Silobrand

zu treffende Maßnahmen

Allgemeine Maßnahmen für Gebäudebrände beachten!

- Bei brennbarem Lagergut besteht die Gefahr einer Staubexplosion!
  - Lagergut – staubig, körnig, schrotig, stückig? Bis zu 40% Luftanteil in Schüttungen möglich!
  - Jedes Lagergut staubt – mechanischer Abrieb!
- Alle Handlungen ohne Zeitdruck unter Beachtung des Explosions-Schutzes!
  - Jegliche Staubaufwirbelung vermeiden!
  - Silo gut abdichten (inkl. Anschlussleitungen/-kanäle)!
  - Einsatzkräfte und Betriebspersonal minimieren!
  - Produktionsstopp im gesamten Anlagenbereich!
- Trümmerschatten mindestens 2-fache Höhe des betroffenen Silos/Silogebäudes! Absperrung veranlassen!
- Genaue Erkundung - Wärmebildkamera, Fernthermometer, Gasmessgeräte!
  - Siloaufbau/vorhandene Öfnungen!
  - Welches Lagergut/welche Eigenschaften?
  - Stadium der thermischen Umsetzung/des Brandes!
  - Vorhandene Ex-Schutzmöglichkeiten! Funktionstüchtigkeit?
  - Innenliegende Silos ggf. nur von oben und über die Förderwege erreichbar!
- Vorhandenen Alarmplan nutzen!
- Hinzuziehen eines ortskundigen Fachberaters! Sicherheitsingenieur der Anlage, Mitarbeiter, Zulieferer, Berufsgenossenschaft (NGG), Versicherer...
- Nur dringend notwendige Stromversorgung beibehalten!
- Ausleuchten der notwendigen Einsatz- bzw. Arbeitsbereiche!
- Löschmittel grundsätzlich drucklos bzw. indirekt aufbringen!
- Gleichmäßiges Kühlen betroffener und angrenzender Silos!
  - Wasserberieselung, Druckluftschaum (DLS) „trocken“, Gel (z. B. Firesorb 2%) , ggf. Schwerschaum
- Ausräumen von Silos nur mit Fachberatung und flankierenden Maßnahmen – Löschmittel, Schutzgas!
- Bei unverzichtbarem Arbeiten im Ex-Bereich, Atmosphäre mit Sprühwasser benetzen – gegen statische Aufladung!
- Kein Einfahren von Personal in betroffene Silos!
- Maßnahmen zur Absturzsicherung treffen!
- Kontrolle der Atemluft in angrenzenden Räumen!
  - Messung von Sauerstoff (O_2), Kohlendioxid (CO_2), Kohlenmonoxid (CO)!
  - Messtechnik beispielsweise über Gaslieferanten!
  - Situativ umluftunabhängigen Atemschutz anordnen!
- Nur so viel Personal wie notwendig an der Einsatzstelle!
  - lange Einsatzdauer = Personalaustausch berücksichtigen!
- Lückenlose Einsatzdokumentation!
  - inkl. Bildern, Besprechungsergebnissen, Gesprächsnotizen
  - Ausführliches Messprotokoll

besondere Gefahren

- Der **Aufenthalt auf einem brennenden Silo bedeutet Lebensgefahr**! → Aufenthaltszeit so kurz wie möglich wählen!**

- Neben Staubexplosionen sind auch explosive Gemische durch Schwelgase möglich!**

Allgemeine (Vorgehens-)Hinweise

Brandbekämpfung: Löschmittel

Wasser

- Einsatz grundsätzlich als Netzwasser!
- Einsatz grundsätzlich mit niedrigem Druck, über Sprühdüsen oder Brauseköpfe und keinesfalls mit Vollstrahl!
- Nur bedingter Einsatz bei saug- und quellfähigem Lagergut bzw. bei Material, das gefährlich mit Wasser reagiert!
- Möglichst in die Reaktionszone einbringen! - Nur bei grobkörnigem Siloinhalt ohne Hilfsmittel möglich!
- Ausspülen brennender Silos nur, wenn ...
  - das Lagergut es zulässt
  - das Bauwerk es aushält
  - ein Ablauf garantiert ist und
  - ein Aufangen gewährleistet ist, z. B. Container, Saugfahrzeug,

→ Nutzung von Löschlanzen, Druckspül-Kanalmolchen o.ä.

Schaum

Einsatz	für offene Brände	über große Entfernung	zum Abdecken
Mittelschaum	✔	✘	✔
Schwerschaum / Druckluftschaum max. 1:3	✔	✔	✔

- nur indirekter Auftrag!
- Einbringen in Hohlräume nur über Sonderrohre oder über Anschlüsse am Silo möglich!

Pulver

- Einsatz für Entstehungs- oder Anlagenbrände (z.B. Trockner)
  - wirkt nicht nachhaltig beim Löschen → anschließend Schaum!
  - mögl. drucklos aufbringen (z. B. Pulverbrausen)
- Einsatz zum Abdecken
  - stabile, dichte Deckschicht unterstützt Selbstinertisierung
  - möglichst drucklos aufbringen (z. B. Pulverbrausen)

Gel

- Einsatz zum Löschen auch in Hohlräumen (z. B. Firesorb 0,5-1%ig)
  - haftet am Brandgut und kühlt
  - mögl. drucklos (Brauseköpfe) bzw. indirekt auftragen
  - läuft nicht wie Wasser an Verkrustungen in Hohlräumen einfach ab, sondern hinterlässt einen Film
- Einsatz zum Abdecken (z. B. Firesorb 2-3%ig)
  - sehr hohe Dampfdichte bei Selbst- und Fremdinertisierung
- Einsatz zum Kühlen (z. B. Firesorb 1-2%ig)
  - am betroffenen Silo und als Nachbarschaftsschutz

für das Abdecken gilt

- **ACHTUNG! Durch Abdecken keine inertisierende Wirkung bei einstürzendem Lagergut! Die Deckschicht kann bei einstürzendem Lagergut aufgerissen werden**

(z.B. Brückeneinsturz)!
- **ACHTUNG! Grundsätzlich besteht die Gefahr des Einsturzes von Hohlräumen!**

Brandbekämpfung: Taktik

Verhindern einer Staubexplosion!

Keine getroffene Maßnahme darf Staub aufwirbeln!

- Luftzug im Silo bzw. Silogebäude (mit Staubablagerung) vermeiden!
- Löschmittel nur drucklos bzw. indirekt aufbringen!
- Erst Umgebung der Brandstelle, dann Brandherd benetzen!

Ohne Zeitverzug handeln!

- Umgehend ortskundigen Fachberater mit Kenntnissen des betroffenen Lagergutes hinzuziehen!
- Schutzgas festlegen und anfordern!
- Bei Selbstinertisierung Abdeckmaterial festlegen/anfordern!
- Phase des allmählichen Temperaturanstieges im Silo nutzen, um die Maßnahmen zur Brandbekämpfung bzw. zum ggf. notwendigen Kühlen einzuleiten!

Offene Brände umgehend ablöschen!

- Konsequent von außen nach innen und unten nach oben!
- Mittelschaum
- Netzwasser, druckarm, über Brauseköpfe oder indirekt als Sprühnebel!
- Schwerschaum, DLS „nass“, Gel (z. B. Firesorb 0,5-1%) – Nur indirekter Autrag!

Förderwege/Öffnungen am Silo

- schließen/verstopfen, die eine Kaminwirkung begünstige könnten!

Glimm- und Schwelnester bedeckt halten!

- Schaumschicht, Gelschicht, Gesteinsmehl, Löschpulver

Vorsichtiges Aussondern oberflächlicher Glutnester

- bzw. Ausfahren des Silos unter Schutzgas!
- Ausfahren ohne Inertisierung nur, wenn Staubaufwirbelung zweifelsfrei ausgeschlossen wird, z. B. grobkörniges Produkt ohne Staub- bzw. Abriebanteile benutzen!
- Selbstinertisierung nur, wenn Lagergut keine Verkrustungsbrücken oder -pfropfen bildet!
- Möglichst Stickstoff (N_2) verwenden!

Laufende CO2-/CO-Messung

- in angrenzenden Räumen!
- Atemschutz!

Länger andauernde Löschmaßnahmen

- Brandwache einrichten**
- Nachbarzellen im Silo entleeren um Brandausbreitung zu verhindern**

Inertisierung

zur Verhinderung einer Primär-Explosion

- Verdrängen der Luft im Silo durch Schutzgase
  Ziel: Sauerstofgehalt im Silo unter 8 Vol.% (organische Stofe); unter 4 Vol.% (Metallstäube)

- Bei größeren Silos statt Flaschenbündeln Tanks und Verdampfer verwenden**
- Pro 1 m³ Schüttgut ist in etwa die gleiche Menge Inertgas erforderlich, um die Sauerstoffkonzentration auf 2 Vol.-% abzusenken, gute Dichtigkeit des Silos vorausgesetzt.**

Selbstinertisierung

- Erzeugung von Kohlendioxid durch Eigenstickeffekt
  - unbrennbare Abdeckung aufbringen (Gel, z. B. Firesorb 2-3%ig, Gesteinsstaub, Löschpulver, Salz)
  - keine wasserreaktiven Stoffe nutzen (Zement, Kalk ...)
- Einsatz nur bis 550°C Schweltemperatur!
- Zusätzliche Inertisierung beim Ausfahren des Silos!

Fremdinertisierung

- Einsatz, wenn Selbstinertisierung nicht möglich (Sicherheit) oder nicht erwünscht (Produktrettung)

Einsatz von Stickstoff (N_2) ist zu bevorzugen:

- Eigenschaften:
  - farb- und geruchlos, geringfügig leichter als Luft
  - aus 1kg Flüssigphase rund 840 l Gas/ca. 0,8m³ Gas
  - wirkt erstickend → umluftunabhängiger Atemschutz

Wichtig: Stickstoff kann nur von unten durchströmen! (Keine Garantie für das Erreichung aller Poren!)

- Lieferung i.d.R. tiefkalt verflüssigt (-198°C) - Mit Verdampfer erwärmen!
  - Druck zum Einbringen nicht über 2 bar!
  - Druckschläuche der Feuerwehr zum Transport nutzbar!
  - beim Einbringen kann ggf. der Brand angefacht werden**

Einsatz von Kohlendioxid (CO_2):

Nur, wenn Stickstoff nicht zeitnah verfügbar und solange Silotemperatur < 550°C:

- Eigenschaften:
  - farb- und geruchlos, rund 50% schwerer als Luft
    - Eindringen in die Schüttung durch Aubringen von oben
    - bildet See im unteren Silobereich, solange dieser dicht ist
  - aus 1 kg Flüssigphase rund 540l Gas/ca. 0,5m³ Gas
  - Nervengift (MAK/AGW 0,5Vol.%; erträglich 2,5Vol.%; akute Gefahr 6,0 Vol.%; tödlich 20,0 Vol.%)
    Beispiel: O_2 auf 8,4 Vol.% runter → 60 Vol.% CO_2 = 3-fach tödlich → umluftunabhängiger Atemschutz
  - Dissoziation beginnt bei ca. 1.200°C
- Bei CO 2 -Einsätzen, in Verbindung mit Glutbränden, fällt immer auch Kohlenmonoxid (CO) an! Möglichkeit elektrostatischer Aufladung bei Dekompression!
  - Einsatz leitfähiger Schläuche, Erdung des Systems!
  - CO_2 muss über den oberen Einstiegsdeckel eingebracht werden. Dabei den Deckel nicht weiter als nötig öffnen um Luftsauerstoff-Zufuhr zu vermeiden.**
  - Messungen von CO_2- und CO-Konzentration außerhalb des Silos durchführen (Eigenschutz!)**

Einsatz von Edelgasen:

Nur bei Bränden reaktiver Metallstäube vertretbar. (O_2-Reduzierung auf unter 4 Vol.%)

Grenzen der Inertisierung:

Nur bedingt wirksam …

- … bei exothermen Reaktionen,
- … bei Stoffen, in denen Sauerstoff gebunden ist.

Inertisierung: Taktik

- Fachberatung durch Gaslieferanten, Berufsgenossenschaft und Silobetreiber!
- Kühlen des Silos!
- Verschließen nicht notwendiger Öffnungen!
- Nie Kopfraum und Auslauf gleichzeitig öffnen!
- Schutzgasvolumen zur Erstinertisierung = Silovolumen!
  → dann Reserve zum laufenden Verlustausgleich
- Kontinuierliche Inertisierung, bis Silo restlos beräumt und staubfrei ist!
- Räumung des Silos erst, wenn Siloatmosphäre nicht mehr zündfähig ist!
- Völliges Entleeren in einem Zug (→ Luteintritt vermeiden)!
  → möglichst bis zuletzt eine Produktvorlage (Siloinhalt als Pfropfen) im Siloauslauf erhalten
- Sauerstoffgehalt in freien Räumen (Bsp. Kopfraum, Hohlbrand) immer unter 4 Vol.% halten!
- Schutzgaseintrag immer von oben (Kopfraum) **und** von unten (Auslaufbereich)!
- Schutzgaseintrag jeweils an zwei Stellen gleichzeitig!
  - max. Staudruck mit Betreiber absprechen (i.d.R. nicht > 0,5 bar)!
    → Vermeiden vertikaler Schächte und Siloschäden
  - Durchdringungszeiten zwischen 1 Std. und 24 Std. (Produkt körnig bis mehlig) einplanen!

Technische Voraussetzungen

- Wärmebildkamera, ausreichend Fernthermometer und Gasmessgeräte (auch als Sonden)
  → Messsondenöfnungen (0,5“) nicht in der Nähe der Einblasestutzen
- Abdichtmaterial: z. B. Dichtkissen, Holzplatten, Silikon, Bauschaum zur Komplettabdichtung
- Einblasestutzen/-möglichkeiten in Absprache mit dem Gaslieferant schaffen – nur an modernen Silos vorhanden!
  - mit dem Lieferanten abstimmen welche Einspeisemöglichkeiten (Armaturen, etc.) zur Verfügung stehen**
  - empfohlen: 2 x im Kopfraumbereich und 2 x im Auslaubereich (1,0 – 1,5 m über Auslassschieber)
  - empfohlen: Durchmesser 1,5-2“; 15° nach oben geneigt; Anschluss Storz C
  - Bohrungen auf Höhe des Produkts um Eindringen von Luftsauerstoff ins Silo zu verhindern**
  - Nutzung von Revisions-, Belüftungs- und Stocheröffnungen zur Schutzgaseinbringung über Rohr- u. Löschlanzen (Abdichtung!) bzw. Anfertigung von Ersatzdeckeln mit Einblasestutzen
  - ggf. Nutzung vorhandener Kaltbelüftungsanlage
- Ggf. Bohrungen (Messen, Inertisieren, Löschmittelabgabe)!
- Nicht am Silo schweißen!
- Anfertigung verlängerbarer Rohre, um Schutzgas nah an Glutnester zu bringen
  → erhöhte Schutzgasdeckung beim Lösen der Nester
- Leitfähige Schläuche zum Eintrag von flüssigem oder teilweise flüssigem CO_2!
- Provisorische Inertisierung notfalls…
  - im Kopfraumbereich über eingehängte Schläuche (letzte Kupplung entfernen) oder Lanzenrohre
  - im Auslauftrichterbereich über Austrageschnecke

Ausfahren: Taktik

- Umsichtiges Vorgehen unter größter Vorsicht!
- Bei offenem Feuer im Silo, kein Bewegen des Lagergutes!
- Silos mit Glimm- oder Schwelbränden nie ohne flankierende Maßnahmen entleeren!
- Bei Produktentnahme, Weiterförderung und Abwurf Staubentwicklung vermeiden!
    - Niederschlagen von Staubanteilen mit Netzwassersprühnebel
    - ggf. Nutzung betriebseigener Absaugung
- Ebenfalls Staubreduzierung und Sicherung in Räumen, durch die gefördert werden muss!
  → Ex-Gefahr besteht theoretisch bis zur Ausfuhr ins Freie!
- Nachstochern bei verkrustetem Pfropfen im Auslauf!
- Brandnester/Verkrustungen – auch scheinbar abgelöschte – aussieben/auslesen!
  → separates Ausbrennen oder Ablöschen
- Hohlräume nicht ohne komplette Inertisierung (unter 4 Vol.% O_2) zum Einsturz bringen!
    - Verschluss aller Öffnungen im Auslauftrichterbereich!
    - Abziehen des Personals im Fallbereich!
    - Atemschutz für verbleibende Kräfte!
- Löschbereitschaft vom Auslauf bis zum Abtransport!
- Kein direktes Umlagern von ausgebrachtem Lagergut in freie Silos (Ex-Gefahr/Verschleppung)!

Technische Voraussetzungen

- Platz für auslaufendes Lagergut (ggf. Demontage vorhandener Fördereinrichtungen)
- Einsatzbereite Löschgeräte
- Ausreichend geeignete Geräte zum Ausfahren des Schüttgutes ins Freie
  → z. B. Tragekübel, Schubkarren, Rutschen, Förderbänder, Schrägaufzüge
- Stocherstangen; verlängerbare Rohre; Fallgewichte an Stahlseilen/Ketten
  → ggf. Tiefbaubohrer oder Betonbaurüttler (Ex-Schutz!)
- Ggf. Schaufelbagger, Radlader
- Genügend Transportkapazität zur Abfuhr
- Ggf. Siebe zur Aussonderung von Verkrustungen und Aufnahmewannen zum Ablöschen

Kontaktdaten/Ansprechpartner

Notrufnummern von Lieferanten von Inertgasen:

- Firma Linde AG:
    - 089/7446-2110
    - 089/7446-2333
- Firma Messer Industriegas GmbH:
    - 06196/7760-200
- Firma Air Liquide Deutschland GmbH:
    - 01805/826282

Allgemein auch über www.industriegaseverband.de

Verdampfer

z.B. über:
Bayerischer Müllerbund e.V.
Dr. Rampl
Tel.: 089-281155
kontakt@muellerbund.de

Begleitung der Brandbekämpfung und Messtechnik

z.B.:

DMT GmbH & Co. KG
Tel. 0231-5333310
Notrufnummer: 0231-5333237
www.dmt.de

Quellenangabe

Der Inhalt dieser Seite wurde vollständig dem Merkblatt „Verhalten bei einem Silobrand“ entnommen. Einzelne Ergänzungen, die aus der „Handlungshilfe zum Vorgehen bei Silobränden“ stammen, wurden durch ** gekennzeichnet.

- Verhalten bei einem Silobrand: Merkblatt für die Feuerwehren in Rheinland-Pfalz, Herausgeber: Unfallkasse Rheinland-Pfalz, Nutzung mit Genehmigung des Autors
- Handlungshilfe zum Vorgehen bei Silobränden, Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe

Stichwörter

Getreide, Malz, Stärke, Holzspäne, Pellets, Kakaopulver, Milchpulver