

739-2

BGI 739-2



BG-Information

**Absauganlagen und Silos
für Holzstaub und -späne**
Brand- und Explosionsschutz

Impressum

Herausgeber

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Wilhelm-Theodor-Römheld Straße 15
55130 Mainz

Telefon: 0800 9990080-0
Fax: 06131 802-20800
E-Mail: servicehotline@bghm.de
Internet: www.bghm.de

Servicehotline bei Fragen zum Arbeitsschutz: 0800 9990080-2
Medien Online: bestellung@bghm.de

Sachgebiet/Fachbereich:
Holzbe- und -verarbeitung/Holz und Metall

Bildnachweis: Seite 84

Ausgabe: Juli 2012

Inhaltsverzeichnis

Anwendungsbereich	3	Silos	28	Anhang 1	
Gefährdungen	4	– Allgemeines	28	Vorschriften, Regeln,	
– Brände und Explosionen	4	– Anwendungsbereich	28	Veröffentlichungen	57
– Materialbeladung – Konzentrationen		– Staubanteil	28	Anhang 2.1	
von Holzstaub/-späne-Gemischen in		– Brandschutz	28	Musterformular Erlaubnisschein	
Anlagenteilen	5	– Freistehende Silos,		für Arbeiten mit Zündgefahr	59
– Materialbeladung des Reinluft-		Sicherheitsabstände	29	Anhang 2.2	
bereiches bei Filterbruch	5	– Silos an und in Gebäuden	30	Muster eines ausgefüllten	
– Zoneneinteilung von explosions-		– Kennzeichnung	30	Erlaubnisscheines für Arbeiten	
gefährdeten Bereichen	6	Siloaustrag zur Feuerungsanlage	31	mit Zündgefahr	61
– Zündquellen	8	– Handbeschickung	31	Anhang 2.2	
– Untersuchung zu Bränden und		– Mechanische Beschickung	31	Muster eines ausgefüllten	
Explosionen in holzbe- und		Feuerlöscheinrichtungen an		Erlaubnisscheines für Arbeiten	
verarbeitenden Betrieben	9	Filteranlagen und in Silos	33	mit Zündgefahr	61
– Übersicht über Brand- und		– Wirkung, Bauarten	34	Anhang 3.1	
Explosionsrisiken in Abhängigkeit von		– Löschleitungsnetz	35	Musterformular Explosions-	
der Art des Betriebes	10	– Löschdüsen	36	schutzdokument mit Erläuterungen ...	63
Absaugleitungen	11	Explosionsschutz –		Anhang 3.2	
– Rohrleitungen,		Druckentlastungseinrichtungen	39	Muster eines ausgefüllten	
Luftgeschwindigkeiten	11	– Notwendigkeit	39	Explosionsschutzdokumentes	70
– Absaugventilatoren	12	– Wirkung	39	Anhang 4	
– Fremdkörperabscheider	13	– Lage der Druckentlastungs-		Muster-Betriebsanweisung für	
– Funkenlöschanlagen	14	öffnungen	41	das Verhalten bei Bränden	
Entstauber	15	– Flammenlose Druckentlastung	41	an Absauganlagen und Silos für	
Filteranlagen	16	– Bemessung der Druckentlastungs-		Holzstaub und -späne	77
– Anforderungen	16	flächen an Behältern	42	Anhang 5.1	
– Aufstellung	17	– Silos mit besonderen		Muster eines Reinigungsplanes	79
– Filteraufstellräume	17	Beschickungsverfahren	45	Anhang 5.2	
– Brandschutztechnische Trennung		– Einfluss von Abblasrohren	46	Muster eines ausgefüllten	
von Gebäuden und im Freien		– Abschätzung der Flammen- und		Reinigungsplanes	80
aufgestellten Filteranlagen	18	Druckausbreitung im Außenbereich .	47	Anhang 6	
Transporteinrichtungen von der		– Flammenreduzierte		Europäisches Klassifizierungssystem	
Filteranlage zum Silo	21	Druckentlastungseinrichtung	48	für den Brandschutz	81
– Materialtransport über einen		Elektrische Ausrüstung	49	Instandhaltung	
Absaugventilator ins Silo	21	Druckentlastungseinrichtungen	39	– Maßnahmen gegen Brände bei	
– Zwischenfilteranlage	22	– Notwendigkeit	39	Arbeiten mit Zündgefahr	53
– Förderventilatoren	23	– Wirkung	39	– Maßnahmen gegen Brände durch	
– Förderleitungen für pneumatische		– Lage der Druckentlastungs-		heißgelaufene Antriebe	53
Förderung	23	öffnungen	41	Organisatorische Maßnahmen	54
– Mechanische Förderung	24	– Flammenlose Druckentlastung	41	– Explosionsschutzdokument	54
– Rückschlagklappen	25	– Bemessung der Druckentlastungs-		– Unterweisung	54
– Zellenradschleusen	26	flächen an Behältern	42	– Melden von Bränden und	
Pufferspeicher für		– Silos mit besonderen		Explosionen	54
Holzstaub und -späne	27	Beschickungsverfahren	45	– Reinigungsplan	54
		– Einfluss von Abblasrohren	46	– Prüfung	55

Anwendungsbereich

Absauganlagen bestehen in der Regel aus Absaugleitungen, Ventilatoren, Filteranlagen und Rückluftkanälen. Bei Zwischenfilteranlagen ist dem Filter eine Förderanlage nachgeschaltet, die das Material in ein Silo transportiert. Das gesammelte Material kann von dort über eine Austrageinrichtung z. B. in eine Feuerungsanlage gefördert werden.

In einfachen Fällen besteht die Absauganlage nur aus Absaugleitungen, Ventilator, Filteranlage und Spänesammeleinrichtung.

Diese BG-Information (BGI) erläutert die wichtigsten Anforderungen an den Brand- und Explosionsschutz von Filteranlagen und Silos für Holzstaub, Holzspäne, Hackschnitzel – beginnend von der Absaugleitung der angeschlossenen Maschinen bis zum Materialeintrag in die Feuerungsanlage – und beschreibt die notwendigen Maßnahmen.

Darüber hinaus sind Grundlagen und Hinweise gegeben zur Erstellung des nach Betriebsicherheitsverordnung vom Unternehmer geforderten Explosionsschutzdokumentes.

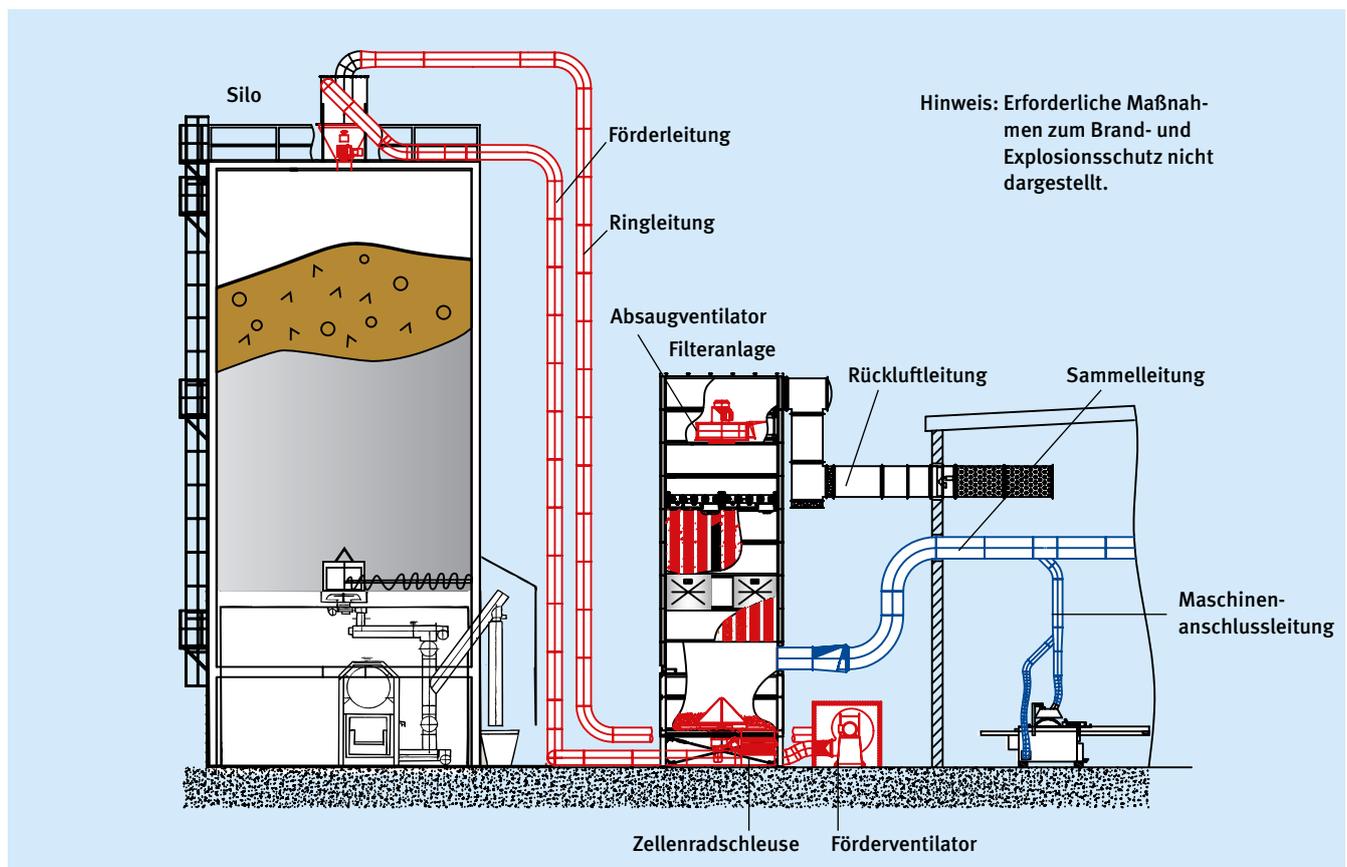
Die hier beschriebenen Lösungen sind Beispiele, wie sie in der Praxis üblich sind und sich in der Vergangenheit bewährt haben. Sie schließen andere, ebenso sichere Lösungen nicht aus.

Die Maßnahmen zum Gesundheitsschutz sind in der BGI „Holzstaub – Gesundheitsschutz“ (BGI 739-1) beschrieben.

Die in dieser BGI erläuterten Maßnahmen decken die Verhältnisse in den Gruppen 1 bis 3 der Tabelle auf Seite 10 ab. Betriebe der Gruppe 4 erfordern eine separate Beurteilung und damit einzelfallbezogene Lösungen, da hier auch Vor-, Zwischen- und Endprodukte pneumatisch gefördert werden. Hier sollten befähigte Personen mit Spezialkenntnissen im Brand- und Explosionsschutz eingeschaltet werden.

Diese BGI dient vorrangig der Beurteilung bestehender Anlagen; für Neuanlagen gilt die DIN EN 12779.

Die vollständigen Titel der zitierten Normen und Regeln sind im Anhang 1 wiedergegeben.



Zwischenfilteranlage mit Materialabtrag über Ringleitung zum Silo (Verfahrenstechnischer Aufbau)

Gefährdungen

Brände und Explosionen

Holzstaub und Holzspäne sind brennbar.

Holzstäube können darüber hinaus zusammen mit Luftsauerstoff explosionsfähige Gemische bilden. Voraussetzung für eine Explosion ist

- das Vorhandensein von Staubanteilen mit einer Korngröße von höchstens 500 µm
 - das Vorhandensein eines Staub-Luft-Gemisches in einer Konzentration oberhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG)
- und gleichzeitig
- das Vorhandensein einer wirksamen Zündquelle.

Maßnahmen zur Verhinderung von Explosionen zielen darauf ab, dass mindestens eine dieser Voraussetzungen ausgeschaltet wird.

Die Tabelle enthält typische Kenngrößen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstäuben. Bei der Bewertung des Brand- und Explosionsrisikos ist grundsätzlich von diesen Werten auszugehen, da zum Einen feuchtes Staub-/Späнемaterial trocknet und zum Anderen sich aus den auftretenden Staub-/Spänegemischen die kritischen Staubanteile ablagern.

Kenngröße	Wert	Erläuterungen
Schleifstaub, Holzmehl	< 200 µm	Korngröße (Median)
Brennzahl (BZ)	4/5	Glimmbrand / offener Brand mit einer Temperatur von ca. 1.000 °C
Glimmtemperatur (GT)	300 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden einer Staubschicht von 5 mm Dicke
Zündtemperatur (ZT)	400 °C	Niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staub/Luft-Gemisches
Mindestzündenergie (MZE)	100 mJ	Mindestenergie zum Entzünden eines Staub/Luft-Gemisches
Untere Explosionsgrenze (UEG)	60 g/m ³	niedrigste Konzentration eines Stoffes in Luft, bei der durch Zündung eine Explosion ausgelöst werden kann
max. Explosionsüberdruck (p _{max})	9 bar	maximaler Druck, der bei der Explosion eines Staub/Luft-Gemisches auftritt
max. zeitlicher Druckanstieg (K _{St} -Wert)	200 bar m/s	Höchstwert für den zeitlichen Druckanstieg bei einer Explosion in einem geschlossenen Behälter
Ex-Fähigkeit	St 1	Klasseneinteilung nach K _{St} -Wert

Kenngrößen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstaub*

* Kenngrößen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstaub können der GESTIS-Staub-Ex-Datenbank entnommen werden.

Materialbeladung – Konzentrationen von Holzstaub/-späne-Gemischen in Anlagenteilen

Aufgrund der Anforderungen zum Gesundheitsschutz an Holzbearbeitungsmaschinen (siehe BGI 739-1 „Holzstaub-Gesundheitsschutz“) ergeben sich die notwendigen Absaugluftvolumenströme. Die notwendigen Absaugluftvolumenströme werden auch von den Maschinenherstellern angegeben. Vergleicht man die

maximale Zerspanungsleistung der Maschine mit dem notwendigen Absaug-Luftvolumenstrom, errechnen sich für die abgesaugten Staub-/Luftgemische die in der Tabelle angegebenen Konzentrationen.

Bei ordnungsgemäßer Reinigung in Verbindung mit einer wirksamen Absaugung ist mit einem Auftreten von explosionsfähigen Holzstaub-Luft-Gemischen in den Arbeitsräumen nicht zu rechnen.

In Maschinenanschluss- und Sammelleitungen muss kontrolliert werden, ob ablagerungsfreie Förderung vorliegt (vgl. Seite 11). Unter dieser Voraussetzung ist dort mit einer Überschreitung der UEG* in der Regel nicht zu rechnen, andernfalls muss hier eine Zone angenommen werden.

Im Rohluftbereich von Filteranlagen, in Förderleitungen zwischen Filteranlagen und Silos sowie in Silos selbst ist grundsätzlich mit dem Überschreiten der UEG* zu rechnen.

Absaugung von ...	UEG* in der Absaugrohrleitung unterschritten?	Staubkonzentrationen
Standard-Holzbearbeitungsmaschinen, z. B. Tischkreissägemaschine, Tischfräsmaschine, Abrichthobelmaschine	Ja, deutlich unterschritten	Materialbeladung in der Absaugleitung zwischen 20 g/m ³ und 40 g/m ³ Staub und Späne, Staubanteil bis 15 g/m ³
Schleifmaschinen, an denen das Werkstück von Hand vorgeschoben wird, z. B. Tischbandschleifmaschine, Kanten-schleifmaschine	Ja, deutlich unterschritten	Materialbeladung in der Absaugleitung bis 10 g/m ³ Staub
Breitbandschleifmaschinen in handwerklicher Fertigung mit geringem Materialabtrag, z. B. Schleifen von Furnieren, „Kalibrierschleifen“ von Spanplatten	Ja, unterschritten	Materialbeladung in der Absaugleitung bis 30 g/m ³ Staub
Maschinen zur Massivholzbearbeitung mit hoher Zerspanungsleistung, z. B. Vierseitenfräs- und -hobelmaschinen, Mehrblattkreissägemaschinen, Doppelendprofiler	Ja, deutlich unterschritten, weil der Staubanteil im zerspannten Material gering ist	Materialbeladung in der Absaugleitung bis 100 g/m ³ Staub und Späne, Staubanteil bis 20 g/m ³
Hacker	Ja, deutlich unterschritten	Materialbeladung in der Absaugleitung bis 250 g/m ³ Staub und Späne, Staubanteil bis 25 g/m ³
Breitbandschleifmaschinen für Kalibrierschliff, z. B. Treppenfertigung, Leimholzfertigung, Plattenfertigung	Einzelbetrachtung erforderlich, die UEG* kann überschritten werden	
Sonstige Maschinen mit hohem Zerspanungsvolumen mit hohem Staubanteil	Einzelbetrachtung erforderlich, die UEG* kann überschritten werden	

Materialbeladung des Reinluftbereiches bei Filterbruch

In der Holzbearbeitung ist die Verwendung von Schlauchfiltern mit einer Bestückung von 30 bis mehreren 100 Filterschläuchen üblich. Bei einem Filterbruch ist maximal ein Abreißen von einzelnen Schläuchen zu erwarten. Durch die

Leckage ist mit einer Staubbiladung im Reinluftbereich von wenigen Prozent der Rohluft zu rechnen. Messungen an defekten Filteranlagen haben eine Reinluftbeladung von ca. 5 mg/m³ erbracht. Darüber hinaus verlangt die geltende Norm DIN EN 12779 aus Gründen des Gesundheitsschutzes den Einbau eines Reststaubsensors im Rückluftkanal. Dieser Sensor erkennt Filterbrüche.

* UEG = untere Explosionsgrenze

Zoneneinteilung von explosionsgefährdeten Bereichen

Die explosionsgefährdeten Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen eingeteilt.

- **Zone 20** ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Dies ist gegeben, wenn in mehr als 50% der Anlagenbetriebszeit die UEG* überschritten ist.

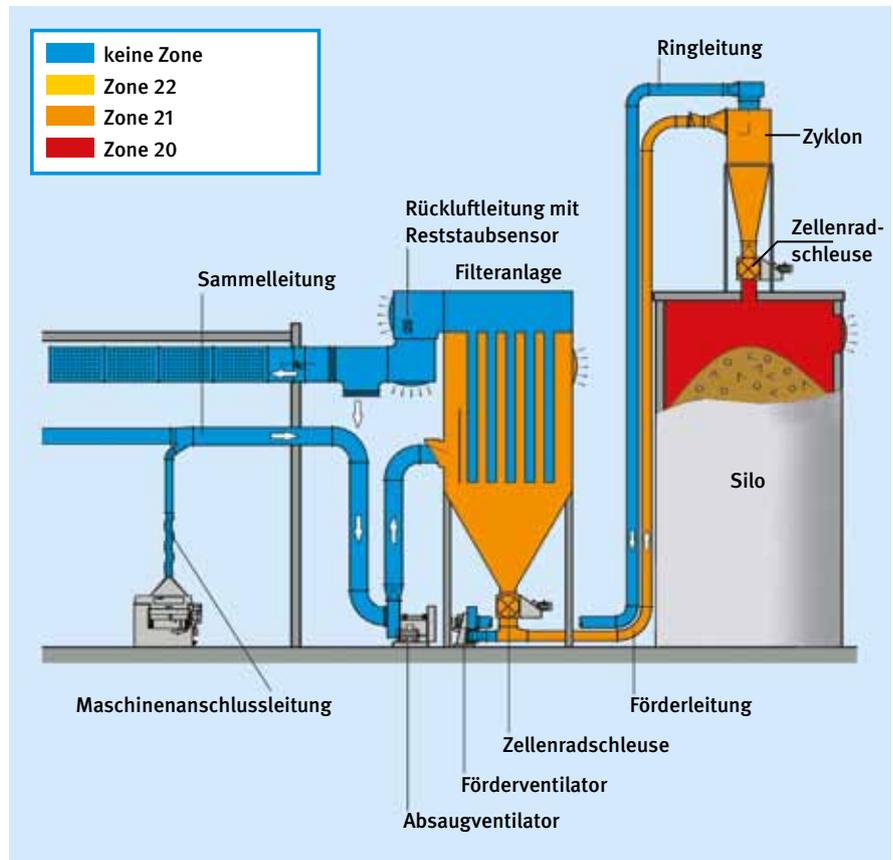
- **Zone 21** ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

Dies ist gegeben, wenn die Häufigkeiten und Zeitannteile zwischen denen von **Zone 20 und 22** liegen und dabei die UEG* überschritten ist.

- **Zone 22** ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Dies ist gegeben, wenn wenige Male pro Jahr für weniger als 1/2 Stunde je Vorgang die UEG* überschritten ist.

Zur Zone 22 gehören auch Bereiche, in denen sich Staubablagerungen bilden, die kurzzeitig zu gefährlichen explosionsfähigen Staub-Luft-Gemischen aufgewirbelt werden können.



Zwischenfilteranlage mit Materialaustrag über Ringleitung zum Silo mit beispielhafter Angabe von Ex-Zonen für einen Ex-Zonen-Plan. Die Schutzsysteme sind nicht vollständig dargestellt.

Bei dem oben dargestellten Beispiel handelt es sich um einen Holzverarbeitungsbetrieb mit handwerklicher Fertigung:

- Es werden Standard-Holzbearbeitungsmaschinen abgesaugt. In der Absaugleitung werden Staub-Späne-Gemische transportiert.
- Die Rohrleitung ist ablagerungsfrei (vgl. Seite 11)
- Es handelt sich um eine „Zwischenfilteranlage“ mit Schlauchfiltern. Die Abreinigung der Filterschläuche findet bei stillgesetztem Absaug-Ventilator in den Betriebspausen statt (2-3 Mal täglich).
- Der Absaugventilator ist im dargestellten Beispiel rohluftseitig angeordnet. Bei neueren Anlagen wird heute in der Regel eine reinluftseitige Anordnung gewählt. Der Absaugventilator stellt keine betriebsmäßige Zündquelle dar (muss geprüft werden, vgl. Seite 14)

- Die Übergabe des im Filter abgeschiedenen Materials erfolgt kontinuierlich über eine Zellenrad-schleuse durch die Förderleitung in das Silo. Größere Staubanteile sind dabei nur im zeitlichen Zusammenhang mit der Abreinigung der Filteranlage zu erwarten.
- Der Eintrag ins Silo erfolgt durch einen Zyklon mit nachgeschalteter Zellenrad-schleuse.
- In der Ringleitung und im reinluftseitig angeordneten Transportventilator wird nur Förderluft bewegt, noch verbleibende Staubanteile sind gering.
- Der Rückluftkanal wird durch einen Reststaubsensor überwacht und in regelmäßigen Abständen auf Ablagerungen hin kontrolliert.

* UEG=untere Explosionsgrenze

Beispielsammlung zur Zoneneinteilung von explosionsgefährdeten Bereichen im Inneren bzw. in der Umgebung von Anlagen zum Erfassen, Abscheiden und Lagern von Holzstaub und -spänen

Die Zonenangaben in der Tabelle gelten für übliche Betriebsverhältnisse und Absaugbedingungen, die dem Stand der Technik entsprechen sowie Staub-Späne-Gemischen mit mehreren % Staubanteil.

Hinweis:
Die in der Tabelle angegebenen Ex-Zonen beruhen auf Berechnungen der tatsächlichen Materialbelastungen bei derzeit maximal anzunehmenden Zerspanungsleistungen und den notwendigen Luftgeschwindigkeiten und Volumenströmen in den Absaugleitungen der jeweils betrachteten Maschinen. Insofern ergeben sich zum Teil Abweichungen gegenüber den pauschalen Annahmen in der DIN EN 12779: 2005.

Anlagenkomponente	Zone	Bemerkungen
Arbeitsräume ¹⁾ Filteraufstellräume Heizräume	keine Zone	bei regelmäßiger Reinigung (gemäß Reinigungsplan nach Anhang 5, siehe auch Abschnitt „Organisatorische Maßnahmen“)
Absaugrohrleitungen zwischen Maschinen und Filteranlage – Rohluftbereich	21	Sonderfall, bei hohem Staubanteil, z. B. durch Breitbandschleifmaschinen mit hohem Zerspanungsvolumen (z. B. Kalibrierschliff)
	22	wenn Staubablagerungen nicht sicher ausgeschlossen werden können
	keine Zone	Normalfall; wenn keine Staubablagerungen auftreten
Entstauber Rohluftbereich	21	zur Definition „Entstauber“ siehe Seite 15
Entstauber Reinluftbereich	keine Zone ²⁾	
Filteranlagen – Rohluftbereich	20	Filteranlagen mit zeitlich überwiegender Abreinigung (mehr als 50 % Betriebszeitanteil)
	21	Filteranlagen mit nur gelegentlicher/diskontinuierlicher Abreinigung (zeitlich nicht überwiegend)
Filteranlagen – Reinluftbereich	keine Zone ²⁾	Bei Neuanlagen Reststaubsensor erforderlich. Bei Anlagen ohne Reststaubsensor regelmäßige Kontrollen durchführen.
Rückluftleitung zwischen Filteranlage und Arbeitsraum – Reinluftbereich	keine Zone ²⁾	
Zyklone	21	abhängig vom geförderten Material (Korngrößenverteilung, Feuchtigkeit, Holzart) Aufkonzentration im Wandbereich beachten
	22	
	keine Zone	
Materialtransportleitung mit pneumatischem Transport, z. B. zwischen Filteranlage und Silo	20	abhängig vom geförderten Material und der Materialbelastung
	21	
Elevatoren	20	wenn staubförmige Stoffe gefördert werden (Korngröße < 0,5 mm), z. B. Holzmehl
	21	Staub-/Spänegemische mit geringem Staubanteil
Trogkettenförderer ³⁾ Kratzförderer	21	an Aufgabe-/Übergabestellen
	22	übriger Bereich
Verladung bzw. freie Schüttung innerhalb einer Umhausung	21	im Fülltrichter
	22	Raum, wenn Staubablagerungen vorhanden
Silo	20	bei kontinuierlicher oder zeitlich überwiegender Befüllung
	21	bei diskontinuierlicher und zeitlich nicht überwiegender Befüllung

1) Hinweis: Holzbearbeitungsmaschinen (stationäre Maschinen und Handmaschinen) sind üblicherweise nicht in Ex-Schutz ausgeführt

2) Die Annahme „keine Zone“ im Reinluftbereich von Filteranlagen und Entstaubern sowie in Rückluftleitungen setzt eine regelmäßige Kontrolle auf Ablagerungsfreiheit (zum Beispiel im Rahmen der vorgesehenen Wartungen) voraus.

3) Die Zonenangaben gelten unter üblichen Betriebsbedingungen. Bei Absaugung/Entstaubung an den Aufgabe-/Übergabestellen kann bei den Zonenangaben nach unten abgewichen werden.

Zündquellen

Nach DIN EN 1127-1 sind bei der Bewertung des Explosionsrisikos die in der Tabelle angegebenen Zündquellen zu betrachten. Die Tabelle sagt außerdem aus, ob beim Absaugen, Abscheiden und Lagern von Holzstaub-Späne-Gemischen die angeführte Zündquelle als betriebsmäßig vorhanden unterstellt werden muss und ob sie die notwendige Zündenergie liefern kann.

	Zündquellen	Vorhandensein	Wirksamkeit
1	Heiße Oberflächen	Unter Umständen vorhanden durch <ul style="list-style-type: none"> • Eintragen von Fremdkörpern, die zur Blockierung sowie zur Überlastung von bewegten Anlagenteilen führen, z. B. Austragschnecken • Schweiß-, Schleif- und Trennschneidarbeiten bei unsachgemäßen Instandhaltungsarbeiten 	ja ja
2	Flammen und heiße Gase	Vorhanden, wenn heiße Rauchgase von der Feuerungsanlage ins Silo geraten können	ja
3	Mechanisch erzeugte Funken	<ul style="list-style-type: none"> • Grundsätzlich möglich bei Ventilatoren, schnelllaufenden Anlagenteilen • Mechanische Austrageinrichtungen sind üblicherweise nicht schnelllaufend (< 1 m/s) • Schlag- und Reibfunken von eingesaugten Metallteilen 	ja nein ja
4	Elektrische Anlagen	Normalerweise im Inneren von materialführenden Anlagenteilen nicht vorhanden	wenn vorhanden, z.B. Melder, Detektoren, dann Ausführung nach ATEX notwendig
5	Elektrische Ausgleichsströme	Nicht vorhanden	
6	Statische Elektrizität	<ul style="list-style-type: none"> • Gleitstielbüschelentladungen (nur bei aufladbaren Beschichtungen vorhanden, diese können und müssen vermieden werden) • Funkenentladung (bei unzureichender Erdung) 	ja ja (abhängig von der Größe der nicht geerdeten Bauteile)
7	Blitzschlag	Als Zündquelle auszuschließen, sofern eine Blitzschutzanlage nach DIN EN 62305 vorhanden ist.	ja, falls eine Blitzschutzanlage nicht vorhanden ist
8	Elektromagnetische Felder	Nicht vorhanden	
9	Elektromagnetische Strahlung	Nicht vorhanden	
10	Ionisierende Strahlung	Nicht vorhanden	
11	Ultraschall	Nicht vorhanden	
12	Adiabatische Kompression	Nicht vorhanden	
13	Exotherme Reaktion	<ul style="list-style-type: none"> • Erwärmung durch Verrottungsreaktionen von feuchten Spänen möglich • eingetragene Glimmnester 	ja, Gefahr der Entstehung von Schwelgasen, die entzündet werden können ja

Bewertung der Wirksamkeit von Zündquellen

Untersuchung zu Bränden und Explosionen in holzbe- und verarbeitenden Betrieben

Durch eine bundesweite Befragung von 4.346 Betrieben im Jahr 1999 wurden die Ursachen von Bränden und Explosionen ermittelt, die sich im Zeitraum der letzten 5 Jahre vor der Befragung ereignet hatten (Anhang 1, Nr. 7, [1]).

Als häufigste Ursachen von Bränden und Explosionen (Schadensfälle) im Bereich der Holzstaubabsaugung wurden Schlag- und Reibfunken festgestellt, die in den angeschlossenen Holzbearbeitungsmaschinen erzeugt wurden. Hierbei fielen insbesondere Hacker/Zerkleinerungsmaschinen und Mehrblattkreissägemaschinen auf.

Die erzeugten Schlag- und Reibfunken führten jedoch nicht unmittelbar zu Schadensfällen in Stauberfassungselementen von Holzbearbeitungsmaschinen oder Absaugleitungen. Insgesamt wurden in diesen Anlagenbereichen und auch in rohluftseitig angeordneten Ventilatoren nur in Einzelfällen Schäden festgestellt.

Der Schwerpunkt der Schadensfälle lag im Bereich von Filteranlagen und Silos. In diesen Anlagenteilen muss generell auch mit Explosionen gerechnet werden.

Die Wahrscheinlichkeit einer Explosion als Folge eines aufgetretenen Brandes nahm mit der Größe der Filteranlage zu. Bei kleineren Filteranlagen (mit einer Filterfläche bis 100 m²) wurden ausschließlich Brände – in der Regel Schwelbrände – beobachtet. Bei sehr großen Filteranlagen (mit einer Filterfläche von mehr als 1.000 m²) fanden in 3/4 aller Schadensfälle auch Explosionen statt. Die anderen Schadensfälle in diesen Anlagen waren ausschließlich Brände.¹⁾

Im Falle der Silos wurde bei jedem vierten Brand auch eine Explosion beobachtet. Ein Einfluss des Silovolumens auf die Explosionswahrscheinlichkeit konnte nicht festgestellt werden. Das Risiko einer Explosion besteht damit sowohl bei kleinen als auch bei großen Silos. Der überwiegende Teil der Personenschäden entstand nicht durch das primäre Schadensereignis (Brand oder Explosion) sondern ergab sich bei Löscharbeiten. Personenschäden aufgrund von Flammen, die aus Rohrleitungen austraten, wurden nicht registriert.

Gesamtzahl der holzverarbeitenden Betriebe	ca. 50.000	100%
davon mit Brand- oder Explosionschaden	ca. 500/Jahr	1%
davon etwa 30% im Bereich Holzstaub-Absaugung	ca. 150/Jahr	0,3%
davon ca. 1/3 Explosionen	ca. 50/Jahr	0,1%
davon ca. 1/5 mit Verletzten	ca. 10/Jahr	0,02%
davon ca. 1/5 mit meldepflichtigen Personenschäden²⁾	ca. 2/Jahr	0,004%

Basierend auf dieser Untersuchung wurde die Eintrittswahrscheinlichkeit von Bränden und Explosionen ermittelt.

Der Betreiber von Arbeitsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen ist nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen und unabhängig von der Zahl der Beschäftigten ein Explosionsschutzdokument zu erstellen.

1) Kleinere Filteranlagen werden üblicherweise in Betrieben mit handwerklicher Fertigung eingesetzt. Größere Filteranlagen finden sich in Betrieben mit vorwiegend industrieller Fertigung. Aus der Untersuchung lässt sich schließen, dass in handwerklichen Betrieben das Explosionsrisiko in Filteranlagen deutlich verringert ist. Daraus kann nicht geschlossen werden, dass das Explosionsrisiko bei gleichen Betriebsverhältnissen abnimmt, wenn anstelle einer größeren Filteranlage mehrere kleinere Filteranlagen installiert werden.

2) Meldepflichtig sind Arbeitsunfälle mit einer Ausfallzeit von mehr als 3 Tagen

Übersicht über Brand- und Explosionsrisiken in Abhängigkeit von der Art des Betriebes

Da im Falle der Absauganlagen für Holzstaub und Holzspäne Holzbearbeitungsmaschinen mit schnell drehenden Werkzeugen abgesaugt werden, kann der Eintrag von Zündquellen und damit das Auftreten von Bränden und Explosionen nie vollkommen ausgeschlossen werden. Es verbleiben immer Restrisiken. Die Höhe dieser Restrisiken hängt nach den Ergebnissen der zuvor behandelten Untersuchungen von der Art des Betriebes (Produkt, Fertigungsverfahren, etc.) und damit von den Betriebsbedingungen einer Absauganlage ab. Nach den Ergebnissen der Untersuchungen lassen sich die Betriebsarten bei der Holzbe- und -verarbeitung hinsichtlich dieses Restrisikos nach der folgenden Tabelle einteilen.

Wahrscheinlichkeit eines Explosionsereignisses abhängig von der Betriebsart:

Gewerbeinteilung	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Anteil an ca. 50.000 holzverarbeitenden Betrieben	ca. 90 %	ca. 9 %	ca. 0,9%	ca. 0,1%
Art der Fertigung	Schreinerei / Tischlerei, Roll-laden, Fenster- und Modellbau	Möbelfabriken, Massivholz-verarbeitung (Gestellbau, Holzwaren)	Leisten-, Parkett- und Türenher- steller	Holzwerkstoff- industrie (Spanplatten- werke) und Holzmühlen
Typische Betriebsgröße	3 – 5 Beschäftigte	20 – 50 Beschäftigte, bei Möbelfabriken bis ca. 1.000	50 – 250 Beschäftigte	bis ca. 500 Beschäftigte
Wahrscheinlich- keit eines Explosions- ereignisses im Bereich der Holzstaub- absaugung	deutlich unter- durchschnittlich für die Branche (ein Schadens- ereignis pro 4.000 Betriebe und Jahr)	durchschnittlich für die Branche (ein Schadens- ereignis pro 800 Betriebe und Jahr)	leicht über- durchschnittlich für die Branche (ein Schadens- ereignis pro 400 Betriebe und Jahr)	deutlich über- durchschnittlich für die Branche (ein Schadens- ereignis pro 10 Betriebe und Jahr)

Absaugleitungen

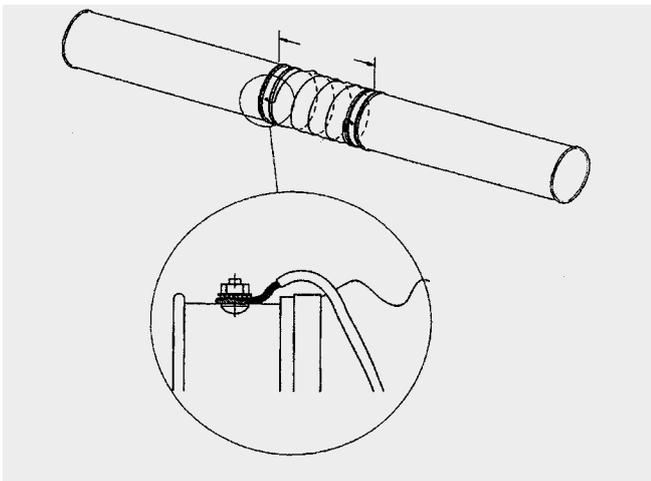
Rohrleitungen, Luftgeschwindigkeiten

Absaugleitungen müssen aus fest verlegten Rohren bestehen. Diese müssen aus nichtbrennbarem Material sein. Kunststoffrohre erfüllen diese Forderungen nicht. Fest verlegte Absaugleitungen müssen zu brennbaren Bauteilen einen Abstand von 100 mm haben.

Nur zwischen Maschinenabsaugstutzen und fest verlegten Absaugleitungen dürfen flexible Schläuche verwendet werden. Diese müssen mindestens aus schwerentflammbarem Material bestehen.

Flexible Schläuche dürfen nach DIN EN 12779 höchstens 0,5 m lang sein. Aus technischen Gründen können längere flexible Schläuche erforderlich sein, z. B. bei verfahrbaren Maschinen oder beweglichen Maschinenteilen. Um Druckverluste zu minimieren, sollte eine Schlauchlänge vom 5-fachen des Durchmessers nicht überschritten werden.

Zur Vermeidung von Aufladungen müssen Kunststoff-Flexschläuche elektrostatisch ableitfähig sein oder mit einer eingearbeiteten Stahlwendel versehen sein, die elektrisch leitend mit dem Maschinenabsaugstutzen und dem fest verlegten Absaugrohr einschließlich der Befestigungsklemmschelle verbunden sein muss.*



Absaugrohre müssen im Inneren metallisch blank sein und dürfen dort keine aufladbaren Beschichtungen aufweisen.

Absaugrohre müssen so verlegt sein, dass Ablagerungen von Material vermieden werden. Dies ist gegeben bei gestreckter Rohrleitungsführung, konisch ausgeführten Leitungsübergängen und Verwendung von runden Leitungsquerschnitten. Der Radius vorhandener Leitungskrümmungen sollte mindestens dem 3-fachen Durchmesser der Leitung entsprechen.

* Die Anforderungen der TRBS 2153 sind nur anzuwenden, wenn innerhalb oder außerhalb des Kunststoff-Flexschlauches explosionsfähige Atmosphäre vorliegen kann. Dies ist bei Absaugleitungen im Allgemeinen nicht der Fall.



Die erforderliche Luftgeschwindigkeit, um Ablagerungen in den Rohrleitungen zu vermeiden, hängt ab von der

- Art des Materials (Staub, Späne, Hackschnitzel),
- Materialbeladung,
- Förderrichtung (senkrecht, waagrecht)

(siehe auch Tabelle unten).

	Staub	Späne	Hackschnitzel
geringe Materialbeladung < 50 g/m ³	12 m/s	15 m/s	18 m/s
hohe Materialbeladung < 150 g/m ³	15 m/s	18 m/s	21 m/s
Förderleitungen zwischen Filter und Silo	18 m/s	22 m/s	25 m/s

Mindest-Fördergeschwindigkeiten in Sammelleitungen für trockenes Material

Wenn die Anlage nicht für das gleichzeitige Absaugen aller angeschlossenen Maschinen ausgelegt ist, sind Absperrschieber in Absaugrohrleitungen nötig.

Beim Einbau von Schiebern muss darauf geachtet werden, dass die erforderliche Transportluftgeschwindigkeit in den Sammelleitungen bei allen Betriebszuständen gewährleistet bleibt.

Zur Stauberfassung werden an den Anschlussstutzen von Maschinen in der Regel mindestens 20 m/s Luftgeschwindigkeit verlangt (siehe BGI 739-1).

Sofern die Absaugleitungen bauaufsichtlich festgelegte Brandabschnitte durchdringen, müssen selbsttätig wirkende Feuerschutzabschlüsse eingebaut werden, die für materialführende Rohrleitungen geeignet sind.

Hierbei handelt es sich um gesteuerte Verschlussvorrichtungen (z.B. Schieber) mit folgendem Funktionsablauf:

- Unterbrechung des Förderguttransports in der Rohrleitung
- Stillsetzen des Förderventilators
- Schließen der Verschlussvorrichtung

Alternativ ist eine durchgehende Ummantelung der Rohrleitung möglich. In diesem Fall dürfen im betrachteten Brandabschnitt keine Maschinen an diese Absaugleitung angeschlossen werden können.

Die Maßnahmen bedürfen der Absprache mit der Genehmigungsbehörde bzw. dem Sachversicherer.

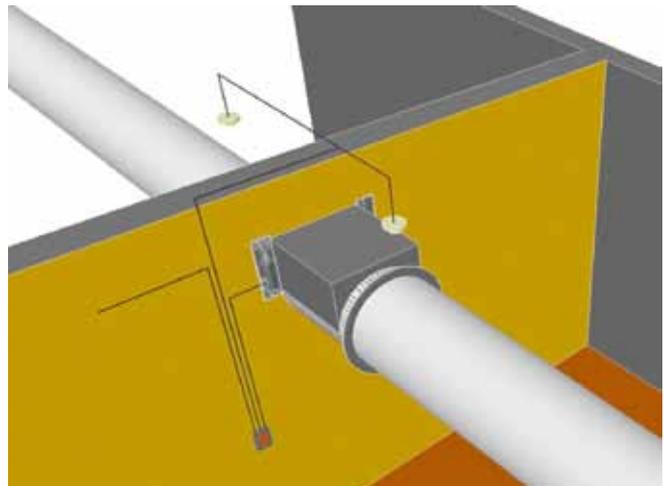
Absaugventilatoren

Ventilatoren sind in Rohluftleitungen vor bzw. in Reinluftleitungen nach der Filteranlage angeordnet. Grundsätzlich sollten reinluftseitig angeordnete Ventilatoren bevorzugt werden. Beim Einsatz rohluftseitiger Ventilatoren in Absaugleitungen ist zu beachten, dass:

- in der Rohrleitung keine Zone vorliegt,
- Ventilatoren keine potentielle Zündquellen für nachgeschaltete Filteranlagen darstellen (ausreichende Spaltweite zwischen Laufrad und Gehäuse, in der Regel offene Laufräder, usw.) und
- die betreffenden Ventilatoren regelmäßig gewartet werden.

Unter diesen Voraussetzungen sind auch bei rohluftseitiger Anordnung keine Ventilatoren für Ex-Atmosphäre erforderlich.

Wenn auf Grund hoher Staubkonzentrationen in den Absaugleitungen das Auftreten einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in der Rohrleitung angenommen werden muss (siehe Tabelle Seite 7), sind Ventilatoren entsprechend DIN EN 14986 erforderlich. Reinluftseitig angeordnete Ventilatoren sollten in diesem Fall bevorzugt werden, da dann keine Ex-Ausführung notwendig ist.



Prinzipieller Aufbau eines Feuerschutzabschlusses für materialführende Leitungen

Fremdkörperabscheider

Besteht die Gefahr, dass Absaugleitungen durch Spreißel, Klötze oder andere gröbere Holzteile zugelegt werden, sollten zur Vermeidung solcher Ablagerungen an den gefährdeten Stellen im Leitungsnetz Abscheideeinrichtungen mit Revisionsmöglichkeit vorgesehen werden. Diese Einrichtungen müssen so angeordnet sein, dass die genannten Grobteile nicht bis in das Ventilatorlaufrad vordringen können. Andernfalls ist mit dem Auftreten von Schlagfunken oder der Beschädigung des Ventilatorlaufrades zu rechnen.

Beispiele für Abscheider mit Revisionsmöglichkeit:

- Spreißelabscheider in der Maschinenanschlussleitung von Formatkreissägen
- Klotzfallen in der Maschinenanschlussleitung von Bearbeitungszentren
- Revisionsklappen vor stark gekrümmten Rohrleitungsteilen



Rohr-Magnetabscheider

Die Abscheider bestehen im Regelfall aus einer Querschnittsaufweitung oder einem Behälter, der mit einem von Hand zu öffnenden Deckel versehen ist.

In Transport- bzw. Absaugrichtung ist am Rohranschluss ein grobmaschiges Gitter in den Rohrquerschnitt integriert, an welchem die Grobteile aufgefangen und abgeschieden werden, während Feinteile und Späne ungehindert weiter transportiert werden. Die Abscheider müssen meistens regelmäßig von Hand geleert werden.



Gitter-Magnetabscheider



Klotzabscheider

Muss mit dem Eindringen von Metallteilen, wie z.B. Schrauben oder Nägeln, in die Rohrleitung gerechnet werden, sollte als wichtige Maßnahme zur Zündquellenvermeidung ein Elektro- bzw. Dauer- Magnetabscheider in die Maschinenanschlussleitung der infrage kommenden Maschinen eingebaut werden. Dies trifft insbesondere auf die Anschlussleitungen zu Zerkleinerungsmaschinen (Hacker), Montageautomaten in der Möbelindustrie oder Nagelmaschinen, wie sie z.B. in der Kistenfertigung eingesetzt werden, zu.

Funkenlöschanlagen

Nach Untersuchungen über Brandursachen in holzbe- und -verarbeitenden Betrieben (Anhang 1, Nr. 7, [1]) besteht

- bei der **Spanplatten-, Türen-, Leisten- und Parkettherstellung**
- an **Zerkleinerungs-, Mehrblattkreissäge- und Breitbandschleifmaschinen mit Kalibrierfunktion**

ein erhöhtes Risiko, dass bei der Bearbeitung Funken oder glimmende Teilchen entstehen und in die Absaugleitungen geraten. In diesen Fällen besteht eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr.

Unter den oben genannten Voraussetzungen ist zusätzlich zu der generell erforderlichen ortsfesten Löscheinrichtung im Silo bzw. in der Filteranlage eine Funkenlöschanlage in der Absaugleitung zwischen Maschine und der Filteranlage bzw. dem Silo erforderlich.

Führen mehrere Sammelleitungen in die Filteranlage bzw. in das Silo, sind Funkenlöschanlagen nur in den Sammelleitungen notwendig, an die die genannten Maschinen angeschlossen sind.

Funkenlöschanlagen bestehen im wesentlichen aus einem oder mehreren Funkenmeldern sowie Löschdüsen zum Einsprühen von Löschwasser. Die Funken werden gelöscht, bevor sie das Silo bzw. die Filteranlage erreichen.

Durch nachgeschaltete Funkenmelder können die Löschwirkung überwacht und gegebenenfalls die Fördereinrichtungen stillgesetzt werden.

Für den Einbau einer Funkenlöschanlage ist eine ausreichende Länge der Förderleitung zwischen Funkenmelder und Löschdüsen (Mindestabstand) erforderlich, die von der Transportgeschwindigkeit des Fördergutes und der Gesamtverzögerungszeit des Funkenlöschanlagensystems abhängt.



① Funkenerkennung ② Signalverarbeitung ③ Funkenlöschung

Entstauber

Entstauber sind Absaugeräte mit einem Luftvolumenstrom von höchstens 6.000 m³/h und einem Anschlussdurchmesser von höchstens 300 mm, bei denen Ventilator, Filterelemente und Sammelbehälter eine Einheit bilden.

Entstauber mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator dürfen nicht in Arbeitsräumen betrieben werden.

Entstauber dürfen in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn sie

- geprüft sind (Prüfzeichen GS+H2/H3) oder
- nach den Anforderungen der DIN 8416 gebaut sind.

Durch eine kompakte Bauweise ist im Brandfall nur mit einem raschen Abbrand im Inneren der Geräte zu rechnen.

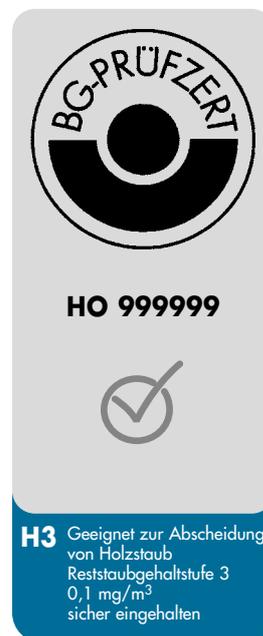
Die dabei auftretenden Drücke sind so gering, dass sie nicht zum Aufreißen des geschlossenen Gehäuses führen.

Solche Entstauber besitzen ein Gehäuse aus **nichtbrennbarem Material** und einen **reinluftseitig angeordneten** Ventilator. Die Entsorgung erfolgt über Sammelbehälter mit eingelegten Säcken (insgesamt höchstens 500 Liter Sammelvolumen).

Anstelle der Sammelbehälter für Staub und Späne kann auch eine kontinuierliche Austragung des abgeschiedenen Materials ins Freie, in ein Silo oder in eine Brikettieranlage angeschlossen werden.

Zusätzliche Brand- und Explosionschutzmaßnahmen für Entstauber mit einem Anschlussdurchmesser von mehr als 200 mm und höchstens 300 mm:

- Durch ein Prüfgutachten muss der Nachweis erbracht sein, dass im Gerät aufgrund seiner geometrischen Ausbildung auch im Falle einer Explosion keine gefährlich hohen Drücke (>200 mbar) auftreten können.
- Das Entstaubergehäuse einschließlich der Sammeleinrichtung muss eine Druckstoßfestigkeit von mindestens 200 mbar aufweisen sowie zur Rohluftseite hin mit einer Rückschlagklappe ausgerüstet sein.
- Der Entstauber muss mit einem Thermosensor (Auslösetemperatur etwa 70 °C) ausgerüstet sein, bei dessen Ansprechen folgende Funktionen automatisch ausgelöst werden:
 - Stillsetzen des Ventilatorantriebes
 - Unterdrückung der Filterabreinigungsfunktion
 - Auslösung der Feuerlöscheinrichtung.



Filteranlagen

Anforderungen

Neue Filteranlagen – ausgenommen Entstauber – müssen die Forderungen der DIN EN 12779 erfüllen.

Filteranlagen müssen mit einer Feuerlöscheinrichtung (siehe Abschnitt „Feuerlöscheinrichtungen an Filteranlagen und in Silos“, Seite 33) sowie mit einer Explosionsdruckentlastungseinrichtung (siehe Abschnitt „Explosionsschutz – Druckentlastungseinrichtungen“, Seite 39) ausgerüstet sein.

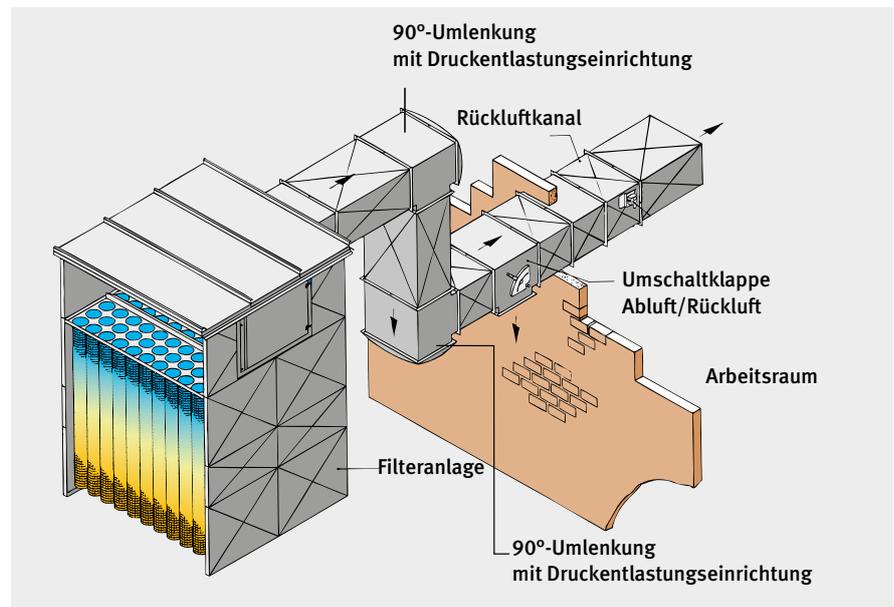
Wird von der Filteranlage die Luft in **Arbeitsräume** zurückgeführt, müssen die Bedingungen an die Lufrückführung eingehalten werden – siehe BG-Information „Holzstaub-Gesundheitsschutz“ (BGI 739-1).

In Filteranlagen werden zur Austragung meist Kratzförderer oder Schneckenförderer eingesetzt. Um Zündquellen zu vermeiden, darf die Relativgeschwindigkeit (Längs-, Förder- bzw. Umfangsgeschwindigkeit) zwischen festen und bewegten Teilen nicht höher als 1 m/s sein.

Elektrische Antriebselemente sollten außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen angeordnet sein. Andernfalls müssen sie die entsprechenden Anforderungen an den Ex-Schutz für die am Einbauort vorgesehene Zone erfüllen.

Zur Schadensbegrenzung bei Bränden und Explosionen sind folgende Maßnahmen notwendig:

- Einbau von Druckentlastungsflächen im Filtergehäuse. Diese müssen so angeordnet sein, dass sie nicht in Arbeitsbereiche zeigen.
- Es muss verhindert werden, dass im Falle einer Explosion im Filtergehäuse Flammen oder Druck in vor- oder nachgeschaltete Bereiche laufen. Hierzu haben sich folgende Maßnahmen bewährt:
 - Rückschlagklappen in Absaugrohrleitungen, die auf Materialbeladung und Konstruktion der Filteranlagen abgestimmt sind,
 - Rückluftkanäle mit 1 oder 2 x 90° Umlenkungen mit Druckentlastungseinrichtungen.



Aufstellung

Filteranlagen – ausgenommen Entstauber – dürfen grundsätzlich nur im Freien oder in separaten Filteraufstellräumen aufgestellt werden.

Für eine Aufstellung in Arbeitsräumen sind nur Entstauber nach DIN 8416 sowie Schleiftische mit integriertem Filter und reinluftseitig angeordnetem Ventilator geeignet. Nur diese Geräte erfüllen die Anforderungen an den Brand- und Explosionsschutz.

Bestehende Überdruck-Filteranlagen alter Bauart mit rohluftseitigem Ventilator, die vor 1992 aufgestellt wurden, dürfen weiterhin in Arbeitsräumen betrieben werden, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

- das Filtermaterial muss unbeschädigt sein,
- die Staub- und Spänesammelsäcke müssen unbeschädigt und dicht angeschlossen sein und
- der Luftvolumenstrom darf nicht größer als 6.000 m³/h sein.

Werden Filteranlagen im Freien aufgestellt, sollte für eine gute Zugänglichkeit ein Abstand von mindestens 1 m zu Gebäuden eingehalten werden.

Filteraufstellräume

Filteraufstellräume müssen gegenüber angrenzenden Arbeitsbereichen aus Gründen des Personenschutzes mindestens in EI 30 (siehe Anhang 6) bei Altanlagen in F 30 (feuerhemmend) nach DIN 4102 ausreichend abgetrennt werden.

Die Sachversicherung stellt hier evtl. höhere Anforderungen. Daher ist Rücksprache mit dem Sachversicherer erforderlich.

Wenn der Filteraufstellraum von der Bauaufsichtsbehörde als separater Brandabschnitt angesehen wird, müssen höhere Anforderungen erfüllt werden.

Aus Gründen des Explosionsschutzes muss der gesamte Filteraufstellraum druckstoßfest und mit Druckentlastungseinrichtungen versehen sein.

Werden **geschlossene Filteranlagen** in Filteraufstellräumen aufgestellt, genügt es, wenn die Filteranlage selbst mit Druckentlastungseinrichtungen ausgerüstet ist, die direkt ins Freie führen. **Das erfordert die Aufstellung des Filtergehäuses direkt an einer Gebäudeaußenwand des Filteraufstellraumes.**

Von der Neuerrichtung von Filteraufstellräumen ist aus Gründen des Brand- und Explosionsschutzes grundsätzlich abzuraten. Wenn es im Einzelfall nicht zu vermeiden ist, müssen die erforderlichen Maßnahmen mit der zuständigen Baubehörde, den Sach- und Unfallversicherungsträgern abgesprochen werden.

Brandschutztechnische Trennung zwischen Gebäuden und im Freien aufgestellten Filteranlagen

Filteranlagen sind im Sinne der Bauordnung keine Gebäude und könnten mit der Werkhalle einen gemeinsamen Brandabschnitt bilden. Filteranlagen stellen jedoch gegenüber der Werkhalle eine erhöhte Brand- und Explosionsgefahr dar. Daher ist eine Ausbreitung eines Brandes der Filteranlage auf das Gebäude sicher zu verhindern.

Diese Forderung kann durch entsprechende Feuerbeständigkeit der Trennung bzw. durch Abstand erfüllt werden. Hierbei darf innerhalb dieses Sicherheitsabstandes kein brennbarer Gebäudeteil und auch kein sonstiges brennbares Material vorhanden sein.

Bei Aufstellung von Filteranlagen (mit Luftrückführung) im Freien müssen deshalb Maßnahmen gegen folgende Risiken getroffen werden:

- Ausbreitung eines Filterbrandes durch Wärmestrahlung auf das Gebäude
- Einleitung eines Filterbrandes durch die Absaugleitung in das Gebäude
- Einleitung eines Filterbrandes durch den Rückluftkanal in das Gebäude,
- Eintragung von Rauchgasen über den Rückluftkanal in das Gebäude

Die Ausbreitung eines Brandes von der Filteranlage auf/in angrenzende Gebäude kann verhindert werden durch

- Brandschutzmaßnahmen im Bereich der Filteranlage oder
- Brandschutzmaßnahmen am angrenzenden Gebäude.

Diese Brandschutzmaßnahmen können in einem ausreichenden Abstand der Filteranlage zur Außenwand des angrenzenden Gebäudes und/oder in der Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe für die Außenwand bestehen.

Werden Filteranlagen im Bereich von Gebäudeecken aufgestellt ($<120^\circ$), besteht eine erhöhte Gefahr der Brandausbreitung über Eck. Der Schutzbereich muss dann auf beide angrenzenden Flächen ausgedehnt werden.

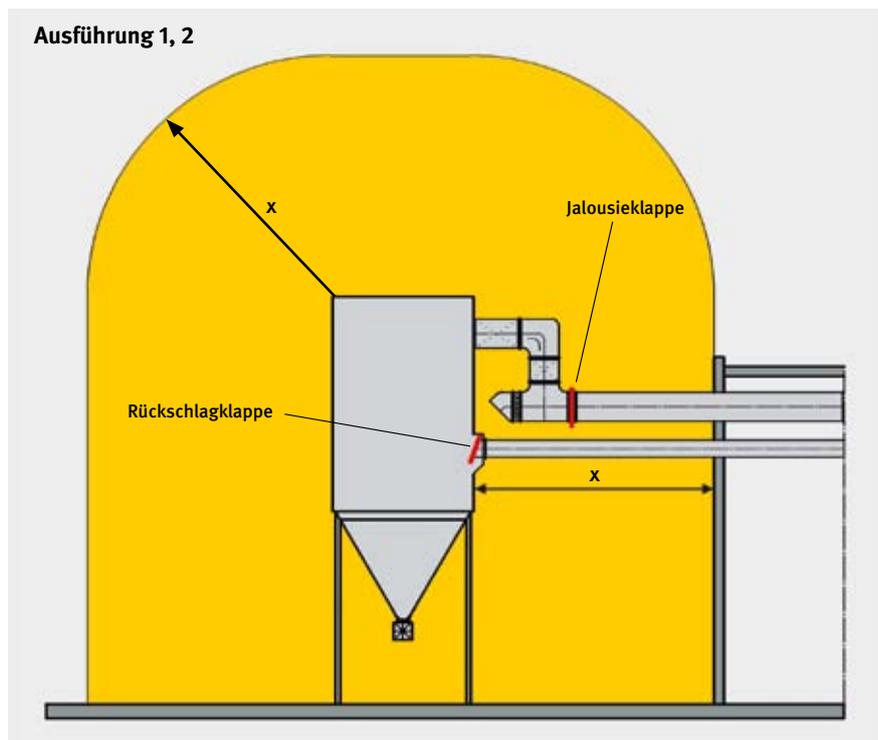
Ein ausreichender Abstand zwischen einer im Freien aufgestellten Filteranlage und der Außenwand des angrenzenden Gebäudes besteht bei folgenden Ausführungen:

Ausführung 1: Filteranlage mit Abstand ≥ 10 m vor Außenwänden aus brennbaren Baustoffen.

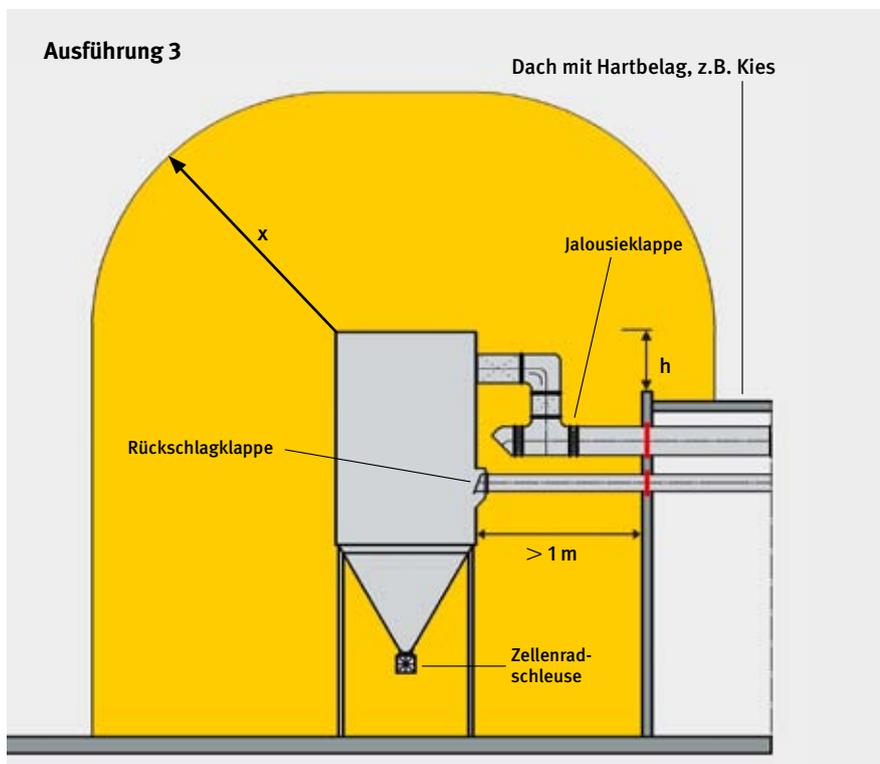
In den Verbindungsleitungen müssen brandschutztechnische Trenneinrichtungen eingebaut sein. Diese können wahlweise in der Außenwand (EI90) oder im Bereich der Filteranlage (EW90) eingebaut werden.

Ausführung 2: Filteranlage mit Abstand ≥ 5 m vor Außenwänden aus nichtbrennbaren Baustoffen.

In den Verbindungsleitungen müssen brandschutztechnische Trenneinrichtungen eingebaut sein. Diese können wahlweise in der Außenwand (EI90) oder im Bereich der Filteranlage (EW90) eingebaut werden.



- Brandschutztechnische Trenneinrichtungen
- Schutzbereich – Sicherheitsabstand „x“:
- $x \geq 5$ m zu Außenwänden aus nichtbrennbaren Baustoffen
- $x \geq 10$ m zu Außenwänden aus brennbaren Baustoffen



Ausführung 3: Filteranlage mit Abstand mehr als 1 m bis 5 m vor feuerbeständigen Außenwänden.

Filteranlagen, welche im Abstand von weniger als 5 m zum Gebäude errichtet werden, erfordern beim angrenzenden Gebäudeteil feuerbeständige Wände (F90 nach DIN 4102-2 bzw. EI90/REI90 nach EN 13051-2) einschließlich eines zusätzlichen seitlichen Sicherheitsbereiches von 5 m. In den Verbindungsleitungen müssen brandschutztechnische Trenneinrichtungen (z.B. Feuerschutzabschlüsse) der Feuerwiderstandsklasse EI90 in der Außenwand eingebaut sein. Öffnungen sollten im genannten Sicherheitsbereich vermieden werden.

- Brandschutztechnische Trenneinrichtungen
- Schutzbereich – Sicherheitsabstand „x“:
 - $x \geq 5$ m zu Bauteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen
 - $x \geq 10$ m zu Bauteilen aus brennbaren Baustoffen
- h = senkrechter Abstand zwischen Oberkante Filteranlage und Dach

Filteranlage höher als die Werkhalle:

- $h \leq 30$ cm bzw. $h <$ Abstand zwischen Filteranlage und Werkhalle:
Harte Bedachung der Werkhalle nach DIN 4102-7 (z.B. 5 cm dicke Schüttung von Kies 16/32)
- bei Überschreitung der Höhe h :
Feuerbeständige Ausführung der Dachkonstruktion in einem Streifen entsprechend der Höhendifferenz h (mind. 5 m, max. 15 m) – vergleiche auch Seite 29.

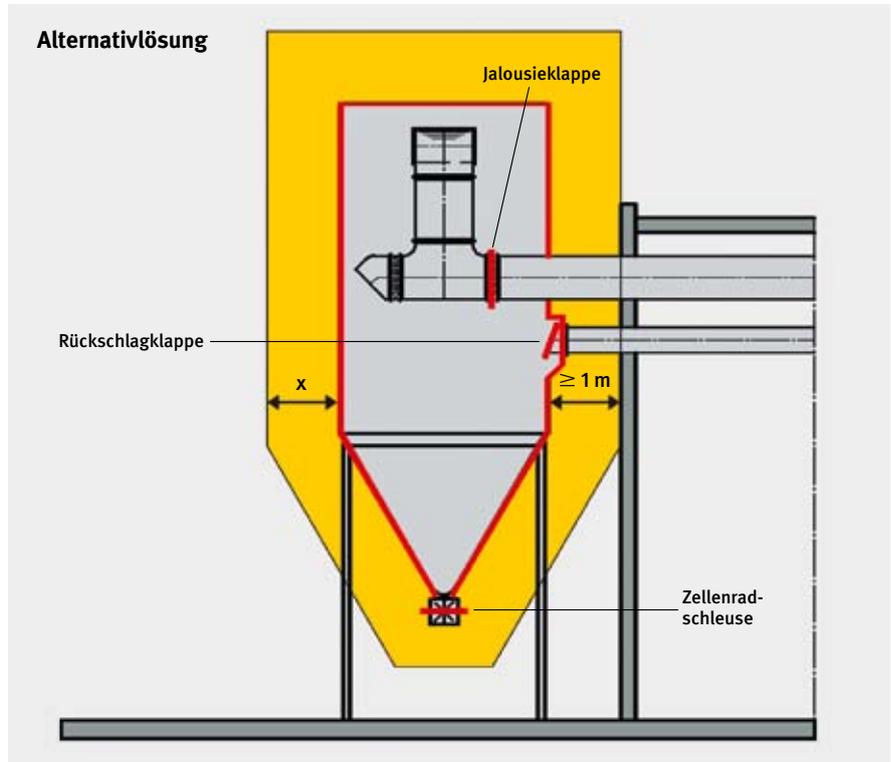
Alternativlösung:

Wenn die Gebäudeaußenwand und die Dachfläche nicht feuerbeständig gemäß Ausführung 3 ausgeführt werden können, ist folgende brandschutztechnische gleichwertige Alternative möglich.

Filteranlage mit Abstand ≥ 1 m vor nichtfeuerbeständigen Außenwänden aus nichtbrennbaren Baustoffen:

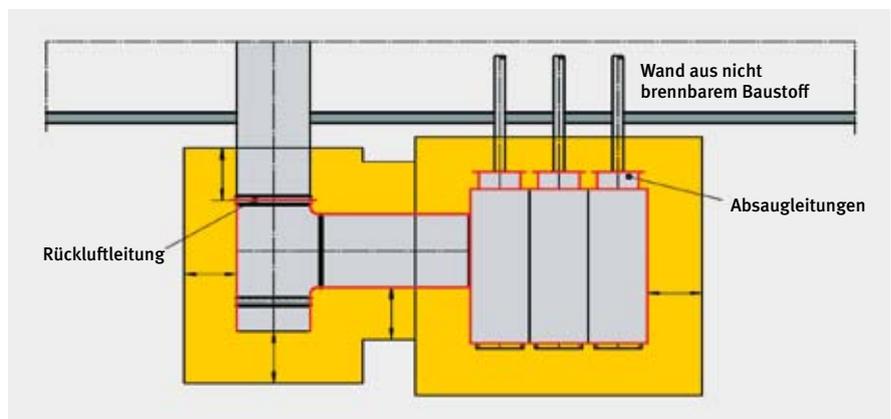
Der Sicherheitsabstand kann von 5 m auf 1 m reduziert werden, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Filtergehäuse genügt der Feuerwiderstandsklasse EW90 (Kontrollöffnungen mit Sichtfenster sind auf der, der Gebäudeaußenwand gegenüberliegenden Seite anzuordnen)
- Absaugrohrleitungen müssen aus explosionstechnischen Gründen mit Rückschlagklappen ausgestattet sein. Solche Rückschlagklappen können in Abhängigkeit von der Konstruktion bei abgeschalteter Absaugung eine Feuerwiderstandsklasse EW90 erfüllen. Um auch Brandübertragungen durch Wärmestrahlung auszuschließen, ist ein definierter Abstand zwischen Klappe und Außenwand des angrenzenden Gebäudes von mind. 1 m erforderlich.
- Zellenradschleusen zur Austragung aus dem Filter können im Stillstand die Feuerwiderstandsklasse EW90 erfüllen.
- Bei Filteranlagen mit Rückluftführung kann der Reststaubgehaltssensor zusätzlich zur Rauchdetektion im Rückluftkanal genutzt und damit bei Rauchentwicklung automatisch die Umschaltklappe Rückluft/Abluft umgeschaltet werden. Die Rückluftklappe muss die Feuerwiderstandsklasse EW90 erfüllen. Die Eignung des Sensors für diesen Anwendungsfall muss nachgewiesen und von einem anerkannten, unabhängigen Institut bescheinigt sein.



- Brandschutztechnische Trenneinrichtungen (EW 90)
- Schutzbereich – Sicherheitsabstand „x“:
 $x \geq 1$ m zu Außenwänden aus nichtbrennbaren Baustoffen

Die Feuerwiderstandsklasse des Filtergehäuses und der brandschutztechnischen Trenneinrichtung (Rückschlagklappe EW90) müssen von einer anerkannten Prüfstelle nachgewiesen sein. Eine bauaufsichtliche Zulassung ist für derartige Maßnahmen nicht vorgesehen.



Fördereinrichtungen von der Filteranlage zum Silo

Materialtransport über einen Absaugventilator ins Silo

In diesem Fall ist der Absaugventilator rohluftseitig angeordnet und dient zugleich als Transportventilator zum Silo. Die ins Silo eingebrachte Luftmenge wird über einen Siloeinbau- oder Siloaufsatzfilter abgeschieden.

Wenn in den Absaugrohrleitungen von Maschinen keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt, sind an den Absaugventilator keine besonderen Anforderungen zum Explosionsschutz gestellt.

Es muss jedoch sichergestellt werden, dass der Ventilator keine Zündfunken erzeugt. Hierfür ist es erforderlich, dass der Ventilator ein offenes Laufrad besitzt und regelmäßig gewartet wird.

Nach Erfahrungen sind Funken von abgesaugten Maschinen in den meisten Fällen Ursache von Bränden und Explosionen in Filteranlagen und Silos. Beim dargestellten Anlagentyp gelangt der Funke hierbei direkt ins Silo. Dadurch ist die Gefahr einer Explosion im Silo deutlich höher als

bei Anlagen mit Siloaufsatzfilter und Zellenradschleuse (rechtes Bild) oder sogenannten Zwischenfilteranlagen (nächste Seite). Daher sollten bei Neuanlagen bevorzugt diese beiden Ausführungen realisiert werden. Es wird außerdem empfohlen den Ventilator, wann immer möglich, reinluftseitig anzuordnen.

Im Inneren des Silos liegt dagegen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vor. Deshalb ist in der materialführenden Transportleitung eine Rückschlagklappe direkt vor dem Silo erforderlich.

Wenn der Filter vom Silo **nicht** durch eine Zellenradschleuse explosionstechnisch entkoppelt ist, liegt in beiden Anlagenteilen derselbe Druck an. Daher muss das Filtergehäuse die gleiche Druckstoßfestigkeit aufweisen wie das Silo. Die Druckentlastungseinrichtungen des Silos schützen in diesem Fall auch das Filtergehäuse gegen Explosionsdruckauswirkungen.

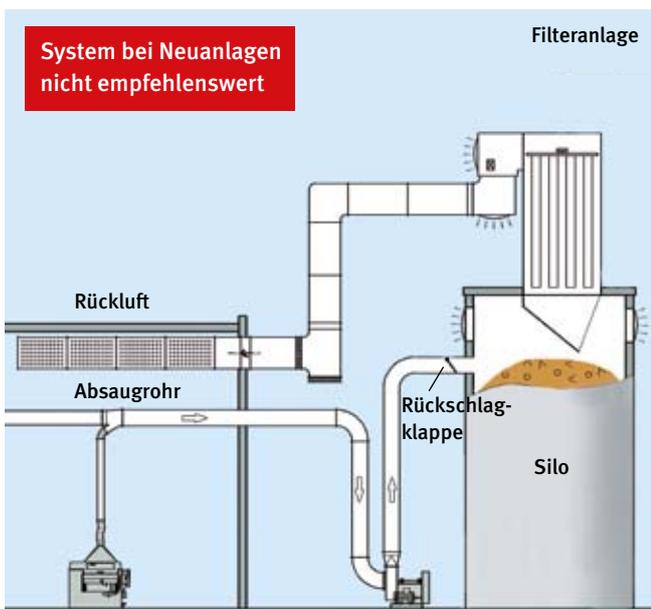
Eventuell müssen im unteren Bereich des Filters zusätzlich Druckentlastungseinrichtungen vorgesehen werden.

Bestehende Anlagen mit unzureichender Druckstoßfestigkeit des Aufsatzfilters können weiterbetrieben werden, wenn das Explosionsrisiko im Silo gering ist.

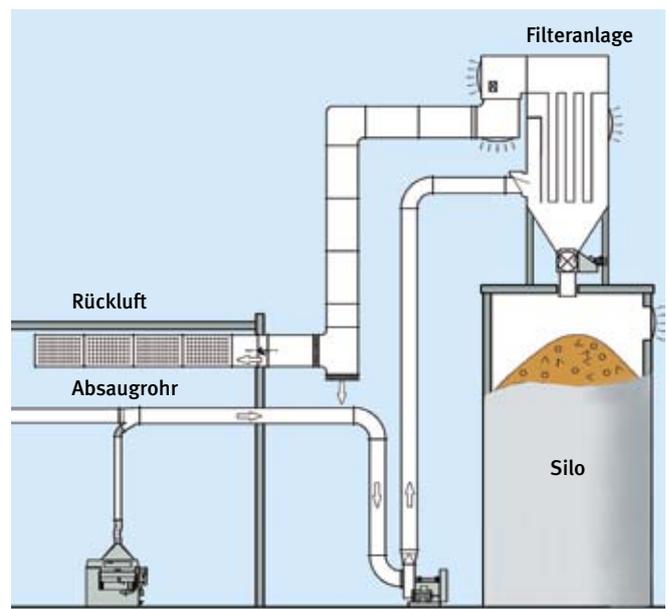
Dies ist dann der Fall, wenn

- keine funkenerzeugenden Maschinen (z. B. Mehrblatt-Kreissäge) und
- keine Maschinen mit hohem Staubanfall (z. B. Breitbandschleifmaschinen für Kalibrierschliff) angeschlossen sind und
- die Filterabreinigung nur bei stillgesetzter Absauganlage erfolgt.

Ist dagegen der Filter vom Silo durch eine Zellenradschleuse explosionstechnisch entkoppelt (Materialeintrag ins Silo über eine Zellenradschleuse), muss der Filter getrennt vom Silo druckentlastet werden.



Prinzipdarstellung: Absauganlage mit Silo und Siloaufsatzfilter, rohluftseitige Ventilatoranordnung



Prinzipdarstellung: Absauganlage mit Silo und Siloaufsatzfilter, Siloeintrag über eine Zellenradschleuse, rohluftseitige Ventilatoranordnung

Zwischenfilteranlage

Da sowohl in der Filteranlage als auch in der Förderleitung und dem Silo mit dem Vorliegen gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen ist, muss

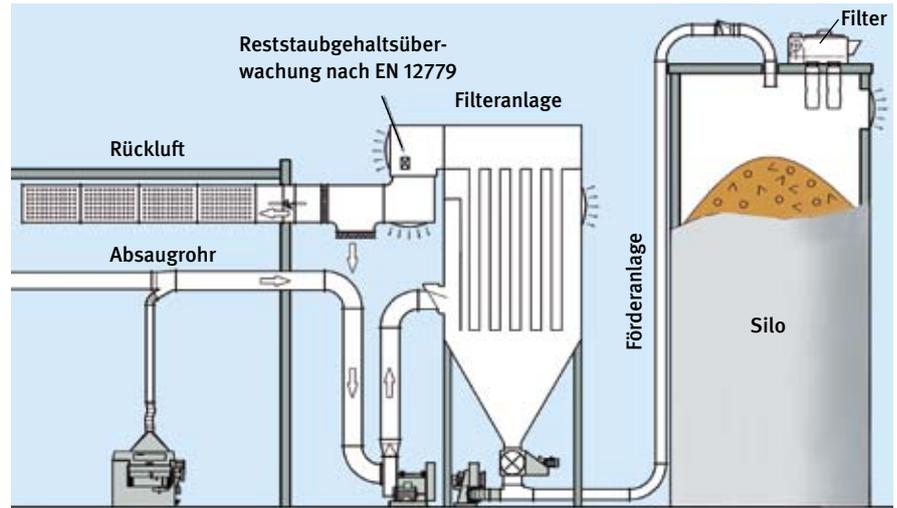
- zwischen Filteranlage und Förderleitung eine explosionstechnische Entkopplung durch die Zellenradschleuse gewährleistet sein,
- in der Förderleitung vor dem Eintritt in das Silo eine Rückschlagklappe vorhanden sein (bei Neuanlagen muss deren Wirksamkeit vom Hersteller nachgewiesen werden) und
- die Ausbreitung einer Explosion in den zurückführenden Teil einer Ringleitung verhindert werden, z. B. durch Druckentlastungsschlot, Zyklon mit Druckentlastungseinrichtung.

Falls in bestehenden Anlagen in materialführenden Leitungen Ventilatoren eingebaut sind, bestehen gegen einen Weiterbetrieb im Regelfall keine Einwände. Es ist aber darauf zu achten, dass der Ventilator keine Zündquelle darstellen darf. Dazu müssen die Ventilatoren regelmäßig gewartet werden. Hierbei ist insbesondere die Spaltbreite zwischen Laufrad und Gehäuse zu überprüfen. Dies kann nur durch eine befähigte Person, z. B. einen Servicemonteur des Herstellers, geschehen. Analog ist bei vorhandenen Zellenradschleusen und Rückschlagklappen zu verfahren.

Verfahrenstechnisch können bei diesem Anlagentyp die Absaugventilatoren vor (rohluftseitig, wie dargestellt) oder nach der Filteranlage (reinluftseitig) angeordnet werden. Bei neuen Anlagen wird aus Gründen der Energieeffizienz meist eine reinluftseitige Anordnung gewählt. Auch aus Gründen des Explosionsschutzes ist die reinluftseitige Anordnung grundsätzlich vorzuziehen.

Beispiel 1: Materialförderung zum Silo über eine einfache Förderleitung zwischen Filteranlage und Silo

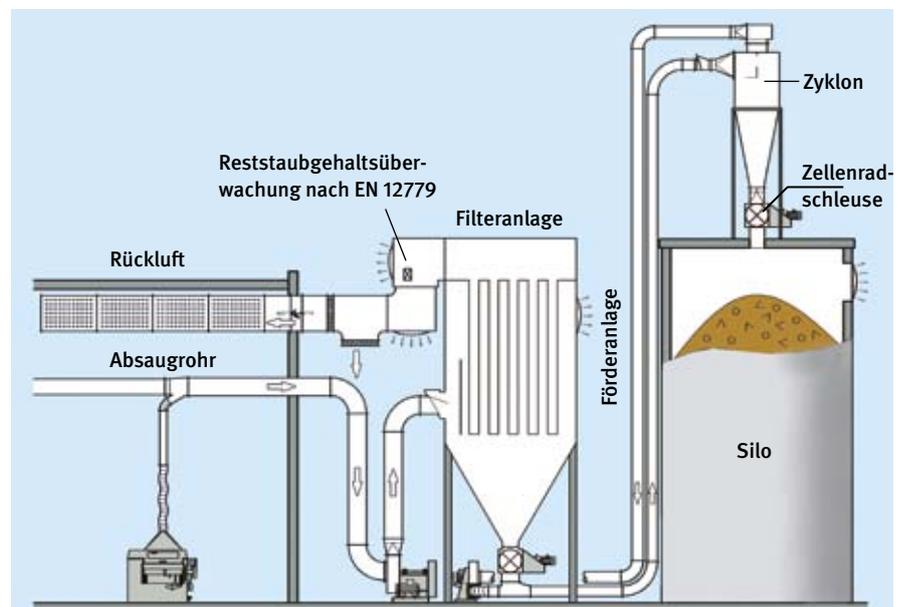
Die ins Silo eingebrachte Luftmenge wird über einen Siloeinbau- oder Siloaufsatzfilter abgeschieden. Bei dieser Anlagenausführung kann sich ein Unterdruck in der Filteranlage nicht in das Siloinnere fortsetzen. Ein eventueller Überdruck im Silo sollte 500 Pa nicht überschreiten.



Prinzipdarstellung: Zwischenfilteranlage mit Materialaustrag über eine Förderleitung mit separatem Endabscheider zum Silo

Beispiel 2: Materialförderung zum Silo über eine Ringleitung

In diesem Fall wird die Förderluft über eine Rückleitung aus dem Zyklon wieder zum Bereich der Austragung aus der Filteranlage zurückgeführt. Damit das Fördergut nicht im Kreis gefördert wird (dadurch würde eine Aufkonzentration in der Ringleitung erzeugt werden), erfolgt der Materialeintrag ins Silo über einen Abscheider (z. B. Zyklon) mit Zellenradschleuse.



Prinzipdarstellung: Zwischenfilteranlage mit Materialaustrag über Ringleitung zum Silo

Förderventilatoren

Ventilatoren sollten bevorzugt außerhalb der materialführenden Leitungen eingebaut werden. Wenn es dennoch erforderlich ist, sie in materialführende Leitungen einzubauen, muss der Ventilator, sofern ein explosionsfähiges Holzstaub-Luft-Gemisch vorliegt, zu dessen Förderung geeignet sein; dies kann bei vorhandenen Anlagen in der Regel nur der Hersteller beurteilen. Bei Neuanlagen muss der Ventilator die Anforderungen der DIN EN 14986 erfüllen.

Förderleitungen für pneumatische Förderung

Förderleitungen müssen aus fest verlegten Rohren bestehen. Diese müssen aus nichtbrennbarem Material sein. Fest verlegte Förderleitungen müssen zu brennbaren Bauteilen einen Abstand von 100 mm haben. Sofern die Förderleitungen bauaufsichtlich festgelegte Brandabschnitte durchdringen, müssen Feuer-schutzabschlüsse eingebaut werden, die für materialführende Rohrleitungen geeignet sind.

In Förderleitungen zum Silo sind Luftgeschwindigkeiten von mindestens 20 m/s erforderlich. Erfahrungsgemäß müssen bei größeren Materialbeladungen höhere Fördergeschwindigkeiten und Förderdrücke zugrunde gelegt werden. Mittel- und Hochdruckfördersysteme sind in dieser BG-Information jedoch nicht behandelt.

Wo von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Zündfunken ausgegangen werden muss (zum Beispiel bei der industriellen Massivholzverarbeitung), wird empfohlen Funken-Erkennungs- und -Löschsysteme einzusetzen. Eine Flammenstrahlzündung in die Förderleitung, ausgehend von der Filteranlage bzw. dem Silo, muss durch eine explosionstechnische Entkopplung (z. B. mit Hilfe von Zellenradschleusen, Rückschlagklappen) sicher verhindert werden.

Mechanische Förderung

Neben der pneumatischen Förderung kann das Material auch durch mechanische Fördereinrichtungen, z. B. Kratzförderer, Trogkettenförderer, Schneckenförderer, Bandförderer und Elevatoren, in das Silo eingetragen werden.

Im Störfall können durch Reibung (z. B. durch Fremdkörper im geförderten Material) Zündquellen entstehen, wenn die Geschwindigkeit von Ketten, die Umfangsgeschwindigkeit von Schnecken bzw. die Relativgeschwindigkeit zwischen festen und bewegten Teilen mehr als 1 m/s beträgt. Sie darf deshalb diesen Wert nicht überschreiten.

Mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist – in Abhängigkeit von der Art der Förderung und dem geförderten Material – insbesondere an Materialübergabestellen und Umlenkstationen zu rechnen (z. B. von Trogkettenförderern, Elevatoren). In solchen Bereichen sollte deshalb die Staubkonzentration durch Entstaubung vermindert werden.

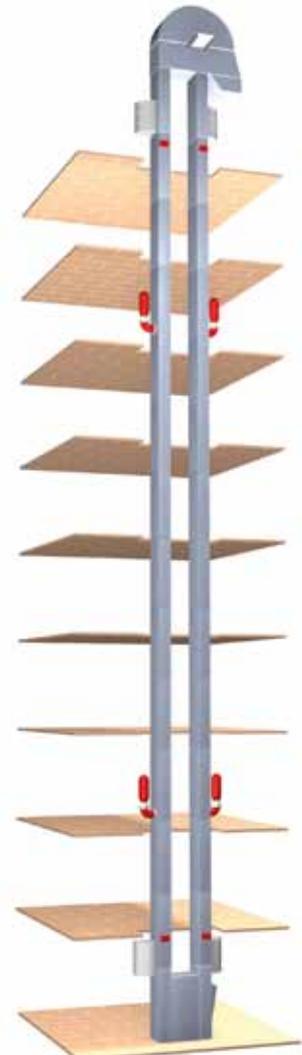
Je nach der Art der entsorgten Maschine kann auch der Eintrag von Zündquellen, z.B. Funken, glimmende Teilchen, in die Fördereinrichtungen nicht sicher ausgeschlossen werden. Damit ist z. B. an Hackern und Mühlen zu rechnen.

Wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass sowohl mit dem Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre als auch dem Auftreten von Zündquellen zu rechnen ist, sind Maßnahmen zum Explosionsschutz (z. B. Druckentlastung) notwendig. Diese bestehen wegen der Längenausdehnung der Förderer in der Regel aus Druckentlastung an den Aufgabe-, Umlenk-, Übergabe- und Abwurfstellen, sowie im Transportbereich des Förderers/ Elevators.

Alternativ können auch an den genannten Einzelstellen Explosionsunterdrückungsanlagen in Verbindung mit Löschmittelsperren im Transportbereich zum Einsatz kommen.



Silo mit Elevatorbeschickung



Prinzipdarstellung:
Elevator mit Explosions-
unterdrückung und
Löschmittelsperren

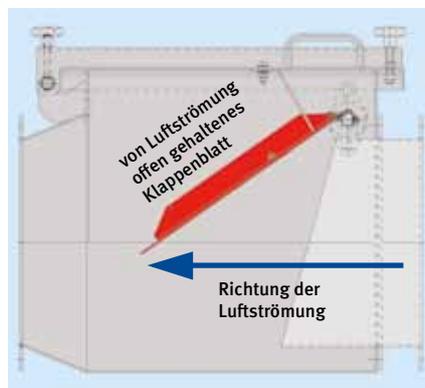
* UEG = untere Explosionsgrenze

Rückschlagklappen

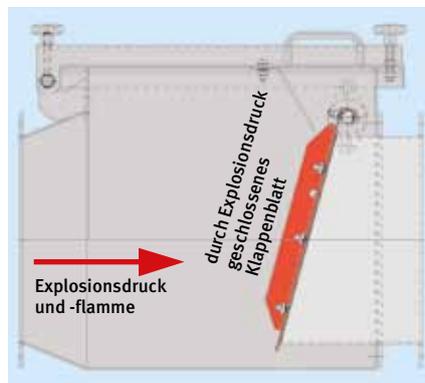
Rückschlagklappen werden in materialfördernden Absaug- und Förderleitungen eingesetzt. Die Rückschlagklappen können als Rohrrückschlagklappen innerhalb der Rohrleitung vor der Filteranlage bzw. dem Silo oder als rohrabschließende Klappen innerhalb der Filteranlage bzw. des Silos angeordnet sein.



Wenn eine Rückschlagklappe die Funktion eines Entkoppelungssystems im Sinne der ATEX erfüllen soll, dann muss ihre Funktionsfähigkeit durch eine Prüfung nachgewiesen werden. Dies ist erforderlich, wenn nicht nur im Filter/Silo, sondern auch in der angrenzenden Rohrleitung explosionsfähige Atmosphäre angenommen werden muss (siehe Tabelle Seite 7).



Explosionsfähige Atmosphäre in der Rohrleitung muss bei Förderleitungen im Regelfall, in Absaugleitungen nur in Ausnahmefällen angenommen werden (siehe Tabelle Seite 7).



Zellenradschleusen

Materialführende Förderleitungen von der Filteranlage zum Silo müssen explosions-technisch entkoppelt sein. Dazu ist eine Zellenradschleuse mit ATEX-Baumusterprüfung erforderlich.

Diese Zellenradschleusen müssen flammendurchschlagsicher bzw. zünddurchschlagsicher gebaut sein und eine ausreichende Festigkeit gegenüber der zu erwartenden Explosionsbelastung haben.

Die Druckfestigkeit muss sich an den maximal auftretenden Drücken in den vor- und nachgeschalteten Anlagenteilen orientieren (im Regelfall bei Filteranlagen max. 200 mbar, bei betonierten Silos max. 500 mbar).

Um diese Anforderungen zu erfüllen, müssen Rotoren von Zellenradschleusen erfahrungsgemäß mindestens 7 Zellen aufweisen, wobei mindestens 2, besser 3 Stege auf jeder Seite im Eingriff sein sollten.

Im Explosionsfall muss diese Zellenradschleuse automatisch stillgesetzt werden.

Da in Zellenradschleusen zur Förderung von Holzstaub und -spänen überwiegend Gummiabdichtungen verwendet werden, müssen – wegen des zu erwartenden Verschleißes – die vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervalle unbedingt eingehalten werden.



Pufferspeicher für Holzstaub und -späne



Brikettierpresse mit Pufferspeicher

Pufferspeicher werden z. B. vor Brikettierpressen und Feuerungsanlagen eingesetzt.

Bei Rauminhalten von höchstens

- 1 m³ im Falle pneumatischer Befüllung bzw.
- 3 m³ im Falle druckloser Befüllung kann auf Feuerlöscheinrichtungen (siehe Seite 33) und Druckentlastungseinrichtungen (siehe Seite 39) verzichtet werden.

Silos

Allgemeines

Silos für Holzstaub und -späne sind bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Lagerung von Füllgut mit Explosions- und erhöhter Brandgefahr verbunden ist.

Der Bau eines Silos unterliegt daher als sogenannter „Sonderbau“ dem Bauordnungsrecht der Länder. Deshalb ist eine Baugenehmigung erforderlich.

Silos müssen standsicher und ausreichend fest und nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet werden. Bei der Dimensionierung müssen die Maßnahmen zum Explosionsschutz berücksichtigt werden (Anordnung, Größe, statischer Ansprechüberdruck und Entlastungsfähigkeit der Druckentlastungseinrichtungen, Silofestigkeit, Rückstoßkräfte).



Anwendungsbereich

Silos sind Anlagen zur Lagerung von losem Füllgut, die von oben befüllt und nach unten oder zur Seite hin entleert werden.

Als Silos gelten:

- Ortsfeste geschlossene Sammel- und Lagereinrichtungen
- Geschlossene transportable oder stationäre Behälter (Container) mit einem Fassungsvermögen von mehr als 0,5 m³ (DIN EN 12779)

Nicht als Silo gelten:

- Mindestens teilweise offene Lagerhallen oder ähnliche Einrichtungen, die zur Entnahme des Füllgutes von der Seite her betriebsmäßig befahren werden
- Offene Container, die z. B. mit einer Plane abgedeckt sind
- Misch- und Dosierbehälter für Späne mit einem Rauminhalt von höchstens 3 m³ (siehe Abschnitt „Pufferspeicher für Holzstaub und -späne“, Seite 27).

Staubanteil

Staub und Späne können in jedem Mischungsverhältnis gelagert werden. Wird das Spänegut als Brennstoff für eine Feuerungsanlage verwendet, dürfen bestimmte Staubanteile nicht überschritten werden. Die Höhe des zulässigen Staubanteils ist der Bedienungsanleitung des Herstellers der Feuerungsanlage zu entnehmen.

In der Regel dürfen folgende Staubanteile nicht überschritten werden:

- Bei Unterschubfeuerung: maximal 50 Volumen-% Staubanteil
- Bei handbeschickter Feuerung: maximal 20 Volumen-% Staubanteil

Brandschutz

Silos müssen so errichtet und ausgeführt werden, dass die Ausbreitung eines Brandes

- sowohl von Silos auf benachbarte Gebäude
- als auch von Gebäuden auf Silos verhindert wird.

Silos können aus Materialien mit unterschiedlichem Brandverhalten, z. B. Beton, Stahl, Holz, hergestellt werden:

- Eine feuerbeständige Ausführung (F90 nach DIN 4102 bzw. REI 90 nach DIN EN 13501*) lässt sich z. B. mit Beton erreichen.
- Silos aus Stahlblech sind weder feuerbeständig noch feuerhemmend.

Silos müssen eine Einrichtung zur gefahrlosen Brandbekämpfung im Inneren haben, die von Außen betätigt werden kann. Geeignet sind Sprühwasser-Löschanlagen (siehe Seite 33ff.) oder Inertisierungsanlagen.

*siehe Anhang 6

Freistehende Silos, Sicherheitsabstände

Sicherheitsabstand zu anderen Gebäuden:

- Silos sollten wegen der Wärmestrahlung im Brandfall und der Möglichkeit kühlen zu können, in einem Abstand von mindestens $s=5$ m zu anderen Gebäuden errichtet werden.
- Silos aus brennbaren Baustoffen, z. B. Holz, dürfen generell nur in einem Abstand von mindestens $s=10$ m (TRD 414) zu anderen Gebäuden errichtet werden.

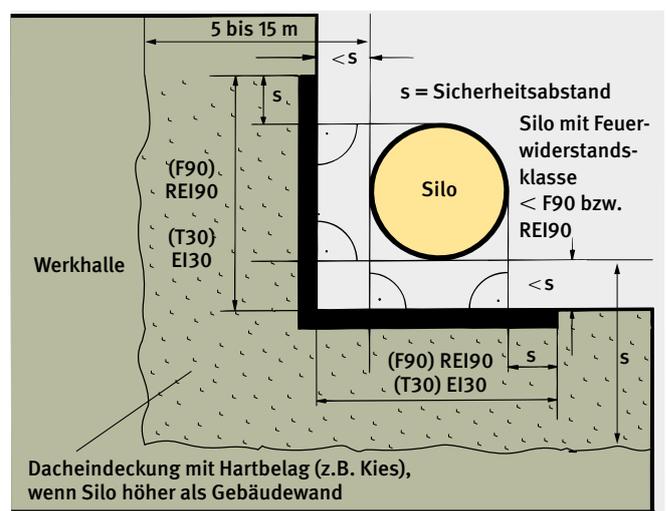
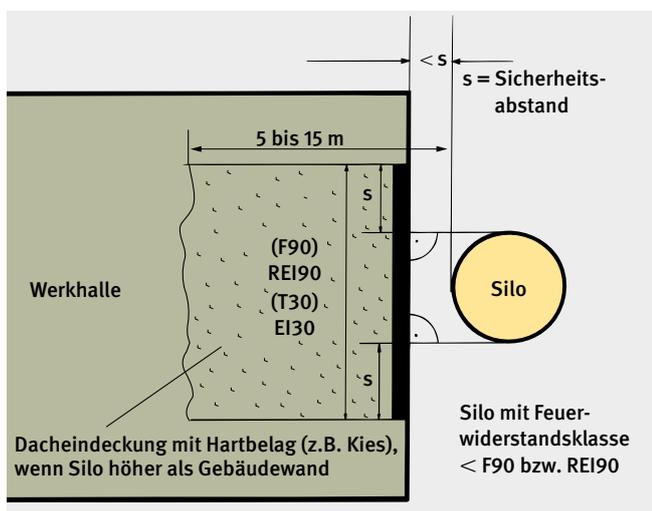
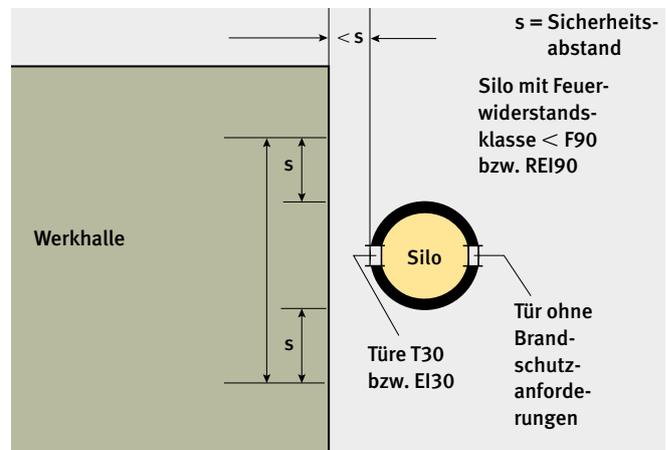
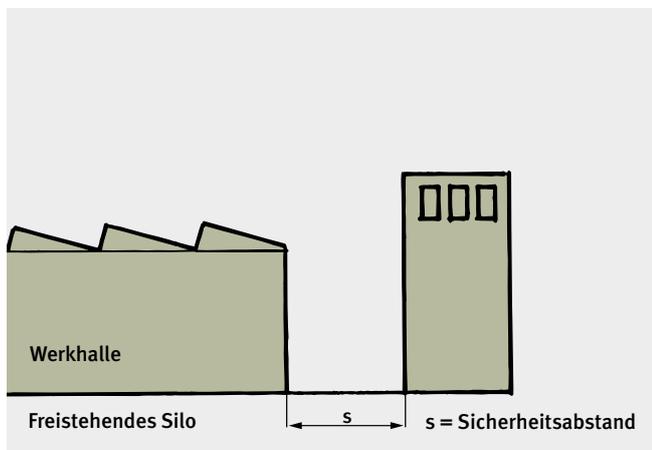
Die angegebenen Abstände sind Richtwerte. Die für die Baugenehmigung zuständige Behörde kann im Einzelfall andere Abstände zulassen oder festlegen.

Bei Unterschreitung des Sicherheitsabstandes:

- muss entweder das Silo selbst feuerbeständig (F90 nach DIN 4102 bzw. REI90 nach DIN EN 13501) sein und mindestens feuerhemmende Türen (T30 bzw. EI30) haben, sofern diese auf benachbarte Gebäude gerichtet sind oder
- das Gebäude muss innerhalb eines Schutzbereiches
 - feuerbeständige Wände (F90 nach DIN 4102 bzw. REI90 nach DIN EN 13501) und
 - mindestens feuerhemmende Abschlüsse, z. B. Türen T30 bzw. EI30, und
 - in einem Abstand von mindestens 5 bis 15 m (vom Silo aus gemessen) eine Dacheindeckung aus nichtbrennbarem Material, z. B. Stahlblech, Kies, haben.

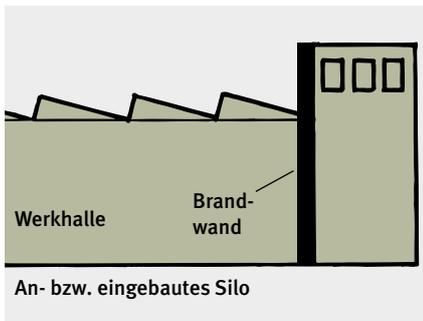
Hinweis:

Die Anforderungen des Brandschutzes gelten nur für die Teile des Silos bzw. der Öffnungen, welche den Sicherheitsabstand zu benachbarten Gebäuden unterschreiten.



Silos an und in Gebäuden

- Wände und Decken zwischen Silos und anderen Gebäudeteilen müssen feuerbeständig (F90 nach DIN 4102 bzw. REI90 nach DIN EN 13501) ausgeführt sein und
- mindestens feuerhemmende Abschlüsse haben, z. B. Türen T30 bzw. EI30-C.
- Die Wände müssen darüber hinaus als Brandwände REI-M90 ausgeführt werden, wenn sie einen Brandabschnitt bilden.
- Mindestens eine Wand muss Gebäudeaußenwand sein.



Erfahrungen aus Schadensfällen zeigen, dass Brände in „Spänekellern“ in der Regel zu massiven Schäden im gesamten Betrieb führen. **Es wird dringend empfohlen, in Kellerräumen nur stückiges oder brikettiertes Material zu lagern.** Gleichzeitig darf die Beschickung dieser „Spänekeller“ (auch mit Hackschnitzeln) nur drucklos, d. h. ohne pneumatische Förderung, erfolgen. In diesem Fall sind keine Explosionschutzmaßnahmen notwendig. Brandschutzmaßnahmen sind jedoch immer durchzuführen. Insbesondere sollte eine eventuell vorhandene elektrische Ausrüstung mindestens der Schutzart IP54 in Verbindung mit niedriger Oberflächentemperatur entsprechen.

Kennzeichnung

An den Zugängen zu Silos das Verbotsschild „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“, das Verbotsschild „Zutritt für Unbefugte verboten“ sowie das Warnzeichen „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ anbringen.



Siloaustrag zur Feuerungsanlage

Handbeschickung

In Holzfeuerungsanlagen können unkontrollierte Schwelbrände auftreten, die bei Sauerstoffzufuhr, z.B. beim Öffnen der Feuerraumtür, zu Verpuffungen führen können.

Holzfeuerungsanlagen für Handbeschickung müssen so ausgerüstet sein, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb durch Öffnen der Beschickungstür keine Gefährdung von Personen auftritt. Dies kann nach dem derzeitigen Stand der Technik z. B. durch folgende Maßnahmen sichergestellt werden:

- **Doppelverschluss:** Hier ist der äußere Verschluss gegenüber dem inneren Verschluss so verriegelt, dass der eine erst geöffnet werden kann, wenn der andere geschlossen ist.
- **Unterdruckgesteuerte Beschickungstür:** Die Beschickungstür muss so verriegelt sein, dass sie sich nur bei einem Unterdruck von mindestens 0,3 mbar in der Brennkammer öffnen lässt. Dabei muss eine ständige Zuführung von Sekundärluft gewährleistet sein. Bei Spannungsabfall muss die Beschickungstür verriegelt bleiben.



- **Schütter:** Bei dieser Lösung wird die Einfüllöffnung neben der Beschickungstür durch eine Sicherheitsklappe, die über seitliche Federn gesichert ist, verschlossen. Der Brennstoff wird über einen Schütter eingefüllt, dessen Abmessungen mit den Füllschachtmaßen übereinstimmen. Beim Beschicken des Umluftofens wird durch den Schütter die Einfüllöffnung abgedeckt und die Sicherheitsklappe geöffnet, so dass der Brennstoff gefahrlos auf das Glutbett aufgegeben werden kann.

Beim Erkennen von Unregelmäßigkeiten darf die Feuerungstür nicht unüberlegt geöffnet werden. Es muss entsprechend der Betriebsanleitung des Herstellers vorgegangen werden. Wenn sich Unregelmäßigkeiten oder kleinere Verpuffungen häufen, ist der Hersteller zur Überprüfung der Anlage einzuschalten.

Das Lagern von Holzstaub und -spänen im Heizraum bzw. Kesselaufstellraum ist nur in der Menge zulässig, die dem täglichen Brennstoffbedarf entspricht.

Der Heizraum sollte auch nicht als Lagerraum für andere brennbare Stoffe missbraucht werden, um eine eventuelle Brandausbreitung zu minimieren.

Mechanische Beschickung

Automatische Spänefeuerungsanlagen stehen über eine mechanische Siloaustragung (z.B. Förderschnecken) in Verbindung mit Absauganlagen. Erfahrungen haben gezeigt, dass diese Spänefeuerungsanlagen empfindlich auf Druckunterschiede zwischen Brennkammer und Siloinnerem reagieren können. Besteht im Silo Überdruck gegenüber der Brennkammer, so kann der Luftstrom in Richtung Brennkammer das Brennstoff-Luft-Gemisch so beeinflussen, dass der Anlagenwirkungsgrad sinkt und der Schadstoffausstoß zunimmt. Im Extremfall kann die Feuerung auch zum Verlöschen gebracht werden.

Die meisten Schadensereignisse treten erfahrungsgemäß nach Ende der Heizperiode auf, weil dann geringere Spänefüllmengen im Silo sind und dadurch auch eine Druckentkopplung aus Materialüberdeckung fehlt.

Herrscht im Silo Unterdruck, können sich die heißen Verbrennungsgase aus der Feuerung – insbesondere bei Ausfall des Abgasventilators der Feuerung – bis ins Silo ausbreiten und das Spänematerial auf dem Weg zwischen Feuerung und Silo, aber auch im Silo selbst entzünden. In diesem Fall besteht die Gefahr von Rückbränden oder Schwelgasansammlungen im Silo, die unter Umständen Explosionsgefahren hervorrufen können.

Überdruck im Silo entsteht insbesondere bei Absaug- oder Förderanlagen mit rohluftseitiger Ventilatoranordnung und unzureichender Filterfläche oder mangelnder Wirkung der Filterabreinigung. Ist in solchen Fällen wegen nichtvorhandener, oder undichter Zellenradschleusen die drucktechnische Entkoppelung zwischen Silo und Absauganlage aufgehoben, kann sich der Überdruck bis in die Brennkammer fortpflanzen.

Unterdruck im Silo entsteht, wie Erfahrungen aus Schadensfällen zeigen, insbesondere bei Absauganlagen mit reinluftseitiger Ventilatoranordnung, bei denen das abgeschiedene Spänegut aus dem Zwischenfilter mit einem Transportventilator über eine Ringleitung ins Spänesilo gefördert wird. Bei undichten Zellenrad-schleusen kann sich der Unterdruck aus der Zwischenfilteranlage bis ins Silo ausbreiten und ohne Schutzeinrichtungen sogar bis in den Heizkessel gelangen.

Dieses wird grundsätzlich vermieden, wenn die Anlage wie im Beispiel 1 auf Seite 22 ausgeführt ist.

Um Rückbrände in das Silo und in der Folge Explosionen zu vermeiden, sind folgende technische Maßnahmen erforderlich:

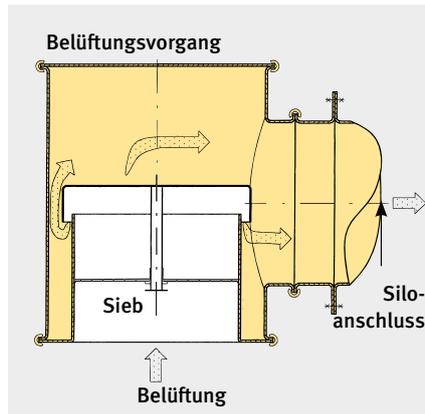
Vor der Feuerung: Branderkennungs- und Löscheinrichtung im Stokerkanal (sog. Wasservorlage) als Sicherung gegen Rückbrand; über einen Temperaturfühler wird eine stärkere Erwärmung (i.d.R. 70°C) des geförderten Spänematerials erkannt und anschließend Wasser in den Stokerkanal eingeleitet.

Funkenflug von der Feuerung in das Silo kann vermieden werden z.B. durch eine Brennmateriaperrschicht in der Beschickungseinrichtung, deren Höhe überwacht wird. Oberhalb der Sperrschicht sollte eine zusätzliche Branderkennungseinrichtung (z.B. Temperaturwächter) vorgesehen werden.



Einbau einer Wasservorlage

Am Silo: Einbau von Zwangs-Belüftungseinrichtungen (z.B. Ventilen) im Bereich oberhalb des maximalen Füllstandes zur Gewährleistung des Druckausgleiches im Siloinneren.



Einbau von Belüftungseinrichtungen (z.B. Ventilen) im Bereich oberhalb des maximalen Füllstandes

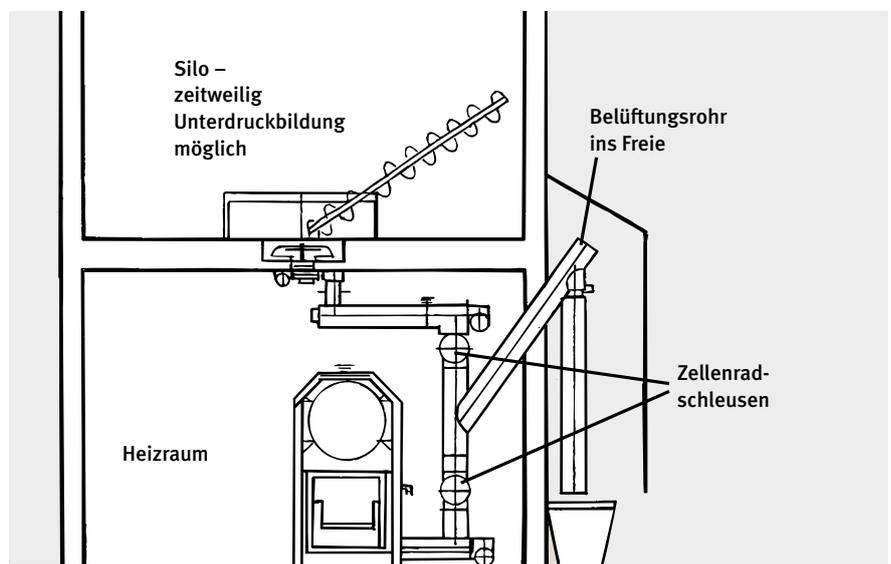


Alternativ zur Maßnahme am Silo:

• **Förderweg zwischen Silo und Feuerung:**

Einbau von zwei Vollmetall-Zellenrad-schleusen zwischen Siloaustrag und Kesselbeschickung mit dazwischen liegendem Belüftungsrohr ins Freie. Hierbei handelt es sich um eine Sonderlösung, die insbesondere zum nachträglichen Einbau vorgesehen werden kann.

Sogenannte Rückbrandklappen reagieren beim Schließvorgang relativ träge und gewährleisten damit keinen dauerhaften Abschluss gegen einen eventuellen Rückbrand.



Einbau von zwei Zellenrad-schleusen zwischen Siloaustrag und Kesselbeschickung mit dazwischen liegendem Belüftungsrohr

Feuerlöscheinrichtungen an Filteranlagen und in Silos

In Silos und Filteranlagen besteht die Gefahr von Bränden durch Funken, glimmende Teilchen oder Glimmester, die über mechanische oder pneumatische Fördereinrichtungen eingetragen werden können.

Geschlossene Silos und alle Filteranlagen dürfen zur Brandbekämpfung weder geöffnet noch darf mit einem Wasser- oder Löschpulverstrahl vorgegangen werden, weil durch Lufteintritt und Aufwirbelungen ein explosionsfähiges Holzstaub-Luft-Gemisch entstehen und durch den Brand gezündet werden kann.

Daher sind in geschlossenen Silos und allen Filteranlagen Feuerlöschanlagen (z. B. Sprühwasser-, Inertgas-, Schaum-, Wassernebel-Löschanlagen) erforderlich.

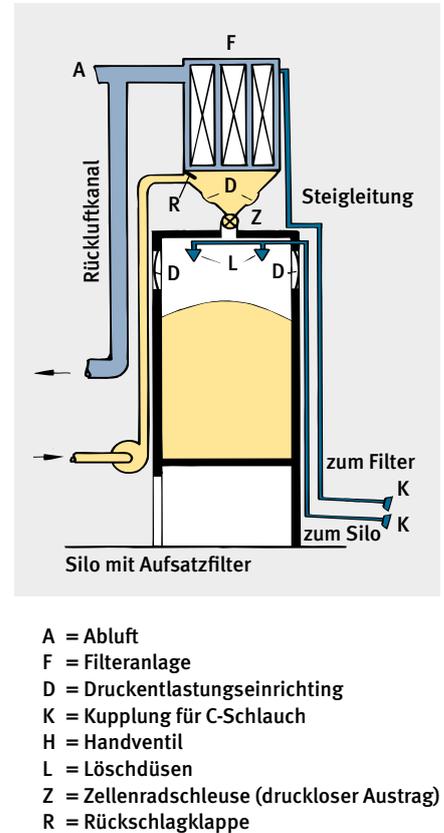
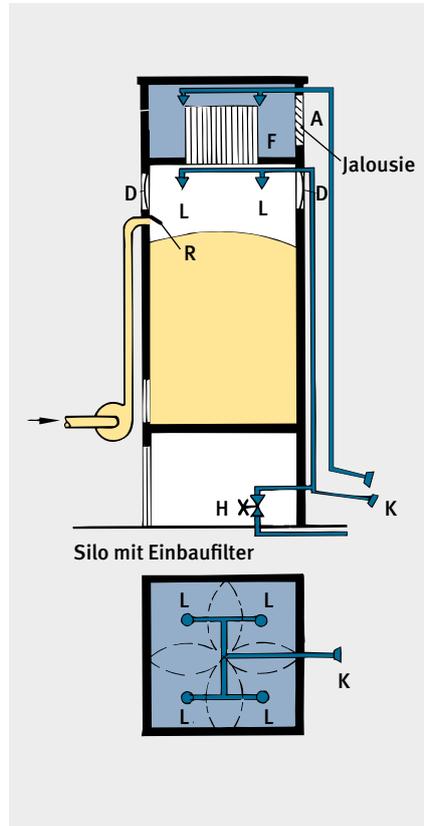
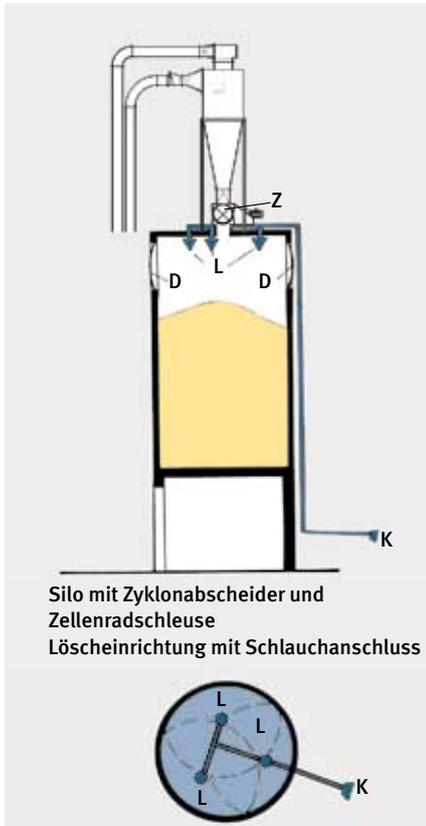
Die richtigen Brandbekämpfungsmaßnahmen sollten mit der Feuerwehr abgestimmt sein.

In Siloaufsatzfiltern sind zusätzlich zum Silo/Spänesammelbereich ortsfeste Löscheinrichtungen notwendig.

Wenn Sammel- oder Lagereinrichtungen im oberen Bereich ständig offen sind und im Brandfall aus sicherer Entfernung vom Boden aus Löschwasser auf das Lagergut von oben aufgegeben werden kann, z. B. bei offenen Silos in Sägewerken, ist der Einbau einer ortsfesten Löscheinrichtung nicht erforderlich.



Löschwasserzubringung zu einem geschlossenen Container mit Druckentlastung



Wirkung, Bauarten

Durch Sprühwasser-Löscheinrichtungen oder Sprühwasser-Löschanlagen wird im Brandfall das Löschwasser durch geeignete Düsen gleichmäßig und in kleinen Tröpfchen über den gesamten Querschnitt des Silos bzw. der Filteranlage verteilt (Quellwirkung beachten!). Dadurch wird auch Schwebstaub im Silo niedergeschlagen, wodurch die Explosionsgefahr erheblich reduziert wird. Filmbildende Zusätze, die dem Löschwasser beigegeben werden, können die Löschwirkung verbessern.

Planung und Errichtung von ortsfesten Sprühwasser-Löschanlagen mit offenen Düsen sind in DIN 14494 geregelt.

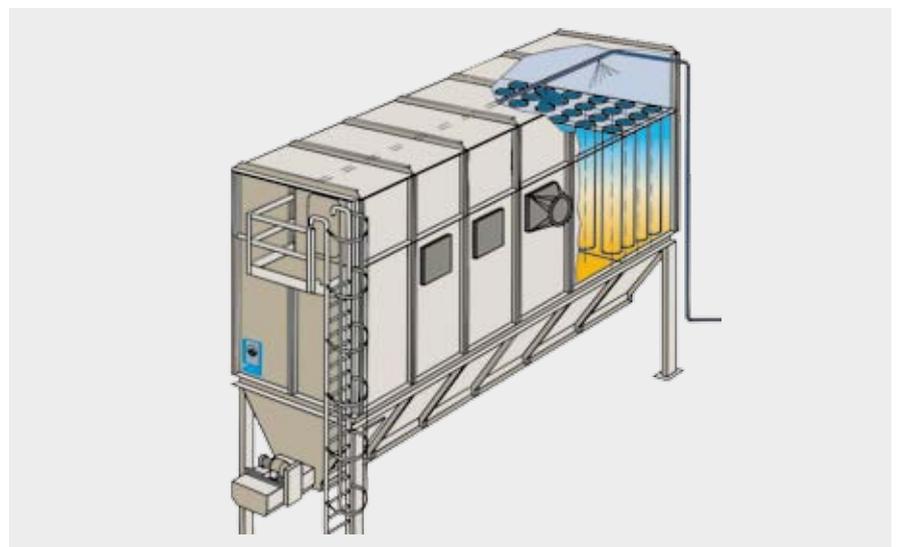
Mögliche Ausführungen sind:

- Sprühwasser-Löscheinrichtungen mit Schlauchanschluss,
 - Sprühwasser-Löschanlagen mit Anschluss an ein Wasserversorgungsnetz mit
- selbsttätiger Auslösung oder

– Handauslösung.

Ein zusätzlicher Schlauchanschluss kann vorgesehen werden.

Selbsttätig auslösende Sprühwasser-Löschanlagen müssen auch von Hand auslösbar sein.



Löschleitungsnetz

Rohrleitungen sollten aus feuerverzinktem Stahl bestehen.

Wegen der Gefahr von Frostschäden müssen die Rohrleitungen trocken bleiben oder entwässert werden können. Das bedeutet:

- Verlegung mit Gefälle und
- Anbringung eines Entleerungsventils am Tiefpunkt.

Erfolgt die Löschwasserversorgung über einen C-Anschluss, sollte für die Steigleitung bei Silo- bzw. Filterhöhen bis 20 m mindestens DN 50 verwendet werden. Der Anschluss – die sogenannte Festkupplung – für eine Schlauchleitung sollte zwischen 0,4 m und 0,8 m über dem Boden angebracht und vor Verschmutzung mit einer Kappe (Blindkupplung) geschützt werden. Die Auswahl der Schlauchanschlüsse sollte mit der Feuerwehr abgestimmt werden. Bei neuen Silos bzw. Filteranlagen muss entsprechend DIN EN 12779 der horizontale Abstand des Anschlusses zum Silo bzw. zur Filteranlage mindestens 5 m betragen. Andere Lösungen mit gleichwertigem Sicherheitsniveau sind in Absprache mit der Feuerwehr möglich.

Hauptleitungen (Steigleitungen) mit Schlauchanschluss müssen mit einem sogenannten Steinfänger (Maschenweite maximal 4 mm) ausgerüstet sein.

Die Rohrleitungen des Betriebsnetzes und der Löschanlage müssen so bemessen sein, dass eine Mindest-Löschwasserbeaufschlagung zur Verfügung steht. Diese hängt nach DIN 14494 ab von der Silohöhe:

- Schütthöhe ≤ 3 m: $7,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$
- Schütthöhe $> 3 \text{ m} \leq 5$ m: $10 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$
- Schütthöhe > 5 m: $12,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$

Der Querschnitt der Hauptleitung sollte mindestens so groß sein wie die Summe der Querschnitte aller Verteilerleitungen. Bei Silohöhen über 20 m ist die erforderliche Rohrnennweite in Abhängigkeit von der Silohöhe zu vergrößern.

Die Verteilerleitungen im Silo bzw. der Filteranlage sollten dann mindestens DN 25 haben.

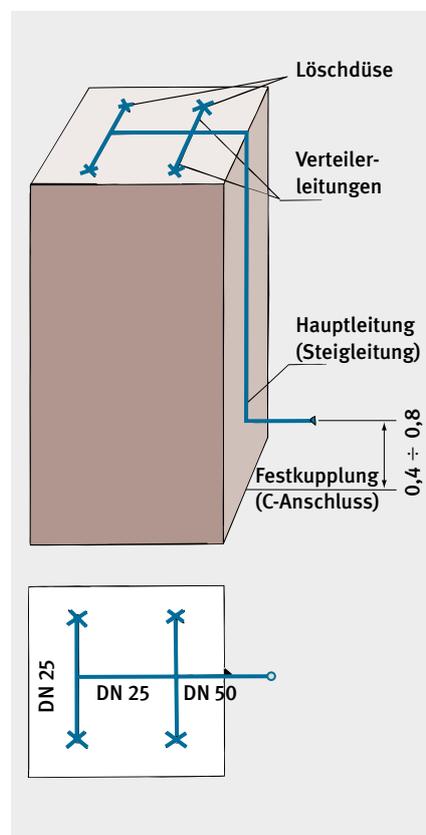
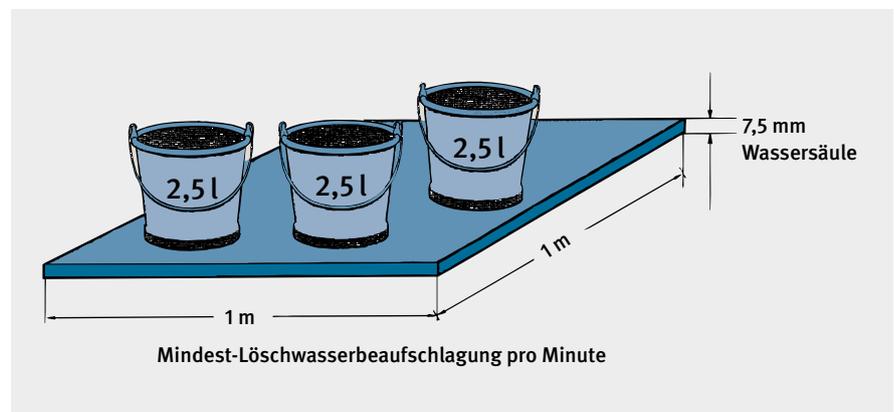


Handauslösung für Löschwasser



Löschwassereinspeisung

Sind Silos bzw. Filteranlagen in Gebäuden aufgestellt, muss der Anschluss für die Schlauchleitung ins Freie geführt werden und gut zugänglich sein. Schläuche bis zum nächsten Hydranten sollten vorgehalten werden.



Löschdüsen

Löschdüsen in Filteranlagen und Silos sind so anzuordnen, dass eine gleichmäßige Wasserbeaufschlagung der Brandstoffe gewährleistet wird und die erforderliche Löschintensität (in $l/m^2 \cdot min$) erreicht wird.

Besonders geeignet sind sogenannte offene Löschdüsen (Sprinklerdüsen ohne Verschlussstück) mit mindestens 8 mm Bohrung und Sprühteller. Sie ergeben eine relativ große Sprühfläche schon in geringem Abstand unter der Löschdüse und sind unempfindlich gegen verschmutztes Löschwasser.

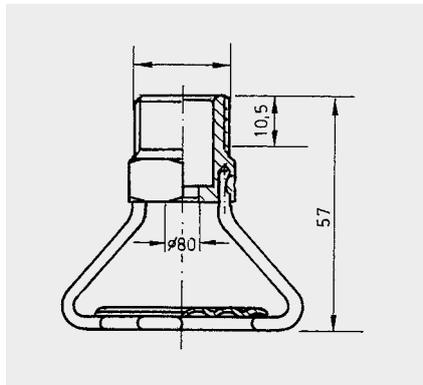
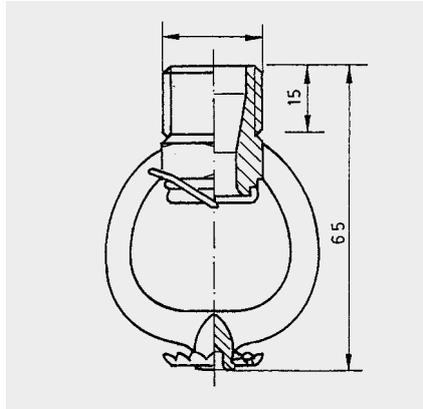
Offene Löschdüsen sollten durch unverlierbare Kappen oder Stopfen vor Staubeintritt geschützt sein. Beim Löschvorgang werden diese vom Wasser weggedrückt.

An Wänden und Decken verlegte Rohrleitungen mit einfachen Bohrungen, sogenannte „Ringdüsen“, sind nicht geeignet.

Offene Löschdüsen sollten hängend angeordnet werden. Eine stehende Anordnung ist nur zulässig, wenn die Löschdüsen vom Hersteller ausdrücklich dafür vorgesehen sind.

Die von einer Löschdüse zu schützende Fläche darf nach DIN 14494 $12m^2$ nicht überschreiten. Die Düsenhersteller lassen teilweise nur geringere Flächen zu.

Der Abstand der Löschdüsen zueinander darf nach DIN 14494 höchstens 4 m, der Abstand zu Wänden und Einbauten höchstens 2 m betragen. Auch hier lassen die Düsenhersteller teilweise nur geringere Werte zu.



Berechnungsbeispiel 1:

Spänesilo ohne Einbauten,
Grundfläche $5\text{ m} \times 5\text{ m} = 25\text{ m}^2$
Schütthöhe $> 5\text{ m}$

Schutzfläche

(= Silogrundfläche) = 25 m^2

Anzahl der Löschdüsen:

Bei mindestens einer Löschdüse pro 12 m^2 Schutzfläche ergeben sich rechnerisch $25:12 = 2,1$ Löschdüsen. Rechnerisch müssen also mindestens 3 Löschdüsen vorgesehen werden. Wegen des kreisförmigen Sprühbildes zum Besprühen der gesamten Schutzfläche bis in die Ecken sind jedoch mindestens 4 Löschdüsen notwendig.

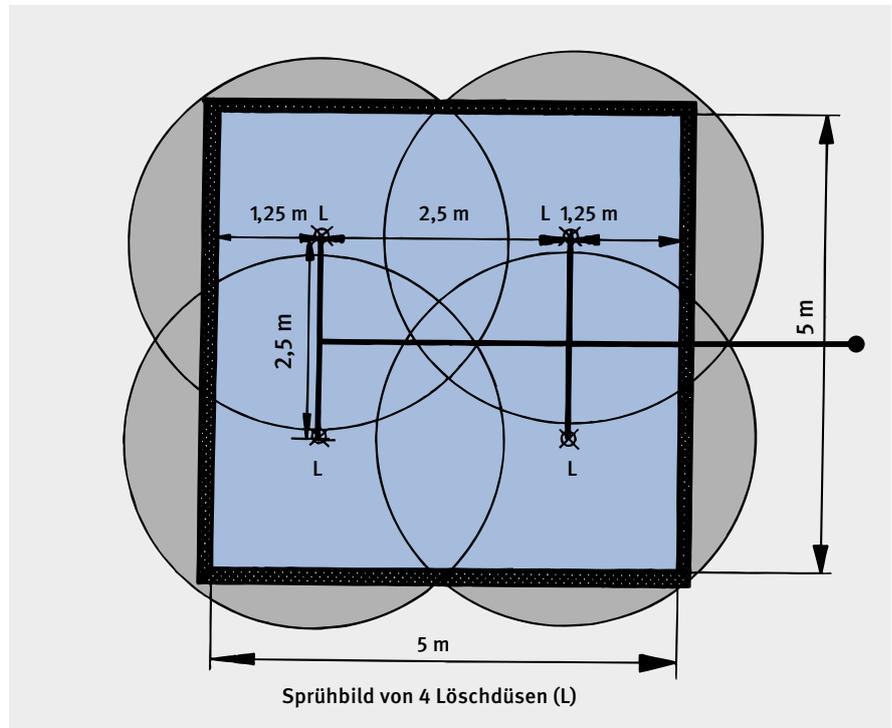
Wasserversorgung

Mindestlöschwasserleistung:

Bei der Schutzfläche von 25 m^2 und der geforderten Löschwasserbeaufschlagung von mindestens $12,5\text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ergibt sich eine Mindestlöschwasserleistung von $25\text{ m}^2 \times 12,5\text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}) = 312,5\text{ l}/\text{min}$.

Düsenwasserleistung:

Der Löschwasserüberdruck an den Löschdüsen muss mindestens $0,5\text{ bar}$ betragen. An den Löschdüsen steht jedoch durch die Wasserversorgung ein Leitungsdruck von 2 bar zur Verfügung. Bei der ausgewählten Löschdüse ergibt sich nach Herstellerangabe bei 2 bar für jede Löschdüse eine Düsenleistung von $80\text{ l}/\text{min}$. Weil 4 Löschdüsen für eine vollständige Besprühung der Schutzfläche notwendig sind, ergibt sich eine gesamte Düsenwasserleistung von $4 \times 80\text{ l}/\text{min} = 320\text{ l}/\text{min}$. Die geforderte Mindestlöschwasserleistung von $312,5\text{ l}/\text{min}$ ist damit eingehalten.



Löschwasservorrat:

Die Mindestlöschzeit beträgt 30 min . Die 4 ausgewählten Löschdüsen mit der Löschwasserleistung von $4 \times 80\text{ l}/\text{min}$ benötigen innerhalb dieser Zeit einen Mindestwasservorrat von $30\text{ min} \times 4 \times 80\text{ l}/\text{min} = 9.600\text{ l}$ Löschwasser.

Rohrleitungsnetz:

- bei Schlauchanschluss: Steigleitung DN 50 mit C-Kupplung
- bei Anschluss an ein Wasserversorgungsnetz: Steigleitung DN 25 mit Handventil und Verteilerleitungen DN 25 an der Decke

Berechnungsbeispiel 2:

Filtergehäuse mit
L = 6 m, B = 2,5 m

Schutzfläche

(= Filtergrundfläche) = 15 m²

Anzahl der Löschdüsen:

Bei mindestens einer Löschdüse pro 12 m² Schutzfläche ergeben sich rechnerisch $15:12 = 1,25$ Löschdüsen. Praktisch müssen also zwei Löschdüsen vorgesehen werden. Diese reichen zum Besprühen der gesamten Schutzfläche aus, wenn sie mit Spritzrichtung nach oben eingebaut werden. Die Löschdüsen müssen vom Hersteller dafür aber ausdrücklich vorgesehen sein.

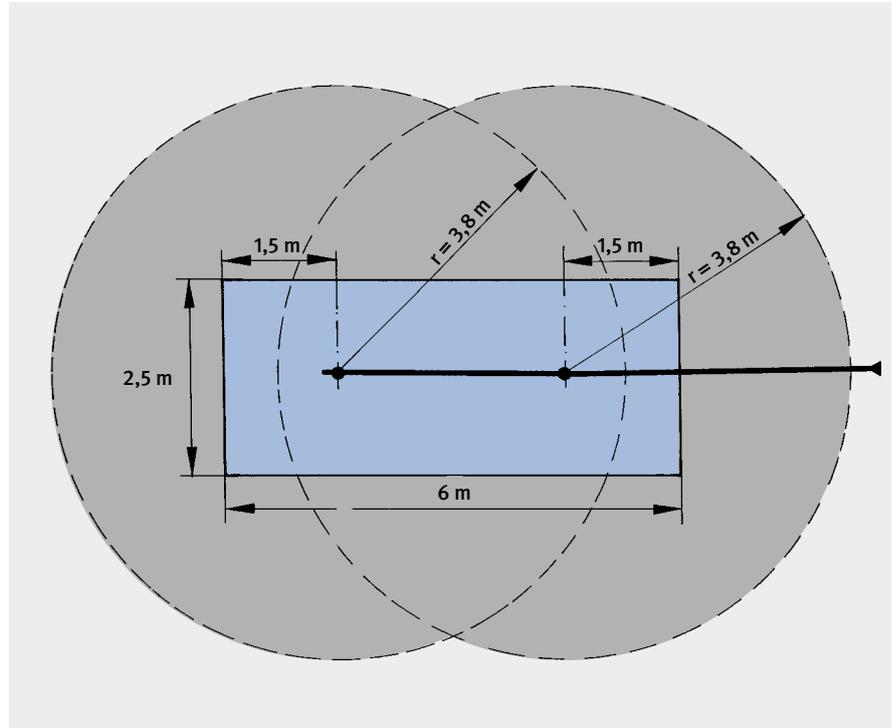
Wasserversorgung

Mindestlöschwasserleistung:

Bei der Schutzfläche von 15 m² und der geforderten Wasserbeaufschlagung von mindestens 7,5 l/(m² · min) ergibt sich eine Mindestlöschwasserleistung von $15 \text{ m}^2 \times 7,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}) = 112,5 \text{ l}/\text{min}$.

Düsenwasserleistung:

Der Löschwasserüberdruck an den Löschdüsen muss mindestens 0,5 bar betragen. An den Löschdüsen steht jedoch durch die Wasserversorgung ein Leitungsdruck von 3 bar zur Verfügung. Bei der ausgewählten Löschdüse ergibt sich nach Herstellerangabe bei 3 bar für jede Löschdüse eine Düsenleistung von 69 l/min. Weil 2 Löschdüsen für eine vollständige Besprühung der Schutzfläche notwendig sind, ergibt sich eine gesamte Düsenwasserleistung von $2 \times 69 \text{ l}/\text{min} = 138 \text{ l}/\text{min}$. Die geforderte Mindestlöschwasserleistung von 112,5 l/min ist damit eingehalten.



Löschwasservorrat:

Die Mindestlöschzeit beträgt 30 min. Die 2 ausgewählten Löschdüsen mit der Mindestlöschwasserleistung von $2 \times 69 \text{ l}/\text{min}$ benötigen innerhalb dieser Zeit einen Mindestwasservorrat von $30 \text{ min} \times 2 \times 69 \text{ l}/\text{min} = 4.140 \text{ l}$ Löschwasser.

Rohrleitungsnetz:

- bei Schlauchanschluss: Steigleitung DN 50 mit C-Kupplung,
- bei Anschluss an ein Wasserversorgungsnetz: Steigleitung DN 25 mit Handventil und Verteilerleitungen DN 25 an der Decke.

Explosionsschutz – Druckentlastungseinrichtungen

Notwendigkeit

In Silos und Filteranlagen für Holzstaub und -späne können Staubexplosionen nicht ausgeschlossen werden.

Da bei einer Holzstaubexplosion Überdrücke bis 9 bar auftreten können und eine Auslegung der Gebäude-, Anlagen- und Bauteilfestigkeiten (typische Festigkeiten siehe Tabelle) auf solche Beanspruchungen in der Praxis kaum möglich ist, müssen Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes getroffen werden. Solche Maßnahmen sind Explosionsdruckentlastung und explosionstechnische Entkoppelung.

Bei Explosionsdruckentlastung müssen die Flammenausbreitung und Druckwirkungen im Außenraum beachtet werden.

Untersuchungen über Brände und Explosionen haben ergeben, dass das Staubexplosionsrisiko in Filteranlagen mit einem Luftvolumenstrom bis zu 6.000 m³/h gering ist (Anhang 1, Nr. 7 [1]). Deshalb kann bei vorhandenen Altanlagen bis höchstens 6.000 m³/h auf die Nachrüstung einer Druckentlastung verzichtet werden, wenn

- die Filterabreinigung nur bei abgeschalteten Ventilatoren erfolgt und
- keine funkenreißenden Maschinen abgesaugt werden (z. B. Mehrblattkreissäge, Hacker) und
- keine Maschinen mit hohem Staubeintrag (z. B. Breitbandschleifmaschinen mit Kalibrierschliff) abgesaugt werden.

Explosionsschutzmaßnahmen sind auch nicht erforderlich bei offenen Lager-einrichtungen (z.B. offene Container mit Planenabdeckung).

Wirkung

Nach erfolgter Zündung eines Holzstaub-Luftgemisches würde der Druck im Behälter (z. B. Silo, Filteranlage) in Sekundenbruchteilen bis zum maximalen Explosionsdruck (p_{max}) ansteigen. Demgegenüber steht die wesentlich geringere Behälterfestigkeit. Die Schutzmethode Explosionsdruckentlastung verhindert durch rechtzeitige Freigabe von Öffnungen (Berstscheiben oder Explosionsklappen) den Anstieg des Druckes über die Behälterfestigkeit hinaus.

Da Bauteile zur Druckentlastung im Explosionsfall zuverlässig mit der notwendigen Geschwindigkeit (geringe Massenträgheit) öffnen müssen, um die Zerstörung des Behälters mit allen daraus resultierenden Folgerisiken (z. B. Trümmerwurf, Flammenstrahlzündung mit nachfolgender weiterer Explosion) zu verhindern, müssen die Bauteile bei Neuanlagen geprüft sein (Baumusterprüfbescheinigung).

Bauteil	Berstdruck
Fensterscheiben	0,02 – 0,07 bar
Türen	0,02 – 0,05 bar
Wandverglasung (Drahtglas)	0,06 – 0,065 bar
freistehende Backsteinwände	0,07 – 0,15 bar
(statisch) unbewehrte Betonwände (20 cm dick) z. B. Betonsilos mit geringer Festigkeit	0,15 – 0,20 bar
Beton-/Stahlbetongebäude z. B. Betonsilos mit höherer Festigkeit	0,50 – 1,50 bar
leichte Metallgerippebauweise z. B. übliche Filteranlagen	0,12 – 0,20 bar
schwere Metallgerippebauweise z. B. Filteranlagen in Stahlbauweise	0,30 – 0,40 bar

Typische Berstdrücke von Gebäudeteilen





Müssen Behälter (Filteranlagen), die in geschlossenen Räumen aufgestellt sind, druckentlastet werden, so ist die **Druckentlastung über ein Abblasrohr** in „ungefährliche“ Richtung ins Freie zu führen. Durch den Einbau eines Abblasrohres erhöht sich bei gleicher Druckentlastungsfläche der reduzierte Explosionsüberdruck ($p_{red,max}$) im Behälter. Dies muss bei der Behälterfestigkeit berücksichtigt werden (siehe Abschnitt „Einfluss von Abblasrohren“, Seite 46).

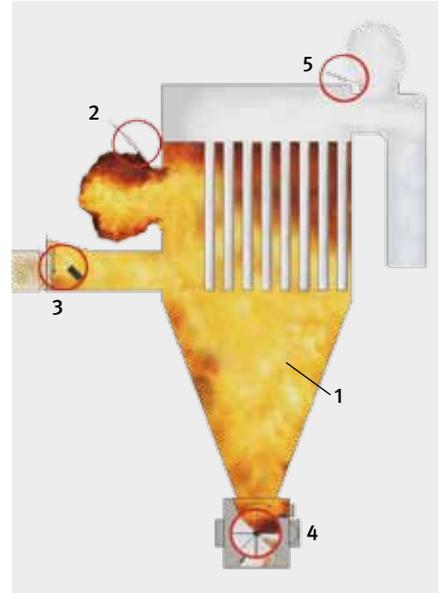
Der nach der Freigabe der Öffnungen bei der Druckentlastung noch verbleibende Überdruck (als maximaler reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red,max}$ bezeichnet; entspricht der Behälterfestigkeit) ist dann wesentlich kleiner als der maximale Explosionsüberdruck p_{max} .

Öffnungen in Decken und Wänden zwischen Filterraum und Silo gelten nicht als wirksame Druckentlastungsflächen.

Die Räume und Behälter (z.B. Filteranlagen, Silos) müssen so dimensioniert sein, dass sie $p_{red,max}$ standhalten. Dies gilt auch für Zugänge wie Türen und Klappen.

Alternativ zur Explosionsdruckentlastung, insbesondere bei Innenaufstellung von Filteranlagen, kommen als Explosionsschutzmaßnahme **Explosionsunterdrückungsanlagen** infrage. Dabei wird über ein Sensorsystem eine anlaufende Explosion an ihrem zeitlichen Druckverlauf erkannt und sehr schnell pulver- oder gasförmiges Löschmittel in den zu schützenden Behälter (Filteranlage) eingeblasen und so die Explosion gestoppt. Allerdings ist für den Einsatz solcher Systeme in der Regel eine höhere Gehäusefestigkeit erforderlich, als diese üblicherweise bei Filteranlagen in der Holzwirtschaft ($p_{red,max} = 200$ mbar) vorhanden ist.

Die Auswirkungen einer Staubexplosion müssen auf den betroffenen Behälter (Filteranlage, Silo) begrenzt und Druck- und/oder Flammenauswirkungen auf benachbarte Anlagenteile verhindert werden (siehe Skizze).



Druckentlastung einer Explosion in einer Filteranlage und Entkoppelung gegen benachbarte Anlagenteile

1. Druckstoßfestigkeit Gehäuse
2. Druckentlastungseinrichtung
3. Rückschlagklappe
4. Zellenradschleuse
5. Umlenkung mit Druckentlastung

Lage der Druckentlastungsöffnungen

Durch die Entlastungsvorgänge dürfen Personen nicht gefährdet und sicherheitstechnisch bedeutsame Anlagenteile nicht beeinträchtigt werden.

Die Druckentlastungsöffnungen dürfen deshalb weder in andere Räume oder auf benachbarte gefährdete Gebäude (z. B. Gebäude mit gegenüberliegenden Fenstern, Dachöffnungen) noch direkt auf Verkehrs- und Rettungswege gerichtet sein.

In der Umgebung von Abblasöffnungen dürfen keine brennbaren Materialien (z.B. Dachabdeckungen, Holzstapel) vorhanden sein.

In Silos müssen die Öffnungen für die Druckentlastungseinrichtungen im oberen Teil der Wände oder in der Decke angeordnet werden. Die Druckentlastungseinrichtungen dürfen nicht mit Füllgut zugeschüttet werden können.



Bei Filteranlagen müssen die Druckentlastungseinrichtungen im Rohluftbereich angeordnet werden.

In der Vergangenheit wurden insbesondere bei Filteranlagen mit Abreinigung über Rüttelung häufig reinluftseitige Druckentlastungen eingebaut. Hierbei treten im Explosionsfall im Filtergehäuse grundsätzlich höhere Drücke auf mit der möglichen Folge einer Flammenausbreitung in den Bereich des Rückluftkanals.

Untersuchungen von Explosionsereignissen haben gezeigt, dass beim Einbau von 1 oder 2 Umlenkungen um 90° mit Druckentlastung an den Umlenkungspunkten des Rückluftkanals die Flammen an diesen Stellen gezielt abgeleitet werden konnten.

Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Dimensionierung dieser Druckentlastungseinrichtungen und des geschilderten Aufbaues des Rückluftkanals bestehen gegen den Weiterbetrieb solcher Anlagen keine grundsätzlichen Bedenken.

Bei Anordnung von Druckentlastungsöffnungen im Dach oder in der Decke müssen Witterungseinflüsse, z. B. Schneelasten, berücksichtigt werden.

Im Rahmen einer freiwilligen Baumusterprüfung nach EG Maschinenrichtlinie von Filteranlagen werden u.a. sowohl die Wirkung der Druckentlastungseinrichtungen als auch die gefährlichen Auswirkungen der Explosion im Außenbereich der Filteranlage (Druckwelle, Flammenlänge) bewertet. Solche Filteranlagen erhalten ein GS-Prüfzeichen.

Flammenlose Druckentlastung

Der gefährliche Flammenaustritt aus explosionsdruckentlasteten Behältern kann durch geprüfte, flammenlose Druckentlastungseinrichtungen (Bandsicherung, Quenchvorrichtung mit Staubrückhaltung) sicher unterbunden werden.



Die nach Öffnung der integrierten Berstscheibe austretenden Flammen werden über eine mehrlagige Edelstahl-Flammenfalle absorbiert (Kühleffekt).



Bemessung der Druckentlastungsflächen an Behältern (wie Silos und Filteranlagen)

Die Größe der Druckentlastungsfläche ist nach DIN EN 14491, „Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen“, zu bestimmen. Sie ist abhängig von:

- Behälter-/Siloleervolumen V in m^3 .
Für das Volumen V ist bei Silos ohne Einbauten das Leervolumen zugrunde zu legen. Sind Einbauten vorhanden, kann deren Volumen vom Siloleervolumen abgezogen werden. Bei Filteranlagen ist das Rohluftvolumen anzusetzen.
- Verhältnis Höhe/Durchmesser des Behälters/Silos L/D_E .
- statischer Ansprechüberdruck der Druckentlastungseinrichtung p_{stat} in bar.

Der statische Ansprechüberdruck p_{stat} der Druckentlastungseinrichtung muss vom Hersteller angegeben werden. Er muss kleiner als der maximale reduzierte Explosionsüberdruck $p_{red,max}$ sein ($p_{stat} < p_{red,max}$).

- maximaler reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red,max}$ in bar (entspricht dem zulässigen Innenüberdruck des Behälters).
Der maximale reduzierte Explosionsüberdruck $p_{red,max}$ (= zulässiger Innenüberdruck) ist vom Errichter des Behälters nachzuweisen (VDI 2263, Blatt 3).
- maximaler Explosionsüberdruck p_{max} in bar.
Bei Holzstäuben ist mit einem maximalen Explosionsüberdruck von $p_{max} = 9$ bar zu rechnen.
- Maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit des gelagerten Staub-Späne-Gemisches K_{St} in $bar \cdot m/s$
Bei Holzstäuben ist mit $K_{St} = 200$ $bar \cdot m/s$ zu rechnen. Von Auslegungen mit niedrigeren K_{St} -Werten wird abgeraten (siehe Seite 4)
- Beschickungsverfahren bei Silos

Der $p_{red,max}$ des Silos oder der Filteranlage muss mit den Einrichtungen zur explosionstechnischen Entkopplung abgestimmt sein. Er bezieht sich auf das schwächste Bauteil der Anlage.

Die ermittelte Gesamt-Druckentlastungsfläche kann in mehrere Einzel-Druckentlastungsflächen aufgeteilt werden.

Vorhandene Silos mit unterdimensionierten Druckentlastungsflächen können weiterbetrieben werden, wenn die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von wirksamen Zündfunken mit explosionsfähigem Staub-Luftgemisch gering ist. Risikomindernd wirken sich folgende technische Maßnahmen aus:

- Filterabreinigung wird bei Siloeinbau- bzw. Siloaufsatzfiltern ohne explosionstechnische Entkopplung nur bei ausgeschalteter Absaugung durchgeführt
- Das Silo wird über eine Zwischenfilteranlage beschickt
- Es findet kein Absaugen funkenreißender Maschinen statt (z. B. Mehrblattkreissägen, Hacker)
- Es sind keine Maschinen mit hohem Staubeintrag angeschlossen (z. B. Breitbandschleifmaschinen mit Kalibrierschliff)
- Es ist eine Funkenlöschanlage vorhanden
- Es wird ein „besonderes“ Beschickungsverfahren gewählt (siehe Abschnitt „Silos mit besonderen Beschickungsverfahren“)

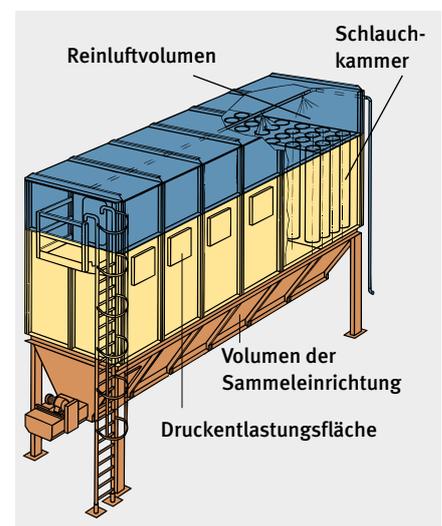
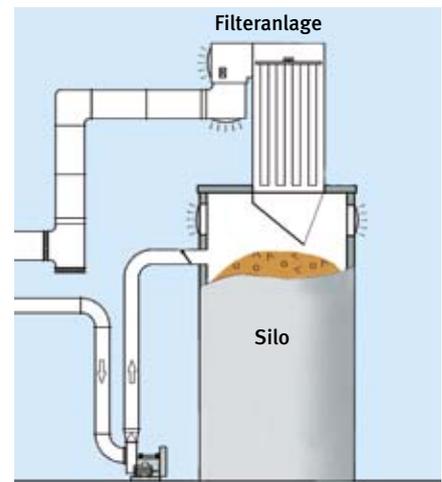
Beispiel 1:
Bemessung der Druckentlastungsflächen an Silos mit begrenzter Wandfestigkeit und Filteranlagen

- maximaler reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red,max} = 0,2 \text{ bar}$

In der folgenden Tabelle ist die erforderliche Gesamt-Druckentlastungsfläche A_{ges} in Abhängigkeit vom Behälterleervolumen V und vom Verhältnis L/D_E (Behälterschlankeheit) für folgende Werte angegeben (die Staubkennzahlen entsprechen üblichen Holzstäuben):

- maximaler Explosionsüberdruck $p_{max} = 9 \text{ bar}$
- Maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit $K_{St} = 200 \text{ bar m/s}$
- statischer Ansprechüberdruck der Berstscheibe $p_{stat} = 0,1 \text{ bar}$
- Entlastungsfähigkeit $E_f = 1$ (z. B. Berstscheibe)

V in m ³	A _{ges} in m ² bei L/D _E = 1	A _{ges} in m ² bei L/D _E = 1,5	A _{ges} in m ² bei L/D _E = 2	A _{ges} in m ² bei L/D _E = 3	A _{ges} in m ² bei L/D _E = 4
5	0,49	0,82	1,05	1,38	1,61
10	0,83	1,38	1,77	2,33	2,72
20	1,40	2,33	2,99	3,92	4,58
30	1,90	3,16	4,06	5,32	6,21
40	2,36	3,93	5,04	6,60	7,72
50	2,79	4,65	5,96	7,81	9,13
60	3,20	5,33	6,84	8,96	10,47
70	3,60	5,99	7,68	10,07	11,76
80	3,98	6,62	8,49	11,13	13,00
90	4,35	7,23	9,28	12,16	14,21
100	4,71	7,83	10,04	13,17	15,38
200	7,93	13,19	16,93	22,19	25,92
300	10,76	17,91	22,97	30,11	35,18
400	13,37	22,24	28,53	37,40	43,69
500	15,81	26,31	33,75	44,24	51,68
600	18,14	30,18	38,71	50,75	59,29
700	20,37	33,89	43,48	57,00	66,59
800	22,53	37,48	48,08	63,02	73,63
900	24,62	40,95	52,54	68,87	80,46
1000	26,65	44,33	56,88	74,56	87,10



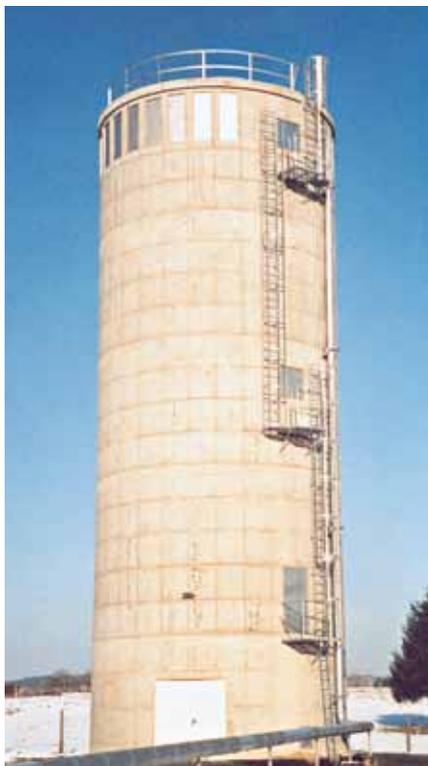
Beispiel 2:

Bemessung der Druckentlastungsflächen an Silos mit höherer Wandfestigkeit, z.B. Betonsilos

- maximaler reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red,max} = 0,5 \text{ bar}$

In der folgenden Tabelle ist die erforderliche Gesamt-Druckentlastungsfläche A_{ges} in Abhängigkeit vom Behälterleervolumen V und vom Verhältnis L/D_E (Behälterschlankeheit) für folgende Werte angegeben (die Staubkennzahlen entsprechen üblichen Holzstäuben):

- maximaler Explosionsüberdruck $p_{max} = 9 \text{ bar}$
- Maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit $K_{St} = 200 \text{ bar m/s}$
- statischer Ansprechüberdruck der Berstscheibe $p_{stat} = 0,1 \text{ bar}$
- Entlastungsfähigkeit $E_f=1$ (z. B. Berstscheibe)



V in m ³	Ages in m ² bei L/D _E = 1	Ages in m ² bei L/D _E = 1,5	Ages in m ² bei L/D _E = 2	Ages in m ² bei L/D _E = 3	Ages in m ² bei L/D _E = 4
5	0,29	0,40	0,47	0,58	0,65
10	0,49	0,67	0,80	0,98	1,10
20	0,83	1,13	1,35	1,65	1,86
30	1,13	1,54	1,83	2,23	2,52
40	1,40	1,91	2,27	2,78	3,14
50	1,66	2,26	2,68	3,28	3,71
60	1,90	2,59	3,08	3,77	4,25
70	2,14	2,91	3,46	4,23	4,78
80	2,36	3,22	3,82	4,68	5,28
90	2,58	3,52	4,18	5,11	5,77
100	2,79	3,81	4,52	5,53	6,25
200	4,71	6,41	7,62	9,32	10,53
300	6,39	8,70	10,34	12,65	14,29
400	7,94	10,81	12,84	15,72	17,75
500	9,39	12,79	15,19	18,59	21,00
600	10,77	14,67	17,43	21,33	24,09
700	12,10	16,47	19,58	23,95	27,06
800	13,38	18,21	21,65	26,48	29,92
900	14,62	19,90	23,65	28,94	32,69
1000	15,82	21,55	25,61	31,33	35,39

Auch die in den Siloinnenraum (Spänelageraum) führenden Zugänge müssen in diesem Fall $p_{red,max} = 0,5 \text{ bar}$ standhalten.

Dies ist im Allgemeinen nur mit konstruktiven Verstärkungen (z.B. Riegeln, die mit dem Baukörper verschraubt sind) im Bereich dieser Zugänge zu erreichen.

Silos mit besonderen Beschickungsverfahren

Die DIN EN 14491 gibt Berechnungsgleichungen zur Auslegung der Druckentlastung von Behältern an. Diese Gleichungen basieren auf der Annahme, dass das Volumen des zu entlastenden Behälters vollständig mit einer sich im turbulenten Zustand befindlichen Staubwolke homogener Konzentration gefüllt ist. Im Falle mäßiger oder geringer Turbulenzen sowie unter Bedingungen, bei denen ein inhomogenes Brennstoff-Luft-Gemisch oder eine geringe Staubkonzentration vorausgesetzt werden können, erlaubt die Norm alternative Berechnungen, die im Ergebnis zu geringeren Druckentlastungsflächen führen.

Bei folgenden Beschickungsverfahren können geringere Druckentlastungsflächen ausreichend sein (Berechnung mit anderen Formeln):

Pneumatische Förderung mit axialem Eintritt der Späne in Silos, z.B. Silos mit Direkteinleitung über Dach.

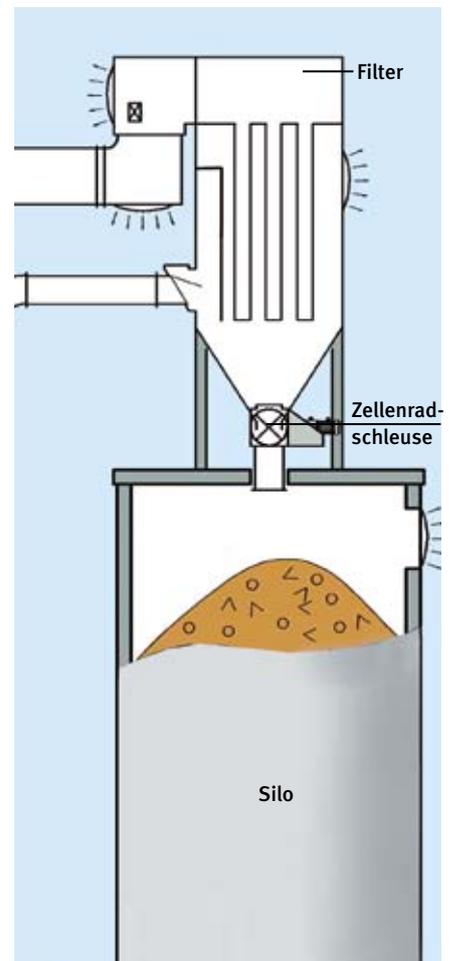
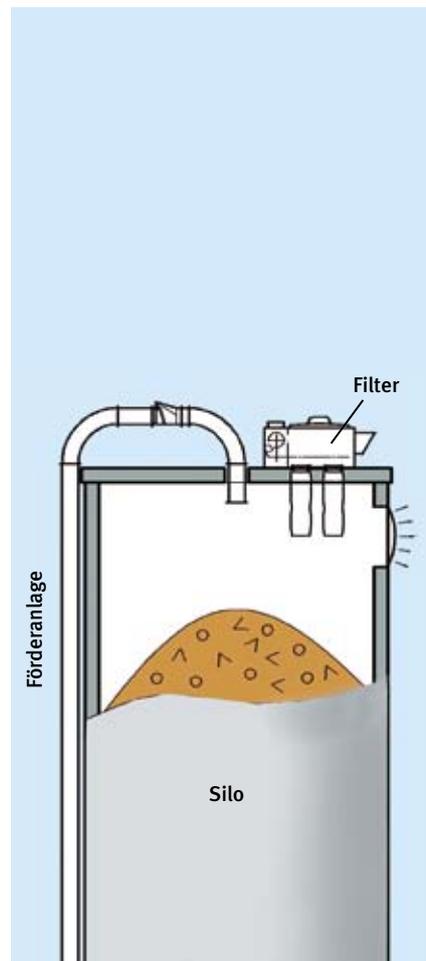
Die in DIN EN 14491 für diesen Fall genannten Berechnungsformeln gelten u. a. nur unter folgenden Bedingungen:

- axialer Eintritt der Späne von oben über ein Förderrohr vom Durchmesser $D \leq 0,3 \text{ m}$.
- Siloleervolumen $5 \text{ m}^3 \leq V \leq 10.000 \text{ m}^3$
- Luftvolumenstrom $V \leq 2.500 \text{ m}^3/\text{h}$
- $p_{\text{stat}} \leq 0,1 \text{ bar}$

Befüllung im freien Fall, z. B. über eine Zellenrad-schleuse.

Die in DIN EN 14491 für diesen Fall genannten Berechnungsformeln gelten u. a. nur unter folgenden Bedingungen:

- axialer Eintritt der Späne von oben über ein Förderrohr vom Durchmesser $D \leq 0,3 \text{ m}$.
- Siloleervolumen $5 \text{ m}^3 \leq V \leq 10.000 \text{ m}^3$
- Förderrate $\leq 8.000 \text{ kg/h}$
- $p_{\text{stat}} \leq 0,1 \text{ bar}$



Einfluss von Abblasrohren

Soll einer Druckentlastungseinrichtung ein Abblasrohr nachgesetzt werden (z. B. bei Druckentlastung von Filteranlagen, die nicht an der Innenseite einer Gebäudeaußenwand aufgestellt werden können), muss mit steigender Abblasrohrlänge die Druckstoßfestigkeit $p_{\text{red,max}}$ der Filteranlage erhöht werden.

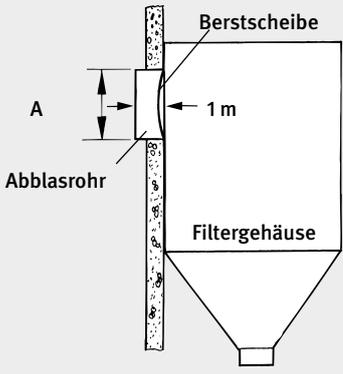
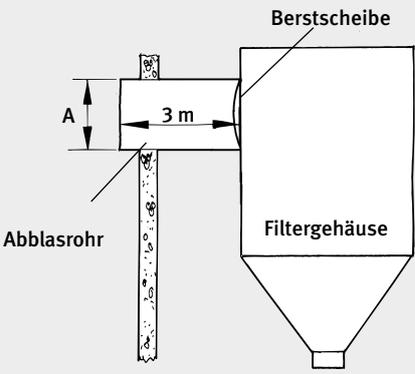
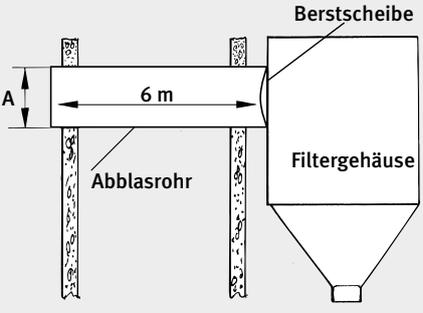
Berechnungsmethode siehe DIN EN 14491.

Der Winkel des Abblasrohres zur Achse der Druckentlastungsöffnung darf 20° nicht überschreiten.

Übliche Filteranlagen in der Holzverarbeitung haben $p_{\text{red,max}}$ 0,12 bis 0,2 bar.

Deshalb sind bei Installation von Abblasrohren erheblich verstärkte Ausführungen der Filtergehäuse notwendig.

Beispiel für $V = 20 \text{ m}^3$, $p_{\text{stat}} = 0,1 \text{ bar}$, $L/D_E = 2$, $p_{\text{red,max}} = 0,15 \text{ bar}$

	Druckerhöhung bei gleichbleibender Druckentlastungsfläche
	$p(1\text{m}) = 1,75 \cdot p_{\text{red,max}} = 0,26 \text{ bar}$
	$p(3\text{m}) = 3,25 \cdot p_{\text{red,max}} = 0,49 \text{ bar}$
	$p(6\text{m}) = 5,5 \cdot p_{\text{red,max}} = 0,83 \text{ bar}$

Abschätzung der Flammen- und Druckausbreitung im Außenbereich

Beim Entlastungsvorgang treten im Außenbereich Flammenausbreitung und Druckwirkungen auf. Ursache hierfür ist der Ausschub von unverbranntem Produkt mit anschließender Entzündung des im Außenbereich entstehenden Staub-Luft-Gemisches durch den aus der Entlastungsöffnung austretenden Flammenstrahl. Der Flammenstrahl im Außenbereich kann bei Silos eine Länge bis etwa 60 m erreichen.

Die maximale Reichweite L_f und die Flammenbreite W_f der aus einem Behälter in den Außenbereich austretenden Flammen und der maximale Überdruck p_{ext} im Außenbereich sowie der Abstand des maximalen äußeren Überdruckes von der Entlastungseinrichtung lassen sich nach den empirischen Gleichungen aus DIN EN 14491 „Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen“ ermitteln.

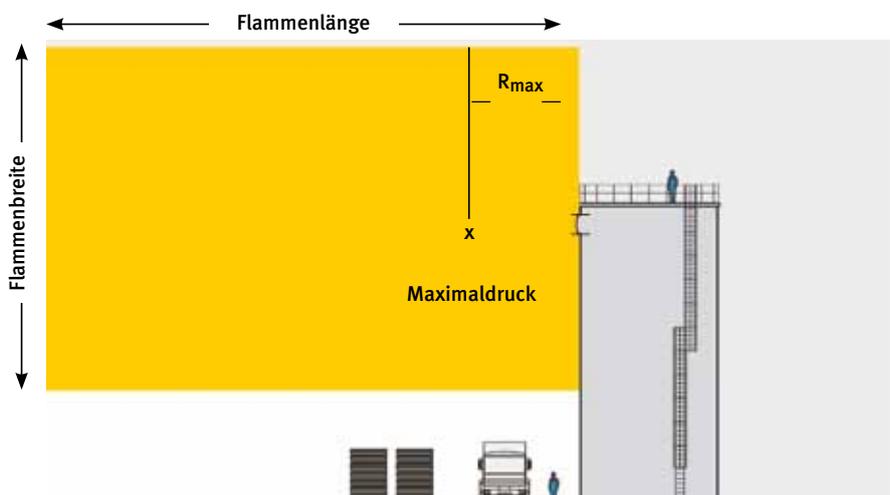
In der Tabelle sind die Werte für die Flammen- und Druckausbreitung für Behälter (Silos, Filteranlagen) mit unterschiedlichen Volumina und $L/D < 2$ dargestellt. Dabei ist die Flammenausbreitung bei vertikal angebrachten Druckentlastungseinrichtungen geringer als bei horizontal angebrachten.

Bei praktisch ausgeführten Anlagen können sich geringere Flammenreichweiten ergeben:

- im Fall von Silos aufgrund der Art der Beschickung (siehe Seite 45)
- im Fall von Filteranlagen aufgrund der eingebauten Filterschläuche und der Art der Druckentlastung

Angaben zu Flammenreichweiten müssen vom Hersteller angegeben werden (Stichwort: Restrisiko).

V m ³	Flammenausbreitung (m)			Druckausbreitung für $p_{red,max} = 0,5 \text{ bar}$ und $L/D < 2$	
	Druckentlastung horizontal	Druckentlastung vertikal	Flammenbreite	Maximaldruck (bar)	Abstand zur Entlastungseinrichtung R_{max} (m)
5	17	14	5	0,13	4,3
10	22	17	6	0,16	5,4
20	27	22	8	0,19	6,8
30	31	25	9	0,21	7,8
40	34	27	10	0,23	8,5
50	37	29	10	0,24	9,2
60	39	31	11	0,25	9,8
70	41	33	12	0,26	10,3
80	43	34	12	0,27	10,8
90	45	36	13	0,28	11,2
100	46	37	13	0,29	11,6
200	58	47	16	0,34	14,6
300	60	54	19	0,38	15,0
400	60	59	21	0,41	15,0
500	60	60	22	0,44	15,0
600	60	60	24	0,46	15,0
700	60	60	25	0,47	15,0
800	60	60	26	0,49	15,0
900	60	60	27	0,51	15,0
1000	60	60	28	0,52	15,0



Flammenreduzierte Druckentlastungseinrichtung

Lässt es sich aufgrund örtlicher Gegebenheiten nicht vermeiden, dass im Explosionsfall Flammen und/oder Druckauswirkungen die Sicherheit von Verkehrswegen, benachbarten Gebäuden usw. beeinträchtigen, können Systeme Verwendung finden, welche Flammen und Hitze bei der Druckentlastung reduzieren. Solche Systeme bestehen aus mehrlagigen Edelstahl-Flammenabsorbern mit staubreduzierender Wirkung (siehe nachfolgende Beispiele). Sie können häufig auch problemlos nachgerüstet werden.



Explosionsdruckentlastung eines Spänesilos in der Spanplattenherstellung mit Q-Box



Explosionsdruckentlastung eines Silos mit Q-Box

Elektrische Ausrüstung

Im Inneren von Silos oder Filterkammern sollten elektrische Einrichtungen vermieden werden.

Im Inneren von Silos und im Rohluftbereich von Filteranlagen liegt in der Regel Zone 20 (bei kontinuierlicher Abreinigung) bzw. Zone 21 (bei diskontinuierlicher Abreinigung) vor. Elektrische Betriebsmittel, die in einem Anlagenbereich mit explosionsfähiger Atmosphäre eingebaut sind, müssen deshalb der Gruppe II, Gerätekategorie 1D bzw. 2D nach der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutzverordnung (11. GPSGV) entsprechen (siehe auch Folgeseite).

Falls keine Zone vorliegt (z. B. im Heizraum unterhalb der Austragung, im Reinluftbereich von Filteranlagen oder in Filteraufstellräumen), sollten elektrische Geräte mindestens Schutzart IP54 (staub- und spritzwassergeschützt) eingesetzt werden.

Elektrische Leuchten in Schutzart IP 54 müssen **außerdem** mit der Kennzeichnung für die zulässige Oberflächentemperatur versehen sein.



An Stellen, an denen mit Staubablagerungen zu rechnen ist, darf die Oberflächentemperatur 135°C nicht überschreiten (entsprechend Temperaturklasse mindestens T4). Dies ist insbesondere an Motorgehäusen zu beachten.

Freistehende Silos, im Freien aufgestellte Filteranlagen sowie Gebäude, in denen Lagerräume oder Filteranlagen eingebaut sind, müssen mit einer Blitzschutzanlage nach DIN EN 62305 „Blitzschutzanlage“ ausgerüstet sein, wenn sie blitzschlaggefährdet sind. Zur Risikoorientierung siehe VdS 2010. Dann müssen auch alle anderen metallischen Anlageteile wie Treppen, Steigleitern, Geländer elektrisch leitend verbunden und geerdet werden. Näheres entscheidet die für die Baugenehmigung zuständige Behörde.

Gesetzliche Mindestanforderungen und Kennzeichnungen an elektrische/n und nicht elektrische/n Geräte/n und Komponenten nach Rechtsvorschriften

Altes Recht	Explosionsgefährdeter Bereich Zone 11	Explosionsgefährdeter Bereich Zone 10
Elektrische Betriebsmittel für staubexplosionsgefährdete Räume und Bereiche, die bis zum 30.06.2003 in Verkehr gebracht werden durften	Anforderungen nach der <ul style="list-style-type: none"> • Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 01.07.1980 in Verbindung mit • VDE 0165 Abschnitt 7.1 (Febr. 1991) Elektrische Betriebsmittel, für die der Hersteller erklärt, dass sie für Zone 11 geeignet sind. Die gesamte elektrische Ausrüstung muss mindestens in Schutzart IP54 ausgeführt sein.	Anforderungen nach der <ul style="list-style-type: none"> • Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 01.07.1980 in Verbindung mit • VDE 0165 Abschnitt 7.2 (Febr. 1991) Elektrische Betriebsmittel, <ul style="list-style-type: none"> • für die eine Baumusterbescheinigung vorliegt und • auf denen das Zeichen Ex angebracht ist. Die gesamte elektrische Ausrüstung muss mindestens in Schutzart IP54 ausgeführt sein.

Neues Recht	Explosionsgefährdeter Bereich Zone 22	Explosionsgefährdeter Bereich Zone 21	Explosionsgefährdeter Bereich Zone 20
Elektrische Geräte und Komponenten für staubexplosionsgefährdete Räume und Bereiche, die ab dem 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden (bereits seit 01.03.1996 zulässig)	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 3 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 3 D Ex	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 2 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 2 D Ex	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 1 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 1 D Ex
Nichtelektrische Geräte und Komponenten für staubexplosionsgefährdete Räume und Bereiche, die ab dem 1.7.2003 in Verkehr gebracht wurden (bereits seit 01.03.1996 zulässig)	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 3 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 3 D	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 2 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 2 D	Geräte und Komponenten der Gerätegruppe II und der Gerätekategorie 1 D nach der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) bzw. Explosionsschutz-Verordnung (11.GPSGV). Mitgeliefert werden müssen: <ul style="list-style-type: none"> • EG-Konformitätserklärung • Betriebsanleitung Mindestkennzeichnung*:  II 1 D

* Weitere Kennzeichnungen (falls zutreffend): Temperatur-Klasse, Zertifizierungs-Kennzeichnung

Schutz gegen Eindringen von Partikeln und Nässe (IP) nach DIN EN 60529

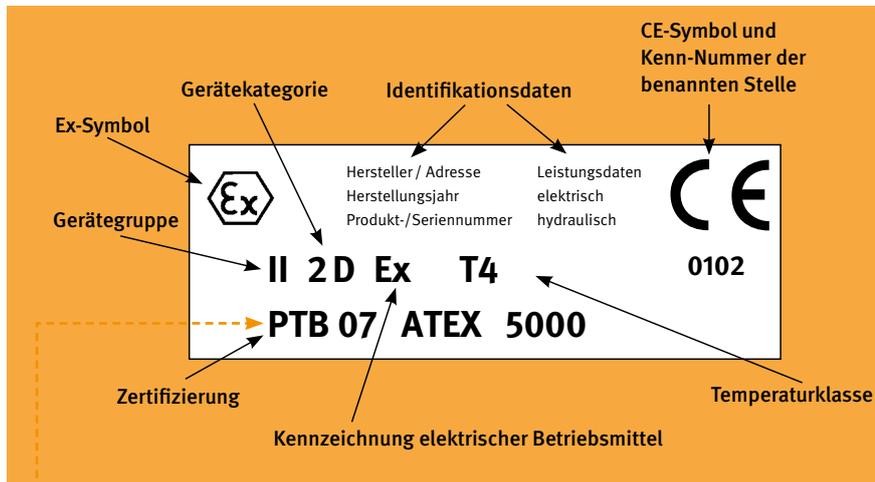
Schutzart		Kennziffer des Schutzgrades	Symbol nach DIN VDE 0713 Teil 1 (angenähert)
Schutz gegen Fremdkörper und Staub	Fremdkörper > 50 mm	IP 1 X	
	Fremdkörper > 12 mm	IP 2 X	
	Fremdkörper > 2,5 mm	IP 3 X	
	Fremdkörper > 1,0 mm	IP 4 X	
	keine Staubablagerung	IP 5 X	
	kein Staubeintritt	IP 6 X	
Schutz gegen Nässe	Tropfwasser senkrecht	IP X 1	
	Tropfwasser schräg	IP X 2	
	Sprühwasser	IP X 3	
	Spritzwasser	IP X 4	
	Strahlwasser	IP X 5	
	starkes Strahlwasser	IP X 6	
	zeitweiliges Untertauchen (wasserdicht)	IP X 7	
	dauerndes Untertauchen (druckwasserdicht) (_ _ m Tauchtiefe)	IP X 8	

Spezifische Kennzeichnung von Geräten und Komponenten für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen nach EG-Richtlinie 94/9/EG

Kennzeichnung	Beschreibung	
“Ex im Hexagon”		Spezielle Explosionsschutzkennzeichnung für Geräte, Schutzsysteme und Komponenten
Gerätegruppe	I	Für den Betrieb in Bergwerken
	II	Für den Betrieb in allen anderen Bereichen
Geräteklasse	1	Für den Einsatz in Zone 0 oder 20
	2	Für den Einsatz in Zone 1 oder 21
	3	Für den Einsatz in Zone 2 oder 22
	G	für explosionsfähige Atmosphären, verursacht durch Gase, Dämpfe oder Nebel (G = Gas)
	D	für explosionsfähige Atmosphären, verursacht durch Staub (D = Dust)

Hinweis:
Geräte der Kategorie 1D dürfen auch in Zone 21 und Zone 22 eingesetzt werden, Geräte der Kategorie 2D auch in Zone 22.

Beispiel einer Kennzeichnung



Zusatzkennzeichnung über die Bescheinigung der Prüfstelle (Zertifizierung)

Kennzeichnung	Bedeutung
PTB	Symbol der benannten Stelle
07	Jahr der Ausstellung
ATEX	Kennzeichnung der Ausgabe des Zertifikates
5000	Zertifikat-Nummer der benannten Stelle

Instandhaltung

Maßnahmen gegen Brände bei Arbeiten mit Zündgefahr

Arbeiten mit Zündgefahr (z. B. Schweißen, Schleifen, Schneiden) erst beginnen, wenn sie vom Unternehmer oder einem Brandschutzbeauftragten **schriftlich** freigegeben sind (Erlaubnisscheinverfahren).

Muster eines Erlaubnisscheins siehe **Anhang 2**.

Maßnahmen gegen Brände durch heißgelaufene Antriebe

Brände durch heißgelaufene Antriebe (z. B. Lager, Keilriemen) entstehen überwiegend an technischen Einrichtungen, die sich außerhalb des von Personen beaufsichtigten Fertigungsbereiches befinden, wie z. B. Ventilatoren, Kompressoren. Ursächlich sind mangelhafte Wartung und vernachlässigte Entfernung von Staubablagerungen an diesen Einrichtungen.

Maßnahmen

- Sämtliche Antriebe regelmäßig prüfen (insbesondere Lagertemperatur, Keilriemenspannung).
- Späne- und Staubablagerungen regelmäßig entfernen, auch in Bereichen, die selten begangen werden.

Organisatorische Maßnahmen

Explosionsschutzdokument

Der Arbeitgeber hat nach Betriebssicherheitsverordnung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Diese Forderung gilt für alle Bereiche, bei denen das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre nicht offensichtlich ausgeschlossen ist.

Im Bereich des Absaugens und Lagerns von Holzstaub und -spänen sind dies insbesondere:

- geschlossene Lagerstätten (z. B. Silos),
- Anlagen zur Beseitigung und Filterung von Holzstaub und -spänen (z. B. Absauganlagen) sowie
- Anlagen zum Abtransport des Materials (Förderanlagen).

In Einzelfällen kann diese Forderung auch andere Bereiche (z. B. Filteraufstellräume, Arbeitsräume, Heizräume) betreffen.

Mit diesem Dokument muss der Arbeitgeber belegen, dass er die von der zu beurteilenden Anlage ausgehenden Gefahren ermittelt und einer Bewertung unterzogen hat. Außerdem soll er mithilfe dieses Dokumentes nachweisen, mit welchen Maßnahmen sichergestellt ist, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Explosion minimiert wird und deren eventuelle Auswirkungen auf ein möglichst ungefährliches Maß reduziert werden.

Das Dokument ist vor Inbetriebnahme solcher Räume und Anlagen zu erstellen und bei organisatorischen oder technischen Änderungen anzupassen.

Muster-Explosionsschutzdokumente siehe **Anhang 3** und www.bghm.de

Unterweisung

In angemessenen Zeitabständen, jedoch mindestens einmal jährlich, sollte eine ausreichende Anzahl von fachlich geeigneten Beschäftigten unterwiesen werden über das Löschen von Bränden in Silos bzw. Filteranlagen sowie die Funktion der Feuerlöscheinrichtung.

Wichtige Unterweisungspunkte:

Im Brandfall muss

- die weitere Zufuhr von Spänegut und
- das Abreinigen der Filteranlage verhindert werden und
- in Anlagen, bei denen das Abreinigen mit dem Stillsetzen der Ventilatoren gekoppelt ist, der Hauptschalter für die gesamte Absauganlage betätigt werden.

Die Beschäftigten sind auch hinsichtlich der Explosionsgefahren an der Anlage zu unterweisen.

Unterweisungspunkte:

- Bedeutung der Kennzeichnungen
- Verhalten im Brandfall
- Verbot von Feuerarbeiten
- Verhalten in explosionsgefährdeten Bereichen
- Aufenthalts- und Zugangsverbote

Muster-Betriebsanweisungen siehe **Anhang 4**.

Melden von Bränden und Explosionen

Brände und Explosionen in Silos und Filteranlagen müssen der Berufsgenossenschaft und der Aufsichtsbehörde unverzüglich angezeigt werden. Dies gilt auch für Fälle ohne Personenschaden.

Reinigungsplan

Ablagerungen von Holzstaub und -spänen erhöhen die Brandlast im Betrieb. Es reichen bereits Ablagerungen mit einer Schichtdicke von etwa 1 mm aus, dass sich kleine Entstehungsbrände in kurzer Zeit zu einem unkontrollierbaren Brand ausweiten. Erfahrungen zeigen, dass in solchen Fällen Löschversuche erfolglos und dabei Personenschäden zu befürchten sind.

Große Staub-Schichtdicken wirken wärmeisolierend und können so die Kühlung von Motoren oder Antrieben beeinträchtigen, so dass sich diese stark erwärmen und zur Zündquelle für Glimmbrände werden können.

Um die genannten Risiken auszuschließen, müssen Staubablagerungen regelmäßig beseitigt werden (Vorschlag siehe **Anhang 5**). Dabei müssen auch schwer zugängliche Stellen (z. B. Leitungen, Kabelkanäle, Fensterbrüstungen, Decken- und Wandverkleidungen) einbezogen werden.

Die Reinigung darf nur durch Aufsaugen und muss in regelmäßigen Abständen erfolgen.

Muster-Reinigungsplan siehe **Anhang 5**.

Prüfung

Zur dauerhaften Aufrechterhaltung der für den Explosionsschutz getroffenen Schutzmaßnahmen ist ein Prüf- und Überwachungskonzept zu erstellen.

Dieses muss Festlegungen hinsichtlich Prüffart, Prüfungsumfang, Prüftiefe und Prüffrist beinhalten. Der Umfang des Prüf- und Überwachungskonzeptes ist im Rahmen des Explosionsschutzdokumentes zu beschreiben.

Ziel der Prüfungen von überwachungsbedürftigen Anlagen, z. B. Anlagen im Ex-Bereich, ist die Kontrolle des ordnungsgemäßen Zustandes vor Inbetriebnahme der Anlagen und der Arbeitsplätze sowie hinsichtlich Montage, Instandhaltung, Aufstellungsbedingungen und der sicheren Funktion.

Zu unterscheiden sind für überwachungsbedürftige Anlagen gemäß BetrSichV die Prüfung vor Inbetriebnahme, nach Instandsetzung sowie die wiederkehrenden Prüfungen.

Für alle genannten Prüfungsarten ist die Prüfung durch eine befähigte Person ausreichend. Die Anforderungen an die befähigte Person sind in der TRBS 1203 enthalten.

Es ist dabei anzumerken, dass es nicht eine universelle befähigte Person zur Durchführung von Prüfungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen gibt. Vielmehr ist je nach der Prüffart und dem zu prüfenden Arbeitsmittel eine entsprechend geeignete befähigte Person mit der Prüfung zu beauftragen.

Dies bedeutet, dass z. B. elektrische Betriebsmittel durch eine Elektrofachkraft, ein Schutzsystem z. B. durch den Hersteller und bestimmte Geräte wie z. B. Austragschnecke durch Schlosser, die die weiteren Voraussetzungen wie Berufserfahrung oder zeitnahe berufliche Tätigkeit erfüllen, geprüft werden können.

Die nachfolgenden Arten von Prüfungen werden unterscheiden:

1. Prüfung vor Inbetriebnahme [BetrSichV § 14 Abs. 1–3 bzw. Anhang Nr. 3.8]

Hierbei werden wiederum zwei Prüfungen unterschieden:

a) Die Prüfung der Explosionssicherheit von Arbeitsplätzen.

Diese Prüfung umfasst unter anderem folgende Aspekte:

- Prüfung des Explosionsschutzkonzeptes
- die Umsetzung und Verifizierung der vorbeugenden und konstruktiven Explosionsschutzmaßnahmen
- die Umsetzung des Zonenplans daraufhin, ob die explosionsgefährdeten Bereiche gemäß Zonenplan realisiert sind
- Prüfung der Geräte und Schutzsysteme daraufhin, ob sie für die Zonen, in denen sie verwendet werden sollen, auf Grund ihrer Klassifikation geeignet sind
- die Kennzeichnung der explosionsgefährdeten Bereiche.

Für diese Prüfungen ist eine befähigte Person mit einem einschlägigen Studium oder vergleichbarer Ausbildung erforderlich. Zudem muss sie umfassende Kenntnisse des Explosionsschutzes einschließlich des zugehörigen Regelwerkes vorweisen (siehe TRBS 1203 Teil 1).

b) Die Prüfung der Anlage

Die Anlage ist unter Berücksichtigung der vorgesehenen Betriebsweise durch eine befähigte Person auf ihren ordnungsgemäßen Zustand hinsichtlich der Montage, der Installation, den Aufstellungsbedingungen und der sicheren Funktion zu prüfen. Diese Anforderung ist analog nach einer wesentlichen Veränderung der Anlage zu erfüllen bzw. nach Änderungen soweit der Betrieb oder die Bauart der Anlage durch diese Änderung beeinflusst wird.

Die befähigte Person für diese Prüfungen muss eine technische Berufsausbildung abgeschlossen haben oder eine andere, für die vorgesehenen Prüfaufgaben ausreichende technische Qualifikation besitzen. Sie muss zudem über eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau oder der Instandhaltung der Anlagen oder Anlagenkomponenten, die in explosionsgefährdeten Bereichen [im Sinne von § 1 Abs. 2 Nr. 3 BetrSichV] eingesetzt werden, verfügen (siehe TRBS 1203 Teil 1).

2. Prüfung nach Instandsetzung [BetrSichV § 14 Abs. 6]

Nach der Instandsetzung eines Gerätes, eines Schutzsystems oder einer Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtung im Sinne der Richtlinie 94/9/EG hinsichtlich eines Teils, von dem der Explosionsschutz abhängt, ist eine Prüfung durch eine befähigte Person durchzuführen. Die Prüfung darf auch durch den jeweiligen Hersteller durchgeführt werden. Der Hersteller hat in diesem Fall zu bestätigen, dass das Gerät, das Schutzsystem oder die Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtung in den für den Explosionsschutz wesentlichen Merkmalen den Anforderungen der BetrSichV entspricht.

Anmerkung:

Routinemäßige Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dienen zur Bewahrung des Sollzustandes und zur Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit. Sie werden durch Fachpersonal durchgeführt und gehören gemäß BetrSichV zum Betrieb der Anlage. Diese Arbeiten – auch vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen –, die nach betrieblichen Festlegungen dokumentiert sind, fallen nicht unter die Prüfverpflichtungen gem. § 14 (2) oder (6) und die Dokumentationsverpflichtungen gemäß § 19 BetrSichV, sofern die überwachungsbedürftige Anlage dadurch nicht geändert wird.

3. Wiederkehrende Prüfungen [BetrSichV § 15 Abs. 15]

Die Festlegung der Prüffristen und der Prüfinhalte ergeben sich nach Maßgabe der Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der Herstellerangaben und der Betriebsbedingungen. Die Prüfung muss mindestens alle 3 Jahre wiederholt werden.

Wiederkehrende Prüfungen sind durchzuführen für:

- elektrische Geräte, Schutzsysteme und die Sicherheits- und Kontroll- oder Regelvorrichtungen auf ihren ordnungsgemäßen Zustand und ihre ordnungsgemäße Zusammenschaltung
- Sicherheits- und Kontroll- oder Regelvorrichtungen außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche auf ihre ordnungsgemäße Funktion entsprechend der ausgeführten Kategorie
- eventuelle Wechselwirkungen von Geräten, Schutzsystemen und die Sicherheits- und Kontroll- oder Regelvorrichtungen und deren Verbindungselementen untereinander und mit anderen Anlagenteilen
- die Wirksamkeit von mechanischen Lüftungs- und Absauganlagen. Hier gilt eine maximale Prüffrist von 1 Jahr, siehe BGR 121.

Erfolgen die wiederkehrenden Prüfungen im Rahmen der Instandhaltung (instandhaltungsbegleitende Prüfung), gelten diese als technische Anlagenprüfung für diese Geräte und Anlagenteile innerhalb der maximalen dreijährigen Prüffrist.

Beispiele für Anlagenkomponenten bei

wiederkehrender Prüfung:

- Sichtprüfung der Stauberfassungselemente an Maschinen auf Beschädigung
- Funktionsprüfung der Absperrschieber
- Sichtprüfung der Rohrleitungen und Flexschlauchübergänge auf Dichtigkeit und elektrostatisch leitfähige Verbindung
- Sichtprüfung der Ventilatoren auf Dichtigkeit, Unwucht und Geräusch
- Sichtprüfung von Laufrad und Einströmdüse von Ventilatoren auf Beschädigung und Abnutzung
- Sichtprüfung des Filtergehäuses auf Dichtigkeit, der Druckentlastungsflächen auf Beschädigung
- Prüfung des Filtermaterials auf Beschädigung und festen Sitz
- Funktionsprüfung der Filterabreinigungseinrichtung
- Funktionsprüfung der Brandschutz- und Rückschlagklappe
- Sichtprüfung der Zellenradschleusen z. B. auf Beschädigung der Dichtlippen
- Funktionsprüfung der Umschaltvorrichtung Rückluft/Abluft
- Kontrolle auf Staubablagerung im Rückluftkanal
- Funktionsprüfung der Reststaubgehaltsüberwachungseinrichtung
- Prüfung der Funkenlöschanlage
- Sichtprüfung des Silos auf Dichtigkeit, der Druckentlastungseinrichtungen auf Beschädigung
- Sichtprüfung der Steigleitern und Podeste an Silos auf Beschädigung
- Funktionsprüfung der Zugänge auf Gängigkeit von Schließern, Riegeln, Scharnieren und der Jalousiebretter
- Funktionsprüfung der elektrischen Verriegelungsschalter für die Austragseinrichtung
- Funktions- und Dichtigkeitsprüfung von Fördereinrichtungen zwischen Siloaustragung und Feuerungsanlage sowie der Branderkennungs- und Löscheinrichtungen
- Prüfung der elektrischen und pneumatischen Komponenten

Anhang 1

Vorschriften, Regeln, Veröffentlichungen

Wesentliche Forderungen für das sichere Errichten und Betreiben von Silos und Filteranlagen werden insbesondere gestellt in:

1. Gesetze/Verordnungen, Technische Regeln

- Bauordnungen der Länder
- Geräte- und Produktsicherheitsgesetz mit 9. GPSGV (Maschinenverordnung) und 11. GPSGV (Explosionsschutzverordnung)
- Störfallverordnung mit TAA-GS-33 Leitfaden „Explosionsfähige Staub/Luft-Gemische und Störfallverordnung“
- Betriebssicherheitsverordnung
- TRBS 1201 Teil 1 (Prüfung von Anlagen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in Ex-Bereichen)
- TRBS 1201 Teil 3 (Instandsetzung an Geräten usw. im Sinne 94/9/EG, Prüfnotwendigkeiten)
- TRBS 1203 (Befähigte Personen, besondere Anforderungen, Explosionsgefährdungen)
- TRBS 2152 (Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines)
- TRBS 2152 Teil 1 (Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Gefährdung)
- TRBS 2152 Teil 2 (Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)
- TRBS 2152 Teil 3 (Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre)
- TRBS 2152 Teil 4 (Beschränkung der Auswirkung einer Explosion auf unbedenkliches Maß)
- TRBS 2153 (Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung)
- Verordnung zur Auswurfbegrenzung von Holzstaub – 7. BImSchV
- TRD 414 Holzfeuerungen an Dampfkesseln, Ausgabe Juli 1985, zuletzt geändert am 31. Mai 1996

2. Europäische Richtlinien und Normen

94/9/EG (ATEX 95)	Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
1999/92/EG (ATEX 137)	Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können
DIN EN 303-5	Heizkessel für feste Brennstoffe – Hand- und automatisch beschickte Feuerungen
DIN EN 1127-1	Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik
DIN EN 12779	Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Holzspäne – sicherheitsbezogene Leistung und sicherheitstechnische Anforderungen
DIN EN 13463	Nichtelektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen
DIN EN 13501	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
DIN EN 1366-7	Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 7: Förderanlagen und ihre Abschlüsse; Deutsche Fassung EN 1366-7:2004
DIN EN 14491	Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen
DIN EN 14986	Konstruktion von Ventilatoren für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen
DIN EN 60079-17	Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in Ex-Atmosphäre
DIN EN 60529	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
DIN EN 61241	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub
DIN EN 62305	Blitzschutz, Teil 1-4

3. Berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Sicherheitsregeln, Merkblätter

BGR 104	Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)
BGR 121	Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen

4. DIN-Normen

DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 8416	Entstauber für die gewerbliche Nutzung – sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN 14494	Sprühwasser-Löschanlagen
DIN 18093	Feuerschutzabschlüsse; Einbau von Feuerschutztüren in massive Wände aus Mauerwerk oder Beton; Ankerlagen, Ankerformen, Einbau
DIN 18230	Baulicher Brandschutz im Industriebau

5. Bestimmungen der Schadenversicherer

VdS 2008	Feuergefährliche Arbeiten – Richtlinien für den Brandschutz
VdS 2010	Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz – Richtlinien zur Schadenverhütung
VdS 2029	Holzbe- und holzverarbeitende Betriebe – Richtlinien für den Brandschutz
VdS 2092	Richtlinien für Sprinkleranlagen – Planung und Einbau
VdS 2093	Richtlinien für CO ₂ -Feuerlöschanlagen – Planung und Einbau
VdS 2106	Richtlinien für Funkenerkennungs-, Funkenausscheidungs- und Funkenlöschanlagen – Planung und Einbau
VdS 2108	Richtlinien für Schaumlöschanlagen – Planung und Einbau
VdS 2109	Richtlinien für Sprühwasser-Löschanlagen – Planung und Einbau
VdS 2234	Brand- und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung
VdS 2241	Betriebsbuch für Funkenlöschanlagen
VdS 2490	Errichterfirmen für Feuerlöschanlagen

6. VDMA-Einheitsblätter

24178-4	Holzfeuerungen – Sicherheitsanforderungen
24179	Absauganlagen für Holzstaub und -späne Teil 1: Leistungsprogramm für die Wartung Teil 2: Anforderungen für Ausführung und Betrieb

7. Literatur

- [1] F. Kremers, A. Becker, B. Detering, G. Rauch, J. Wolf
Ermittlung der Ursachen von Bränden und Explosionen in Mitgliedsbetrieben der Holz-Berufsgenossenschaft
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 61/2001 Nr. 9, Springer-VDI-Verlag
- [2] BIA-Report 12/1997
Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
- [3] GESTIS-STAU-EX
Datenbank Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben
- [4] Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Betriebe der Getreideverarbeitung,
Getreidelagerung und des Handels ©
Großhandels- und Lagerei-Berufsgenossenschaft, Forschungsstelle für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin.

Anhang 2.1

Musterformular Erlaubnisschein für Arbeiten mit Zündgefahr

Erlaubnis für Arbeiten mit Zündgefahr

(z.B. Schweißen, Schneiden, Schleifen)

1	Arbeitsort/-stelle		
1a	Bereich mit Brand- und Explosionsgefahr	Die räumliche Ausdehnung um die Arbeitsstelle: Umkreis (Radius) von _____ m, Höhe von _____ m, Tiefe von _____ m	
2	Arbeitsauftrag (z.B. Träger abtrennen) Arbeitsverfahren	_____ _____ _____ Name _____	
3	Sicherheitsmaßnahmen bei Brandgefahr	<input type="checkbox"/> Entfernen beweglicher brennbarer Stoffe und Gegenstände – ggf. auch Staubablagerungen <input type="checkbox"/> Entfernen von Wand- und Deckenverkleidungen, soweit sie brennbare Stoffe abdecken oder verdecken oder selbst brennbar sind <input type="checkbox"/> Abdecken ortsfester brennbarer Stoffe oder Gegenstände (z.B. Holzbalken, -wände, -fußböden, -gegenstände, Kunststoffteile) mit geeigneten Mitteln und gegebenenfalls deren Anfeuchten <input type="checkbox"/> Abdichten von Öffnungen (z.B. Fugen, Ritzen, Mauerdurchbrüche, Rohröffnungen, Rinnen, Kamine, Schächte) zu benachbarten Bereichen <input type="checkbox"/> Entfernen der Spänesäcke	Name _____
3a	Beseitigen der Brandgefahr		Ausgeführt _____ Unterschrift _____
3b	Bereitstellen von Feuerlöschmitteln	<input type="checkbox"/> Feuerlöscher mit <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> Löschdecken <input type="checkbox"/> Löschsand <input type="checkbox"/> angeschlossener Wasserschlauch <input type="checkbox"/> wassergefüllte Eimer <input type="checkbox"/> Benachrichtigen der Feuerwehr	Name _____ Ausgeführt _____ Unterschrift _____
3c	Brandposten	<input type="checkbox"/> Während der schweißtechnischen Arbeiten	Name: _____
3d	Brandwache	<input type="checkbox"/> Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten	Dauer: _____ Stunden Name: _____
4	Sicherheitsmaßnahmen bei Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände – auch Staubablagerungen und Behälter mit gefährlichem Inhalt oder dessen Resten <input type="checkbox"/> Beseitigen von Explosionsgefahr in Rohrleitungen <input type="checkbox"/> Abdichten von ortsfesten Behältern, Apparaten oder Rohrleitungen, die brennbare Flüssigkeiten, Gase oder Stäube enthalten oder enthalten haben und gegebenenfalls in Verbindung mit lufttechnischen Maßnahmen <input type="checkbox"/> Durchführen lufttechnischer Maßnahmen nach EX-RL in Verbindung mit messtechnischer Überwachung <input type="checkbox"/> Aufstellen von Gaswarngeräten _____ <input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher Lack-/Lösemittelgebinde	Name _____
4a	Beseitigen der Explosionsgefahr		Ausgeführt _____ Unterschrift _____
4b	Überwachung	<input type="checkbox"/> Überwachen der Sicherheitsmaßnahmen auf Wirksamkeit	Name: _____
4c	Aufhebung der Sicherheitsmaßnahmen	Nach Abschluss der Arbeiten mit Zündgefahr	Nach: _____ Stunden Name: _____
5	Alarmierung	Standort des nächstgelegenen Brandmolders _____ Telefons _____ Feuerwehr Ruf-Nr. _____	
6	Auftraggebender Unternehmer (Auftraggeber)	Die Maßnahmen nach Nummern 3 und 4 tragen den durch die örtlichen Verhältnisse entstehenden Gefahren Rechnung	_____ Datum _____ Unterschrift _____
7	Ausführender Unternehmer (Auftragnehmer)	Die Arbeiten nach Nummer 2 dürfen erst begonnen werden, wenn die Sicherheitsmaßnahmen nach Nummern 3 und/oder 4 durchgeführt sind.	_____ Datum _____ Unterschrift _____ Kenntnisnahme des Ausführenden nach 2 _____ _____ Unterschrift _____

Anhang 2.2

Muster eines ausgefüllten Erlaubnisscheines für Arbeiten mit Zündgefahr

Erlaubnis für Arbeiten mit Zündgefahr

(z.B. Schweißen, Schneiden, Schleifen)

1	Arbeitsort/-stelle	<i>Maschinenraum</i>	
1a	Bereich mit Brand- und Explosionsgefahr	Die räumliche Ausdehnung um die Arbeitsstelle: <i>ganzer Raum</i> Umkreis (Radius) von _____ m, Höhe von _____ m, Tiefe von _____ m	
2	Arbeitsauftrag (z.B. Träger abtrennen) Arbeitsverfahren	<i>Flexarbeit und Schweißarbeiten an Konsole</i>	<i>H. Musterflexer</i> Name
3	Sicherheitsmaßnahmen bei Brandgefahr	<input checked="" type="checkbox"/> Entfernen beweglicher brennbarer Stoffe und Gegenstände – ggf. auch Staubablagerungen <input type="checkbox"/> Entfernen von Wand- und Deckenverkleidungen, soweit sie brennbare Stoffe abdecken oder verdecken oder selbst brennbar sind <input checked="" type="checkbox"/> Abdecken ortsfester brennbarer Stoffe oder Gegenstände (z.B. Holzbalken, -wände, -fußböden, -gegenstände, Kunststoffteile) mit geeigneten Mitteln und gegebenenfalls deren Anfeuchten <input checked="" type="checkbox"/> Abdichten von Öffnungen (z.B. Fugen, Ritzen, Mauerdurchbrüche, Rohröffnungen, Rinnen, Kamine, Schächte) zu benachbarten Bereichen <input type="checkbox"/> Entfernen der Spänesäcke	<i>H. Musterschreiner</i> Name
3a	Beseitigen der Brandgefahr		<i>02.12.2009, 14.00 h</i> Ausgeführt <i>A. Musterschreiner</i> Unterschrift
3b	Bereitstellen von Feuerlöschmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> Feuerlöscher mit <input type="checkbox"/> Wasser <input checked="" type="checkbox"/> Pulver <input type="checkbox"/> CO ₂ <input checked="" type="checkbox"/> Löschdecken <input type="checkbox"/> Löschsand <input type="checkbox"/> angeschlossener Wasserschlauch <input type="checkbox"/> wassergefüllte Eimer <input type="checkbox"/> Benachrichtigte der Feuerwehr	Name <i>Karl Musterlöscher</i> Unterschrift
3c	Brandposten	<input checked="" type="checkbox"/> Während der schweißtechnischen Arbeiten	Name: <i>F. Musterposten</i>
3d	Brandwache	<input checked="" type="checkbox"/> Nach Abschluss der schweißtechnischen Arbeiten Dauer: <i>8</i> Stunden	Name: <i>H. Musterwache</i>
4	Sicherheitsmaßnahmen bei Explosionsgefahr	<input checked="" type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher explosionsfähiger Stoffe und Gegenstände – auch Staubablagerungen und Behälter mit gefährlichem Inhalt oder dessen Resten <input type="checkbox"/> Beseitigen von Explosionsgefahr in Rohrleitungen <input type="checkbox"/> Abdichten von ortsfesten Behältern, Apparaten oder Rohrleitungen, die brennbare Flüssigkeiten, Gase oder Stäube enthalten oder enthalten haben und gegebenenfalls in Verbindung mit lufttechnischen Maßnahmen <input type="checkbox"/> Durchführen lufttechnischer Maßnahmen nach EX-RL in Verbindung mit messtechnischer Überwachung <input type="checkbox"/> Aufstellen von Gaswarngeräten <input checked="" type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher Lack-/Lösemittelgebinde	<i>H. Mustercleaner</i> Name
4a	Beseitigen der Explosionsgefahr		<i>02.12.2009, 12.00 h</i> Ausgeführt <i>Mustercleaner</i> Unterschrift
4b	Überwachung	<input checked="" type="checkbox"/> Überwachen der Sicherheitsmaßnahmen auf Wirksamkeit	Name: <i>H. Mustersaufsicht</i>
4c	Aufhebung der Sicherheitsmaßnahmen	Nach Abschluss der Arbeiten mit Zündgefahr Nach: <i>8</i> Stunden	Name: <i>H. Musterschreiner</i>
5	Alarmierung	Standort des nächstgelegenen _____ Brandmellers <i>entfällt</i> Telefons <i>Meisterbüro</i> Feuerwehr Ruf-Nr. <i>112</i>	
6	Auftraggebender Unternehmer (Auftraggeber)	Die Maßnahmen nach Nummern 3 und 4 tragen den durch die örtlichen Verhältnisse entstehenden Gefahren Rechnung <i>2.12.2009</i> Datum	<i>W. Mustermeister</i> Unterschrift
7	Ausführender Unternehmer (Auftragnehmer)	Die Arbeiten nach Nummer 2 dürfen erst begonnen werden, wenn die Sicherheitsmaßnahmen nach Nummern 3 und/oder 4 durchgeführt sind. <i>1.12.2009</i> <i>Heinz Musterschlosser</i> Datum Unterschrift	Kennntnisnahme des Ausführenden nach 2 <i>D. Musterflexer</i> Unterschrift

Anhang 3.1

Musterformular für Explosionsschutzdokument mit Erläuterungen

Explosionsschutzdokument

nach § 6 BetrSichV

Formblatt 1

Allgemeine Angaben

Name und Adresse des Unternehmens				
Zuständige BG				
Mitgliedsnummer				
Betriebsstätte				
Ersteller des Explosionsschutzdokumentes				
	Explosionsgefährdete Bereiche	Explosionsgefahr durch*		Siehe Blatt Nr.
		Gase, Dämpfe Nebel	Stäube	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Datum	Unterschrift des Arbeitgebers	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes		

Stand: 10/2006

* Zutreffendes ankreuzen

Blatt Nr. _____

Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Formblatt 3 – Seite 1

Bezeichnung der Anlage:				
Aufstellort/Raum:				
Brennbare Stäube				1
Stoffdaten des kritischsten Staubes	Zündtemperatur:	Untere Explosionsgrenze:	Mindestzündenergie:	2
	Glimmtemperatur:	Staubexplosionsklasse:		
Beschreibung der Anlage				3
Zoneneinteilung im Raum / Bereich		Zone	Keine Ex-Zone*	Beurteilungsgrundlage
		4		5
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
Technische Schutzmaßnahmen				
<ul style="list-style-type: none"> Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (z.B. durch wirksame Absaugung) 				6
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend				
<ul style="list-style-type: none"> Verhinderung der Zündung explosionsfähiger Atmosphäre (Vermeidung wirksamer Zündquellen) 				7
Ausführung der elektrischen Geräte:				8
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 1.7.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der Elex-V (für Altgeräte, die bis 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt			
Ausführung der nichtelektrischen Geräte:				9
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 1.7.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt			
Datum	Unterschrift des Arbeitgebers	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes		

* Zutreffendes ankreuzen

1-9 siehe nachfolgende Erläuterungen

Blatt Nr. _____

Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Technische Schutzmaßnahmen (Fortsetzung)		
• Konstruktive Maßnahmen, welche die Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Maß beschränken 10		
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend <input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckfeste Bauweise 11 <input type="checkbox"/> Explosionsdruckstofeste Bauweise <input type="checkbox"/> Explosionsunterdrückung <input type="checkbox"/> Explosionsdruckentlastung einschließlich Flammen- u. Druckauswirkungen im Außenbereich <input type="checkbox"/> Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung <input type="checkbox"/> Sonstige Maßnahmen	
• Zusätzliche technische Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos 12 <input type="checkbox"/> nicht zutreffend		
Organisatorische Schutzmaßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten in explosionsgefährdeten Bereichen		
Anlage / Raum	Schriftliche Betriebsanweisung vor- handen*	zu erstellen bis
		Unterweisung der Beschäftigung erfolgt am 13
• Zusätzliche organisatorische Maßnahmen für gefährliche Tätigkeiten (z. B. Arbeitsfreigaben) 14		
• Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche 15		
  	<input type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> vorzunehmen bis _____ <input type="checkbox"/> entfällt	
• Regelmäßige Reinigung der explosionsgefährdeten Bereiche / Beseitigung von Staubablagerungen 16 Ist die regelmäßige Reinigung gemäß Betriebsanweisung sichergestellt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
• Prüfung der Arbeitsplätze / Arbeitsmittel 17 Ist vor der erstmaligen Nutzung eine Prüfung durch eine befähigte Person erfolgt? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Erfolgen regelmäßige Prüfungen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Prüfintervall _____		
Weitere Dokumente / Anlagen <input type="checkbox"/> Sicherheitsdatenblätter (Ordner _____) <input type="checkbox"/> Ex-Zonenplan (Ordner _____) <input type="checkbox"/> Lageplan (Ordner _____) <input type="checkbox"/> _____		
Datum	Unterschrift des Arbeitgebers	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes

* Zutreffendes ankreuzen

Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Erläuterungen zum Formblatt 3

1 Hier ist der brennbare Staub (Korngröße $m \geq 0,5 \text{ mm}$) zu nennen, der explosionstechnisch die kritischsten Stoffeigenschaften besitzt (z. B. niedrigste Zündtemperatur, niedrigste UEG).

2 Zündtemperatur (ZT): niedrigste Temperatur zum Entzünden eines Staub-Luftgemisches. Glimmtemperatur (GT): niedrigste Temperatur zum Entzünden einer Staubschicht von 5 mm Dicke.

Untere Explosionsgrenze (UEG): niedrigste Konzentration eines Stoffes in Luft, bei der durch Zündung eine Explosion ausgelöst werden kann.

Staubexplosionsklasse (St): Klasseneinteilung nach Explosionsfähigkeit (KSt-Wert).

Mindestzündenergie: Niedrigster Wert der kapazitiv gespeicherten Energie zum Entzünden eines Staub-Luftgemisches bei Atmosphärendruck und Raumtemperatur.

Spezielle Stoffdaten von Stäuben können der „GESTIS-Staub-Ex“ Datenbank im Internet und Stoffdaten von Holzstaub der BGI 739-2 entnommen werden.

3 Hier ist die Kurzbeschreibung der Einrichtung/Anlage mit ihren wesentlichen Bestandteilen aufzuführen.

4 Hier sind die jeweiligen Zonen für den Raum zu nennen:

- **Zone 20** ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- **Zone 21** ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann.
- **Zone 22** ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

5 Als weitere Beurteilungsgrundlage für die Zoneneinteilung können berufsgenossenschaftliche Regeln (z. B. BGR 104) und -Informationen, Normen und technische Regelwerke (z. B. VDI-Richtlinien) herangezogen werden.

6 Die Verhinderung oder die Einschränkung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Räumen kann z. B. durch die folgenden technischen Maßnahmen erreicht werden:

- Absaugung von Stäuben an der Entstehungsstelle
- Verhinderung von Staubaustritten und -ablagerungen.

Hierbei kann die Leistung und Konzeption von Absauganlagen wesentlich dazu beitragen, dass Freisetzungen von Stäuben

stark eingeschränkt bzw. vermieden werden (z. B. ausreichende Ventilatorleistungen, Betrieb der Anlagen im Unterdruck). Die Ventilatorleistungen können als ausreichend angesehen werden, wenn alle nach BGI 739-1 anzuschließenden Maschinen / Absaugtische im Auslegungszustand der Anlage mit einer Luftgeschwindigkeit von mindestens 20 m/s abgesaugt werden.

7 Wirksame Zündquellen zur Zündung explosionsfähiger Staub/Luftgemische können sein:

- Offenes Feuer, Rauchen, Glimmnester
- Mechanische Funken durch Werkzeuge
- Schlag- und Reibfunken durch Metallteile
- Funkenflug bei Schweiß- und Trennschleifarbeiten
- Heißgelaufene Antriebe / heiße Oberflächen
- Elektrostatische Entladungen mit hoher Energie
- Kurzschlüsse und Schaltfunken bei elektrischen Betriebsmitteln
- Blitzschlag.

Von den vorgenannten Zündquellen lassen sich durch technische Maßnahmen vermeiden:

- Schlag- und Reibfunken durch Metallteile: Ausscheiden der Metallteile z. B. durch Einsatz von Magnet- oder Schwerkraftabscheidern
- Elektrostatische Entladungen mit hoher Energie: durchgängige Erdung aller Anlagenteile
- Kurzschlüsse, Schaltfunken beim Benutzen elektrischer Betriebsmittel: richtige Auswahl der elektrischen Betriebsmittel hinsichtlich Schutzart / Ex-Schutz-Kategorie
- Blitzschlag: durch Blitzschutzeinrichtungen.

8 Sind elektrische Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen vorhanden, müssen diese Geräte so beschaffen sein, dass sie keine wirksamen Zündquellen darstellen können. Handelt es sich um Geräte oder Komponenten, die bereits vor dem 30.06.2003 in Verkehr gebracht wurden, so muss die EG-Richtlinie 94/9/EG nicht rückwirkend auf diese Geräte angewandt werden. Es muss aber geprüft werden, ob die Geräte bzw. die Komponenten in der vorliegenden Zone sicher verwendet werden können. Elektrische Geräte, die ab dem 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen der RL 94/9/EG entsprechen und für den Einsatz in den jeweiligen Zonen geeignet sein (siehe Tabelle). Die Hersteller- bzw. Konformitätserklärungen müssen vorliegen und die Geräte müssen vollständig gekennzeichnet sein.

8 Gerätegruppe II	Geräteategorie 1D	Geeignet für den Einsatz in Zone 20, 21 und 22
	Geräteategorie 2D	Geeignet für den Einsatz in Zone 21 und 22
	Geräteategorie 3D	Geeignet für den Einsatz in Zone 22

9 Auch nichtelektrische Geräte (z. B. Druckluftabreinigungseinrichtungen, mechanische Fördereinrichtungen) und Werkzeuge können wirksame Zündquellen darstellen, z. B. durch mechanisch erzeugte Funken und heiße Oberflächen. Angaben hierzu können u.a. der Betriebsanleitung, sowie der technischen Dokumentation entnommen werden. Für nicht-elektrische Geräte, die seit 01.07.2003 in Verkehr gebracht wurden, müssen wie bei elektrischen Geräten Hersteller- bzw. Konformitätserklärung und Betriebsanleitung im Sinne der Richtlinie 94/9/EG vorliegen. Alle Geräte müssen für den Einsatz in den jeweiligen Zonen geeignet (siehe Tabelle) und vollständig gekennzeichnet sein.

10 Kann die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre oder das Vorhandensein wirksamer Zündquellen in Anlagen und Bereichen nicht sicher ausgeschlossen werden, müssen konstruktive Maßnahmen getroffen sein, welche die Auswirkungen möglicher Explosionen auf ein unbedenkliches Maß reduzieren. Solche Maßnahmen sind:

- Explosionsfeste Bauweise von Behältern und Apparaturen.
- Explosionsunterdrückung durch schnelles Einblasen von Löschmitteln in Behälter und Apparaturen.
- Explosionsdruckentlastung von Behältern und Apparaturen durch Freigabe von definierten Querschnitten zur Abfuhr des Druckes und des Flammenstrahles in eine ungefährliche Richtung. Dabei sind auch gefährliche Flammen- und Druckauswirkungen im Außenbereich zu berücksichtigen (Gefahrbereich). Von Personen genutzte Gebäude und sicherheitsrelevante Anlagenteile dürfen sich im Gefahrbereich nicht befinden. Der Aufenthalt von Personen muss auf das unbedingt Notwendige begrenzt werden.
- Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung in benachbarte Anlagenteile (Explosionstechnische Entkoppelung), z. B. durch mechanisches Schnellabsperren oder Ausschleusen.

Die vorbeschriebenen konstruktiven Schutzmaßnahmen können nur in Bereichen eingesetzt werden, in denen sich bei bestimmungsgemäßem Betrieb (Normalbetrieb*) keine Personen aufhalten dürfen.

11 Als sonstige Maßnahmen zur Unterstützung der vorbeschriebenen Schutzmaßnahmen kann insbesondere die Prozessleittechnik/Konzentrationsüberwachung (z. B. Reststaubgehaltsmessung mit automatischer Anlagenabschaltung) zur Anwendung kommen. Alle Maßnahmen, die dem Explosionsschutz dienen, fallen in den Geltungsbereich der Richtlinie 94/9/EG.

12 Zusätzliche technische Maßnahmen können z. B. der Einbau von Funkendetektions- und -löschanlagen in die Absaugleitungen sein.

13 Zur Unterweisung der Beschäftigten, die in explosionsgefährdeten Bereichen tätig werden sollen, müssen schriftliche Betriebsanweisungen vorliegen. Darin sind Informationen zu den Explosionsgefahren, sowie Maßnahmen zu deren Abwendung aufzunehmen. Personen, die mit der Durchführung von Instandsetzungs-, Wartungs-, Umbau- und Reinigungsarbeiten beauftragt werden, müssen eine angemessene spezielle Unterweisung erhalten. Die Unterweisung ist zu protokollieren. Die Teilnehmer bestätigen durch Unterschrift die Teilnahme an der Unterweisung.

14 Für gefährliche Arbeiten (z. B. Schweiß-, Schneid-, Trenn-, Schleif- und sonstige Feuerarbeiten) in explosionsgefährdeten Bereichen müssen schriftliche Arbeitsfreigaben (Erlaubnis-scheinverfahren) eingeführt sein. Ein Muster für einen Erlaubnis-schein kann der BGI 739-2 entnommen werden.

15 An den Zugängen zu explosionsgefährdeten Bereichen muss folgende Kennzeichnung vorgenommen werden:

- Warnzeichen „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“
- Verbotsschilder „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“
- Verbotsschilder „Zutritt für Unbefugte verboten“.

16 Staubablagerungen von brennbaren Stäuben in gefährdeter Menge (Schichtdicken > 1 mm) können zu Brandgefahren und im Falle der Aufwirbelung auch zu Explosionsgefahren führen. Um diese Gefahren zu unterbinden, müssen diese Ablagerungen regelmäßig entfernt werden. Umfang und Intervall der Reinigungsmaßnahmen müssen in der Betriebsanweisung festgelegt sein.

17 Sind in explosionsgefährdeten Bereichen Einrichtungen oder Anlagen vorhanden, die wiederkehrende Prüfungen erfordern, muss der Betreiber die Prüffristen und die erforderliche Befähigung der Prüfer ermitteln und für eine fristgerechte Prüfung der Einrichtungen Sorge tragen. Die Prüfungen sind mit ihren Prüfungsergebnissen zu dokumentieren.

* **Normalbetrieb** ist der Zustand, in dem Anlagen und Geräte innerhalb ihrer Auslegungparameter betrieben werden. Die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe kann zum Normalbetrieb gehören, z. B. geringe Leckagen, Staubemissionen beim Sack- oder Behälterwechsel.

Nicht zum Normalbetrieb gehören Störungen, die die Abschaltung und Instandsetzung der Anlage erfordern.

Anlage zum Explosionsschutzdokument

Liste explosionsgeschützter Geräte

Formblatt 3

Geräteliste für Raum/Bereich: _____

Bezeichnungen siehe Abschnitt „Elektrische und nichtelektrische Geräte und Komponenten – Kennzeichnung“ dieser BGI 739-2

Mindestanforderungen entsprechend der ermittelten Ex-Zonen und der sicherheitstechnischen Kenngrößen	Ausführung nach ElexV*		Ausführung nach ATEX*				
	 J/N	Schutzart IP ...	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	Tempera-turklasse	
			II				

Elektrische Geräte (z.B. elektrische Motoren, Schalter, Leuchten)

Bezeichnung	Ausführung nach ElexV*		Ausführung nach ATEX*					Mindestanforderungen erfüllt J/N
	 J/N	Schutzart IP ...	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	Tempera-turklasse	Zünd-schutzart	

Nichtelektrische Geräte (z.B. Förderbänder, Getriebe, pneumatische Pumpen)

Bezeichnung	Ausführung nach ATEX*	Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Explosions-gruppe	Tempera-turklasse	Zünd-schutzart	Mindestanforderungen erfüllt J/N
	J/N						

* siehe auch „Elektrische Ausrüstung“

Anhang 3.2

Muster eines ausgefüllten Explosionsschutzdokumentes

Bei dem nachfolgenden Muster und den unter www.bghm.de (*Webcode: 425*) veröffentlichten Mustern ausgefüllter Explosionsschutzdokumente handelt es sich um typische Konstellationen von Absauganlagen in handwerklichen Schreinerei-/Tischlereibetrieben. Abweichungen müssen sich zwangsläufig ergeben, wenn sich die geschilderte Situation von dem konkreten Einzelfall vor Ort unterscheidet. Es empfiehlt sich daher, vor der Erstellung eigener Explosionsschutzdokumente diese Musterbeispiele durcharbeiten und weitere Informationen aus der vorliegenden BGI zusammen zu tragen.

Explosionsschutzdokument

nach § 6 BetrSichV

Formblatt 1

Allgemeine Angaben

Name und Adresse des Unternehmens	<i>Mustermann GmbH Musterstraße 0 0000 Musterstadt</i>			
Zuständige BG	<i>BG Holz und Metall</i>			
Mitgliedsnummer	<i>(BGHM)</i>			
Betriebsstätte	<i>000 0000 00</i>			
Ersteller des Explosionsschutzdokumentes	<i>Hans-Jörg Gerber</i>			
	Explosionsgefährdete Bereiche	Explosionsgefahr durch*		Siehe Blatt Nr.
		Gase, Dämpfe Nebel	Stäube	
1	<i>Holzstaubabsaugung über Entstauber</i>		X	<i>2-3</i>
2	<i>Holzstaubabsaugung über offene Filteranlage mit Absackung in Filteraufstellraum / Arbeitsraum</i>		X	<i>Webcode 425</i>
3	<i>Siloaufsatzfilteranlage mit Gruppenabsaugung und Luftrückführung</i>		X	<i>Webcode 425</i>
4	<i>Zwischenfilteranlage mit Zentralabsaugung und Luftrückführung</i>		X	<i>Webcode 425</i>
5	<i>Späneförderung als Ringleitungssystem in ein Silo mit angeschlossener Feuerungsanlage</i>		X	<i>Webcode 425</i>
6				
7				
8				
9				
10				
Datum	Unterschrift des Arbeitgebers	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes		
<i>03.09.12</i>	<i>M. Mustermann</i>	<i>Gerber</i>		

Stand: 10/2006

* Zutreffendes ankreuzen

Holzstaubabsaugung über Entstauber

Situation

Eine Schreinerei mit 3 Werkstattmitarbeitern saugt 7 ihrer vorhandenen 11 Standard-Holzbearbeitungsmaschinen über einen neuwertigen, im Maschinenraum aufgestellten fahrbaren Entstauber ab. Eine Kantenanleimmaschine wird über einen weiteren Entstauber abgesaugt. Die bei der Bearbeitung mit Handmaschinen und die bei Handschleifarbeiten anfallenden Stäube werden über einen Absaugtisch erfasst. Protokollierte – und wegen der Neuwertigkeit der Anlage aktuelle - Messungen durch den Anlagenlieferanten belegen, dass die Mindestluftgeschwindigkeit von 20 m/s in allen wesentlichen Betriebszuständen eingehalten ist.

Die Entsorgung des im Absauggerät gesammelten Staub-/Späne-Gemisches erfolgt durch wöchentliche Abgabe der gefüllten Spänesäcke an einen Tierhalter. Organisatorische Maßnahmen und Regelungen wurden von Seiten des Betreibers bisher noch nicht getroffen. Insbesondere gibt es bisher noch keine Vorgabe zur Reinigung der Werkstatt. Auch wurde die Anlage bisher noch nicht durch eine befähigte Person überprüft.

Beschreibung der Anlage

Das an den einzelnen Maschinen anfallende Staub-/Späne-Gemisch wird über ein zentrales Rohrsystem mit DN 250 mm in ein als fahrbarer Entstauber gestaltetes Absaugsystem bestehend aus

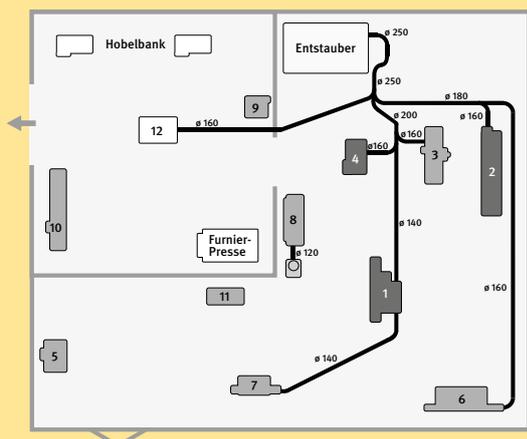
- einem reinluftseitig angeordneten Ventilator mit 5,5 KW Leistung,
- einer Filtereinheit mit 25 m² Filterfläche und
- 4 staubdicht angeschlossenen Sammeltonnen mit insgesamt 0,5 m³ Fassungsvermögen zur Aufnahme des abgefilterten Spänematerials abgesaugt.

Die Abreinigung der Filtereinheit erfolgt automatisch per Druckluft. Aus der Betriebsanleitung geht hervor, dass der Entstauber ein Prüfzeichen hat und in Arbeitsräumen betrieben werden darf. Dort ist auch beschrieben, dass das Gerät folgende Anforderungen erfüllt:

- Mindestdruckstoßfestigkeit 200 mbar
- rohluftseitige Rückschlagklappe sowie Steuerungs-Automatik für das Stillsetzen des Ventilator-Antriebes
- Unterdrückung der Filter-Abreinigungsfunktion und Auslösen der Feuerlösch-einrichtung im Brandfall

Die Anlagensteuerung stellt über automatische Schieber am Anschluss zu den Maschinen sicher, dass die Mindestluftgeschwindigkeit im System zur Vermeidung von Ablagerungen immer verfügbar bleibt.

Maschinenaufstellplan Fa. Klein-Mustermann GmbH



Anlage A

1 Formatkreissäge	DN 140
2 Vertikale Plattensäge	DN 160
3 Komb. Abrichte/Dicke	DN 160
4 Tischfräse	DN 160
5 Tischbandsäge	o. Absaugung
6 Tischbandschleifmaschine	DN 180
7 Kantenschleifmaschine	DN 140
8 Kantenanleimmaschine	DN 120
9 Astlochfräse	o. Absaugung
10 Furnierfügesäge	o. Absaugung
11 Dübellochbohrmaschine	o. Absaugung
12 Abgesaugter Arbeitstisch	DN 160

Filterfläche	25 m ²
Ventilatorleistung	5,5 kW
Anschlussstutzen	DN 250 mm



Entstauber

Bewertung

Gemäß Tabelle auf Seite 7 dieser BGI erfüllt der vorhandene Entstauber die Anforderungen der DIN 8416 und die Zusatzanforderungen von Seite 15 dieser BGI. Nach Seite 7 dieser BGI liegt dabei innerhalb des Entstaubers Zone 21 vor. Durch die kompakte Bauweise ist im Brandfalle nur mit raschem Abbrand im Inneren des Gerätes zu rechnen. Die Dabei auftretenden Drücke sind so gering, dass sie nicht zum Aufreißen des geschlossenen Gehäuses führen. Staubablagerungen in gefahrdrohender Menge in anderen Anlageteilen sind durch technische Maßnahmen ausgeschlossen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass ein explosionsfähiges Staub-/Luft-Gemisch in den Rohrleitungen und in Arbeitsräumen nicht vorhanden ist. In den Rohrleitungen wird dies durch Aufrechterhaltung und regelmäßige Überprüfung der Mindestluftgeschwindigkeiten gewährleistet.

Wenn im hier geschilderten Betrieb bis 20.01.2010 ein Reinigungsplan vorhanden sein wird und die Arbeitsräume und Geräte regelmäßig durch Aufsaugen von Staubablagerungen gereinigt werden, sodass Staubschichten auch an unzugänglichen Stellen vernachlässigbar bleiben (größere Staubablagerungen > 1 mm Schichtdicke dürfen dabei eine Arbeitsschicht nicht überdauern), kann davon

ausgegangen werden, dass auch der Maschinenraum ein nichtexplosionsgefährdeter Bereich ist. Explosionen können deshalb auch bei gelegentlichem Vorhandensein wirksamer Zündquellen weitgehend ausgeschlossen werden. Zusätzliche technische Maßnahmen zur Vermeidung betriebsmäßiger Zündquellen (Ausführung von elektrischen und nichtelektrischen Geräten in explosionsgeschützter Ausführung, konstruktive Schutzmaßnahmen) sind daher nicht erforderlich.

Um den sicheren Zustand auch auf Dauer zu gewährleisten, muss die Reinigung zuverlässig durchgeführt werden. Der sicherheitstechnische Zustand der Absauganlage muss durch Prüfungen der für den Explosionsschutz bedeutenden Anlagenteile (hier insbesondere die Absaugleistung, Staubdichtigkeit im Filter- und Absackbereich, Steuerungssicherheit des Entstaubers, Funktionsfähigkeit der Löscheinrichtung) durch eine im Explosionsschutz befähigte Person (z.B. Hersteller) in höchstens 1-jährigem Abstand erhalten werden. Das Ergebnis dieser Prüfung ist zu dokumentieren.

Die Beschäftigten sind über die erforderlichen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Anlagenleistung, zum staubarmen Wechsel der Spänesäcke und zur Beseitigung von Staubablagerungen zu unterweisen.

Für Arbeiten im Bereich der Absaugung und der Werkstatt, bei denen Zündgefahr besteht (z.B. Schneiden, Schweißen, Schleifen, Flexen) ist ein Arbeitsfreigabesystem vorhanden. Dieses legt die Bedingungen und Schutzmaßnahmen fest, welche im Zusammenhang mit der Durch-

führung dieser Arbeiten zu beachten sind, insbesondere auch die Verantwortlichkeiten. Umgesetzt ist dies durch die Ausstellung von Erlaubnisscheinen nach Anhang 2 dieser BGI in jedem einzelnen Bedarfsfall.

Abschließend weist das Explosionsschutzdokument noch auf weitere Dokumente des Betriebes hin, die bei der Beurteilung und Dokumentation im vorliegenden Fall hinzugezogen worden sind.

Der Unternehmer hat seine Verpflichtung, von dem ausgefüllten Explosionsschutzdokument Kenntnis zu nehmen, durch seine Unterschrift erfüllt. Der Ersteller / Verfasser des Dokumentes hat die sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben durch seine Unterschrift bestätigt.

Das Explosionsschutzdokument muss angepasst werden, wenn sich die Randbedingungen (z.B. technische Änderungen an der Anlage, veränderte Einsatzbedingungen der Anlage, veränderte Umgebungseinflüsse) im Betrieb ändern.

Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Formblatt 3 – Seite 1

Bezeichnung der Anlage: <i>Holzstaubabsaugung über Entstauber</i>			
Aufstellort/Raum: <i>Maschinenraum</i>			
Brennbare Stäube	<i>Holzstaub</i> 1		
Stoffdaten des kritischsten Staubes	Zündtemperatur: <i>400 C</i>	Untere Explosionsgrenze: <i>60 g/m³</i>	Mindestzündenergie: <i>100 mJ</i> 2
	Glimmtemperatur: <i>300 C</i>	Staubexplosionsklasse: <i>1</i>	
Beschreibung der Anlage	<i>Holzstaubabsaugung über Entstauber nach DIN 8416, Spanesammelvolumen = 0,5 m³, zentrales Rohrsystem mit Automatikschiebern, automatische Filterabreinigung mit Druckluft, automatische Löscheinrichtung</i> 3		
Zoneneinteilung im Raum / Bereich		Zone 4	Keine Ex-Zone* 5
1. <i>Entstauber nach DIN 8416</i>		<i>21</i>	<i>BGI 739-2, Seite 7</i>
2. <i>Rohrleitungssystem</i>			<i>X BGI 739-2, Seite 7</i>
3. <i>Maschinenraum</i>			<i>X BGI 739-2, Seite 7</i>
4. <i>Entstauber für Kantenanleimmaschine</i>			<i>X nur Kunststoffspane</i>
5.			
6.			
Technische Schutzmaßnahmen			
• Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsfähiger Atmosphère (z.B. durch wirksame Absaugung) 6			
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<i>Durch Absaugung von Maschinen und Absaugtisch mit Mindestluftgeschwindigkeit von 20 m/s gefahrlche explosionsfähige Atmosphère im Maschinenraum verhindert.</i>		
• Verhinderung der Zündung explosionsfähiger Atmosphère (Vermeidung wirksamer Zündquellen) 7			
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	Ausführung der elektrischen Geräte: 8 <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 1.7.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der Elex-V (für Altgeräte, die bis 30.6.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt		
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	Ausführung der nichtelektrischen Geräte: 9 <input type="checkbox"/> Geräte entsprechen der RL 94/9/EG (für Geräte, die ab 1.7.2003 in Verkehr gebracht wurden) <input type="checkbox"/> Die Bewertung der Altgeräte zur sicheren Verwendung in der jeweiligen Ex-Zone ist erfolgt		
Datum	Unterschrift des Arbeitgebers	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes	
<i>03.12.09</i>	<i>M. Mustermann</i>	<i>Gerber</i>	

* Zutreffendes ankreuzen

1-9 siehe nachfolgende Erlauerungen

Blatt Nr. 2

Explosionsschutzdokument

Beurteilung der Explosionsgefahr durch Stäube in Anlagen/Räumen

Technische Schutzmaßnahmen (Fortsetzung)

• Konstruktive Maßnahmen, welche die Explosionsauswirkungen auf ein unbedenkliches Maß beschränken 10	
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckfeste Bauweise 11
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input checked="" type="checkbox"/> Explosionsdruckstoßfeste Bauweise (Nachweis durch Gutachten, dass Druckstärke < 100 mbar)
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsunterdrückung
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Explosionsdruckentlastung einschließlich Flammen- u. Druckauswirkungen im Außenbereich
<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input checked="" type="checkbox"/> Verhinderung der Flammen- und Explosionsübertragung (integrierte Rückschlagklappe)
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	<input type="checkbox"/> Sonstige Maßnahmen
• Zusätzliche technische Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos 12	
<input checked="" type="checkbox"/> nicht zutreffend	

Organisatorische Schutzmaßnahmen

zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten in explosionsgefährdeten Bereichen

Anlage / Raum	Schriftliche Betriebsanweisung vorhanden* zu erstellen bis	Unterweisung der Beschäftigung erfolgt am
<i>Entstauber - Spänesäckewechsel</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	

• Zusätzliche organisatorische Maßnahmen für gefährliche Tätigkeiten (z. B. Arbeitsfreigaben) 14	
<i>Erlaubnisschein für Arbeiten mit Zündgefahr</i>	
• Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche	<input type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> vorzunehmen bis _____ <input checked="" type="checkbox"/> entfällt



• Regelmäßige Reinigung der explosionsgefährdeten Bereiche / Beseitigung von Staubablagerungen 16	
Ist die regelmäßige Reinigung gemäß Betriebsanweisung sichergestellt?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <i>Reinigungsplan bis 20.01.2010 erstellen</i>

• Prüfung der Arbeitsplätze / Arbeitsmittel 17	
Ist vor der erstmaligen Nutzung eine Prüfung durch eine befähigte Person erfolgt?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <i>Prüfung vom Hersteller nachholen lassen</i>
Erfolgen regelmäßige Prüfungen?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein Prüfintervall <i>jährlich</i>

Weitere Dokumente / Anlagen

<input type="checkbox"/> Sicherheitsdatenblätter (Ordner _____)	<input type="checkbox"/> Ex-Zonenplan (Ordner _____)
<input checked="" type="checkbox"/> Lageplan (Ordner <i>Holzstaubabsaugung</i>)	<input type="checkbox"/> _____

Datum <i>03.12.09</i>	Unterschrift des Arbeitgebers <i>M. Mustermann</i>	Unterschrift des Erstellers des Explosionsschutzdokumentes <i>Gerber</i>
--------------------------	---	---

* Zutreffendes ankreuzen

9-7 siehe nachfolgende Erläuterungen

Anhang 4

Muster-Betriebsanweisung für das Verhalten bei Bränden
an Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne

Verhalten bei Bränden an Absauganlagen für Holzstaub und in Spänesilos

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Nur Feuerwehrleute und besonders ermächtigte und unterwiesene Personen dürfen im Brandfall zu Löscharbeiten herangezogen werden.

Folgende Regeln sind im Brandfall zu beachten:

- Sofort die Betriebsleitung bzw. die Feuerwehr verständigen.
Feuerwehr-Notruf - 112 Betriebsleiter - 100 Sifa - 124
- Türen und Luken in Filteranlagen und Silos dürfen im Brandfall nicht geöffnet werden, weil durch den Lufteintritt zusätzliche Explosionsgefahr entstehen kann.
- Abreinigen der Filteranlage verhindern:
durch Ausschalten des „**Hauptschalters**“ am **Schaltschrank der Filteranlage**.
- Bei pneumatischer Abreinigung: Hauptschalter für pneumatische Abreinigung schließen und absperren, Luftvorratsbehälter entlüften.
- Weitere Zufuhr von Spänegut in die Filteranlage/ das Silo durch Abschalten der Ventilatoren unterbinden.
- Mit dem Austragen der Filteranlage/ des Silos darf erst nach Freigabe durch die Feuerwehr begonnen werden. Die Feuerwehr legt fest, welche zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden müssen.

Nürnberg, den 04.01.2006



Unterschrift des Unternehmers

Anhang 5.1

Muster eines Reinigungsplanes

Abteilung / Bereich: _____

Lfd.-Nr.	Was wird gereinigt?	Reinigungs-Intervall				Bemerkung / Verfahren Zuständiger	Unterschrift
		t	w	m	j		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

t = täglich, w = wöchentlich, m = monatlich, j = jährlich

Anhang 5.2

Muster eines ausgefüllten Reinigungsplanes

Abteilung / Bereich: Kleinmöbelfertigung

Lfd.-Nr.	Was wird gereinigt?	Reinigungs-Intervall				Bemerkung / Verfahren Zuständiger	Unterschrift
		t	w	m	j		
1	Maschinen	X				absaugen, Spreißel entfernen	
2	Boden	X				absaugen	
3	Fensterbänke		X			absaugen	
4	Heizkörper		X			absaugen	
5	Wände, Vorsprünge			X		absaugen	
6	Kabelkanäle, Rohrleitungen				2x	absaugen	
7	Restholzbereiche	X				Restholz in Container entsorgen	
8	Revisionsklappen in Rohrleitungen		X			öffnen und Rohrleitungen von innen kontrollieren und frei machen	
9	Leuchten				2x	absaugen	
10							
11							
12							
13							
14							
15							

t = täglich, w = wöchentlich, m = monatlich, j = jährlich

Anhang 6

Europäisches Klassifizierungssystem für den Brandschutz

Im Unterschied zur bisherigen nationalen Klassifizierung nach DIN 4102 stellt das europäische Klassifizierungssystem nach DIN EN 13501 eine größere Vielfalt von Klassen und Kombinationen zur Verfügung. Zusätzlich zum Brandverhalten werden die Brandnebenerscheinungen wie Rauchentwicklung (s1 - s3) und brennendes Abtropfen (d0 - d2) in Klassen eingeteilt.

In der Bauregelliste erfolgt die Zuordnung der europäischen Klassen zu den bauaufsichtlichen Anforderungen an den Brandschutz. In Tabelle 1 sind die Klassen aufgeführt, welche zur Gewährleistung des in Deutschland geltenden Sicherheitsniveaus mindestens einzuhalten sind. Bei besonderen Anforderungen an die Rauchentwicklung ist die Klasse s1 einzuhalten. Wird ein Baustoff gefordert, der nicht brennend abtropfen oder abfallen darf, ist ein Baustoff der Klasse d0 zu verwenden.

Die wichtigsten Erläuterungen zum Anwendungsbereich sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Prüfungen und Klassifizierung des Feuerwiderstandes von Bauteilen und Bauarten wurden einheitlich für folgende Bauprodukte festgelegt:

- tragende Bauteile ohne raumabschliessende Funktion (Wände, Decken, Dächer, Balken, Stützen, Balkone, Treppen, usw.)
- tragende Bauteile mit raumabschliessender Funktion (Wände, Decken, Dächer, Doppelböden, usw.)
- Produkte und Systeme zum Schutz von tragenden Bauteilen oder Bauwerksteilen (Beschichtungen, Verkleidungen, usw.)
- nichttragende Bauteile oder Bauwerksteile mit oder ohne Verglasung (Feuerschutztüren, Rauchschutztüren, Förderanlagen, usw.)
- brandschutzwirksame Verkleidungen von Decken und Wänden
- Produkte haustechnischer Anlagen.

Europäisch gelten Brandschutzverglasungen nicht als eigenständige, feuerwiderstandsfähige Bauteile, sondern werden als Teil der Wände oder Decken, in denen sie verbaut sind, angesehen. Sie sind insofern nach den für diese Bauteile vorgesehenen Klassen (EI, EW, E) zu klassifizieren.

In Tabelle 3 sind die Feuerwiderstandsklassen nach DN 13501-2 und DIN EN 13501-3 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen (Klassifizierung nach DIN 4102) dargestellt. Die in Deutschland verwendeten Klassen sind :

REI 30, 60, 90 sowie REI-M90.

Ein raumabschliessendes, tragendes Bauteil mit der Klassifizierung REI 30 muss der Beanspruchung während der Prüfung mindestens 30 Minuten standhalten und die Kriterien „E“-Raumabschluss und „I“-Wärmedämmung erfüllen, um die Über-

tragung von Feuer und Rauch in andere Nutzungseinheiten zu verhindern. Das Bauteil muss so widerstandsfähig sein, dass Flammen und Gase nicht durchtreten können. Die feuerabgekehrte Seite darf sich nicht derartig erwärmen, dass sich dort befindliche Materialien entzünden können. Das Kriterium „M“ kennzeichnet die Fähigkeit des Bauteiles, einer Stoßbeanspruchung durch herabfallende andere Bauteile zu widerstehen.

Feuerschutzabschlüsse, Rauchschutztüren, Kabelabschottungen und Lüftungsleitungen sind in das europäische Klassifizierungssystem miteinbezogen. Türen und Tore, die nach DIN 4102 der Klasse T 30 bzw. T 60 entsprechen, werden europäisch

EI₂ 30-C bzw. EI₂ 60-C klassifiziert. Selbstschließende Rauchschutztüren – nach DIN 4102 RS – erhalten die Klasse **-CS₂₀₀**

Tabelle 1: Klassifizierung des Brandverhaltens (ohne Bodenbeläge) nach DIN EN 13501-1

Bauaufsichtliche Benennung	Zusatzanforderungen		Europäische Klasse nach DIN EN 13501	Klasse nach DIN 4102-1
	kein Rauch	kein brennendes Abtropfen/Abfallen		
Nicht brennbar	ja	ja	A1	A1
	ja	ja	A2-s1d0	A2
Schwer entflammbar	ja	ja	B,C-s1d0	B1 ¹⁾
		ja	B,C-s3d0 B,C-s1d2 B,C-s3d2	
Normal entflammbar		ja	D-s3d0 D-s3d2 E-d2	B2 ¹⁾
			F	
Leicht entflammbar			F	B3

1) Angaben über hohe Rauchentwicklung und brennendes Abtropfen/Abfallen in Verwendbarkeitsnachweis und in der Kennzeichnung

Tabelle 2: DIN EN 13501-1: Unterklassen zur Rauchentwicklung und zum brennenden Abtropfen/Abfallen

Kurzzeichen der Unterklassen	Bedeutung
Anforderungen an die Rauchentwicklung	
s1 s2 s3	keine/kaum Rauchentwicklung begrenzte Rauchentwicklung unbeschränkte Rauchentwicklung
Anforderungen an brennendes Abtropfen/Abfallen	
d0 d1 d2	kein Abtropfen/Abfallen begrenzt Abtropfen/Abfallen starkes Abtropfen/Abfallen

Tabelle 3: Erläuterungen der Klassifizierungskriterien und der zusätzlichen Angaben zur Klassifizierung des Feuerwiderstandes nach DIN EN 13501-1 und DIN EN 13501-3

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
R (Resistance)	Tragfähigkeit	zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
E (Etancheite)	Raumabschluss	
I (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
W (Radiation)	Begrenzung des Strahlendurchtrittes	
M (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbelastung)	
S (Smoke)	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate)	Rauchschtztüren (als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen) Lüftungsanlagen einschl. Klappen)
C (Closing)	Selbstschliessende Eigenschaft (ggfls. mit Anzahl der Lastspiele)	Rauchschtztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse für Förderanlagen)
P	Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalüberwachung	Elektrische Kabelanlagen allgemein
I ₁ , I ₂	unterschiedliche Wärmedämmkriterien	Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse für Förderanlagen)
f (full)	Beanspruchung durch volle ETK (Vollbrand)	Doppelböden
..200, 300,.. (C°)	Angabe der Temperaturbeanspruchung	Rauchschtztüren
i → o i ← o i ↔ o (in – out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Nichttragende Aussenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen
a → b a ← b a ↔ b (above – below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken
ve, ho	für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert	Lüftungsleitungen/-klappen
Zusätzliche Angaben zur Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen nach DIN EN 13501-1:		
s (smoke)	Rauchentwicklung	Anforderung an die Rauchentwicklung
d (droplets)	Brennendes Abtropfen/Abfallen	Anforderung an das brennende Abtropfen/Abfallen
...fl		Brandverhaltensklasse für Bodenbeläge

Tabelle 4: Klassifizierung des Feuerwiderstandes von Bauteilen nach DIN EN 13501-2/3 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Benennungen (Klassifizierung nach DIN 4102)

Bauaufsichtliche Benennung	Klassifizierung nach	Tragende Bauteile Raumabschluss		Nichttragende Wände	
		ohne	mit	Innen	Außen
feuerhemmend	DIN EN 13501 [DIN 4102]	R 30 [F 30]	REI 30 [F 30]	EI 30 [F 30]	E 30 (i→o) E 30 (i←o) [W 30]
	DIN EN 13501 [DIN 4102]	R 60 [F 60]	REI 60 [F 60]	EI 60 [F 60]	E 60 (i→o) E 60 (i←o) [W 60]
feuerbeständig ¹⁾	DIN EN 13501 [DIN 4102]	R 90 [F 90]	REI 90 [F 90]	EI 90 [F 90]	E 90 (i→o) E 90 (i←o) [W 90]
Feuerwiderstandsdauer 120 Min.	DIN EN 13501 [DIN 4102]	R 120 [F 120]	REI 120 [F 120]		
Brandwand	DIN EN 13501	–	REI-M90	EI-M90	

¹⁾zur Zeit nach § 17 Abs. 2 Musterbauordnung (MBO) in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen

Bildnachweis

Titelbild, Seite 6, 12, 16, 18, 19, 20, 21, 22,
26 unten, 40 rechts, 43 oben, 45, 47:
SCHEUCH GmbH
Weierfing 68
A-4971 Auzolzmünster

Seite 3, 15:
HÖCKER Polytechnik GmbH
Borgloher Str. 1
D-49176 Hilter a.T.W.

Seite 13 links, 27, 73:
SCHUKO H. Schulte-Südhoff GmbH
Auf der Wittenburg 21
D-49196 Bad Laer

Seite 13 oben rechts:
COGELME S.a.S.
S.S. per Genova/Via Postumia
I-15057 Tostiva (AL)

Seite 14 unten:
Fagus-GreCon Greten GmbH & Co. KG
Hannoversche Str. 58
D-31061 Alfeld

Seite 24 oben rechts, 28 unten links,
41 unten links, 44:
Wolf System GmbH
Am Stadtwald 20
D-94486 Osterhofen

Seite 24 unten rechts, 32 oben, Mitte und
rechts, 39 unten rechts, 41 rechts, 48:
REMBE® GmbH
Gallbergweg 21
D-59929 Brilon

Seite 25:
Keller Lufttechnik GmbH + Co. KG
Neue Weilheimer Str. 30
D-73230 Kirchheim unter Teck

Seite 31:
SPAN EX GmbH
Luft-, Energie- und Umwelttechnik
Otto-Bremer-Str. 6
D-37170 Uslar

Seite 36 oben:
Total Walther
Feuerschutz und Sicherheit
Waltherstraße 51
D-51069 Köln

Seite 36 unten:
Lechler GmbH & Co. KG
Ulmer Str. 128
D-72555 Metzingen

Seite 39 Mitte rechts:
Wolf KG Betonwerke
Untereschacher Str. 9
D-88214 Ravensburg-Oberhofen

Seite 40 oben links:
Bartling GmbH & Co. KG
Luft-, Filter-, Wärme- und Umwelttechnik
Gohfelder Straße 39
32584 Löhne

Aufnahmen in Mitgliedsbetrieben der Berufsgenossenschaft Holz und Metall:

Seite 11, 14 oben, Mitte, 26 oben,
32 links unten:
Schörghuber Spezialtüren KG
Neuhaus 3
D-84539 Ampfing

Seite 13 unten rechts:
BM Massivholz GmbH
Poststraße 10
D-97647 Nordheim

Dienstliche Aufnahmen der BGHM:

Seite 16 unten, 29, 30, 32 unten links, 34, 35,
37, 38, 43 unten rechts, 46, 73 oben

Weiterführende Auskünfte erteilen Ihnen gern die im Folgenden aufgeführten Präventionsdienste der BGHM.

Kostenfreie Servicehotline: 08009990080-0

Präventionsdienst Berlin

Innsbrucker Straße 26/27
10825 Berlin
Email: pd-berlin@bghm.de

Präventionsdienst Bielefeld

Turnerstr. 5-9
33602 Bielefeld
Email: pd-bielefeld@bghm.de

Präventionsdienst Bremen

Töferbohmstraße 10
28195 Bremen
Email: pd-bremen@bghm.de

Präventionsdienst Dessau-Roßlau

Raguhner Straße 49 b
06842 Dessau-Roßlau
Email: pd-dessau@bghm.de

Präventionsdienst Dortmund

Semerteichstraße 98
44263 Dortmund
Email: pd-dortmund@bghm.de

Präventionsdienst Düsseldorf

Kreuzstr. 45
40239 Düsseldorf
Email: pd-düsseldorf@bghm.de

Präventionsdienst Erfurt

Lucas-Cranach-Platz 2
99097 Erfurt
Email: pd-erfurt@bghm.de

Präventionsdienst Hamburg

Rothenbaumchaussee 145
20149 Hamburg
Email: pd-hamburg@bghm.de

Präventionsdienst Hannover

Seligmannallee 4
30173 Hannover
Email: pd-hannover@bghm.de

Präventionsdienst Köln

Hugo-Eckener-Str. 20
50829 Köln (Ossendorf)
Email: pd-köln@bghm.de

Präventionsdienst Mainz

Wilhelm-Theodor-Römheld-Str. 15
55130 Mainz
Email: pd-mainz@bghm.de

Präventionsdienst München

Am Knie 8
81241 München
Email: pd-münchen@bghm.de

Präventionsdienst Nürnberg

Weinmarkt 9 -11
90403 Nürnberg
Email: pd-nuernberg@bghm.de

Präventionsdienst Mannheim/Saarbrücken

Koßmannstraße 48-52
66119 Saarbrücken
Email: pd-saarbrücken@bghm.de

Präventionsdienst Stuttgart

Vollmoellerstraße 11
70563 Stuttgart
Email: pd-stuttgart@bghm.de

Standorte der Berufsgenossenschaft Holz und Metall



**Berufsgenossenschaft
Holz und Metall**

Internet: www.bghm.de

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0