



Branddirektion Frankfurt am Main FRA - Feuerwehr- und Rettungsdienstakademie

Einsatzlehre

Silobrände

**Gefahren und Gefahrenabwehr bei Bränden in
Silos und ähnlichen Anlagen**

Brandschutz und Technische Hilfeleistung	
Allgemeine Aus- und Fortbildung	
Organisations-Kennziffer: 37.G 11	Name:
Gliederungsnummer:	Versionsnummer: 1.0
Stand: Januar 2008	letzte Revision: 14.01.2008

Allgemein

- Silos und ähnliche Großbehälter dienen zur Lagerung loser Schüttgüter.
- Silo- und Behältergrößen sind sehr unterschiedlich (bis zu mehreren tausend Kubikmetern).
- Silos können aus Stahl, Beton oder gemauert sein.
- Lose Schüttgüter können in folgender Form vorliegen:
 - staubförmig (z.B. Zementmehl, Faserstaub, Kunststoffpulver, Waschmittel)
 - körnig (z. B. Sand, Getreide, Trockenmörtel, Kunststoffgranulat)
 - stückig (z. B. Schotter, Kohle, Erz, Kartoffeln)
 - breiig (z. B. Schlamm)
 - zerspannt (z. B. Holz, Metall)
 - geschnitzelt (z. B. Kunststoffabfälle)

Gefahren

Ausbreitung

- Brandausbreitung über Wärmestrahlung
- Brandausbreitung über Transportwege (Rohrleitungen, Fließbänder, ...)
- Funkenflug möglich

Atemgifte

- Atemgifte durch Brandrauch
- Atemgifte auch bei Normalbetrieb (Inertisierung, Zersetzungsprodukte)

Explosion

- Bildung von Schwel- und Pyrolysegasen, auch außerhalb des Behälters explosionsfähige Atmosphäre möglich
- Stichflammen aus Öffnungen
- Gefahr der Durchzündung/Explosion beim Öffnen des Behälters und beim Ausräumen des Schüttgutes
- Staubexplosion, auch außerhalb des Silos Staubablagerung möglich

Einsturz

- Beeinträchtigung der Statik durch Erwärmung der Behälterwand oder tragender Stahlteile (Kontrolle mit Wärmebildkamera)
- Überlastung durch Löschwasser
- Sprengung durch quellfähiges Material
- Einsturz von gemauerten Bauteilen
- Anbauten beachten (z. B. Schornsteine von Verbrennungsanlagen neben Holzspänesilos)

Maßnahmen

Allgemein

- ggf. Sicherheitsabstand - Silohöhe x 2
- Lage und Baukonstruktion erkunden
- Einsatzdauer abschätzen, mehrere Wochen möglich
- Fachkräfte anfordern
- Umgebung sichern
- Atemschutz

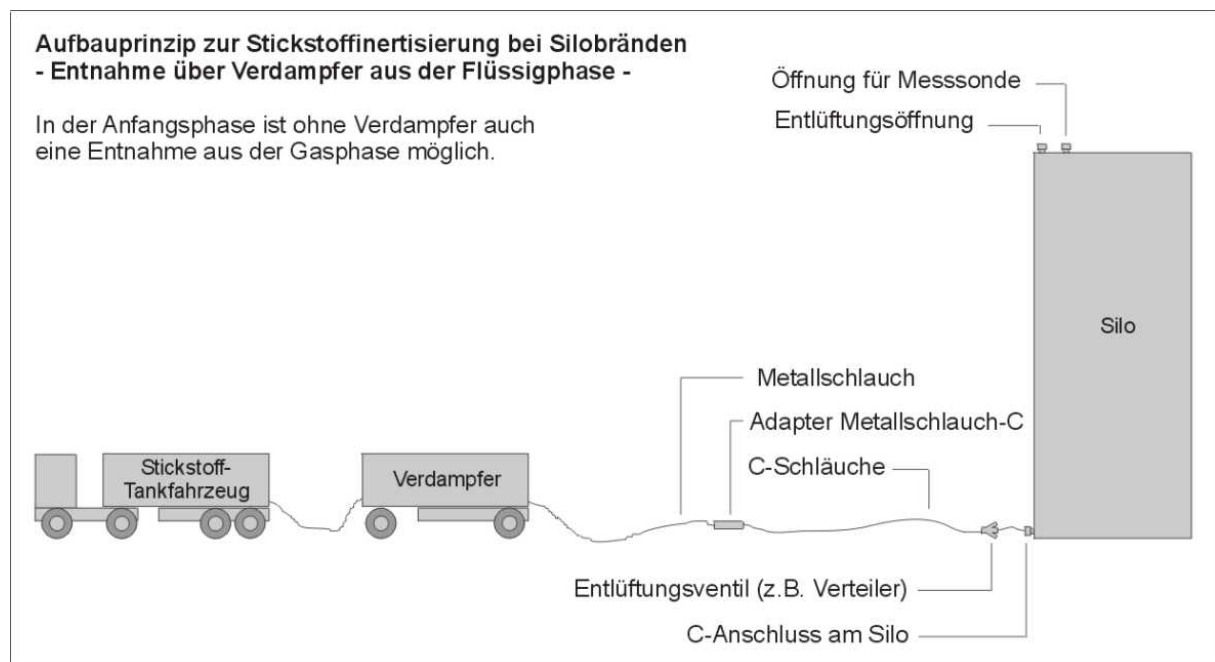
Ausbreitung verhindern

- Fördereinrichtungen abschalten
- Mauerdurchbrüche zu Nachbargebäuden kontrollieren
- weitere Sauerstoffzufuhr verhindern - Behälter abdichten
- ausreichende Löschwasserversorgung aufbauen
- für erste Löschmaßnahmen ggf. CO₂ oder Leichtschaum einsetzen, evtl. Mittelschaumschicht aufbringen
- Klappen und Schotts schließen, evtl. mit nassen Säcken verstopfen
- Rohrleitungen und sonstige geschlossenen Transportwege mit Wärmebildkamera kontrollieren
- im Silo in der Regel kein Wasser einsetzbar
- ggf. Löschwasserrückhaltung vorbereiten

Einsturz verhindern

- tragende Teile kontrollieren (Wärmebildkamera), ggf. kühlen
- bei einsturzfährdeten Konstruktionen nicht mit Wasser fluten
- massive Mauern und Wände von der Brandseite kühlen

Inertisierung



- bevorzugtes Inertisierungsgas Stickstoff, keine gefährliche Reaktion mit Schüttgut möglich (CO₂ hat bessere Löschwirkung, jedoch Gefahr der CO-Bildung)
- Lkw-Sattelaufleger - 20 t Flüssigstickstoff ergeben ca. 14.000 m³ Stickstoffgas
- Bedienung des Tankfahrzeuges ausschließlich durch den Fahrer

Vorbereitung

- Silo abdichten; Öffnungen, Klappen und Schotts verschließen, u. U. mit nassen Säcken abdichten (verhindert weitere Sauerstoffzufuhr und Stickstoffverlust)
- C-Anschluss an Silo vorbereiten - Einleitung von unten (z.B. Flansch der Austragseinrichtung, ggf. Silo anbohren)
- im oberen Bereich Entlüftungsöffnung und Öffnung für Messung schaffen
- Anfahrt und Stellflächen für Tankfahrzeug und Verdampfer festlegen, ggf. Sicherheitsabstand beachten
- C-Leitung mit Entlüftungsmöglichkeit (z. B. Verteiler) vorbereiten - Anschluss an Euro-Stickstoffgewindekupplung mit Adapter (wird von Fa. Linde vorgehalten)

Durchführung der Inertisierung

- Füllleitung entlüften (z. B. Verteiler vor Füllanschluss)
- Einleitung von Stickstoff in den Behälter vorzugsweise von unten, je nach Durchlässigkeit des Schüttgutes und Brandentwicklung zusätzlich von oben
- Erstentnahme aus Gasphase bis zu drei Stunden möglich, Druck darf nicht unter 0,5 bar sinken
- weitere Entnahme über Verdampfer und zusätzliche Pumpe aus der Flüssigphase
- langsam befüllen, Auftrieb durch Brandthermik wird ausgenutzt
- Luftsauerstoff wird langsam, stetig und behutsam verdrängt
- Staubaufwirbelung vermeiden
- Inertgas-Vorrat ständig kontrollieren, rechtzeitig nachordern
- ständige Messung der Sauerstoffkonzentration im oberen Bereich - notwendige Sauerstoffkonzentrationen:
 - < 8 Vol.-% zur Verhinderung einer Staubexplosion
 - 4 - 6 Vol.-% zur Verhinderung einer Brandausbreitung
- Einsatzdauer bis zu mehreren Wochen möglich
- kompletter Löscherfolg durch Inertisierung möglich, aber nicht garantiert

Ausräumen des Silos

- Notwendigkeit des Ausräumens in Absprache mit Fachkräften - Ausräumen kann zusätzliche Gefahren bewirken, ggf. heftige Reaktion mit Luftsauerstoff möglich - Luftzug vermeiden
- Lagerflächen vorbereiten
- nur oben (Eintragsöffnung) oder unten (Austragsöffnung) öffnen, evtl. ist Notaustragsöffnung vorhanden
- nach Möglichkeit unter Inertgasatmosphäre ausräumen
- Brandnester mit Wärmebildkamera aufspüren und vorsichtig freilegen - Gefahr der Durchzündung
- Löschbereitschaft, geeignetes Löschmittel wählen, ggf. Löschwasserrückhaltung
- Aufwirbelung vermeiden
- Verwendbarkeit eines Saugwagens prüfen

Einsatzbeispiele

- ... Die Feuerwehr versuchte zunächst mit Wasser den Brand zu ersticken. Als dies fehlschlug, wurde ein Schaumteppich als Abdeckung auf dem offenen Silo ausgebracht ...
- ... Nachdem zunächst versucht wurde, durch eine Stahltür erste Holzspäne zu entnehmen, zündeten die einzelnen Brandnester wieder durch ...
- ... Die örtlichen Feuerwehren waren den ganzen Tag mit dem Ausbringen der Sägespäne beschäftigt. Um ca. 13:30 Uhr zündeten die Sägespäne durch und es kam zum offenen Brandausbruch im Inneren des Spänesilos ...
- ... da der Spänebrand im Silo nicht mit Wasser gelöscht werden konnte ...
- ... dauernd zu Verpuffungen im Inneren des Silos kam und Stichflammen aus den Öffnungen loderten ...
- ... Spänesilo massiv mit Wasser geflutet. Dies erschwerte im Anschluss erheblich die Ausbringung der Sägespäne. Da am Silo auf der Decke und der Außenwand bereits Risse ersichtlich waren ...
- ... In dem Sägemehlsilo einer Schreinerei waren mehrere Schwelbrände aufgetreten. Es bestand Explosionsgefahr ...

- ... Schwelbrand im Sägespäne-Silo. Als ein Feuerwehrmann die Dachluke des gemauerten Silos öffnete, kam es zur Durchzündung mit Verpuffung. Hierbei wurde die Betondecke angehoben und ein großes Mauerstück (1 m x 1,5 m; ca. 750 kg) herausgesprengt, welches das Dach der Lehrwerkstatt durchschlug. Zwei weitere Mauerstücke hingen in 15 m Höhe und verhinderten so weitere Maßnahmen ...
- ... Den eigentlichen Brand konnte die Feuerwehr in wenigen Minuten löschen. Schwieriger gestaltete sich danach die Bekämpfung der Glutnester...
- ... Das Wiederentflammen ist darauf zurückzuführen, dass die Tür des Silos verzogen war und dadurch Sauerstoff eindringen bzw. Stickstoff entweichen konnte.
- ... Die Löscharbeiten gestalteten sich in der Anfangsphase schwierig, da Explosionsgefahr bestand ...
- ... erlitten am 11.01.2000 drei Kameraden z. T. schwere Verbrennungen. Auf dem Gelände einer Entsorgungsfirma kam es zu einer Verpuffung, ein mit Aluminiumspänen gefülltes Silo geriet in Brand. ... Das Silo sollte nun entleert werden, bei diesen Arbeiten kam es zu einer Durchzündung...
- ... Als am 16.08.01 der Löschzug der Berufsfeuerwehr gerufen wird, ahnt noch keiner, dass der Einsatz erst mehr als sieben Wochen später abgeschlossen sein wird...
- ... bleibt der Feuerwehr und den Betriebstechnikern nichts anderes übrig, als in einem langwierigen Prozess Stickstoff durch das Schüttgut zu leiten und das Feuer langsam zu ersticken...
- ... mit Hilfe eines Saugwagens wurde anschließend das Silo geleert...

Quellen und Literaturhinweise

- VdS-Merkblatt Inertisierungsanlagen - Silos, Bunker
- Merkblatt Silobrände auf www.brandschutz.org
- Linde-knowhow 1/2002
- Einsatzbericht der Feuerwehr Schwaz (Österreich)
- Einsatzbericht THW Bad Hersfeld
- Einsatzbericht FF Ried
- Einsatzbericht Bundesanstalt THW
- Einsatzbericht Feuerwehr Werschenschlag
- Einsatzbericht THW Baiersdorf
- Mannheimer Morgen vom 20.01.2001
- marktplatz.oberoesterreich.com
- www.atemschutzunfaelle.de
- Jahresbericht Feuerwehr Münster
- BG-Vorschrift Silos