

# CHEMIE TECHNIK



## **Vorbeugen ist besser**

**Explosionsschutz in Filteranlagen**

Eine mögliche Ursache für Explosionen ist das Einschleppen von Zündquellen, das je nach Brennstoffeigenschaften (Glimmnestbildung) und vorgeschalteten Operationen beurteilt werden muß. Im Vordergrund steht bei Filteranlagen jedoch die Gefahr einer Entzündung durch elektrostatische Aufladung (A b b. 1).

Diese muß durch eine Erdung aller leitfähigen Apparateile verhindert werden. Dabei ist insbesondere auf die Erdung derjenigen leitfähigen Teile zu achten, die möglicherweise durch Verwendung eines Filtertuches aus isolierendem Material von Erde isoliert sein können (z.B. Filterstützkörbe, Briden). Dies ist besonders nach Reparatur- und Wartungsarbeiten zu kontrollieren.

Bei einer Mindestzündenergie von 3 mJ oder weniger oder beim Vorhandensein von brennbaren Gasen oder Dämpfen in der zu reinigenden Luft müssen elektrisch leitfähige Filtermaterialien eingesetzt werden. Hierbei ist die durchgehende Leitfähigkeit und eine sichere Erdung zu prüfen. Häufiges Waschen kann die durchgehende Leitfähigkeit der Filtermaterialien beeinträchtigen und erfordert deshalb eine erneute Überprüfung. Ausgenommen sind davon nur Filteranlagen, die bereits durch Inertisierung vor Explosion geschützt werden.

Alle Innenwände eines Filters, auf die Staub mit hoher Geschwindigkeit auftreffen kann, dürfen keine isolierende Innenbeschichtung mit hoher elektrostatischer Durchschlagfestigkeit aufweisen. Ihre Durchschlagsspannung muß kleiner 4 kV sein. Weiter ist zu beachten, daß der Ventilator reinluftseitig eingebaut wird und daß Staubablagerungen in der Leitung und im Ventilatorgehäuse vermieden werden.

Bei Stäuben mit einer Mindestzündenergie von weniger als 10 mJ oder hybriden Gemischen müssen über das Vermeiden von wirksamen Zündquellen hinausgehende konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

A b b. 2 zeigt eine Verschaltung für die klassische Explosionsunterdrückung in Kombination mit den entsprechenden Entkopplungsmaßnahmen an einem typenge-

# Vorbeugen ist besser

## Explosionsschutz in Filteranlagen

**In Filteranlagen können aufgrund ihrer Funktion zeitweilig oder ständig explosionsfähige Brennstoff-Luft-Gemische auftreten. Die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer zündempfindlichen Brennstoffatmosphäre ist insbesondere beim Abreinigen und vor allem bei sehr leicht entzündlichen brennbaren Stäuben und hybriden Gemischen groß. Um dieser Gefahr zu begegnen sollte jeder Anwender mit den entsprechenden Explosionsschutzmaßnahmen vorbeugen.**

prüfen Schlauchfilter auf Stützkörben. Zum Auslösen des Unterdrückungssystems dient hier ein dynamischer Explosionsmultisensor (1), der im Schlauchfilter angeordnet ist. Die Auslegung und Dimensionierung der erforderlichen Löschpulvermenge bzw. HRD-Löcher (2) wurde so berechnet, daß für den vorgegebenen zu verarbeitenden Staub im Falle einer Explosion der zu erwartende maximale Explosionsüberdruck den Wert der Behälterfestigkeit nicht überschreitet. Dieser liegt in der Regel zwischen 0,25 und 1 bar Überdruck. In der Produktleitung ist eine sensorgesteuerte Löschmittelsperre (3) angeordnet, um eine Flammenübertragung in den vorgeschalteten Anlagenteil zu verhindern. Zwischen dem Multisensor (1) und der Löschmittelsperre (3) muß ein Mindestabstand eingehalten werden, der im wesentlichen von folgenden Parametern abhängt:

- Rohrquerschnitt,
- Explosionsgeschwindigkeit,

- Detektionszeit,
- Steuerverzögerung,
- Löschmittelaufbauzeit und
- maximaler reduzierter Explosionsdruck im Filter.

Dieser Mindestabstand muß für die höchste zu erwartende Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit festgelegt werden.

### Explosionsunterdrückung oder -druckentlastung

A b b. 3 zeigt ein Anlagenschema für eine Explosionsdruckentlastung in Kombination mit den entsprechenden Entkopplungsmaßnahmen. Die erforderliche Entlastungsfläche einschließlich des Abblasrohres (2) wurde so dimensioniert, daß für den vorgegebenen zu verarbeitenden Staub bei einer Explosion der zu erwartende maximale Explosionsüberdruck den Wert der Behälterfestigkeit – meist zwischen 0,5 und 4 bar Überdruck – nicht überschreitet.

In der Produktleitung ist auch hier wieder eine sensorgesteuerte Löschmittelsperre (3) angeordnet, um eine Flammenübertragung in den vorgeschalteten Anlagenteil zu verhindern. Zur Auslösung der Löschmittelsperre dient ebenfalls ein dynamischer Multisensor (1), der im Schlauchfilter angeordnet ist. Oft wird auch für die Auslösung eine Berstscheibe mit Reißdraht (2) eingesetzt. Zwischen dem Multisensor (1) oder der Berstscheibe (2) und der Löschmittelsperre muß – wie bei der Explosionsunterdrückung auch – ein Mindestabstand eingehalten werden, der sich aus den oben genannten Parametern ergibt.

Da in beiden Fällen (Abb. 2 und 3) die Ventilatoren als Zündquelle nicht auszuschließen sind, wird eine mögliche Staubablagerung (z.B. durch Filterbruch) in der Leitung und im Ventilatorgehäuse durch ein Staubkontrollgerät (5) überwacht. Zum Schutz des Austragsbereiches dient eine am Filterkonus angeordnete Zellenradschleuse (6), die unter Explosionsbedingungen ge-

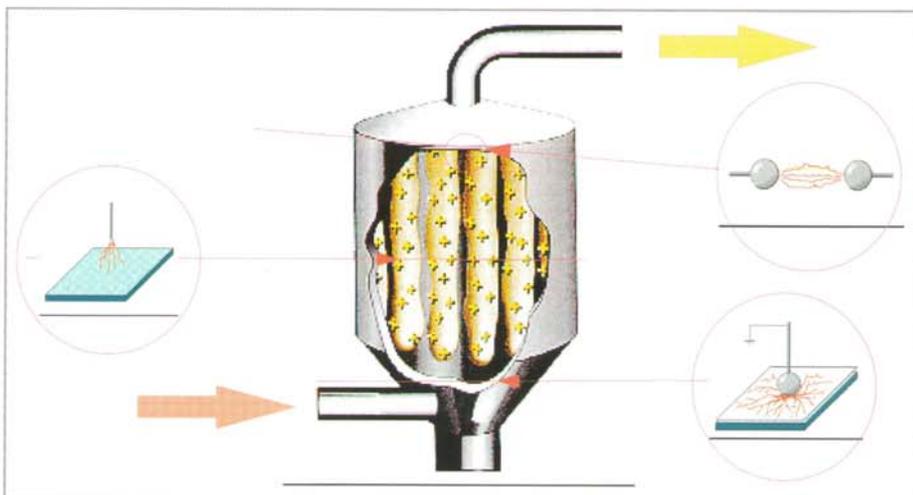


Abb. 1: Elektrostatische Aufladung in Filtern als Hauptursache für Explosionen

Autor: Richard Siwek, FireEx Brandschutz & Explosionsschutz Consultant

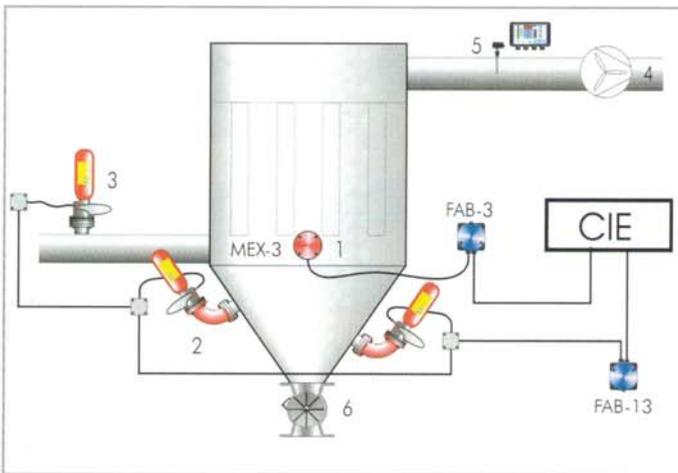


Abb. 2: Explosionsunterdrückung in Kombination mit entsprechenden Entkopplungsmaßnahmen

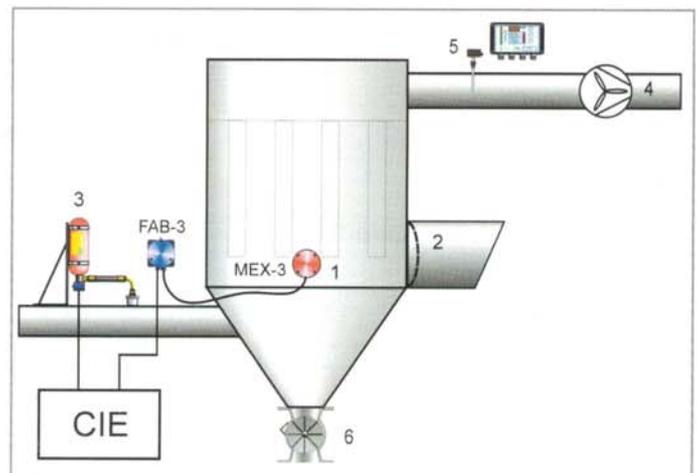


Abb. 3: Explosionsdruckentlastung in Kombination mit entsprechenden Entkopplungsmaßnahmen

prüft ist. Sprechen der Explosionssensor im Schlauchfilter oder die Berstscheibe an, aktiviert das Control and Indicating Equipment (CIE) die Löschmittelsperre und – sofern vorhanden – das Unterdrückungssystem. Gleichzeitig wird dem Prozeßleitsystem (PLS) ein „Notaus“ für die gesamte Anlage signalisiert. Wenn das Staubkontrollgerät anzeigt, wird über das CIE dem PLS unmittelbar ein Warnsignal gesandt.

Beim Explosionscontainment, d.h. einer explosionsfeste Bauweise für den maximalen Explosionsdruck, ist auch dafür zu sorgen, daß die ausgewählten Entkopplungsmaßnahmen sowie die dazugehörigen Rohrleitungen die gleiche Explosionsfestigkeit haben. Diese Explosionsfestigkeit sollte in der Regel zwischen 8 und 10 bar Überdruck betragen. Abb. 4 zeigt das Explosionscontainment in Kombination mit den entsprechenden zugehörigen Entkopplungsmaßnahmen. Zum Auslösen des in der Produktleitung angeordneten Explosionsschutz-Schiebers (2) dient auch hier ein dynamischer Multisensor (1), der im Schlauchfilter angeordnet ist. Dieser Explosionsschutz-Schieber hat die Aufgabe eine Explosionsübertragung in den vorgeschalteten Anlagenteil zu verhindern. Zwischen dem Einbauort des Drucksensors (1) und des Explosionsschutz-Schiebers (2) ist auch hier wieder ein Mindestabstand notwendig, der im wesentlichen wiederum von folgenden Parametern abhängig ist:

- Rohrquerschnitt,
- Explosionsgeschwindigkeit,
- Detektionszeit
- Steuerverzögerung der Schließzeit und
- maximaler Explosionsdruck im Filter.

Der Mindestabstand muß auch hier wieder für die höchste zu erwartende Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit festgelegt werden. Die Grenzen der Anwendbarkeit von Explosionsschutz-Schiebern ergeben sich in erster Linie aufgrund unzureichender Rohrleitungslängen.

Insbesondere bei zunächst schwach verlaufenden Explosionen ist die Druckentwicklung für ein rechtzeitiges Erkennen der Explosion nicht ausreichend. Aus diesem

Grund werden optische Flammenmelder im Bereich des Rohreintritts verwendet. Eine zusätzliche Druckerkenkung kann im Einzelfall sinnvoll sein.

Die Explosionsausbreitung in die Abluftventilation wird durch ein geprüftes Explosionsschutzventil (3) unterbunden. Dies gewährleistet, daß es bei einer Explosion im

### Explosion nicht durch Drucksensoren allein erkennbar

Schlauchfilter nicht über die Einbaustelle hinaus zu einem Zünddurchschlag kommt.

Da herkömmliche Ventilatoren auch hier als Zündquelle nicht auszuschließen sind, werden dieselben Schutzmaßnahmen ergriffen, wie bei der Explosionsdruckentlastung und -unterdrückung.

Spricht der Multisensor (1) an, aktiviert das CIE in diesem Fall den Explosionsschutz-Schieber. Gleichzeitig wird wieder dem PLS ein Signal für das Notaus der gesamten Anlage gesandt. Zeigt der Endschalter des Explosionsschutzventils die Stellung „zu“ an oder spricht das Staubkontrollgerät an, wird über das CIE dem PLS direkt ein Signal für eine Warnung gesandt.

Zur Bekämpfung eines möglichen Nachfolgebrandes im Filter sollte eine fest montierte automatisch gesteuerte Wassersprüh-

flutanlage installiert werden. Ergänzend zu den realisierten Schutzmaßnahmen sind organisatorische Maßnahmen zu treffen – wie z.B. die Reinigung der Anlagen, Überwachung und Wartung der Sicherheitseinrichtungen, Kontrolle der Erdung (besonders nach Reparatur- und Wartungsarbeiten) – um einerseits das Brand- und Explosionsrisiko zu verringern und andererseits die Wirksamkeit der konstruktiven Schutzmaßnahmen gewährleisten.

### Gehäuseform und Einbauten des Filters berücksichtigen

Die Gehäuse der Filter weichen oft von der einfachen kubischen Form ab. Außerdem sind sie nicht leer, sondern durch Filtereinbauten, wie z.B. Schlauch- oder Taschenfilter unterteilt. Dies ist bei der Dimensionierung von konstruktiven Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen, da diese Einbauten auf den Explosionsverlauf und damit auf die Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahme Einfluß nehmen.

Je nach Anordnung der Einbauten kann entweder das Hüllvolumen oder nur das Volumen aller Filterelemente vom Behältervolumen für die Dimensionierung abgezogen werden und so die Einbauten berücksichtigt werden.

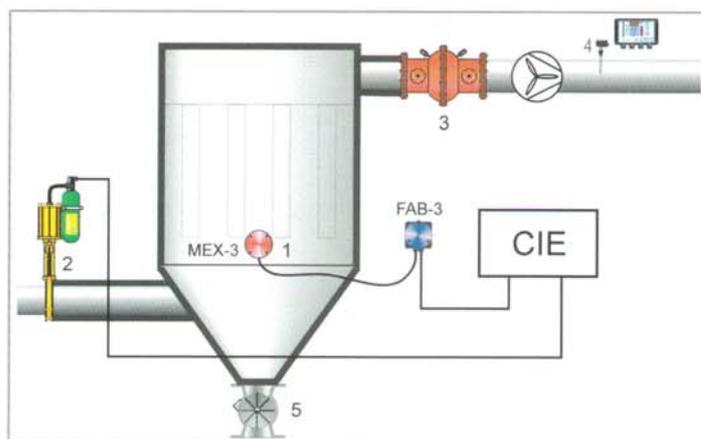
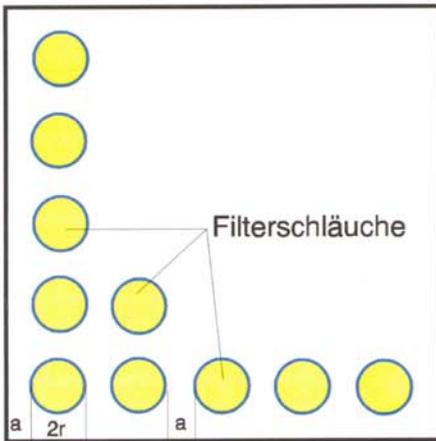


Abb. 4: Explosionscontainment in Kombination mit entsprechenden Entkopplungsmaßnahmen



**Abb. 5: Geometrische Anordnung der Filterschläuche am Beispiel einer quadratischen Bauform eines Filters**

Abb. 5 zeigt eine Möglichkeit wie aufgrund der Filteranordnung für die Dimensionierung der Ex-Schutzmaßnahmen entschieden werden kann, ob nur das Volumen der Filterelemente, oder aber das Hüllvolumen der Filterelemente vom Gesamtvolumen der Filterapparatur abgezogen werden kann. Ist  $a \leq r$ , so kann das Hüllvolumen der Schlauchfilter berücksichtigt werden. Ist  $a > r$ , so sollte nur das Volumen der Schlauchfilter vom gesamten Filtervolumen abgezogen werden. Dabei steht  $a$  für den

Abstand zwischen den Schlauchfiltern oder den Abstand zwischen der Filterwand und dem Schlauchfilter und  $r$  für den Radius des Schlauchfilters.

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge dienen die folgenden zwei Beispiele:

**Beispiel 1:** Quadratisches Filtergehäuse mit den Abmessungen  $2 \times 2 \text{ m}$ , der Schlauchfilterdurchmesser beträgt  $150 \text{ mm}$  ( $r = 75 \text{ mm}$ ) und der Abstand  $a$  liegt bei  $30 \text{ mm}$ , es sind  $120$  Schlauchfilter mit Stützkörpern von je  $2 \text{ m}$  Länge verwendet.

**Beispiel 2:** Quadratisches Filtergehäuse mit denselben Abmessungen und auch der Schlauchfilterdurchmesser bleibt gleich ( $r = 75 \text{ mm}$ ). Der Abstand beträgt in diesem Beispiel  $80 \text{ mm}$  und es sind  $70$  Schlauchfilter mit Stützkörpern von je  $2 \text{ m}$  Länge vorhanden.

Da im Beispiel 1  $a < r$  ist, kann das Hüllvolumen ( $2\text{m} \cdot 2\text{m} \cdot 2\text{m} = 8 \text{ m}^3$ ) vom gesamten Filtervolumen für die Dimensionierung abgezogen werden. Im Beispiel 2 ist dagegen  $a > r$ , so daß nur das Volumen der Schlauchfilter ( $0,075 \text{ m} \cdot 0,075 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 2 \text{ m} \cdot 70 = 2,5 \text{ m}^3$ ) vom gesamten Filtervolumen für die Dimensionierung abgezogen werden kann.

Die Entscheidung, ob das Hüllvolumen der Filterelemente, oder aber nur das Volumen der Filterelemente allein für die Auslegung der konstruktiven Schutzmaßnahme ausreicht, sollte Experten überlassen werden oder ist durch Versuche zu belegen.

Ein Literaturverzeichnis ist auf Anfrage in der Redaktion erhältlich.

### Explosionsschutz für Filteranlagen

Filteranlagen gehören aufgrund ihrer Funktion (Staubabscheidung) zu den explosionsgefährdeten Anlagenteilen. Hauptursachen sind entweder das Einschleppen von Zündquellen oder die elektrostatische Aufladung. Insbesondere letztere läßt sich durch vorbeugende Schutzmaßnahmen vermindern. Zusätzlich sind jedoch weitergehende Schutzmaßnahmen, wie beispielsweise Explosionsunterdrückung, -druckentlastung sowie die explosionsfeste Bauweise notwendig. Bei all diesen konstruktiven Schutzmaßnahmen ist es jedoch wichtig, den Einfluß der Filtereinbauten auf den möglichen Explosionsverlauf mit in Betracht zu ziehen. Dieser wird maßgeblich bestimmt durch das bei der Dimensionierung der Schutzmaßnahmen zu berücksichtigende Volumen: Hüllvolumen oder einfaches Volumen der Filterelemente.