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!**
- Einsturz des Silos durch Versagen der Statik
- evtl. Füllstandsmessung mit radioaktiven Strahlern

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
oder
LX Montanservice GmbH Gladbeck
https://elektrotechnik-laux.de/

Begleitung der Brandbekämpfung und Messtechnik

z.B.:
DMT GmbH & Co. KG
Tel. +49 231 5333-430
Notrufnummer: +49 231 5333-237
https://anlagen-produktsicherheit.dmt-group.com/de/consulting-gutachten/sonderbrandbekaempfung
siehe dazu auch die Einsatzhilfe Brandschutz für Silos der Firma DMT.

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

Weitergehende Informationen sind auch im Merkblatt „Einsatz an Siloanlagen“ der Staatlichen Feuerwehrschulen Bayerns zu finden:
https://www.feuerwehr-lernbar.bayern/lexikon/s/silobrandbekaempfung/

Stichwörter

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