Explosionsschutz-Dokumente

Beispiele aus dem Bereich der Holzstaub-Absaugung für die Bearbeitung des Explosionsschutzdokumentes nach § 6 GefStoffV

4. Beispiel: Zwischenfilteranlage mit Zentralabsaugung und Luftrückführung

**Situation**

In einer Schreinerei mit 20 Werkstattmitarbeitern werden 20 der vorhandenen 25 Maschinen / Arbeitsplätze über eine Gruppenabsaugung mit einem reinluftseitig angeordneten, drehzahlgeregelten Ventilator abgesaugt. Die gereinigte Luft wird aus der Filteranlage über einen Rückluftkanal in die Werkstatt zurückgeführt. Die bei der Bearbeitung mit Handmaschinen anfallenden Stäube werden über einen Industriestaubsauger der Staubklasse M erfasst. Für die Erfassung der bei den Handschleifarbeiten anfallenden Stäube stehen 3 abgesaugte Arbeitstische zur Verfügung. Positive Erkenntnisse aus Messungen über die Einhaltung der Mindestluft-geschwindigkeiten von 20 m/s in den Anschlussleitungen der Maschinen zum Zwecke der Stauberfassung an der Entstehungsstelle und zur ablagerungsfreien Förderung in allen wesentlichen Betriebszuständen in den Sammelleitungen liegen vor. Mit Ablagerungen in den Rohrleitungen muss nicht gerechnet werden.

Einige organisatorische Maßnahmen und Regelungen wurden von Seiten des Betreibers noch nicht getroffen. So fehlen Betriebsanweisungen zur Bedienung der Anlage und zum Verhalten bei Bränden, sowie ein Arbeitsfreigabesystem, welches die Schutzmaßnahmen bei Feuerarbeiten regelt. Darüber hinaus ist eine Kennzeichnung des explosionsfähigen Bereiches „Filteranlage“ nach Gefahrstoffverordnung an den Zugangstüren noch nicht vorgenommen worden. Auch gibt es keine klare Vorgabe zur Reinigung der Werkstatt über einen Reinigungsplan. Allerdings wurde die Anlage bisher einmal durch eine befähigte Person überprüft. Die genannten organisatorischen Mängel wurden bei der letzten Prüfung dokumentiert.

Quelle: BGHM

**Beschreibung der Anlage**

Die an den einzelnen Maschinen anfallenden Staub-/Späne-Gemische werden über 5 Absauggruppen wie folgt abgesaugt:

* Gruppe 1: DN 350 mm, (Masch.-Nr. 3,12,25)
* Gruppe 2: DN 250 mm, (Masch.-Nr. 1,2,4,5,6,7,16,24)
* Gruppe 3: DN 250 mm, (Masch.-Nr. 9,22,23)
* Gruppe 4: DN 350 mm, (Masch.-Nr. 10)
* Gruppe 5: DN 280 mm, (Masch.-Nr. 11,19,20,21)

Die Auswahl der nicht abgesaugten Maschinen (Masch.-Nr. 8, 13, 14, 17, 18) ist mit den Anforderungen des Gesundheitsschutzes nach DGUV Information 209-044verträglich.

Die angeschlossenen Maschinen werden über automatisch mit dem Anlaufen/Abschalten der Maschine öffnende/schließende Schieber von der Absaugung getrennt.

Die Absaugleistung des reinluftseitig angeordneten Zentral-Ventilators wird über eine Drehzahlregelung an die aktuell jeweils notwendige Luftmenge angepasst, wobei die Mindest-Transportgeschwindigkeit (von hier 15 m/s) zur Vermeidung von Ablagerungen auch in kritischen Betriebszuständen mit geringen Absaugluftmengen sichergestellt ist.

Die Filteranlage hat eine Gesamtfilterfläche von 250 m2 mit Filtermaterial der Filterkategorie „G“ Dies entspricht der Staubklasse „L“, was zum Errichtungszeitpunkt Stand der Technik darstellte (*Anmerkung: Dies kann nach DGUV Information 209-044 „Holzstaub - Gesundheitsschutz“ auch zukünftig akzeptiert werden*). Die Filterschläuche werden von außen nach innen durchströmt. Die Filterabreinigung erfolgt durch Drucklufteintrag (Jet-Impuls-Verfahren) in den Betriebspausen (sog. Offline-Reinigung).

Die Filteranlage ist mit einer Sprühwasserlöscheinrichtung mit Anschluss an eine Trockenleitung zur Brandbekämpfung und rohluftseitig angeordneten Berstscheiben zur Druckentlastung im Explosionsfall bestückt. Der Rückluftkanal besitzt eine 2 \* 90°-Umlenkung an deren Kopf jeweils 1 Berstscheibe zur Druckentlastung installiert ist. Die Umschaltung von Rückluft auf Abluft erfolgt manuell. Eine Überwachung des Reststaubgehaltes in der gereinigten Rückluft ist vorhanden. Zur Entkoppelung der Absaugstränge von der Filteranlage besitzen alle fünf Absaugleitungen ca. 1 lfm vom Eintritt in die Filteranlage im Rohrquerschnitt installierte eigengewichtsbelastete Pendelklappen, die durch den drückenden Absaugluftvolumenstrom geöffnet werden.

*Hier nicht weiter betrachtet:*

Die Austragung der Späne aus der Filteranlage erfolgt kontinuierlich während des Betriebes der Absauganlage über eine Zellenradschleuse in ein als Ringleitung konzipiertes Fördersystem und weiter in ein Spänesilo mit 500 m3 Leervolumen. (Näheres hierzu entnehmen Sie bitte dem Beispiel 5).

**Bewertung (Ex-Zonen-Einteilung, Schutzmaßnahmen)**

Auf die Zuweisung einer Ex-Zone in den rohluftseitigen Absaugleitungen kann verzichtet werden, wenn aufgrund der geringen Zerspanungsvolumina an den abzusaugenden Maschinen die UEG sicher unterschritten bleibt und die Ansammlung von Ablagerungen in den Leitungen ebenfalls sicher verhindert ist. Im vorliegenden Fall sind - mit Ausnahme der über Ventilator 2 abgesaugten Breitbandschleifmaschine - ausschließlich Standardbearbeitungsmaschinen eingesetzt, bei denen mit geringen Beladungen der Absaugluft gerechnet werden kann (siehe Tabelle auf Seite 5 der DGUV Information 209-045). Die Gefahr von Ablagerungen in den Leitungen wird durch sichere Überschreitung der Mindestfördergeschwindigkeiten (Seite 11, DGUV Information 209-045) minimiert. Bei Normalbetrieb ist daher nicht mit einer Überschreitung der UEG (untere Explosionsgrenze) zu rechnen. Die Breitband-schleifmaschine wird „industriell“ betrieben, sodass hier zu prüfen ist, ob in Extremfällen mit Staubbeladungen der Absaugluft im Bereich oberhalb der UEG gerechnet werden muss. Wenn dies der Fall ist, wäre die **Absaugleitung der Gruppe 4** in **Zone 22** einzustufen. Aus der in der Anlage hervorgehenden Berechnung für den hier konkretisierten Einzelfall ergibt sich eine Staubbeladung von 15 g/m3, was etwa 25% der UEG für Holzstaub (siehe Tabelle S. 4, DGUV Information 209-045) entspricht. Ablagerungen müssen bei funktionstüchtiger Absaugung aufgrund des Sicherheitsabstandes der vorhandenen Luftgeschwindigkeit von 21 m/s zur Mindesttransportgeschwindigkeit von 15 m/s für Staub bei hoher Materialförderung (Tabelle S. 11, DGUV Information 209-045 nicht befürchtet werden. Mit dem Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre muss im konkreten Fall also nicht gerechnet werden. Die **Leitung** kann als **„zonenfrei“** deklariert werden.

Die **Absaugleitungen der anderen Gruppen** können als **„zonenfrei“** eingestuft werden. Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen sind sämtliche flexiblen Kunststoffschläuche elektrisch leitend mit dem Maschinenstutzen und dem fest verlegten Absaugrohr verbunden.

Obwohl die Explosionswahrscheinlichkeit für die Absaugleitungen als vernachlässigbar angenommen werden kann, besteht immer noch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass Funken aus dem Bereich der Maschinen über die Absaugleitungen in den Filter eingetragen werden können. Zu rechnen ist damit insbesondere aus Zerkleinerungsmaschinen (Hacker) und - mit Einschränkungen - aus Breitbandschleifmaschinen. Diese Wahrscheinlichkeit kann bei der vorliegenden Beispielanlage wesentlich vermindert werden. wenn in die **jeweiligen Absaugleitungen (Gruppe 3 und 4) eine Funkendetektions- und -löschanlage** nach Seite 14, DGUV Information 209-045 eingebaut wird. Hinter dem Zerhacker muss außerdem mit dem Eindringen von Metallteilen (Schrauben oder Nägel) gerechnet werden. Als wichtige Maßnahme zur Zündquellenvermeidung muss daher ein **Magnetabscheider** in dessen Maschinenanschlussleitung vorgesehen werden (siehe Seite 13, DGUV Information 209-045).

Im Gegensatz zu den Absaugleitungen, muss im Inneren der Filteranlage, insbesondere während der zum Normalbetrieb gehörenden Abreinigungsphase der Filterschläuche, grundsätzlich mit dem Vorliegen einer gefährlichen explosionsfähige Atmosphäre gerechnet werden. Bei lediglich **diskontinuierlicher Offline-Abreinigung der Filterschläuche** (wie im vorliegenden Fall) würde sich explosionsfähige Atmosphäre im Normalbetrieb nur gelegentlich (nämlich während des Abreinigungsvorganges) einstellen. Dies bedingt für die **Rohluftseite der** **Filteranlage** eine Zuweisung in **Zone 21;** bei kontinuierlicher Online-Abreinigung würde sich Zone 20 ergeben. Die Reinluftseite mit Anschluß der Rückluftleitung ist im Normalbetrieb gar nicht mit Staub belastet. Wenn sichergestellt ist, dass auch bei sog. Filterbrüchen ein unkontrollierter Staubeintrag in die Reinluftseite rechtzeitig erkannt wird, kann die Reinluftseite der Filteranlage und der Rückluftkanal als „zonenfrei“ angesehen werden; andernfalls muss mit kurzzeitigen Überschreitungen der unteren Explosionsgrenze in der Rückluft gerechnet werden. Dies würde die Einstufung der Reinluftseite der Filteranlage und des Rückluftkanales in Zone 22 nach sich ziehen.

Das Erkennen evtl. Filterbrüche kann mithilfe der vorhandenen Reststaubgehaltsüberwachung im Rückluftkanal sichergestellt werden. Diese ist aus Gesundheitsschutzgründen (Minimierungsgebot für Staubeinträge in den Arbeitsbereich) für neue Absauganlagen mit mehr als 10.000 m3 Absaugleistung nach DIN EN 12779 ohnehin obligatorisch.

Der direkte Eintrag von Funken der abgesaugten Maschinen aus den angeschlossenen (zonenfreien) Absaugleitungen in den Bereich der Filteranlage kann zwar - wie oben beschrieben - durch geeignete technische Maßnahmen reduziert aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Deshalb müssen im Filterbereich Maßnahmen getroffen werden, die die Auswirkungen evtl. Explosionen minimieren und auf diesen Anlagenteil beschränken. Zur Begrenzung der Auswirkungen einer evtl. Explosion im Filterbereich ist die **Filteranlage mit Druckentlastungseinrichtungen** nach DIN EN 14491 (z. B. Berstscheiben) **im Rohluftbereich** ausgestattet. Bei der Aufstellung der Filteranlage bzw. der Anordnung der Berstscheiben müssen die bei einer Explosion in den Außenbereich wirkenden Flammen- und Druckauswirkungen berücksichtigt werden (nicht auf Gebäude, Verkehrswege oder sonstige Bereich in denen sich Personen aufhalten). Evtl. sind **flammenreduzierende Druckentlastungseinrichtungen** vorzusehen.

Um evtl. Filterbrände von außen bekämpfen zu können, ohne die Filteranlage öffnen zu müssen und gleichzeitig den in der Filteranlage vorhandenen Staub niederzuschlagen und somit das Explosionsrisiko in der Folge des Brandes zu reduzieren, muss die Filteranlage mit einer **Feuerlöscheinrichtung** (z. B. als Sprühwasserlöscheinrichtung mit trockener Zuleitung siehe Seite 33, DGUV Information 209-045) ausgestattet sein, die gefahrlos von außen beaufschlagt werden kann.

Aufgrund des - zumindest während des normalen Absaugbetriebes - wesentlich geminderten Explosionsrisikos können die in der Anlage vorhandenen Pendelklappen als „Entkoppelung“ des Rohluftbereiches der Filteranlage gegen die Absaugleitungen gelten, auch wenn ein Herstellernachweis für diese Funktion nicht vorliegt. Diese Klappen entsprachen zum Errichtungszeitpunkt dem Stand der Technik. Besondere Risiken in diesem Bereich sind durch praktisch beobachtete Explosionsereignisse nicht belegt. Während des risikoreicheren Abreinigungsvorganges der Filterschläuche befinden sich die Pendelklappen in „Entkoppelungs-stellung“, sodass eine Druck- oder Flammenübertragung in die angeschlossenen Absaugleitungen weitgehend vermieden ist. Die „Entkoppelung“ der Filteranlage gegen den Rückluftkanal erfolgt über 2 Stück 90°- Umlenkungen mit jeweils einer Berstscheibe an jedem Umlenkungspunkt. Auch diese Maßnahme ist keine „anerkannte Entkoppelungsmaßnahme“ nach TRBS 2152 Teil 4, hat sich aber in Kombination mit rohluftseitiger Druckentlastung des Filters in der Praxis als hinreichend funktionssicher erwiesen (siehe Seite 41, DGUV Information 209-045).

Die Entkoppelungsstelle „Filteranlage / Materialförderleitung zum Silo“ wird im Beispiel 5 näher spezifiziert.

**Organisatorische Maßnahmen**

Um den sicheren Zustand auch auf Dauer zu gewährleisten, müssen organisatorische Maßnahmen festgelegt und zuverlässig durchgeführt werden. Der sicherheitstechnische **Zustand der Absauganlage** muss durch Messungen der Anlagenleistung und durch Prüfungen der für den Brand- und Explosionsschutz bedeutenden Anlagenteile (hier insbesondere der Ventilatoren, die Funktion der Rückschlagklappen und Zellenradschleusen, Zustand der Berstscheiben und Feuerlösch-einrichtungen, Funktionsweise evtl. vorhandener Feuerschutzklappen, etc.) durch eine im Explosionsschutz (bzw. Brandschutz) befähigte Person (z. B. der Hersteller) in höchstens 1-jährigem Abstand geprüft werden. Das Ergebnis dieser Prüfung ist zu dokumentieren und im Betrieb vorzuhalten.

Die Zugänge zu explosionsgefährdeten Bereichen, wie z. B. den Zugangs- und Revisionstüren zur Filterkammer sind mit folgenden Sicherheitskennzeichnungen zu versehen:

* Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre
* Zugangsverbot für Unbefugte
* Verbot von Feuer, offenem Licht und Rauchen

Weitere organisatorische Maßnahmen, wie z. B. Betriebsanweisungen und Unterweisungen des Personals zum Verhalten bei Bränden, bei feuergefährlichen Arbeiten, beim Betrieb der Absauganlage, zu Reinigungsmaßnahmen und -intervallen, usw. lassen sich den Beispielen 1, 2 und 3 entnehmen.

**Anlage zu Beispiel 4**

**Ermittlung der Staubbeladung des Absaugrohres Gruppe 4 mit Anschluss der Breitbandschleifmaschine**

Ermittelte Ausgangsdaten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zerspanungsmenge** | Materialabtrag beim Kalibrierschliff |  d = 0,4 mm |
|  | Werkstückbreite | B = 1,0 lfm |
|  | Vorschubgeschwindigkeit | Vf = 7 lfm/min |
|  | Dichte der Spanplatte | ρ = 650 kg/m3 |
|  |  |  |
| **Luftmenge** | Rohrdurchmesser | DN = 350 mm |
|  | Ermittelte Luftgeschwindigkeit am Absaugstutzen | w = 21 m/s |

**1. Zerspantes Volumen:**

 = (0,4/1000) lfm x 1,0 lfm x 7 lfm/min x 60 min/h = 0,168 m3/h

**2. Zerspante Masse**:

 = 0,168 m3/h x 650 kg/m3 x 1.000 g/kg = 109.200 g/h

**3. Abgesaugte Luftmenge:**

 = (350/1000)2 m2 x π/4 x 21 m/s x 3.600 s/h = 7.272 m3/h

**4. Beladung der Luft:**

 = 109.200 g/h / 7.272 m3/h = **15 g/m3**

= **25 % UEG**

Diese Beladung entsteht beim Vorschieben jeder einzelnen Platte, sofern das gesamte zerspante Material abgesaugt wird und sich nicht Teile davon im Maschinenfänger absetzen!

**Explosionsschutzdokument**

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Formblatt 2, Seite 1 / 2

|  |
| --- |
| **Bezeichnung der Anlage: Zwischenfilteranlage mit Zentralabsaugung und Luftrückführung** |
| Aufstellort / Raum: im Freien vor dem Werkstattgebäude |
| Brennbare Stäube | **Holzstaub < 500 µm** | **(1)** |
| Stoffdaten des kritischsten Staubes | Zündtemperatur**: 400 ° C** | Untere Explosionsgrenze: **60 g/m3** | Mindestzündenergie:100 mJ**(2)** |
| Glimmtemperatur:  **300 ° C** | Staubexplosionsklasse  **1**  |  |
| Beschreibung der Anlage | Holzstaubabsaugung mit Zwischenfilteranlage(Filterfläche 250 m2), Offline-Druckluft-abreinigung, Rückführung der gereinigten Luft in die Werkstatt, reinluftseitig angeordneter und drehzahlgeregelter Zentralventilator, Rohrsystem mit automatischen Absperrschiebern, Reststaubgehaltsüberwachung **(3)** |
| Zoneneinteilung im Raum / Bereich | *Zone*(4) | *Keine Ex-Zone \** | *Beurteilungsgrundlage* (5) |
|  |  |  |  |
| 1. Zwischenfilteranlage - Rohluftbereich | 21 |  | DGUV-I 209-045 Seite 7 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 2. Zwischenfilteranlage - Reinluftbereich |  | X | DGUV-I 209-045 Seite 7 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 3. Rohrleitungssysteme der Gruppen 1 bis 4 |  | X | DGUV-I 209-045 Seite 7 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 4. Rückluftkanal |  | X | DGUV-I 209-045 Seite 7 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 5. Werkstatt |  | X | DGUV-I 209-045 Seite 7 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| **Technische Schutzmaßnahmen** |
| * **Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (6)**

 (z. B. durch wirksame Absaugung) |
|  *nicht zutreffend* | Wirksame Absaugung von Maschinen und Absaugtischen; Kontrolle der Transportluftgeschwindigkeit in den Rohrleitungen mittels Unterdrucküberwachung, Reststaubgehaltüberwachung im Rückluftkanal + regelmäßige Inaugenscheinnahme des Reinluftbereiches hinsichtlich Staubablagerungen. |
| * **Verhinderung der Zündung explosionsfähiger Atmosphäre (7)**(Vermeidung wirksamer Zündquellen) **Magnetabscheider hinter dem Zerhacker, Funkendetektions- und Löschanlage für die Absauggruppen 3 und 4**
 |
|  **X** *nicht zutreffend* | * **Ausführung der elektrischen Geräte: : keine Geräte innerhalb Silo und Filteranlage  (8)**

 Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden) Geräte entsprechen der Elex-V (für Altgeräte, die bis 30.06.2003 in Verkehr gebracht wurden) Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen EX-Zone ist erfolgt |
|  **X** *nicht zutreffend* | * **Ausführung der nichtelektrischen Geräte: : keine Geräte innerhalb Silo und Filteranlage (9)**

 Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden) Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen EX-Zone ist erfolgt |
| Datum:**03.11.15** | Unterschrift des Arbeitgebers**M Mustermann** | Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes**Detering** |

\* Zutreffendes ankreuzen ( ) siehe nachfolgende Erläuterungen zu dem Formblatt 3 Blatt Nr.: 8

Formblatt 2, Seite 2 / 2

|  |
| --- |
| **Technische Schutzmaßnahmen (Fortsetzung)** |
| * **Konstruktive Maßnahmen, welche die Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Maß beschränken (10)**
 |
|  **X** *nicht zutreffend* |  Explosionsdruckfeste Bauweise  |
|  **X** *nicht zutreffend* |  Explosionsdruckstoßfeste Bauweise |
|  **X** *nicht zutreffend* |  Explosionsunterdrückung |
|  *nicht zutreffend* | **X** Explosionsdruckentlastung einschließlich Flammen-u. Druckauswirkungen im Außenbereich **(im Bereich der Filteranlage nachrüsten)** |
|  *nicht zutreffend* | **X** Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung **(Pendelklappen, 2 \* 90°- Umlenkung)** |
|  *nicht zutreffend* | **X** Sonstige Maßnahmen **(flammenreduzierende Druckentlastung)** **(11)** |
| * **Zusätzliche technische Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos (12)**
 |
|  *nicht zutreffend*  |
| **Organisatorische Schutzmaßnahmen** zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten in explosionsgefährdeten Bereichen  |
| **Anlage / Raum** | Schriftliche Betriebsanweisung | Unterweisung der Beschäftigten erfolgt am: **(13) (13)  (13)** |
|  | vorhanden | zu erstellen bis |  |
| Bedienung der Absauganlage |  | **05.12.15** |  |
| Verhalten im Brandfall |  | **05.12.15** |  |
| * **Zusätzliche organisatorische Maßnahmen für gefährliche Tätigkeiten (14)**

 (z. B. Arbeitsfreigaben) Erlaubnisschein für Arbeiten mit Zündgefahr |
| * **Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche (15)** vorhanden **X** vorzunehmen bis **19.12.15** entfällt

 |
| Regelmäßige Reinigung der explosionsgefährdeten Bereiche / Beseitigung von Staubablagerungen (16)Ist die regelmäßige Reinigung gemäß Betriebsanweisung sichergestellt ? ja **X** nein  **Reinigungsplan + Unterweisung bis zum 05.12.2015!** |
| Prüfung der Arbeitsplätze / Arbeitsmittel (17))Ist vor der erstmaligen Nutzung eine Prüfung durch eine befähigte Person erfolgt ? ja **X** nein Erfolgen regelmäßige Prüfungen ? Prüfintervalle: **jährlich \_**  **X** ja nein**Prüfung der Bauteile nach Liste gem. DGUV Information 209-045, Seite 56** |
| Weitere Dokumente / Anlagen:  X Lageplan (Ordner: Holzstaubabsaugung) X Ex-Zonenplan (Ordner: Explosionsschutz) Sicherheitsdatenblätter (Ordner: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ) Prüfbescheinigungen (Ordner: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Datum:**03.11.15** | Unterschrift des Arbeitgebers**M Mustermann** | Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes**Detering** |

 \* Zutreffendes ankreuzen ( ) siehe nachfolgende Erläuterungen zu dem Formblatt 3 Blatt Nr.: 9