

SILOBÄRÄNDE

UND IHR GEFAHREN- POTENZIAL



2017 kam es bei einem Silobrand in Gaspoltshofen (OÖ) zu einer Explosion drei Einsatzkräfte erlitten schwere Verletzungen. Vom Schwelbrand zur Katastrophe ist es oft nicht weit, warnt DI Dr. Hannes Kern, der im zweiten Teil dieser Artikelserie gezielt auf die Maßnahmen zur Brandbekämpfung bei Siloanlagen eingeht.

*Die Gefahrensituationen bei Silobränden entwickelt sich oft unbemerkt oder schleichend.
Foto: Daniel Wirth*



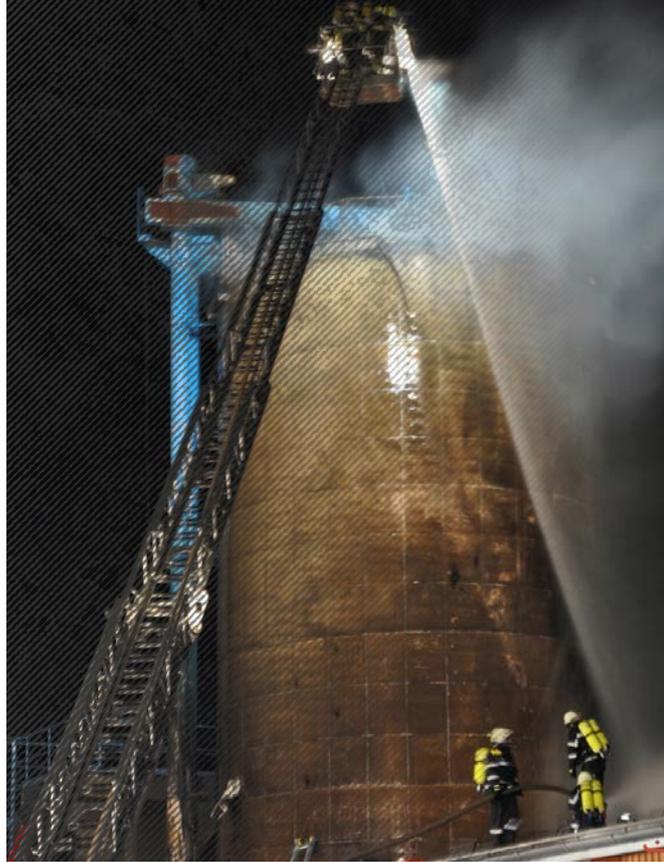
BI d. F. DI Dr. Hannes Kern ist Regionalkommandant der Schadstoffregion Oststeiermark

Silobrände schwelen oft lange unentdeckt, lassen sich jedoch durch die richtige Deutung der Begleitumstände gut erkennen. Gerade Brände, die über Selbstentzündungsprozesse ausgelöst werden, können schon mehrere Tage „aktiv“ sein, ehe es überhaupt zu einer Alarmierung der Feuerwehr kommt. Der offene Brand ist nur das Ende einer längeren Ereigniskette. Einsatzberichte bestätigen, dass das Betriebspersonal oft geraume Zeit vor dem Brand einen „komischen Geruch“ oder sogar einen leichten Brandgeruch wahrgenommen hatte, aber nicht darauf reagierte.

Wird man als Feuerwehr zu solchen Ereignissen schon frühzeitig hinzugezogen, so gibt es einige Zeichen, die auf Glutnester oder Schwelbrände hinweisen: der angesprochene leichte Brandgeruch bzw. der Geruch von Schwelgasen gepaart mit erhöhten Werten von Kohlenstoffmonoxid (CO) meist im Kopfbereich des Silos. Empfehlenswert für eine optimale Lageerkundung sind der rechtzeitige Gebrauch von geeigneter Messtechnik sowie das Protokollieren der Messwerte. Das Einsteigen in die Silozelle ist dabei unbedingt zu vermeiden.

Brandindikatoren

Brandindikatoren sind ebenso Ablagerungen von Pyrolyseöl an Wänden oder Öffnungen sowie erhöhte Temperaturen, die in manchen Fällen von außen auch mit einer Wärmebildkamera (WBK) erkennbar sind. Die WBK allein ist allerdings nicht immer aussagekräftig, da sich Glutnester auch direkt im Inneren der Schüttung befinden können und somit unerkannt bleiben. Auch Verfärbungen von lackierten Metallteilen weisen auf erhöhte Temperaturen hin. Dabei sind auch bereits erkaltete Stellen ein guter Hinweis dafür, dass es bereits in der Vergangenheit zu



Kühlmaßnahmen von außen können notwendig sein, um die Stabilität des Silos zu erhalten.
Foto: Strohhäussl/R. They

unbemerkt Bränden gekommen war. Solche Situationen fordern weniger das sekundenschnelle Reagieren, sondern das Einleiten von gezielten Maßnahmen – natürlich trotzdem zeitnah, denn die Lage könnte sich rasch ändern. Im Einsatzfall geht aber nicht nur vom Lagergut und dessen Brandverhalten eine Gefährdung aus, auch die Betriebsanlagen selbst stellen eine Gefahr dar. So kann es im Zuge der Einsatzfähigkeit z. B. zu Einklemmungen oder Verletzungen im Bereich von Fördereinrichtungen kommen, wenn diese nicht vor der Tätigkeit außer Betrieb genommen und gegen Wiedereinschalten gesichert wurden. Wie bei allen Einsätzen steht auch bei Silobränden die Sicherheit der Mannschaft an oberster Stelle. Deswegen nochmals der Hinweis, dass im Brandfall das Betreten der Silozelle unbedingt vermieden werden muss. Darüber hinaus sollte schon bei der Anfahrt zur Einsatzstelle auf die richtige Aufstellung der Fahrzeuge geachtet werden.

Trümmerschatten

Bei Silos handelt es sich meist um hohe Gebäude, weshalb vor allem der Trümmerschatten – jener Gefahrenbereich, der durch herabstürzende Trümmer getroffen werden kann – Beachtung finden muss. Es gilt zumindest die übliche Faustregel: „Gefahrenbereich ist gleich Gebäudehöhe mal 1,5.“ Innerhalb des Trümmerschattens sollte sich nur Personal aufhalten, das auch tatsächlich im direkten Gefahrenbereich erforderlich ist. Das Bereitstellen von Ersatzkräften sowie das Abstellen von Einsatzfahrzeugen müssen in sicherer Entfernung erfolgen.

Lagebeurteilung mittels Gefahrenmatrix

Schon in der Erstphase muss die Einsatzleitung mit dem Betriebspersonal Kontakt aufnehmen, Alarm- und Einsatzpläne sollten in die Erkundung mit einbezogen werden. Informationen über möglicherweise betroffene Personen, das gelagerte Gut, die gelagerten Mengen, Zugangsmöglichkeiten und den derzeitigen Zustand der Anlage sind einzuholen. Sind keine Personen in Gefahr und herrscht keine unmittelbare Ausbreitungsgefahr, können weitere Informationen über die Anlage selbst abgefragt werden:

- Wie ist die Siloanlage aufgebaut?
- Wie wird das Material ein- bzw. ausgetragen?
- Sind Verbindungen mit anderen Bauteilen oder Anlagen vorhanden?
- Welche Entnahmemöglichkeiten bestehen, kann das Gut z. B. gefahrlos ins Freie ausgefördert werden?
- In welchem Zustand ist das Brandgut und welche Schutzrichtungen sind vorhanden?
- Gibt es ein Löschkonzept?

Ein hilfreiches „Werkzeug“ für eine umfassende Lagebeurteilung ist die Gefahrenmatrix

Im Zuge des Einsatzverlaufes sollte die Spannungsversorgung nur dort aufrechterhalten bleiben, wo sie auch für die Einsatzabarbeitung notwendig ist. Muss man Maschinen oder Anlagen öffnen, so ist unbedingt darauf zu achten, dass diese außer Betrieb und gegen Wiedereinschalten gesichert werden. Besondere Vorsicht gilt im Wirkungsbereich von Druckentlastungseinrichtungen (z. B. Berstscheiben). Diese können aufgrund eines Explosionsereignisses jederzeit auslösen und so eine Gefahr für die eingesetzte Mannschaft darstellen. Auf die entsprechende Kennzeichnung, ein gelbes Dreieck mit schwarzem Rand und der Aufschrift „EX“, ist zu achten. Seitens der Einsatzleitung sind alle Maßnahmen zu protokollieren und zu dokumentieren. Die Anfertigung von Bildern, Gesprächsnotizen oder (Mess-)Protokollen ist

		Gefahr für											
		Absturz	Angstreaktionen	Atemgifte	Atomare Strahlung	Ausbreitung	Biologische Stoffe	Chemische Stoffe	Einsturz	Elektrizität	Erkrankung	Ertrinken	Explosion
Gefahr durch	Welche Gefahren müssen bekämpft werden?												
	Menschen												
	Tiere												
	Umwelt											?	
	Sachwerte			?									
		Vor welchen Gefahren müssen sich die Einsatzkräfte schützen?											
Mannschaft													
Geräte													

vor allem für einen möglichen Schadensfall von großer Bedeutung. Ergebnisse von CO- oder Sauerstoffmessungen sind hierin mit Zeit, genauem Ort der Messung sowie dem verwendeten Messgerät und dem oder der Verantwortlichen für die Messung festzuhalten. Auch hier ist nochmals zu erwähnen, dass kein Personal in die betroffenen, brennenden Silozellen einfahren darf.

Maßnahmen bei akuter Brandsituation

Wütet bereits ein offener Brand, muss dieser natürlich bekämpft werden, um eine Ausbreitung bzw. eine weitere Gefährdung zu verhindern. Dabei reduziert das möglichst drucklose Aufbringen von Löschmitteln – kein Vollstrahl, geringe Durchflussmenge – die Gefahr von Staubexplosionen –, Netzmittel verbessern die Wirkung des aufgebrauchten Löschwassers. Im Besonderen bei Stahlkonstruktionen können Kühlmaßnahmen von außen notwendig sein, um die Stabilität des Silos zu erhalten. Aufschluss bringen kontinuierliche Messungen mittels WBK: Temperaturen über 80°C bedeuten Gefahr.

Glimm- und Schwelbrände sollten mit Schaum, Löschgel oder anderen geeigneten Mitteln abgedeckt werden, um die Sauerstoffzufuhr zu verringern. Darüber hinaus ist die Luftzufuhr in die Silozelle so gut wie möglich zu unterbinden. Dazu müssen alle Öffnungen des Silos erkundet und nötigenfalls abgedichtet werden. Messungen von CO, CO₂ und Sauerstoff O₂ geben dem Einsatzleiter Auskunft über die Wirkung der Maßnahmen. Die Messungen sollten dabei auch in angrenzenden Räumen durchgeführt werden, da vor allem CO sehr stark zur Diffusion – auch durch Wände (!) – neigt.

Persönliche Schutzausrüstung

Dass bei allen Tätigkeiten im unmittelbaren Bereich der Anlage und bei der Brandbekämpfung selbst Atemschutz und vollständige Persönliche



Ein Muss: Das Tragen des Atemschutzes und der vollständigen PSA bei allen Tätigkeiten im unmittelbaren Bereich der Anlage.
FF St. Stefan ob Stainz

„Wichtig bei Silobränden: zeitnah unter Einbindung des Betriebspersonals und sachkundiger Personen handeln“

Schutzausrüstung (PSA) einzusetzen sind, versteht sich dabei von selbst. Sind Tätigkeiten in größeren Höhen erforderlich, muss auf die entsprechende Absturzsicherung geachtet werden. Neben einer geeigneten Atemschutzüberwachung kann es bei größeren Anlagen und Betriebsstätten auch sinnvoll sein, eine Zutrittskontrolle zum Gefahrenbereich durchzuführen. Bei unvorhergesehenen Ereignissen lässt sich so rasch ermitteln, wer sich im Gefahrenbereich befindet.

Beseitigen der Brandlast

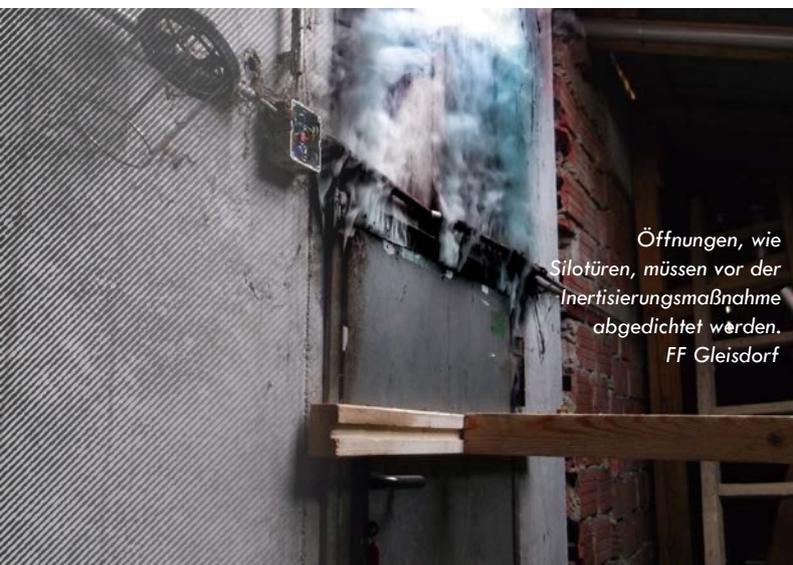
Das Ausräumen von Silos beziehungsweise das Ausfahr-

ren von Lagergut aus dem Silo ist nur unter größter Vorsicht durchzuführen. Voraussetzung für das Ausräumen ist nämlich, dass der Silobrand vorher tatsächlich gelöscht wurde. Ist dies nicht der Fall, kann es beim Ausräumen zu einer Staubexplosion durch einstürzende Wandablagerungen oder Materialbrücken und somit zum Aufwirbeln von Staub kommen. Die Auswirkungen solcher Ereignisse wurden bei dem im vorherigen Teil des Artikels angesprochenen Einsatz in Prinzersdorf sehr gut sichtbar. Weniger Glück hatten die Kameraden beim Brand in Gaspoltshofen im Jahr 2017.

Hier wurde mit einem Saugfahrzeug gearbeitet. Im Zuge der Arbeiten kam es zu einer Explosion, die drei Feuerwehrmitglieder schwer verletzte. Die bauliche Zerstörung der Siloanlage blieb aus, ein Ereignis wie in Prinzersdorf hätte aber deutlich größere Auswirkungen haben können. Auf den Explosionsschutz ist daher besonders zu achten. Damit ist in diesem Zusammenhang nicht nur der Ausschluss von Zündquellen gemeint, sondern besonders das konsequente Verhindern von Staub-Luft-Gemischen. Details dazu finden Einsatzkräfte im ÖBFV-Infoblatt E18 –Explosionsschutz. Ein Indiz dafür, dass der Brand nun tatsächlich gelöscht ist, zeigen CO-Messungen am Silokopf: Messwerte müssen dauerhaft unter 30 ppm liegen. Eine Entnahme des Lagergutes sollte beim Ausräumen mittig, bestenfalls über die vorhandenen Fördereinrichtungen erfolgen, denn asymmetrisches Austragen kann Probleme

für die Statik des Bauwerkes verursachen. Staubbildung innerhalb und auch außerhalb des Gebäudes ist zu unterbinden. Im Außenbereich können dafür z. B. Wasserschieber oder Hydroschilder eingesetzt

werden. Je nach Silovolumen sind ausreichend Platzreserven für das Lagergut zu schaffen. Es kann sogar notwendig sein, dass man Großgerät wie z. B. Radlader zum Abtransport einsetzen muss.



Öffnungen, wie Silotüren, müssen vor der Inertisierungsmaßnahme abgedichtet werden.
FF Gleisdorf

Inertisierung – State of the Art

Also sicherste Methode zum Löschen von Silobränden setzt sich die Methode der Inertisierung immer mehr als Stand der Technik durch. Sie beruht auf der Verdrängung von Sauerstoff aus dem betroffenen Bereich. Das Ziel kann hier auf zwei Wegen erreicht werden: einerseits durch die Eigeninertisierung, andererseits durch Fremdinertisierung unter Zugabe von Inertgas, meist Stickstoff (N_2).

- **Eigeninertisierung:** Dabei wird der Brand durch Unterbinden der Luftzufuhr im Wesentlichen erstickt. Die laufende Verbrennungsreaktion in den Glutnestern verbraucht den verfügbaren Sauerstoff, der Brand kommt zum Erliegen. Während des Vorganges steigt der CO-Gehalt im Silo allerdings an. Die Anwendung dieser Methode ist nur dann erfolgreich, wenn der Silo auch vollständig abgedichtet werden kann. Oft reicht bereits eine geringe Luftzufuhr, und Glutnester glosen über sehr lange Zeit weiter.
- **Fremdinertisierung:** Dabei wird der Sauerstoff durch die Einbringung von Inertgasen verdrängt. Häufig wird dafür Stickstoff verwendet, unter gewissen Voraussetzungen ist dafür aber auch Kohlenstoffdioxid geeignet. Beide Gase werden als tiefkalte Gase, verflüssigt, angeliefert. Der Siedepunkt von N_2 liegt bei $-195,8^\circ\text{C}$, der von CO bei $-78,5^\circ\text{C}$. Anwendung findet die Methode der Fremdinertisierung immer dann, wenn eine drohende Explosion verhindert werden soll. Dabei muss aber sowohl die Siloanlage als auch das gelagerte Gut für die Brandbekämpfung mittels Inertisierung geeignet und die Kostenübernahme mit dem Betreiber abgeklärt sein. Es empfiehlt sich, für größere Siloanlagen ein entsprechendes Brandbekämpfungs- oder Löschkonzept zu erstellen.

Wie bereits erörtert, werden für die Inertisierung sauerstoffverdrängende Gase eingesetzt weshalb auch hier wieder der Hinweis auf die Anwendung von Atemschutzgeräten in geschlossenen Räumen erfolgt. Vor Beginn der Inertisierungsmaßnahmen muss man alle Öffnungen des Silos bestmöglich verschließen. Als Abdichtmaterialien kommen Dichtkissen, Holzplatten, Silikon oder z. B. Bauschaum zur Anwendung. Je besser das Inertgas im Silo gehalten werden kann, desto effektiver die Maßnahme. Die Inertatmosphäre ist bis zum Absinken der CO -Konzentration aufrechtzuerhalten, daher sollte auch ausreichend Reserve vorhanden sein. Aus einem Kilogramm flüssigen Stickstoff können beim Verdampfen in etwa $0,8\text{ m}^3 N_2$ -Gas erzeugt werden. Für freies Volumen z. B. im Kopfraum müssen $1,5\text{ m}^3$ Inertgas pro m^3 zur Verfügung gestellt werden. Im Bereich der Schüttung kann das Verhältnis Inertgas zu Volumen mit ca. 1:1 angesetzt werden. Das Einbringen des Inertgases soll möglichst an mehreren Stellen gleichzeitig erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass Kopfteil und Entnahmebereich nie gleichzeitig geöffnet werden. Zur Kontrolle der Maßnahmen sind geeignete Messmittel vorzuhalten. Geeignet sind dafür z. B. Gasanalysatoren, die simultan CO , CO_2 und O_2 auch in höheren Konzentrationen messen können.

Aufwendig, aber effektiv

Die Methode der Inertisierung wird oft als technisch zu aufwendig gesehen und aufgrund der anfallenden Kosten verworfen. Gerade die immer wieder auftretenden Unfälle mit schwerverletzten oder toten Feuerwehrangehörigen zeigen allerdings, dass die Thematik des Silobrandes nach wie vor unterschätzt wird.

Ist die direkte Brandausbreitung unterbunden und sind entsprechende Maßnahmen zur Eindämmung des Schwelbrandes gesetzt (Abdichten), dann kann ein Silobrand auch für einige Zeit gut kontrolliert und damit die Anfahrtszeit für Messgeräte oder Gaselieferanten überbrückt werden. Generell sollten Inertisierungsmaßnahmen in Begleitung von sachkundigen Personen (z. B. Gaselieferant) erfolgen.

Resümee

Durch die vermehrte Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen wie Pellets oder Hackschnitzel als Energieträger im Rahmen der Energiewende ist auch mit einer Zunahme von Siloanlagen zu rechnen. Da mittlerweile auch einige Industriebetriebe die vollständige oder zumindest teilweise Umstellung hin zu nachwachsenden Rohstoffen anstreben, werden Siloanlagen nicht nur vermehrt auftreten, sondern auch größer dimensioniert ausfallen. Ohne geeignete Brandschutz- und Löschkonzepte sind solche Brände für die Feuerwehr nicht sicher beherrschbar. Die Planung von vordefinierten Messstellen für die Gasmessung oder das Vorsehen von Aufgabestellen für Inertgase sind nur ein Teil eines Gesamtkonzeptes. Die frühzeitige Einbeziehung von Sachversicherern und die Abklärung der Kostenübernahme im Brandfall durch den Silobetreiber können den Druck auf die Feuerwehr deutlich reduzieren. Nach einigen schweren Unfällen in Deutschland (vgl. Silobrand in Worms) wurde dort der Stand der Technik entsprechend angepasst. Umfangreiche Informationen sind z. B. im „Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns – Einsatz an Siloanlagen“ zu finden. Eine Mustervorlage, auch für Österreich.

eurosignal
TRITEC

HERO-START
IN ÖSTERREICH



HERO Die neue ATEX-Handlampe!

Innovation: Kontaktloses Laden durch Induktion, Fokus- und Flächenlicht, rutschfester Griff, Notfallhammer uvm.

www.eurosignal.at/HERO

Mobile Signal-, Warn- und Lichttechnik