronische Differenzdruck-Abreinigungssteuerung MFS-09**



**6: Entstaubungsanlage mit geregelter Absaugleistung – Flammstritzen**

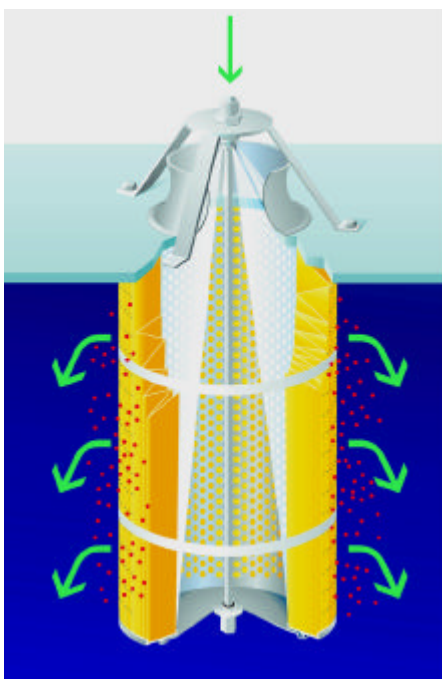
reinigung behindern und auch keine Oberflächenladungen entstehen können. Eine leitfähige Verbindung von Filterelement, Filterplatte und Filtergehäuse ist hier unbedingt erforderlich, da sonst die „Kondensatorwirkung“ für hochenergetische Entladungen sorgen kann. Abhängig von Staubart und Staubkonzentration können diese Zündfunken in ungünstigen Fällen zu Verpuffungen oder gar Explosionen führen.

**Frequenzgeregelt Absauganlagen**

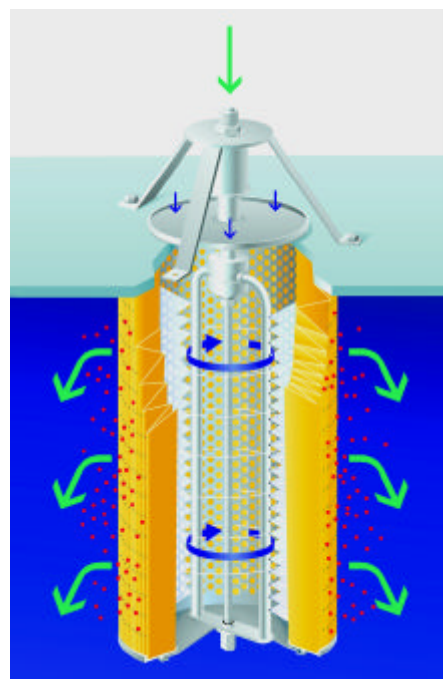
Eventuell bietet sich hier auch der Einsatz eines frequenzgeregelt Ventilatorantriebs an. Diese Lösung ist mit erhöhten Anschaffungskosten verbunden, bietet aber die Möglichkeit der deutlichen Einsparung von Betriebskosten, vor allem wenn die Anlage eine hohe Einschaltdauer hat. Die Frequenzregelung erfolgt sinnvollerweise über eine Unterdruckmessung im Rohgasraum oder an einer definierten Stelle im Rohgaskanal. Ändert sich nun der Unterdruck an dieser Stelle, weil Absperrklappen geöffnet oder geschlossen werden, so wird die Absaugleistung der Anlage entsprechend erhöht oder reduziert (Bild 6).

**Anwendungsfälle in der Verfahrenstechnik**

Beim pneumatischen Transport von Schüttgütern, bei Pulverbeschichtungsanlagen, Strahlanlagen und Sackschüt-



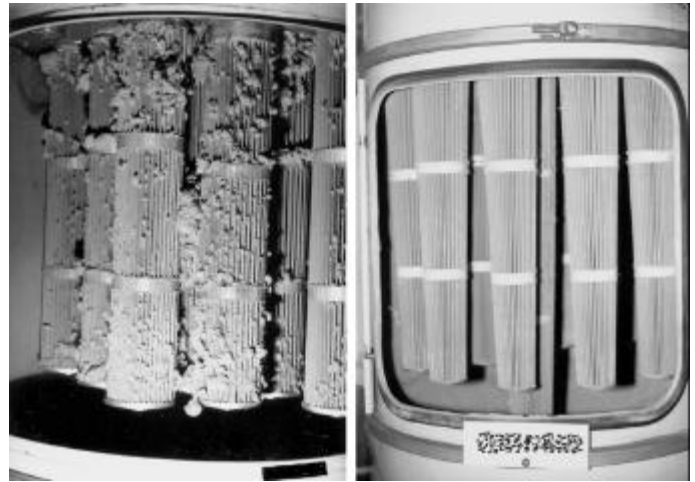
**3: Prinzip Multijet-Abreinigungsdüse**



**4: Prinzip Rotationsluftdüse**



7: Entstaubungsanlage für die Nasslack-Oversprayabsaugung



8: Filtration von fasrigen Stäuben – Papierstaub

ten hat sich der Einsatz von Patronenfiltern schon über mehr als ein Jahrzehnt bewährt. Dies ist auch nahe liegend, da die Stäube in der Regel trocken und rieselfähig sind. Durch neue Filtermedien mit PTFE-Membrane, optimierte Filterelementgeometrien und Abreinigungssysteme können heute aber auch kritische Stäube wie Nasslack- (**Bild 7**), Klebstoff- oder Flamm-spritz-Overspray zuverlässig in abreinigbaren Entstaubungsfiltern abgeschieden werden. Hier ist aber auf einige zusätzliche Parameter bei der Auslegung zu achten. Bei besonders kritischen Anwendungsfällen kann der Einsatz von Filterhilfsmitteln erforderlich sein. Für die kontinuierliche Filterhilfsmittel-Dosierung wurden spezielle Vorrichtungen entwickelt, die sich bereits über mehrere Jahre bewährt haben. Die Filterhilfsmittel müssen jeweils passend

zum entsprechenden Anwendungsfall ausgewählt werden.

Fasrige Stäube stellen für abreinigbare Filter ab einer höheren Konzentration ein Problem dar. Sie neigen zum Verballen und lassen sich dann nur schwer abreinigen und ausbringen. Der Einsatz von konischen Filterelementen bringt hier eine deutliche Verbesserung. Durch Umrüstung von bestehenden Anlagen auf diesen Filterelementtyp wurde die Standzeit der Elemente deutlich erhöht und der Wartungsaufwand minimiert (**Bild 8**). Ursache hierfür ist die bereits beschriebene optimierte Strömungsführung im Rohgasraum und die Intensivierung des Abreinigungsimpulses aufgrund des reduzierten Pufferolumens im Filterelement.

### Fazit

Patronenfilter haben sich in den letzten Jahren einen erheblichen Marktanteil im Bereich der Verfahrenstechnik gesichert. Auch bei kritischen Anwendungsfällen wie der Nasslack- und der Klebstoff-Oversprayabscheidung sowie der Abscheidung von fasrigen Stäuben hat sich dieser Filtertyp bewährt. Vorteile wie kompakte Bauweise, minimaler Energieverbrauch, lange Filterelementstandzeiten und ein niedriger Geräuschpegel sind überzeugende Argumente, die diese Entwicklung zunehmend unterstützen. Mittlerweile liegen in vielen Bereichen langjährige Praxiserfahrungen vor, die eine große Auslegungssicherheit ermöglichen.

Weitergehende Informationen können wie gewohnt über die Kennziffer angefordert werden.

Sonderdruck aus:  
VERFAHRENSTECHNIK  
Ausgabe 11/2002  
Vereinigte Fachverlage; Mainz