



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

# **Brand- und Explosionsverhütung in Holzspänesilos**





AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

# **Brand- und Explosionsverhütung in Holzspänesilos**

© 2006 Alle Rechte vorbehalten  
Abteilung XXVI: Brand- und Zivilschutz

Amt für Brandverhütung  
Neubuchweg 13/C - 39100 Bozen  
Tel. 0471 413560 - Fax 0471 413 569  
Verfasser: Geom. Stefano Menin

---

---

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b> .....	4
<b>Einleitung</b> .....	7
<b>Kapitel 1</b> .....	11
Holz	
<b>Kapitel 2</b> .....	15
Explosionsfähigkeit der Stäube	
<b>Kapitel 3</b> .....	17
Brand- und Explosionsgefahren	
<b>Kapitel 4</b> .....	19
Brandschutzanforderungen	
<b>Kapitel 5</b> .....	21
Allgemeine Schutzmaßnahmen gegen Brände und Explosionen	
<b>Kapitel 6</b> .....	23
Elektrische Installationen	
<b>Kapitel 7</b> .....	25
Schutzmaßnahmen bei Anlagen	
<b>Kapitel 8</b> .....	27
Bauliche Maßnahmen	
<b>Kapitel 9</b> .....	31
Explosionsdruckentlastung	
<b>Kapitel 10</b> .....	33
Funkenerkennungs- und Löschanlagen	
<b>Kapitel 11</b> .....	35
Sprühwasser-Löschanlage	
<b>Kapitel 12</b> .....	37
Hydranten	
<b>Kapitel 13</b> .....	39
Hackschnitzzellager für Heizanlagen	
<b>Kapitel 14</b> .....	41
Schlussbemerkungen	
• Anhang: Verzeichnis der wichtigsten Normen und Richtlinien...	43

---

# Brand- und Explosionsverhütung in Holzspänesilos

## VORWORT

Holz ist ein Material, das in Südtirol allgegenwärtig ist. Es steht für Wärme und Harmonie.

Holz ist ein gefragtes Baumaterial, es dient der Herstellung von Gebrauchsgegenständen und Skulpturen. Mit dem Brennstoff Holz werden sowohl Heimherde als auch große Heizanlagen betrieben, die ganze Dörfer versorgen.

Um Holz als Baumaterial oder als Brennstoff nutzen zu können, muss dieses verarbeitet werden. Diese Verarbeitung birgt manchmal unbekannte Gefahren in sich, die schlimme Folgen für Personen und Güter nach sich ziehen können.

Die Brandgefahr ist dabei als erste zu nennen. Die Anzahl der Brände und der Einsätze der Feuerwehr in diesem Zusammenhang ist sehr schwer zu bestimmen, da nur allgemeine Daten der Feuerwehreinsätze zur Verfügung stehen, und nicht nach Interventionsart aufgeschlüsselte Daten. Es ist jedoch so, dass in Südtirol gerade die Holzverarbeitungsbetriebe und die entsprechenden Silos Bereiche mit höherer Brand- und Explosionsgefahr darstellen.

Vom kleinen Handwerksbetrieb bis zum großen Unternehmen zählen wir auf Landesebene ungefähr achthundert Holzverarbeitungsbetriebe von unterschiedlicher Größe. Die in dieser Broschüre zusammen getragenen und veranschaulichten Informationen sollen dazu beitragen, in diesem Bereich an Sicherheit zu gewinnen, durch die besonderes jene geschützt werden, die mit dem Holz arbeiten. Dabei geht es um Holz in seinen verschiedenen Formen und Eigenschaften.

Der Inhalt dieser Broschüre, die sich mit diesem besonderen Fachgebiet befasst, bietet eine umfassende Übersicht über den Bereich Brand- und Explosionsgefahr, ausgehend vom Rohstoff hin bis zur Explosion der feinen Stäube, die sich im Laufe der Verarbeitung bilden können.

Die in der Holzindustrie tätigen Personen kennen sicher die europäische Richtlinie „ATEX“, die die Geräte und Schutzvorrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen betrifft: Obwohl diese EU-Richtlinie eher die Baubranche, die Anlagen und die Elektroanlagen



---

betrifft, haben wir sie trotzdem in der Broschüre berücksichtigt. Auf jeden Fall gehen wir in der Publikation auf die aktiven und passiven Maßnahmen zur Brandprävention ein, wobei vorausgesetzt wird, dass Benutzerinnen und Benutzer des Leitfadens schon einige Grundkenntnisse in Sachen Brandschutz besitzen. Im Anhang ist ein Verzeichnis der Rechtsnormen und Richtlinien samt kurzem Kommentar zu finden.

Diese Broschüre steht als Druckversion zur Verfügung und kann im Südtiroler Bürgernetz auf den Seiten des Landesamtes für Brandverhütung eingesehen werden:  
-[www.provinz.bz.it/zivilschutz/2601-](http://www.provinz.bz.it/zivilschutz/2601-)

Ich wünsche mir, dass diese Broschüre bei allen Interessierten Anklang findet, wie es bei den beiden vorangegangenen Brandschutz-Publikationen „Grundlagen der Brandverhütung“ und „Brandschutz in der Landwirtschaft“ der Fall war.

Landeshauptmann  
Dr. Luis Durnwalder

Bozen, im Februar 2006



---

## EINLEITUNG

Diese Broschüre richtet sich an:

- Fachleute
- Sicherheitsexpertinnen und -experten
- im Bereich Sicherheit freiberuflich Tätige

In der Autonomen Provinz Bozen wird das Verfahren im Bereich Brandschutz mit Landesgesetz vom 16. Juni 1992, Nr. 18, geregelt.

Die kontrollpflichtigen Tätigkeiten sind im Ministerialdekret vom 16. Februar 1982 angeführt.

Eine Broschüre über die aktualisierten „Grundlagen der Brandverhütung“ wurde im Jahre 2003 herausgegeben und ist beim Landesamt für Brandverhütung erhältlich.

Die vorliegende Broschüre entstand in Zusammenarbeit mit dem Landesverband der Freiwilligen Feuerwehren, der, wie schon für die Broschüre „Brandschutz in der Landwirtschaft“, nützliche Unterlagen und Tipps geliefert hat.

Wir bedanken uns an dieser Stelle auch bei den Firmen Grecon aus Bozen und Ravizza aus Mailand für ihre Unterstützung.

Ein Silo im Sinne dieser Broschüre ist ein Lager oder ein Raum außerhalb oder innerhalb eines freistehenden, geschlossenen Gebäudes, in welchem Holzspäne und Holzstaub, die über eine Abscheideanlage gesammelt und eingebracht werden, gelagert werden.

Die pneumatische Förderung ist ein Verfahren, bei dem Holzspäne und Stäube mit Hilfe eines Luftstroms durch Rohrleitungen bzw. Leitungskanäle transportiert werden.

Betriebe mit Angestellten haben die Pflicht, die Risikoanalyse und die Bewertung der Brandgefahr laut Ministerialdekret vom 10. März 1998 durchzuführen.

Das Silo ist einer der größten Gefahrenbereiche in Holzverarbeitungsbetrieben.

Kontrollpflichtige Tätigkeiten, bei welchen Silos vorkommen:

Nr. 47: *„Betriebe und Werkstätten zur Holzverarbeitung (Verarbeitung und/oder Lagerung) ab 5000 kg“*

Nr. 46: *„Lager für Bauholz, Nutzholz, Brennholz, Stroh, Heu, Rohr, Reisig, Holz und Steinkohle, Kohlengries, Kork u.ä. Produkte: davon ausgenommen sind Lagerflächen im Freien mit*

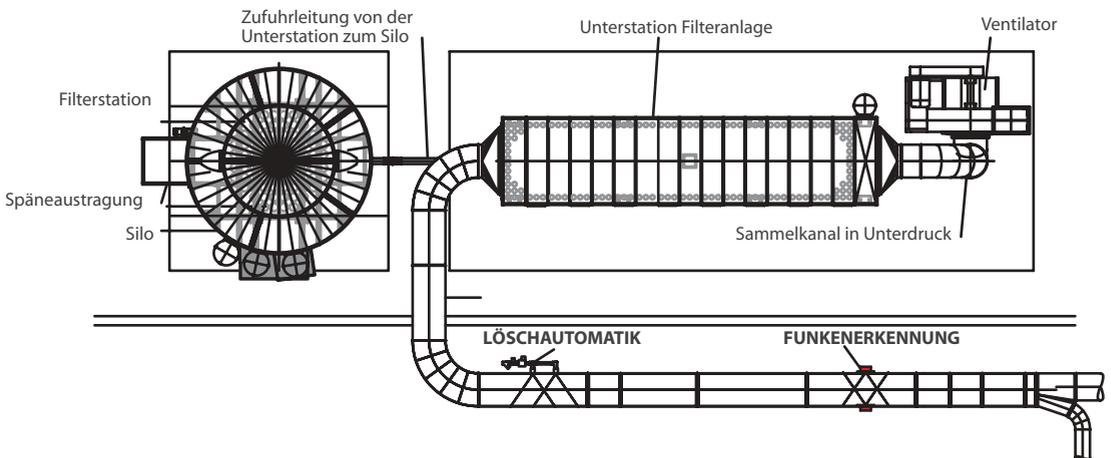
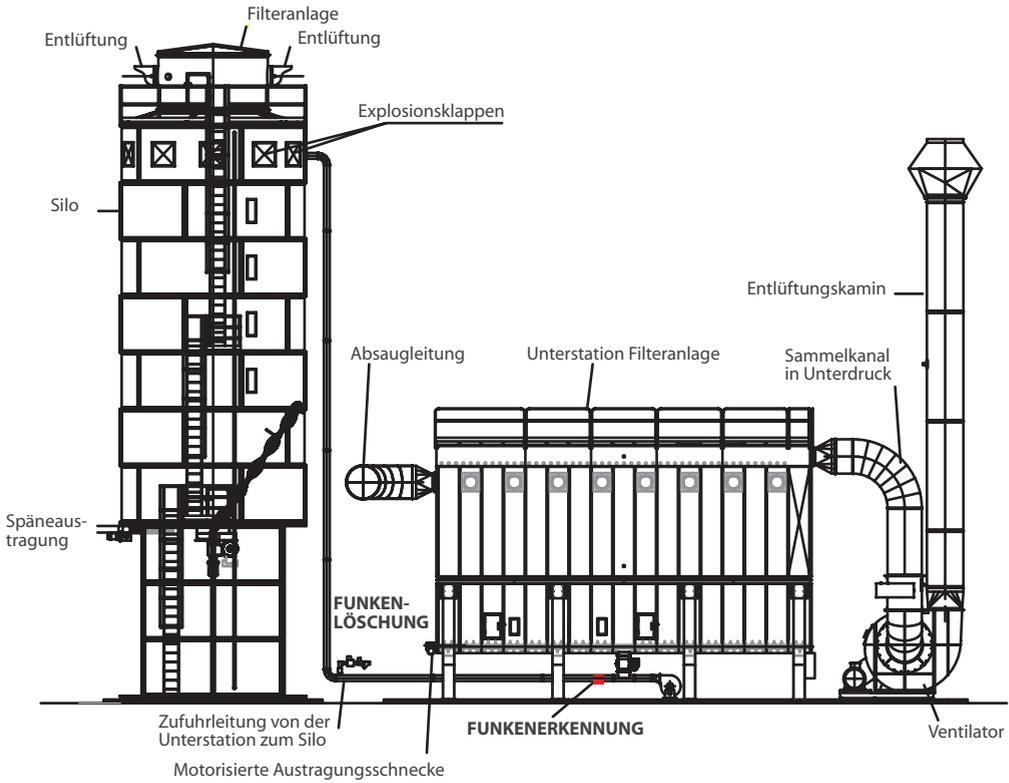


Abb. 1 Silo mit Unterstation in Unterdruck

---

*Sicherheitsabständen von mehr als 100 m (Messung gemäß Punkt 2.1 des Ministerialdekretes vom 30.11.83), ab 50.000 kg“.*

Ein Silo mit einer Lagerkapazität von mehr als 5.000 kg, der zu einem Tischlereibetrieb gehört, fällt somit unter die kontrollpflichtige Tätigkeit Nr. 47.

Da für Silos keine eigenen Brandschutzvorschriften existieren, haben wir uns bemüht, das zum Thema vorhandene Material in diese Broschüre einzubinden. Die Bilder sollen dem besseren Verständnis der Erläuterungen dienen.

Staubexplosionen sind eher selten. Kommt es aber zu einer solchen Explosion, so hat sie zumeist schwerwiegende Auswirkungen. Durch die bei der Staubexplosion entstehende Druckwelle können ganze Gebäude einstürzen und durch den entstehenden Feuerball kann es zu Bränden kommen.

Das Problem bei einem Brand in einem Silo besteht vor allem darin, dass der Brandherd in der großen Masse von Sägespänen nicht bzw. nur schwer zu lokalisieren ist.

Die Folgen einer Staubexplosion sind in der Regel schwerwiegender als die eines Brandes in einem begrenzten Brandabschnitt mit geringer Brandlast und guter Belüftung. Deshalb müssen neben der Eintrittswahrscheinlichkeit auch die Folgen betrachtet werden.

Für die Risikobewertung wird normalerweise folgende Formel verwendet:

$$\mathbf{R = P \times M}$$

R = Gefahr

P = Wahrscheinlichkeit

M = Folgen

Die vorliegende Sammlung von Richtlinien soll wichtige technische Informationen vermitteln und so dazu beitragen, die Zahl der Brände und Explosionen zu verringern bzw. deren Auswirkungen so weit wie möglich zu limitieren.

Die Hauptaufgabe unseres Amtes ist die Brandverhütung - wir sind überzeugt, dass eine gezielte Informationstätigkeit für die Verhütung von Bränden und – in diesem Fall – von Explosionen von grundlegender Bedeutung ist.

---

Sollte es trotz aller Vorsichtsmaßnahmen dennoch zu Bränden oder Explosionen kommen, ist die Weitergabe genauer Informationen an die Einsatzkräfte **ÄUSSERST WICHTIG**.

Auf der Grundlage des Notfallplanes und der Brandschutzübungen ist die Erstellung eines „FEUERWEHRPLANS FÜR BAULICHE ANLAGEN“ zu empfehlen.

Diese Pläne dienen der raschen Orientierung in einem Objekt oder einer baulichen Anlage und der Beurteilung der Lage. Deshalb müssen auch diese Unterlagen ständig aktualisiert werden.

Wir wollen keine zusätzlichen Pflichten einführen, sondern dazu beitragen, durch gezielte Fachinformation Bränden und Explosionen vorzubeugen.

Technische Details haben wir bewusst so weit wie möglich außer Acht gelassen; sie werden zum Teil in Zusammenhang mit den Sicherheitsaspekten angeführt.

Holz ist der am meisten verwendete feste Brennstoff. Es kann mit mehr oder weniger heftiger Flammerscheinung brennen oder auch schwelen, d.h. ohne Flammen verbrennen.

Die Zündtemperatur von Holz lässt sich nicht genau festlegen, da diese vom Zerkleinerungsgrad, vom Feuchtigkeitsgehalt und vom spezifischen Gewicht abhängt.

In den meisten Fällen beträgt die Zündtemperatur 200°C. Ist das Holz aber über sehr lange Zeit in Kontakt mit heißen Oberflächen, kann es zu einer Verkohlung mit der Gefahr einer Selbstentzündung bei wesentlich geringeren Temperaturen kommen.

Der Zerkleinerungsgrad des Holzes ist ausschlaggebend für das Brandverhalten. Denken wir beispielsweise daran, wie wir ein Feuer in einem Ofen entfachen – zum Anzünden benutzen wir möglichst kleine Holzstücke oder -späne und legen dickere Scheite nach, je mehr das Feuer brennt. Ein dicker Holzklotz brennt auch bei heftigem Feuer nur langsam.

Aus Erfahrung wissen wir, dass es mit einem Zündholz nicht möglich ist, einen Holzklotz anzuzünden, obgleich die Flamme eine Temperatur von über 1.000°C erreicht.

Je kleiner das Holzstück ist, desto leichter kann es von Zündquellen mit niedriger Energie auf Zündtemperatur erwärmt werden. Wenn das Holz in Teilen unter 2 mm Dicke vorliegt, gilt es als entflammbar; misst zumindest ein Teil der Partikel weniger als 0,3 mm, besteht Explosionsgefahr.

Bei aufgewirbelten Stäuben kann die Verbrennung mit großer Geschwindigkeit in Form einer Explosion erfolgen, weil die für die Reaktion erforderliche Energie mit der Teilchengröße abnimmt.

Demnach wird zwischen brennbaren und entflammbaren Stoffen unterschieden:

- Brennbare Stoffe: Stoffe, die sich weniger leicht entzünden und zu einer verhältnismäßig langsamen Brandausbreitung führen.
- Entflammbare Stoffe: Stoffe, die sich leicht entzünden und zu einer schnellen Brandausbreitung führen.

Holzspäne und -stäube sind Bearbeitungsrückstände, die bei der mechanischen Bearbeitung von Holz mit Säge-, Fräs-, Bohr-, Hobel-, Schleif- und ähnlichen Werkzeugen entstehen. Dazu gehören



*Abb. 2 Brand in einer Tischlerei*

Hobelspäne, Schleifstaub, Holzmehl sowie kleine Verarbeitungsabfälle in reiner oder vermischter Form.

Hackschnitzel werden in der Regel als Brennstoff für Heizanlagen verwendet. Sie werden in Form von kleinen Zylindern aus gepressten Säge- und Hobelspänen, Holzpaletts genannt, zum selben Zweck verwendet.



Abb. 3 Größere Feuerbeständigkeit der Stützen im Gegensatz zu den Trägern



Abb. 4 Brand in einem Sägewerk



*Abb. 5 Auswirkungen einer Explosion*

Zu Bränden oder Explosionen kann es nur dann kommen, wenn brennbare Stoffe und Sauerstoff (in der Luft enthalten) im richtigen Mischungsverhältnis vorliegen und gleichzeitig die Mindestzündenergie durch eine Zündquelle erreicht wird.

Als Explosion bezeichnet man eine plötzlich ablaufende Reaktion mit enormer Temperatur- und Druckentwicklung. Zündfähige Gemische aus Brennstoff und Luft, die unter atmosphärischen Bedingungen auftreten, werden als „Explosionsfähige Atmosphären“ bezeichnet.

Gemische aus Luft und Stäuben verhalten sich ähnlich wie Gemische aus Luft und Gasen, unterscheiden sich aber aus zwei Hauptgründen:

- Stäube sind keine Moleküle, sondern Teilchen eines bestimmten Materials mit verschiedenen Korngrößen.
- Sie unterliegen der Schwerkraft und lagern sich dem entsprechend schneller oder langsamer ab.

Auch das Luft-Staub-Gemisch hat eine untere und eine obere Explosionsgrenze. Eine Explosion kann nur dann stattfinden, wenn das Mischungsverhältnis der Stäube zwischen den beiden Explosionsgrenzen liegt.

Bereits eine Konzentration von wenigen  $\text{g}/\text{m}^3$  kann zu einer Explosion führen. Die Tendenz der Stäube, sich wegen der Schwerkraft an der tiefsten Stelle abzulagern, Turbulenz, Zerkleinerungsgrad sowie weitere Faktoren beeinflussen diesen Wert.

Die folgende Abbildung zeigt deutlich den Verlauf einer Staubexplosion in Abhängigkeit von Konzentration und Zeit. Die Größenordnung der Werte bei einer Explosion kommt in folgender Formel zum Ausdruck:

$$1 \text{ bar} = 1,020 \text{ Kg}/\text{cm}^2 = 10.793 \text{ mm Wassersäule}$$

Kritische Konzentrationen treten vorwiegend in Filteranlagen und Spänesilos sowie in pneumatischen Förderleitungen und Hackern auf. Ein großer Harz- und Fettgehalt des Holzes sowie Beimischungen von Lackstaub, gewissen Kunststoffen, Lösungsmitteln oder deren Dämpfe erhöhen die Explosionsgefahr.

Explosionsgefahr besteht zudem, wenn z.B. die bei einem Schweißbrand entstehenden Schweiß- und Pyrolysegase bei Sauerstoffzutritt schlagartig abbrennen.

---

In Holzspänesiloanlagen ist die Explosionsgefahr durch das Vorhandensein von Holzstaub erhöht: bereits zwölf Gramm Holzstaub pro Kubikmeter Luft sind gefährlich.

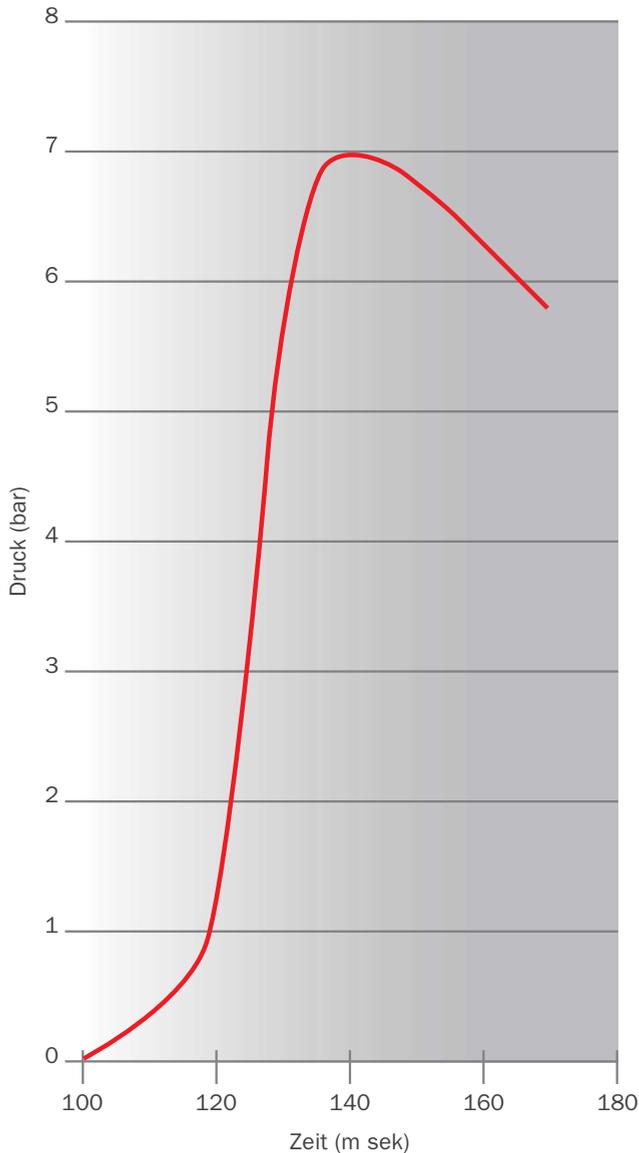


Abb. 6 Grafik: Typischer Druck-Zeit-Verlauf eines brennbaren Staubes (ermittelt durch Explosionstest)

1. Die häufigsten Brandursachen in Holzspänesilos sind:
  - a) glimmende Holzteilchen aus Bearbeitungsmaschinen, die durch die Verwendung ungeeigneter, stumpfer oder verharzter Werkzeuge und durch falsche Schnittgeschwindigkeiten entstehen,
  - b) in Bearbeitungsmaschinen durch Fremdkörper im Holz (wie Steine oder Nägel) verursachte Funken,
  - c) durch Reibung entstehende Funken: Reibung von Abdeckungen und Schutzvorrichtungen durch rotierende Werkzeuge, Abnutzung von Schleifbändern,
  - d) Fremdkörper im pneumatischen Fördersystem,
  - e) Zigarettenkippen,
  - f) Elektrostatische Aufladungen,
  - g) Mangelhafte Elektroanlagen,
  - h) Flammenrückschläge bei Handbeschickung der Feuerungsanlage,
  - i) Rückbrand von der Feuerungsanlage zum Silo bei pneumatischer oder mechanischer Beschickung,
  - j) Funkenflug aus dem Kamin,
  - k) Entzündung von Holzstaub auf Antrieben, ungeschützten Beleuchtungskörpern und Handlampen sowie nichtisolierten Heißwasser- und Dampfleitungen,
  - l) mangelhafte und defekte Installationen,
  - m) Reibung der Ventilatorflügel am Gehäuse,
  - n) Selbstentzündung öliger Putzfäden und Putzlappen sowie ölhaltiger oder feuchter Sägemehle im Holzspänesilo,
  - o) Schweißen, Trennschneiden, Auftauen, Schmirgeln u. ä.,
  - p) Blitzschlag.

---

Einige Anlageteile können die Gefahren erhöhen:

- Rauchgaskamine
- Gasleitungen aller Art
- Förderleitungen für brennbare Flüssigkeiten



*Abb. 7 Der Brand hat sich auf den gesamten Betrieb ausgebreitet*

## **Brandschutzanforderungen**

---

### KAPITEL 4

1. Die Anlagen müssen so ausgeführt werden, dass
  - a) im Schadensfall keine Personen gefährdet sind,
  - b) die Einsatzfahrzeuge freie Zufahrt haben und ein wirksamer Einsatz der Feuerwehr möglich ist,
  - c) Brände rasch entdeckt werden können,
  - d) die Ausbreitung des Brandes verhindert werden kann,
  - e) der Explosionsüberdruck gefahrlos abgeleitet wird,
  - f) ein Überflurhydrant in unmittelbarer Nähe vorhanden ist,
  - g) ein sicheres Ausräumen möglich ist,
  - h) in der Nähe des Silos weder brennbare Materialien gelagert noch potentielle Zündquellen geschaffen werden.



Es sind baulich und technisch sichere Bestandteile zu verwenden, die den geltenden Richtlinien im Bereich des Explosionsschutzes, insbesondere der ATEX-Richtlinie, entsprechen.



Abb. 8 Warnzeichen zur Kennzeichnung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können, gemäß "Atex" Norm

### Wichtige vorbeugende Maßnahmen

1. Regelmäßiges Entstauben (Absaugen) der Arbeitsräume und Einrichtungen, insbesondere der Lampen, Antriebe, Schaltschränke usw.;
2. Fachgerechte Entsorgung von Bearbeitungsabfällen, die mit brennbaren Flüssigkeiten, Ölen oder Fetten behandelt sind;
3. Regelmäßiges Entfernen von Holzabfällen, insbesondere unter Maschinen und Transportbändern, in Schächten, bei rotierenden Maschinenteilen usw.
4. Erlass eines Rauchverbotes, zumindest für den gesamten Bereich der Holzbearbeitung und -lagerung. Auf das Rauchverbot ist mit entsprechender Beschilderung deutlich hinzuweisen.
5. Regelmäßige Kontrolle und Wartung der Holzbearbeitungsmaschinen und Werkzeuge, der einzelnen Bestandteile der Abscheideanlagen wie Ventilatoren, Beschickungseinrichtungen zu Feuerungsanlagen, sowie der Einrichtungen des Brand- und Explosionsschutzes wie Zellräder, Brandabschlüsse, Löschanlagen, Funkenerkennungs- und Löschanlagen.

---

### **Vorbeugende Maßnahmen für das Personal**

1. Ausbildung des Personals in Bezug auf die Handhabung von Löschgeräten und –anlagen gemäß Ministerialdekret vom 10. März 1998, mit besonderem Hinweis auf die Explosions- bzw. Verpuffungsgefahr beim Einsatz in staubiger Umgebung (Aufwirbelung von Staub).
2. Regelmäßige Schulungen und Fortbildungskurse.

1. Die elektrischen Anlagen müssen nach den Vorschriften des Gesetzes vom 1. März 1968, Nr. 186 sowie nach der spezifischen CEI-Norm entsprechend der Einstufung der Räume installiert werden.
2. Innerhalb dieser Anlagen müssen elektrische Installationen oder Vorrichtungen auf das unbedingt erforderliche Minimum beschränkt werden.
3. Um die Staubablagerung auf Beleuchtungskörpern möglichst gering zu halten, sind die Beleuchtungskörper im Deckenbereich anzubringen und gegen Staubablagerung zu schützen.
4. Im Brandfall muss es möglich sein, Ventilation und Schüttelvorrichtung durch automatische oder händische Verriegelungen der Filtersäcke abzustellen.

### **Statische Elektrizität**

- Um Zündungen von Staub und Luftgemischen durch Entladungen statischer Elektrizität zu vermeiden, müssen die metallischen Anlageteile (Zyklone, Filter, Förderleitungen u.ä.) durch elektrische Leiter verbunden und geerdet werden.

### **Blitzschutz**

- Sind Spänesiloanlagen nicht selbstgeschützt, so sind sie mit einer Blitzschutzanlage gemäß CEI-Norm 81-1 auszurüsten.



In Betrieben, in denen neben Holzspänen auch viel Holzstaub anfällt, sind Abscheidesysteme für Staub von jenen für Späne zu trennen. Funken erzeugende Maschinen (z. B. Vielblatt-Kreissägen und Hacker) dürfen nicht an die selben Abscheideanlagen angeschlossen werden wie Maschinen mit großem Staubanfall.

Im Rahmen des Möglichen sollte versucht werden, die einzelnen Anlagekomponenten brandschutztechnisch zu trennen.

### **Förder- und Rückluftleitungen**

Mit Ausnahme der flexiblen Absaugleitungen an Bearbeitungsmaschinen müssen luftführende Rohrleitungen unbrennbar und in der Regel aus Stahlblech sein.

Pneumatische Förder- bzw. Rückluftleitungen sind in mindestens 10 cm Abstand zu brennbaren Elementen bzw. entflammaren Stoffen zu führen. Ist dies nicht möglich, sind die beiden benachbarten Teile durch eine REI 30 Zwischenlage zu trennen.

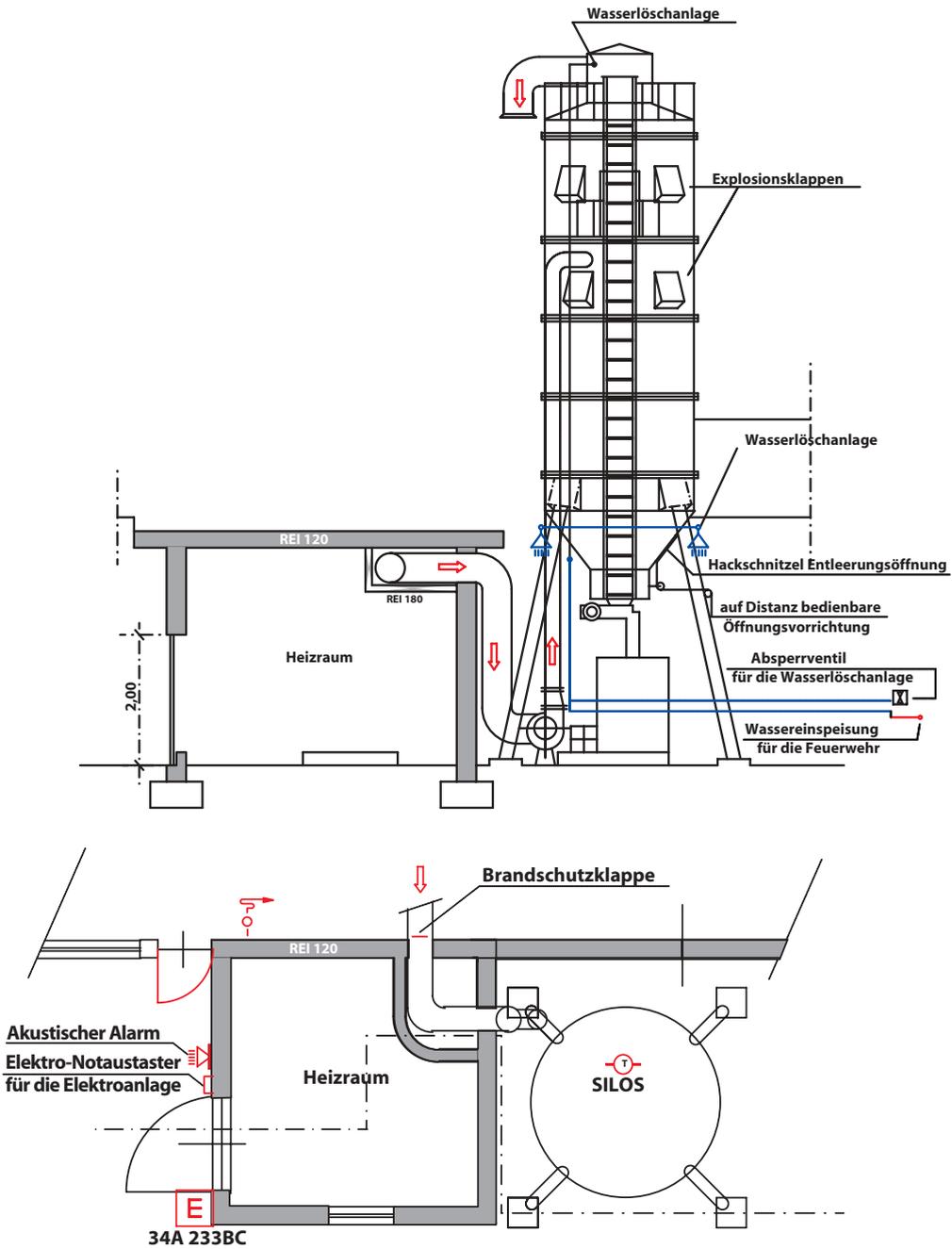


Abb. 9 Mögliche Lösung für eine bestehende Anlage

Für im Freien errichtete Hackschnitzel-Silos gelten keine besonderen Anforderungen hinsichtlich des Feuerwiderstands.

Im Freien errichtete Silos sind deshalb zu bevorzugen.

Ausschlaggebend für den Abstand ist die Brennbarkeit der Fassaden des Gebäudes in der Umgebung des Silos.

Bei Silos mit Metallstruktur muss ein möglicher Zusammenbruch durch Überhitzung berücksichtigt werden.

An- oder eingebaute Siloteile, bestehend aus den Anlageteilen Ventilationsraum, Filterraum, Späneraum, Heizungs- und Beschickungsraum, sind gegen benachbarte Räume oder Gebäude in REI-Bauweise auszuführen.

Wird die Abluft der Spänesiloplanlage zurückgeführt, sind am Anfang der Rückluftkanäle Brandschutzklappen einzubauen. Diese müssen einen Feuerwiderstand von mindestens REI 60 aufweisen sowie im Brandfall und möglichst auch bei Explosionen automatisch schließen, um die Brandabschnittbildung zwischen Silo und Gebäude zu gewährleisten.

Gebäudeabstände

- 10 m zu brennbaren Fassaden
- 5 m zu nicht brennbaren Fassaden
- angrenzend bei REI 60 und explosionsbeständigen Fassaden

Für den Schadensfall und auch für die Instandhaltung sind Öffnungen erforderlich:

- Mindestens eine gut zugängliche Entleerungsöffnung (Anhaltswert für die Mindestgröße: 0,90 x 2,00 m)
- Je nach Form und Abmessungen des Spänesilos zusätzliche seitliche oder obenliegende Stocheröffnungen (Anhaltswert für die Mindestgröße 1,00 x 1,00 m)
- Explosionsdruckentlastungsflächen

Beim Löschen mit Wasser belastet die beträchtliche Gewichtszunahme des Füllgutes zusätzlich die Konstruktion.

Die Grundfläche sollte möglichst kreisrund oder eventuell quadratisch sein; je größer das Verhältnis von Länge zu Breite, desto schlechter das Fließverhalten des Füllgutes.

Die Wände sollten eine möglichst glatte Oberfläche aufweisen. Ecken sind auszurunden. Ausfachungen, Ausmauerungen und dergleichen müssen innen glatt sein.

Einbauten (Rohrleitungen, Steigleitern Schutzdächer, Mauervorsprünge usw.) sind zu vermeiden.

---

Bei Anpassung von bestehenden Silos muss mindestens eine Wand des Silos eine Gebäudeaußenwand sein. Angrenzende Wände müssen feuer- und explosionsbeständig sein. Brandwände müssen über Dach geführt werden, um eine Brandübertragung vom Silo zum übrigen Betrieb und umgekehrt zu verhindern. Es dürfen keine brennbaren Isolierstoffe vorhanden sein, da diese zur Ausbreitung des Brandes führen können. Dachziegel sind bei der Eindeckung zu vermeiden, weil sie bei einer Explosion zu Geschossen werden können.

Als nicht explosionsgefährdet gelten Sägemehldepots von Sägereien ohne weitere Holzbearbeitung; bei diesen kann jedoch eine Selbstentzündung auftreten.

Rohrleitungen, die Brandabschnitte durchdringen, müssen mit Brandschutzklappen ausgestattet sein.

Bitte beachten Sie, dass Brandschutzklappen die Förderung von Funken nicht verhindern können!

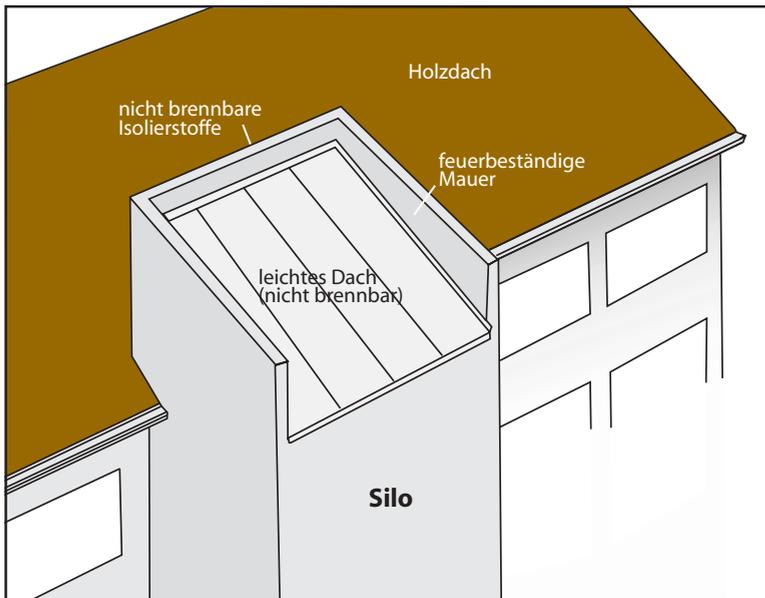


Abb. 10 Schema eines ein- bzw. angebauten Silos

# Bauliche Maßnahmen

## KAPITEL 8

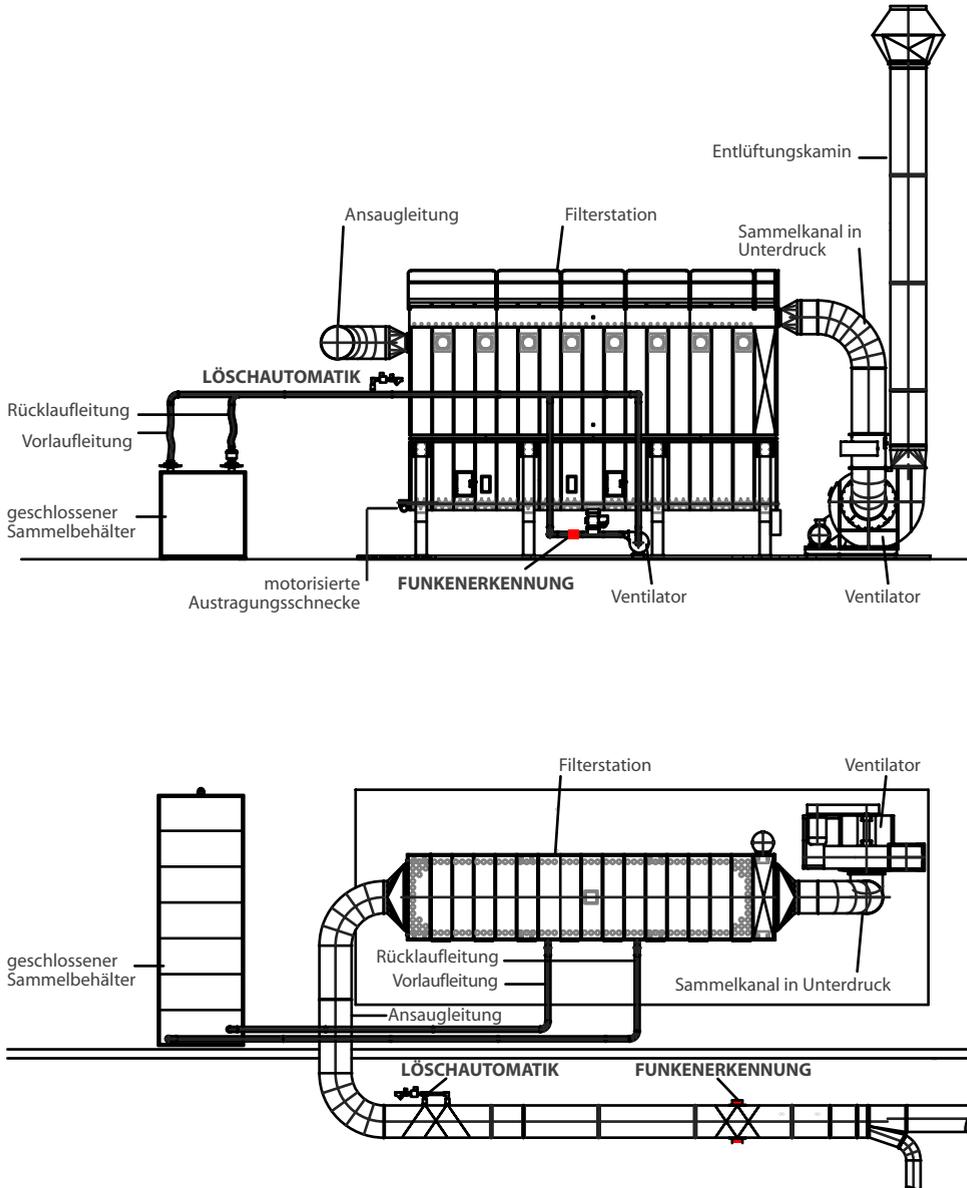


Abb. 11 Behälter mit Unterdruck-Unterstation

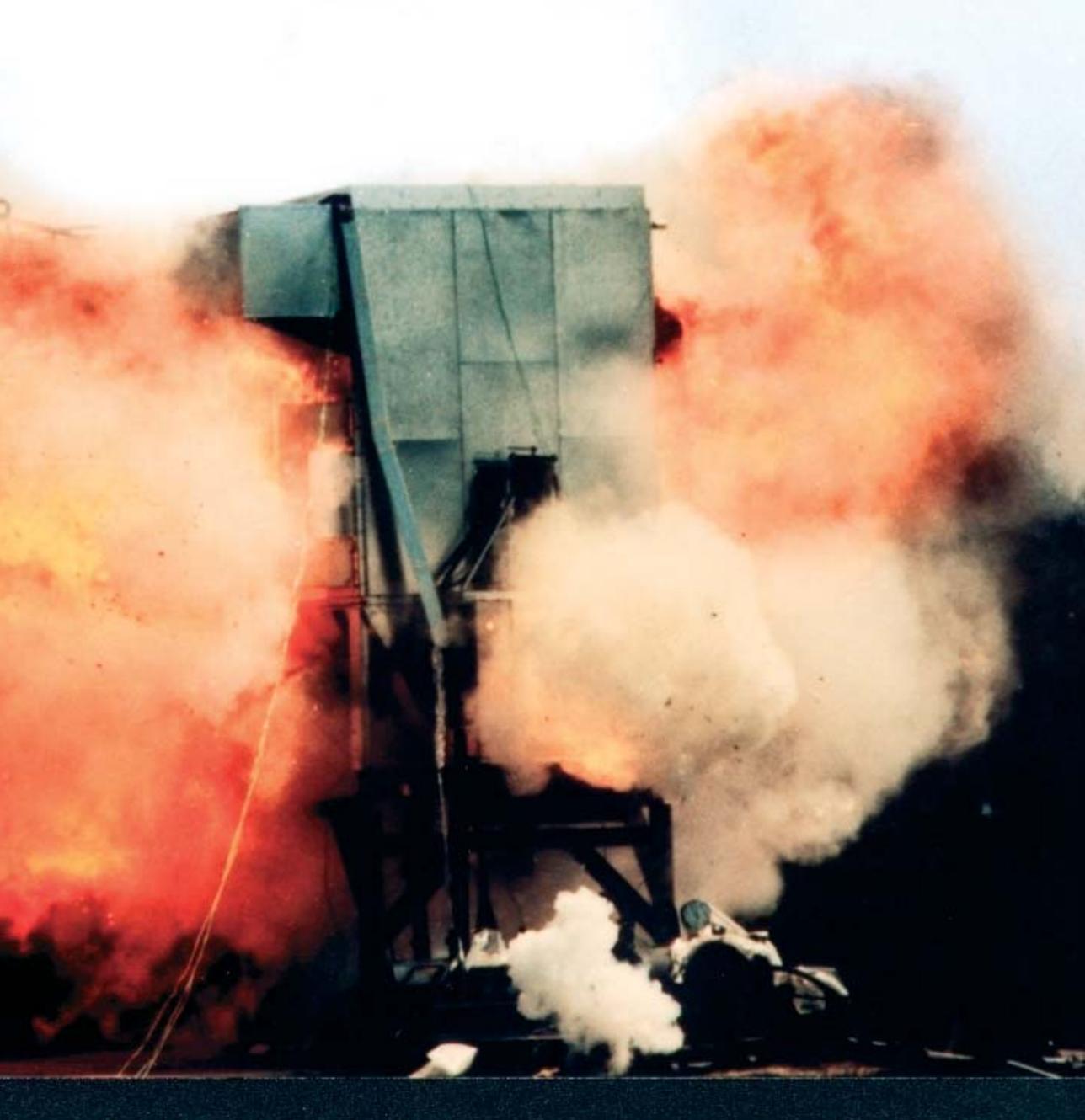


Abb. 12 Feuerball

Im Fall einer Explosion kann der Druck durch Öffnungen, die in die Außenkonstruktion des Behälters eingebaut und mit entsprechenden Verschlüssen versehen sind, ins Freie entweichen.

Für die Bemessung sind ein Rundschreiben des Ministeriums oder die entsprechende VDI- bzw. NFPI- Norm anzuwenden, die im Anhang genannt sind.

Druckentlastungsflächen für Späne- und Filterräume müssen immer getrennt bemessen werden. Die Druckentlastungsflächen müssen immer frei sein und dürfen nicht durch Späne verstopft werden.

Es existieren auch Explosionsunterdrückungs- Anlagen, die jedoch nicht weit verbreitet sind. Die betreffenden Anlagenteile sind unter Berücksichtigung des bei Explosionen höchstmöglichen Initialdrucks zu bemessen. Herstellerangaben müssen unbedingt berücksichtigt werden.

Bei einer symmetrischen Struktur hat eine einzige große Druckentlastungsfläche grundsätzlich die selbe Wirkung wie mehrere kleinere Öffnungen mit gleicher Gesamtfläche.

Druckentlastungen ohne Verschluss sind wirksamer als Druckentlastungen mit leichten Verschlüssen.

Die Trägheit des Verschlusses ist unerheblich, wenn seine Masse weniger als  $12 \text{ Kg/m}^2$  der Druckentlastungsfläche beträgt. Schließpaneele dürfen keinesfalls eine Masse von mehr als  $20 \text{ Kg/m}^2$  aufweisen. Es darf nicht dazu kommen, dass die Schließpaneele zu Geschossen werden. Aus diesem Grund müssen sie fest in der Struktur verankert sein.

Im Allgemeinen ist die bei einer Verpuffung vorhandene Staubmenge viel größer als die Menge, die mit der Luft reagieren kann, und verbrennt daher nicht vollständig.

Folglich wird bei der Druckentlastung viel unverbrannter Staub ausgestoßen. Sobald sich dieser Staub mit der Außenluft vermischt, kann eine Verbrennung erfolgen und ein sogenannter „Feuerball“ entstehen.

Bei einem Versuch wurde ein von einer Staubexplosion erzeugter Feuerball beobachtet, der sich bis zu 4 m unterhalb der Entlüftungsöffnung und ungefähr 15 m nach außen erstreckte. Ein Mensch, der sich in diesem Bereich aufhält, hat nur äußerst geringe Überlebenschancen.

Die Lage der Berstscheiben für die Feuerbälle, die sehr groß werden können, muss sorgfältig geplant werden, um die Gefährdung von Personen und die Beschädigung von Gegenständen auszuschließen, die sich in der Nähe befinden.

---

Auch das Dach kann als Druckentlastungsfläche in Betracht gezogen werden. In diesem Fall gilt:

- a) das Gewicht der Bedachung darf 15 kg pro Quadratmeter nicht überschreiten,
- b) es darf nicht die Gefahr bestehen, dass Teile des Daches zu Geschossen werden.
- c) die Ansammlung von Schnee muss vermieden werden.

Auf dem Markt sind verschiedene alternative Systeme zur Unterdrückung einer Explosion erhältlich.

Diese Systeme ermöglichen die Unterdrückung von Explosionen im Inneren eines Raumes ohne Staub- und Flammenausbreitung. Verbrannte und unverbrannte Partikel werden in einem integrierten Staubfilter zurückgehalten und damit der Explosion entzogen.

Voraussetzung für die Anwendung solcher Systeme sind Zertifizierungen durch international anerkannte Prüfinstitute, die die Sicherheit unter Extrembedingungen belegen.

Um zu vermeiden, dass Funken oder glühende Teile in die Siloanlage gelangen, können spezielle Funkenerkennungs- und Löschanlagen in die Spänetransportsysteme eingebaut werden. Die Notwendigkeit solcher Anlagen muss sich aus der gemäß Ministerialdekret vom 10. März 1998 durchzuführenden Risikoanalyse ergeben. In Betrieben, die Holzspäne herstellen oder bei denen viel Staub anfällt, gehören sie zum Sicherheitsstandard.

Eine Funkenerkennungs- und Löschanlage bekämpft wirksam die Brand- und Explosionsgefahr. Die Anlage erkennt und löscht Funken in den Förderleitungen, ohne dass eine Unterbrechung der Produktion notwendig ist.

Bei Aktivierung der Anlage wird Löschwasser fein zerstäubt und für eine bestimmte Zeitdauer stoßweise in die Förderstrecke eingesprüht.

Zwischen Funkenmeldern und Löschküsen ist ein Mindestabstand einzuhalten. Dies ermöglicht dem Signal des Melders, die Sprühküse anzusteuern.

Der Löschvorgang wird durch Rohrdurchmesser, Art des Fördergutes, Fördergutdicke und Fördergeschwindigkeit beeinflusst. Die Entladungsdauer beträgt im Allgemeinen bis zu 10 s.



Abb. 13 Funktionsprinzip einer Funkenerkennungs- und Löschanlage

Funkenmelder werden in die Wandung der Absaugleitungen eingebaut und erkennen die infrarote Strahlung der Funken. Selbst die Erkennung durch Schmutzablagerungen und hochbeladene Förderströme hindurch ist möglich. Mit der Funkenerkennung wird eine schnellwirkende Löschautomatik ausgelöst. Diese besteht aus einem besonderen Magnetventil mit High-Speed Öffnungscharakteristik sowie einer oder mehreren Düsen. Der Einbau der Düsen erfolgt, je nach Fördergeschwindigkeit, etwa 6 bis 8 Meter hinter den Funkenmeldern. Zur Löschung wird Wasser mit hohem Fließdruck eingesetzt. Die Spezialdüsen erzeugen im Bruchteil einer Sekunde einen feinen Wassernebel, der den gesamten Rohrquerschnitt der Absaugleitung ausfüllt. Die Funken fliegen in diesen Wassernebel hinein und verlöschen. Unmittelbar danach schließt das Ventil wieder.

## **Sprühwasser-Löschanlage**

---

### KAPITEL 11

Eine Sprühwasser-Löschanlage ist eine Art von Sprinkleranlage, die manuell betätigt wird; daher sind die Sprühdüsen bei dieser Anlage nicht verschlossen.

Pro neun Quadratmeter Grundfläche ist eine offene Düse mit einem Wasserdurchfluss von 70 Litern pro Minute einzubauen.

Die manuelle Absperrvorrichtung muss an einem gut zugänglichen, frostsicheren Ort angebracht werden. Sie ist deutlich sichtbar zu beschriften z.B. „Löschanlage Spänesilo“, „Löschanlage Filterraum“.

Die Anlage kann zusätzlich mit einem sog. Motorpumpenanschluss ausgestattet werden, der eine direkte Einspeisung von Löschwasser aus dem Tanklöschfahrzeug oder von einer anderen Löschwasserentnahmestelle ermöglicht.



## Hydranten

### KAPITEL 12

Überflurhydranten mit Storz-Anschlüssen sind Unterflurhydranten vorzuziehen. Sie müssen an einer leicht zugänglichen Stelle installiert werden. Falls erforderlich, müssen sie gegen Aufprall geschützt sein (z. B.: Fahrzeugverkehr).

Der Abstand der Hydranten soll mindestens der Höhe des Silos entsprechen; er darf in keinem Fall weniger als 15 m betragen. Wegen möglicher Explosionsgefahr muss ein zweiter Hydrant in einer Entfernung von 50 – 60 Metern vom ersten Hydranten vorhanden sein.



Abb. 14 Wandhydrant - für kleine Siloanlagen kann ein Wandhydrant ausreichend sein.



## Hackschnitzellager für Heizanlagen

### KAPITEL 13

Heizanlagen mit festem Brennstoff werden hierzulande häufig verwendet. Lager von Hackschnitzeln zur Versorgung entsprechender Heizanlagen stellen eine mögliche Brandgefahr dar.

Für die Heizräume dieser Anlagen sind in Analogie die Bestimmungen für heizölbeheizte Anlagen anzuwenden. Beim Hackschnitzellager handelt es sich um ein Mittelweg zwischen Silo und Holzlager.

Der wesentliche Unterschied zwischen einem Holzlager und einem Silo besteht in der Größe der Holzteile und der Beschickung, die nicht mechanisch erfolgen darf. In keinem Fall dürfen die typischen Risikobedingungen eines Silos entstehen.

Da keine Holzverarbeitung erfolgt, handelt es sich dabei nur um die kontrollpflichtige Tätigkeit Nr. 46, wenn die Lagermenge 50.000 kg überschreitet.

Ist die Leistung der hackschnitzelbeheizten Heizanlage größer als 35 kW, so ist auch das Brennstofflager unabhängig vom Fassungsvermögen abzunehmen, da es Teil der Brandschutzabnahme der Heizanlage ist.



Abb. 15 Beschickung (1) und Lüftung (2) in angemessenem Abstand zum Gebäude - richtige Lösung

---

In der Folge werden die Brandschutzmaßnahmen angeführt:

- Je nach Größe muss das Hackschnitzzellager folgenden Feuerwiderstand aufweisen:
  - bis 50 m<sup>3</sup>: REI 120
  - über 50 m<sup>3</sup>: REI 180
- Die Beschickung muss vom Freien aus erfolgen.
- Grundsätzlich ist die Installation von Elektroanlagen im Inneren des Lagers zu vermeiden.
- Lüftungsöffnungen sind vorzusehen; diese müssen entweder direkt ins Freie oder in Brandschutzschächte münden. Ausreichend sind folgende Lüftungsflächen, die möglichst an gegenüberliegenden Stellen vorzusehen sind:  
Fassungsvermögen
  - bis 30 m<sup>3</sup>: Fläche von 0,1 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>
  - über 30 m<sup>3</sup>: Fläche von 0,07 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.
- Die Schnecke muss mit einer Feuerrückschlagklappe (Zellenradschleuse) und einer automatischen Wasserlöschanlage ausgestattet werden.
- Eine manuell auszulösende Wasserlöschanlage ist vorzusehen (Typ Sprinkleranlage). Die Betätigung muss von einer leicht zugänglichen und deutlich gekennzeichneten Stelle aus erfolgen.
- Unterirdische Lager sind zulässig.

## **Schlussbemerkungen**

### KAPITEL 14

Trotz der zahlreichen Normen, Richtlinien und Bestimmungen dürfen wir nicht vergessen, dass viele Unfälle durch menschliches Versagen verursacht werden. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, dass Gefahren, die mit der Tätigkeit zusammenhängen, unterschätzt werden. Je besser wir die Gefahren einzuschätzen lernen, desto verantwortungsbewusster werden wir uns bei der Arbeit verhalten – und zwar nicht erst nach einem Unglück!



*Abb. 16 Schäden nach einer Explosion*



GESETZESVERTRETENDES DEKRET VOM 12. JUNI 2003, Nr. 233  
(Gesetzesanzeiger der Republik Italien Nr. 197 vom 26. August 2003)

*„Attuazione della direttiva 1999/92/EG relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive“*

Es handelt sich um eine Aktualisierung des gesetzvertretenden Dekrets vom 19. September 1994, Nr. 626. Diese Norm enthält Maßnahmen für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die der Gefahr von Explosionen ausgesetzt sind. Der Arbeitgeber ist u.a. verpflichtet, Unterlagen zum Thema „Maßnahmen zum Schutz vor Explosionen“ zu erstellen.

Im Artikel 88-decies werden die Fristen für eine Anpassung (30. Juni 2006) laut EU-Richtlinie 94/9/EG festgelegt.

### **CEI- EN 50281, TEIL 3**

Juni 2003

Diese CEI-Norm betrifft die Einteilung der Bereiche, in denen brennbare (entflammbare) Stäube vorhanden sind bzw. sein können.

Diese Norm ersetzt ab 1. Juli 2003 die Norm CEI 64-2 Abschnitt IV.

Schichten, Lagerungen und Anhäufungen von brennbaren Stäuben können zur Bildung eines explosionsfähigen Gemisches führen.

Die Norm unterscheidet je nach Wahrscheinlichkeit der Bildung eines Explosionsgemisches drei Bereiche, und zwar die Zonen 20, 21 und 22.

### **NFPA 68**

2002

Es handelt sich um eine amerikanische Richtlinie über Explosionsdruckentlastungseinrichtungen, die auf den letzten Erkenntnissen bezüglich Explosionen und sämtlichen die Explosionen beeinflussenden Faktoren beruht.

### **SICHERHEITSINSTITUT**

*„BRAND- UND EXPLOSIONSSCHUTZ AN ABSCHIEDEANLAGEN FÜR HOLZSPÄNE UND -STÄUBE“*

1661-00.d 2001

Dieses Sicherheitsdokument aus der Schweiz vermittelt Auftraggebern, Planern usw. wichtige Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz

---

beim Bau und beim Betrieb von Abscheideanlagen für Holzspäne und -stäube.

### **RICHTLINIE 1999/92/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**

vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

Diese Richtlinie legt Mindestvorschriften in Bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer fest, die durch explosionsfähige Atmosphären bzw. ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen gefährdet sind, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

### **VdS SCHADENVERHÜTUNG INERTISIERUNG VON SILOS IM BRANDFALL**

September 1998

In diesem Merkblatt werden Maßnahmen erläutert, die beim Inertisieren und Ausräumen von Silos mit glimmendem oder in Brand geratenem Schüttgut zu treffen sind. Es gilt für Anlagen, bei denen das Inertgas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) nur im Brandfall zugeführt wird.

### **DEKRET DES PRÄSIDENTEN DER REPUBLIK NR. 126**

vom 23. März 1998 (Gesetzesanzeiger der Republik Italien Nr. 101 vom 4. Mai 1998)

*„Durchführungsverordnung bezüglich der Anwendung der Richtlinie 94/9/EG im Bereich der Geräte und Schutzvorrichtungen, die in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden“*

Es handelt sich um die Übernahme der EU-Richtlinie 94/9/EG. Im Artikel Nr. 18 werden Übergangsbestimmungen bis zum 30. Juni 2003 angegeben.

### **MINISTERIALDEKRET VOM 10. MÄRZ 1998**

„Allgemeine Kriterien für den Brandschutz und die Bewältigung von Notsituationen am Arbeitsplatz“ (Ordentliches Beiblatt zum Gesetzesanzeiger der Republik Italien vom 7. April 1998, Nr. 81).

Dieses Ministerialdekret ist eine Durchführungsbestimmung zum gesetzesvertretenden Dekret Nr. 626/94. Es bildet die Grundlage für den betrieblichen Brandschutz, ist Bezugsnorm für die Risikoanalyse und stellt eine Verbindung zwischen den verschiedenen Normen für die Ausarbeitung von Brandschutzprojekten her.

---

---

## **RICHTLINIE 94/9/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES**

vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.

Diese Richtlinie wird allgemein ATEX genannt.

Unter den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fallen auch Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen, die im Hinblick auf Explosionsgefahren jedoch für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind oder dazu beitragen.

## **BRIEF DES INNENMINISTERIUMS**

vom 26. September 1989, Prot. Nr. 3479/coll-6  
Prevenzione incendi – silos (Brandschutz- Silos)

Es handelt sich um eine technische Richtlinie, welche die Brandschutz- und Explosionsschutzmaßnahmen für Silos beschreibt. Es ist die einzige nationale Richtlinie für diesen Bereich.

## **DEKRET DES PRÄSIDENTEN DER REPUBLIK**

vom 27. April 1955 Nr. 547 (Ordentliches Beiblatt zum Gesetzesanzeiger der Republik Italien vom 12. Juli 1955, Nr. 158).  
Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Die Artikel Nr. 358, 360 und 361 betreffen u.a. das Brand- und Explosionsrisiko von Stäuben.

Die Bilder Nr. 2, 3, 4 und 7 wurden vom Landesverband der Freiwilligen Feuerwehr zur Verfügung gestellt.

Die Abbildungen Nr. 1, 11, 12 und 13 wurden von der Firma Grecon zur Verfügung gestellt.

Die Abbildungen Nr. 9 und 16 wurden von der Firma Ravizza zur Verfügung gestellt.

Das Titelfoto und die Abbildung Nr. 5 wurden von der Redaktion der Tageszeitung Dolomiten zur Verfügung gestellt.

Der Text wurde teilweise aus der Schweizer Norm „Brand- und Explosionsschutz an Abscheide- Anlagen für Holzspäne und stäube -1661-00.d 2001“ übernommen, die vom SICHERHEITSINSTITUT erlassen wurde.

Wir bedanken uns für die freundliche Zusammenarbeit.



