



# Verhalten bei einem Silobrand

Merkblatt für die Feuerwehren in Rheinland-Pfalz



Rheinland-Pfalz

FEUERWEHR- UND  
KATASTROPHENSCHUTZSCHULE



UK RLP

Unfallkasse  
Rheinland-Pfalz

[www.ukrlp.de](http://www.ukrlp.de)

# Grundsätze:

- **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/-kanälen)!
  - ▶ Einsatzkräfte und Betriebspersonal minimieren!
  - ▶ Produktionsstopp im gesamten Anlagenbereich!
- **Trümmerschatten mindestens zweifache Höhe des betroffenen Silos/Silogebäudes! Absperrung veranlassen!**



## Genauere Erkundung –

Wärmebildkamera, Fernthermometer, Gasmessgeräte!

- ▶ **Siloaufbau/vorhandene Öffnungen!**
- ▶ **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. Schwerschäum
- **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<sub>2</sub>), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), 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

# Brandbekämpfung: Löschmittel

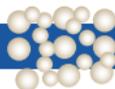
## Wasser



- 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 Auffangen gewährleistet ist, z. B. Container, Saugfahrzeug.
  - ▶ Nutzung von Löschanzen, 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!



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

## Förderwege/Öffnungen am Silo



- ▶ schließen/verstopfen, die eine Kaminwirkung begünstigen könnten!

## Glimm- und Schwelnerster 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 $CO_2$ -/CO-Messung



- ▶ in angrenzenden Räumen!
- ▶ Atemschutz!

# Inertisierung:

## zur Verhinderung einer Primär-Explosion

- Verdrängen der Luft im Silo durch Schutzgase  
**Ziel:** Sauerstoffgehalt im Silo unter 8 Vol.% (organ. Stoffe);  
unter 4 Vol.% (Metallstäube)

### 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) ist.

#### Einsatz von Stickstoff (N<sub>2</sub>) ist zu bevorzugen!

- Eigenschaften:
  - ▶ farb- und geruchlos, geringfügig leichter als Luft
  - ▶ aus 1kg Flüssigphase rund 840 l Gas/ca. 0,8 m<sup>3</sup> Gas
  - ▶ wirkt erstickend ⇒ umluftunabhängiger Atemschutz



 **Wichtig:** Stickstoff kann nur von unten durchströmen!  
(Keine Garantie für das Erreichen 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!



## Einsatz von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) :

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 Aufbringen von oben,
  - ⇒ bildet See im unteren Silobereich, solange dieser dicht ist
- ▶ aus 1 kg Flüssigphase rund 540l Gas/ca. 0,5m<sup>3</sup> Gas
- ▶ Nervengift (MAK/AGW 0,5Vol.%; erträglich 2,5Vol.%; akute Gefahr 6,0 Vol.%; tödlich 20,0 Vol.%)



▶ Beispiel.:

O<sub>2</sub> auf 8,4 Vol.% runter ⇒ 60 Vol.% CO<sub>2</sub> = dreifach tödlich  
⇒ umluftunabhängiger Atemschutz

▶ Dissoziation beginnt bei ca. 1.200°C

- Bei CO<sub>2</sub>-Einsätzen, in Verbindung mit Glutbränden, fällt immer auch Kohlenmonoxid (CO) an!

Möglichkeit elektrostatischer Aufladung bei Dekompression!

▶ Einsatz leitfähiger Schläuche, Erdung des Systems!

## Einsatz von Edelgasen:



Nur bei Bränden reaktiver Metallstäube vertretbar.  
(O<sub>2</sub>-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 (⇒ Lufteintritt) 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)
  - ▶ Messsondenöffnungen (0,5“) nicht in der Nähe der Einblasestutzen
- Abdichtmaterial ⇒ z. B. Dichtkissen, Holzplatten, Silikon, Bauschaum zur Komplettabdichtung
- Einblasestutzen/-möglichkeiten in Absprache mit dem Gaslieferanten schaffen – nur an modernen Silos vorhanden!
  - ▶ empfohlen: 2 x im Kopfraumbereich und 2 x im Auslaufbereich (1,0 – 1,5 m über Auslassschieber)
  - ▶ empfohlen: Durchmesser 1,5–2“; 15° nach oben geneigt; Anschluss Storz C
  - ▶ Nutzung von Revisions-, Belüftungs- und Stocheröffnungen zur Schutzgaseinbringung über Rohr- u. Löschanzen (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<sub>2</sub>!
- 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<sub>2</sub>) zum Einsturz bringen!
-  ▶ Verschluss aller Öffnungen im Auslaufrichterbereich!
  - ▶ 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

## Quellen:

Ltd.BD Ulrich Tittelbach, BF Gelsenkirchen

BOR Stefan Bruck, BF Ludwigshafen

BOI Silvio Faulstich, LFKS-RLP

## Bildquellen:

Münstersche Zeitung, H.-P. Etzkorn, LFS Bruchsal





## Notrufnummern

von Lieferanten für Inertgase:

Fa. Linde AG:

☎ 089 7446 - 2110

☎ 089 7446 - 2333

Fa. Messer Industriegase GmbH:

☎ 06196 7760 - 200

Fa. Air Liquide Deutschland GmbH:

☎ 01805 826282





## Herausgeber:

Unfallkasse Rheinland-Pfalz · Orensteinstraße 10 · 56626 Andernach  
Telefon 02632 960-0 · Fax 02632 960-100



Rheinland-Pfalz

FEUERWEHR- UND  
KATASTROPHENSCHUTZSCHULE



UK RLP Unfallkasse  
Rheinland-Pfalz

[www.ukrlp.de](http://www.ukrlp.de)