

## MERKBLATT

# **KONSTRUKTIVER EXPLOSIONSSCHUTZ BEI BESTEHENDEN SILOS UND FILTERN BEI TISCHLEREIEN UND IN HOLZVERARBEITENDEN BETRIEBEN – STAND DER TECHNIK**

## **1. Problematik**

Viele bestehende Filteranlagen und Silos bei Tischlereien und holzverarbeitenden Betrieben entsprechen nicht den Anforderungen der VEXAT und stellen auf Grund immer wieder auftretender Brand- und Explosionsereignissen eine Gefahr dar. Gemäß § 20 VEXAT ist bei brennbaren Schüttgütern immer ein konstruktiver Explosionsschutz (Entkopplung und Druckentlastung) notwendig. Sofern bestehende Anlagen keinen ausreichenden konstruktiven Explosionsschutz besitzen, müssen diese entsprechend angepasst werden.

Die Praxis zeigt, dass alleine sekundäre Schutzmaßnahmen keine gleichwertige Sicherheit leisten können. Funken-Erkennung und Löscheinrichtungen reduzieren zwar die Wahrscheinlichkeit von der Einbringung externer Zündquellen, können aber nicht vermeiden, dass es durch Zündquellen in der Form von zB Funkenschlag auf Grund der Holzstaubaustragung oder durch Rückbrand von der Heizung oder Zündquellen auf Grund von Störungsbeseitigung (Brücken, Gebrechen bei der Siloaustragung) trotzdem zu Ereignissen und Explosionen kommen kann. Die Notwendigkeit des konstruktiven Explosionsschutzes findet sich als Stand der Technik auch in der BGI 739-2 „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und –späne; Brand- und Explosionsschutz“, sowie in der EN 12779 wieder.

Oft sind bestehende konstruktive Maßnahmen des Explosionsschutzes - wie Druckentlastungseinrichtungen und Entkopplungsmaßnahmen - nicht, oder nicht ausreichend, oder gar in einer Arbeitnehmer gefährdenden Form (zB Zugangstüren als „Entlastungseinrichtungen“) vorhanden. Auch in diesen Fällen müssen konstruktive Maßnahmen nachgerüstet werden.

Die hohe Anzahl an betroffenen Betrieben (über 2000 Tischlereien in Österreich), sowie die Kleinteiligkeit der Struktur der betroffenen Betriebe und die meist geringe ArbeitnehmerInnenanzahl, fordern individuelle Lösungen, welche die Grundsätze des Explosionsschutzes ausreichend berücksichtigen. Nachfolgend werden Grundlagen aufgezeigt, wie Lösungen gefunden werden können, ohne dass ein finanziell intensiverer Neubau von Filtern und Silos in jedem Fall notwendig wäre.

Die hier angeführten Optionen müssen individuell je nach Betrieb angepasst werden. Die dargestellten Varianten sind in vielen, aber nicht in allen Fällen anwendbar.

Bei der Erarbeitung der auf den jeweiligen Betrieb angepassten Adaptierungsmaßnahmen sind folgende Punkte zu beachten:

- Berücksichtigung der Festigkeit von bestehenden Bauwerken sowie Anbauteilen - wie Silos und Filtern - bei Einbau von Druckentlastungen
- Entkopplungsmaßnahmen zwischen einzelnen Anlagenteilen und auch gegenüber Arbeitsräumen
- Ausreichende Dimensionierung von Druckentlastungsflächen
- Keine Gefährdung von ArbeitnehmerInnen durch die Anordnung und Ausrichtung von Druckentlastungen durch bei Explosion entstehende Flammen und Drücken
- Berücksichtigung der Grenzwerte der Grenzwerteverordnung (GKV) (siehe auch Holzleitfaden)

## 2. Lösungen ohne Adaptierung von Filter und Silos

### a) Verpressung von Holzstaub – Vermeidung von Ex-Zonen in Lagerbehältern und Silos

Brikettierpressen können dazu verwendet werden, dass anfallender Holzstaub in eine nicht mehr explosionsfähige Form übergeführt wird (primärer Explosionsschutz). Auf eine ausreichende Verfügbarkeit der Brikettierpresse muss hierbei geachtet werden, ebenso darauf, dass bei allfälligen Zwischenlagerungen zwischen Filter bzw. Entstauber und Brikettierpresse die Grundsätze des Explosionsschutzes eingehalten werden.

Die Brikettierung stellt eine Maßnahme des primären Explosionsschutzes dar, sofern die Verpressung ausreichend fest ist, dass bei der nachfolgenden Lagerung der Briketts keine gefahrbringende Staubentwicklung mehr auftritt. Nur teilverpresste Briketts verursachen in Silos eine Zone 21, da diese eine hohe Staubentwicklung haben; somit sind bei nicht ausreichender Verpressung der Briketts weitere konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen notwendig.

### b) Entstauber

Die DIN 8416 legt Entstauber als Filtereinrichtungen mit einem Luftvolumenstrom bis zu 6000 m<sup>3</sup>/h und mit Sammelvolumen bis 0,5 m<sup>3</sup> und einem druckstoßfesten Gehäuse (200 mbar Überdruck) fest. Entstauber sind dafür geeignet, in Arbeitsräumen aufgestellt zu werden. Eine entsprechende Entsorgung des Filterstaubes (jedenfalls **kein** händisches Beschicken einer Heizanlage) ist notwendig.

Entstauber können anstelle mit Sammelbehältern für Staub und Späne, auch mit einer kontinuierlichen Austragung versehen sein. Bei weitergehender Lagerung, Verwendung oder Entsorgung des dort anfallenden Holzstaubes, sofern dieser nicht in Pufferspeichern erfolgt, müssen auch dort die Grundsätze des Explosionsschutzes beachtet werden. So kann bei der weiteren Lagerung zB in einem Silo, bei der Brikettierung mittels Brikettierpresse oder auch bei der Verwendung von zB offenen Containern als Sammeleinrichtung eine Entkopplung zB mittels Zellschleuse notwendig sein.

Bei der Aufstellung derartiger Entstauber müssen weitere Herstellerangaben, wie zB zu Aufstellung in Innenräumen, beachtet werden.

### **c) Pufferspeicher**

Pufferspeicher werden vor Brikettierpressen oder Feuerungsanlagen verwendet. Gemäß BGI 739-2 ist es möglich, dass diese Pufferspeicher bis zu einem Volumen von 1 m<sup>3</sup> bei pneumatischer Befüllung bzw. bis zu 3 m<sup>3</sup> bei druckloser Befüllung ohne Feuerlöscheinrichtungen und ohne Druckentlastungseinrichtungen eingesetzt werden können.

### **d) Ersatz von Silos durch offene Container**

Anstelle von Silos können bei nicht zu großem Materialanfall und eher geringen Luftvolumenströmen offene Container - mit Filtermatten und Regenplane - verwendet werden, wenn diese für die Lagerung von Holzspänen und –staub entsprechend ausgerüstet sind. Dabei ist auf die Anwendungsbeschränkungen des Herstellers zu achten.

Die Aufstellung dieser Container muss im Freien erfolgen. Obwohl kein weiterer konstruktiver Explosionsschutz am Container mehr notwendig ist, muss eine brandschutztechnische Trennung, zB in Form von Rückschlagklappen, mit einem Nachweis von EI90 bzw. EW90, zu anderen Anlagenteilen bzw. gegenüber dem Gebäude erfolgen. Ebenso muss ein ausreichender Abstand zu Außenwänden und vor allem Fenster- und Türöffnungen eingehalten werden.

Jedenfalls müssen derartige Container ausreichend offene Fläche besitzen, um im Fall eines raschen Abbrandes oder einer Verpuffung den entstehenden - geringen - Überdruck gefahrlos über diese offene Fläche abführen zu können.

### 3. Adaptierung von bestehenden Filter- und Siloanlagen an die Anforderungen des konstruktiven Explosionsschutzes

Prinzipiell besteht die Möglichkeit die meisten bestehenden Filter und Silos derartig umzugestalten, dass diese einen ausreichenden konstruktiven Explosionsschutz gemäß VEXAT haben. Dazu sind jedenfalls eine entsprechende Druckentlastung (Größe und gefährdungsfreie Ausrichtung), sowie eine Entkopplung zu Arbeitsräumen und anderen Anlagenteilen nötig.

Zur Berechnung der notwendigen Druckentlastungsflächen kann die ÖNORM EN 14491 herangezogen werden.

Schutzsysteme (Druckentlastungen, Entkopplungen) müssen den jeweiligen In-Verkehr-Bringer-Vorschriften bzw. dem § 15 (3a) VEXAT entsprechen.

#### a) Festigkeit von Silos

Bestehende Silos haben oft eine nicht näher bekannte Festigkeit. Als Orientierung können für eine erste Abschätzung folgende Werte aus der BGI 739-2 angenommen werden.

Bauteil	Berstdruck [mbar]
Fensterscheiben	20-70
Türen	20-50
Wandverglasung (Drahtglas)	60-65
Freistehende Backstein-/Ziegelwände	70-150
(Statisch) unbewehrte Betonwände (20 cm dick), zB Betonsilos mit geringer Festigkeit	150-200
Beton-/Stahlbetongebäude, z.B. Betonsilos mit höherer Festigkeit	500-1500
Leichte Metallgerippebauweise, z.B. übliche Filteranlage	120-200
Schwere Metallgerippebauweise, z.B. Filteranlagen in Stahlbauweise	300-400

Das Ziel der Adaptierung von bestehenden Silos ist es im Explosionsfall die Gefährdung von ArbeitnehmerInnen, zB durch Trümmerwurf oder Flammenstrahlzündung mit nachfolgender weiterer Explosion auszuschließen.

Dazu ist es sowohl notwendig die Festigkeit des jeweiligen Silos, welche auf Grund eines Gutachtens oder entsprechender Berechnungen ermittelt wurde, als auch die mögliche Gefährdung bei der Anordnung von Druckentlastungsflächen zu berücksichtigen und jedenfalls durch ausreichende und **geeignete** Druckentlastungseinrichtungen einen

maximalen reduzierten Explosionsdruck unterhalb des Berstdruckes des Bauwerkes zu erzielen.

## **b) Ausreichende Dimensionierung der Druckentlastungsflächen**

Zur Berechnung von notwendigen Druckentlastungsflächen ist die ÖNORM EN 14491 heranzuziehen. Bei Silos mit geringer Festigkeit können, sofern keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden, die notwendigen Flächen rasch über technisch machbare Maße hinaus zunehmen.

Die ÖNORM EN 14491 erlaubt bei turbulenzarmer Einbringung von Holzstaub die Anwendung der Reduzierformel. Diese erlaubt es wesentlich kleinere Druckentlastungsflächen zu gestalten, die nicht nur mit weniger Aufwand hergestellt werden können, sondern die auch leichter derart angeordnet werden können, dass bei einer stattfindenden Explosion und Ansprechen der Druckentlastungseinrichtungen keine zusätzlichen Gefährdungen erfolgen können.

**Die Anordnung der Druckentlastung hat jedenfalls im Rohgasbereich stattzufinden, dazu kann es nötig sein, dass zB Silodecken neu errichtet werden müssen.**

Turbulenzarme Einbringung kann durch verschiedene technische Einrichtungen erzielt werden, wie zB nachfolgende:

- Axiale pneumatische Befüllung – Ringleitung oder Siloaufbaufilter/Silofilteraufsatz
- Befüllung im freien Fall - zB über Zyklon mit Ringleitung
- eigener Silofilter oder mechanische Förderanlagen mit jeweils Einbringung mittels Zellradschleuse.

Auf Grund der oft geringen Festigkeit und der bereits bestehenden baulichen Gegebenheiten ist der für Druckentlastungsflächen zur Verfügung stehende Platz bei bestehenden Silos oft stark begrenzt. Aber auf Grund der turbulenzarmen Einbringung von Holzstaub und Spänen ist eine starke Reduzierung der notwendigen Druckentlastungsfläche möglich. Auf Grund dieser Reduzierung können viele Anlagen auch bei begrenzten räumlichen Möglichkeiten mit einem konstruktiven Explosionsschutz versehen werden, welcher ausreichend und wirksam ist.

Die Berechnung der Druckentlastungsfläche erfolgt anhand nachfolgender Kenngrößen

- maximaler reduzierter Explosionsdruck des Gebäudes,
- Volumen des Silos
- Länge zu Durchmesser-Verhältnis des Silos
- maximaler zeitlicher Druckanstieg (KST-Wert) für Holzstaub von 200 bar/ms
- maximaler Explosionsdruck ( $p_{\max}$ ) von 9 bar.

Der KST-Wert sowie der  $p_{\max}$  sind unabhängig vom konkreten Material für Holzstaub anzuwenden. Diese Werte sind auch gemäß ÖNORM EN 12779 und BGI 739-2 heranzuziehen.

Bei der Berechnung der notwendigen Druckentlastungsflächen ist, auch wenn diese einen niedrigeren Ansprechdruck haben, gemäß ÖNORM EN 14491 jedenfalls ein Ansprechdruck von 100 mbar einzusetzen. Sollten die tatsächlichen Ansprechdrücke der Druckentlastungsflächen höher sein, sind natürlich diese heranzuziehen.

Druckentlastungseinrichtungen, welche einen  $p_{red,max}$  von 130 mbar ergeben, können in der Regel nur bei Betonsilos mit entsprechendem Nachweis eingesetzt werden.

Bei Druckentlastungseinrichtungen die erwiesenermaßen früher als 100 mbar ansprechen ist zwar die notwendige Entlastungsfläche auf Grundlage der ÖNORM EN 14491 zu ermitteln, es kann aber der tatsächliche  $p_{red,max}$  zur Ermittlung, ob die jeweilige Entlastungseinrichtung für die Festigkeit des jeweiligen Silos (siehe Tabelle in 3.a) geeignet ist, herangezogen werden.

So sind Druckentlastungen, die zB bei 100 mbar ansprechen und einen  $p_{red,max}$  von 130 mbar haben, nicht für gemauerte Silos geeignet, da diese gemäß Literatur (BGI 739-2) eine Standfestigkeit von nur 70 mbar haben. Druckentlastungen mit Nachweis, welche einen  $p_{red,max}$  unter der Standfestigkeit des jeweiligen Silos ergeben, können aber eingesetzt werden. Oder aber es können Druckentlastungsflächen, welche einen  $p_{red,max}$  von 130 mbar ergeben in der Regel zur Verwendung bei Betonsilos eingesetzt werden.

Druckentlastungseinrichtungen müssen jedenfalls den In-Verkehr-Bringer-Vorschriften bzw. dem § 15 (3a) VEXAT entsprechen.

### **c) Notwendige Entkopplungsmaßnahmen**

Alle Rohluft-Einlässe, alle Rohluft-Auslässe und alle Material-Ein- und Auslässe müssen gegen Flammen- und Druckausbreitung geschützt sein. Die Entkopplungsmaßnahmen müssen für den jeweiligen  $p_{red,max}$  geeignet sein.

Entkopplungsmaßnahmen müssen jedenfalls den In-Verkehr-Bringer-Vorschriften bzw. dem § 15 (3a) VEXAT entsprechen.

### **Zusammenfassung:**

Es ist möglich bestehende Filter und Silos entweder zu ersetzen, oder derart umzubauen, dass sie einen wirksamen konstruktiven Explosionsschutz besitzen. Adaptierung von Filtern und Silos kann unter der Bedingung der turbulenzarmen Einbringung des Holzstaubes/der Holzspäne in den Silo zur Berechnung der Größe der Druckentlastungsflächen die Reduzierformel gemäß ÖNORM EN 14491 herangezogen werden. Unabhängig von der Größenberechnung muss der maximal entstehende (reduzierte) Explosionsdruck der jeweiligen Entlastungsflächen an die Festigkeit des Silos angepasst sein, da sonst im Explosionsfall die Standfestigkeit des Silos nicht gegeben ist.

## **Weiterführende Literatur und Quellen:**

BGI 739-2: Absauganlagen und Silos für Holzstaub und –späne;  
Brand- und Explosionsschutz

ÖNORM EN 14491 Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen

ÖNORM EN 12779 Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen -  
Ortsfeste Absauganlagen für Holzstaub und Späne -  
Sicherheitstechnische Anforderungen und Leistungen

DIN 8416 Entstauber für die gewerbliche Nutzung - Sicherheitstechnische  
Anforderungen und Prüfung