

# SILO BRÄNDE

## UND IHR GEFAHREN POTENZIAL



Anfang Februar kommt es in Niederösterreich zu einem folgenschweren Ereignis: Eine Zündquelle, deren Ursprung nicht bekannt ist, führt zur Explosion eines 15 bis 20 Meter hohen Sägespänesilos. Dabei werden die oberen fünf Meter des Bauwerks förmlich weggerissen – Betonteile fliegen durch die Luft und verteilen sich über die Aufstellungs- und Bewegungsflächen für Einsatzkräfte; mehrere Sekundärbrände lodern. Das Gute daran? Die Einsatzkräfte waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht einmal alarmiert. Die Explosion fand glücklicherweise nicht während der Löscharbeiten statt, sondern war Auslöser für den späteren Einsatz der Feuerwehr.



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

**D**as Ereignis in Prinzersdorf in der Nähe von St. Pölten zeigt, auf welch dünnem Eis sich die Feuerwehr oftmals bei Silobränden bewegt. Vonseiten der Feuerwehr ging dieses Ereignis geradezu glimpflich aus. Was allerdings passieren kann, wenn es während der Löscharbeiten zur Explosion gekommen wäre, ist gar nicht auszudenken. Der Silobrand in Worms (D) aus dem Jahr 2008 mit einem Toten und 13 schwer verletzten Feuerwehrangehörigen

ist bei Weitem kein Einzelfall. In dieser und der nächsten Ausgabe von BLAULICHT, soll das Thema Silobrand deshalb detailliert behandelt werden.

### **Besondere Herausforderung**

Aus der Sicht eines Außenstehenden sind die Einsätze der Feuerwehren oftmals spektakulär und erfordern ein sofortiges und entschlossenes Handeln. Vor allem bei Brandeinsätzen scheint jede Minute

*Prinzersdorf: Die Explosion hatte sich vor den Löscharbeiten ereignet – zum Glück für die Feuerwehren. Foto: Helmut Stamberger*

zu zählen, und je schneller gehandelt wird, desto geringer der Schaden. Zu Beginn des Einsatzes ist die Lage meist unklar, die Gefahr für die Einsatzkräfte scheint in dieser Phase am größten zu sein. Dies ist tatsächlich in vielen Fällen so. Es gibt allerdings auch Einsatzszenarien, bei denen die Gefährdung mit der Dauer des Einsatzes zunimmt: nämlich immer dann, wenn sich Gefahrensituationen unbemerkt oder schleichend entwickeln. Brände in Siloanlagen sind ein markantes Beispiel dafür. Die Bildung von brennbaren, giftigen oder explosionsfähigen Schwelgasen, die Gefahr von Staubexplosionen, Gefahren durch die Anlagentechnik oder die Ermüdung von Einsatzkräften. All das führt dazu, dass Silobrände eine besondere

Herausforderung in der Brandbekämpfung darstellen.

### Bauweise und Lagergut

Silos aller Art werden in Klein- und Großbetrieben vor allem zur Lagerung von Schüttgütern verwendet. Dabei ist nicht gleich jedes Lagergut brennbar, es gibt z. B. auch Silos für mineralische Produkte, bei denen das Lagergut unbrennbar ist. Neben diesen Anlagen gibt es allerdings auch Silos für brennbare Schüttgüter oder Chemikalien. Ob es nun das Spänesilos eines Tischlereibetriebes oder das Produktlager eines Kunststoffproduzenten ist, alle haben eines gemein: sie beinhalten brennbare Schüttgüter, für welche auch anlagentechnisch besondere Vorkehrungen getroffen werden müssen. Generell sind Silos aufrecht stehende Behälter aus Beton, Metall, Holz oder Mauerwerk, die von oben befüllt und von unten entleert werden. Darüber hinaus sind neben Hochsilos allerdings auch Flachsilos bekannt. Der Siloboden von sogenannten Hochsilos kann entweder als Trichter oder als Flachboden ausgeführt sein. Typische Silohöhen liegen zwischen zehn und 50 Metern – es sind aber durchaus auch Siloanlagen mit Höhen von über 100 Metern in Betrieb. Für die Einlagerungen von Getreide oder anderen Lebensmitteln sind mehrere Silos meist auch in größeren Siloanlagen zusammengefasst. Die einzelnen Silozellen werden dabei baulich miteinander verbunden und bilden einen größeren Gebäudekomplex. Solche Anlagen sind z. B. im Einzugsgebiet von Hafenanlagen, Industriegebieten, Umschlaglagern oder direkt in größeren landwirtschaftlichen Produktionsgebieten zu finden und können Kapazitäten von mehreren Tausend Kubikmetern aufweisen. Späne oder Pellets Silos finden sich meist bei Holzverarbeitenden Betrieben.

### Befüllung und Entleerung

Da die Befüllung der Siloanlagen von oben erfolgt, muss das Lagergut vor der Einlagerung an den Kopf des Silos befördert werden. Dazu werden z. B.

Elevatoren, Becherwerke oder pneumatische Fördereinrichtungen benutzt. Bei größeren Siloanlagen befinden sich im Kopfbereich noch Verteileinrichtungen für die Beschickung der einzelnen Silozellen. So ist es auch möglich, in einem Silokomplex unterschiedliche Lagergüter einzulagern. Das Lagergut wird bei der Einlagerung direkt in die Silozelle gefördert, dadurch kann es z. B. zur Aufwirbelung von Staub oder des Lagergutes selbst kommen.

Entleert werden Siloanlagen, wie erwähnt, von unten. Dies kann einerseits durch die Schwerkraft, aber auch unterstützt durch mechanische Austrageinrichtungen erfolgen. Als Fördereinrichtungen kommen in der Regel Förderschnecken oder -schrauben zum Einsatz. Beim reinen Austrag durch Schwerkraft

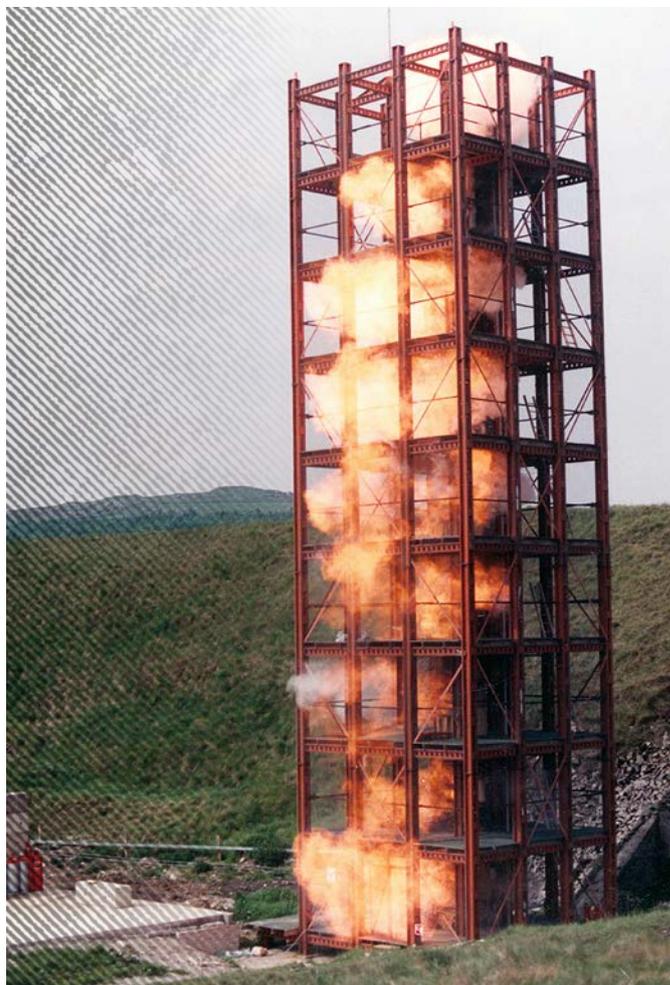
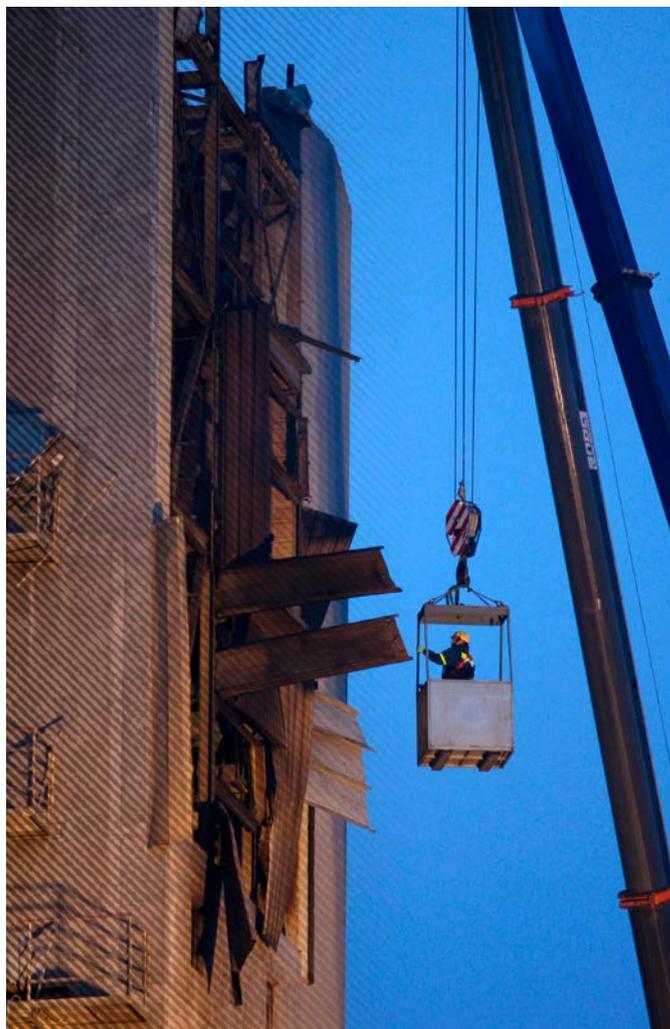
*Ein Todesopfer und 13 Schwerverletzte forderte der Silobrand in Worms (D).  
Foto: FREDRIK VON ERICHSEN/  
EPA/picturedesk.com*

*Diese Testexplosion wurde durch die Entzündung von Staub, der beim Einlagern des Ladeguts entstanden ist, bewusst hervorgerufen.  
Foto: CROWN COPYRIGHT/  
Science Photo Library/  
picturedesk.com*

wird der Auslass meist durch eine Zellradschleuse oder einen Schieber gesteuert. Eine Silozelle kann dabei auch über mehrere Austragsöffnungen verfügen. Um die Silozelle für Wartungstätigkeiten betreten zu können, verfügen Siloanlagen über Wartungsöffnungen und Mannlöcher. Dies hängt allerdings von der Ausführung des Silos ab und unterscheidet sich von Anlage zu Anlage. Silos können auch mit Mess- und Belüftungsöffnungen ausgestattet sein sowie über Betriebsmittel wie Füllstandsanzeigen usw. verfügen.

### Explosionsgefahr

Bei der Einlagerung von brennbaren Schüttgütern in Siloanlagen ist auch mit der Bildung von brennbaren Staub-Luft-



Brennbare Stäube, Luft und eine Zündquelle: Vorsicht, alle Voraussetzungen für eine Staubexplosion sind gegeben



Wasser sollte bei Silobränden nur sehr sparsam eingesetzt werden.



Gemischen zu rechnen. Daher spielt bei Siloanlagen das Thema Explosionsschutz nicht nur im Betrieb, sondern auch in der Konstruktion eine große Rolle. Anlagen, bei denen mit einer Explosionsgefahr zu rechnen ist, sind z. B. mit Berstscheiben oder Explosionsklappen ausgestattet. Diese Einrichtungen dienen dazu, das Bauwerk selbst bei einer möglichen Explosion vor Zerstörung zu schützen und somit das Risiko von Explosionsereignissen zu reduzieren. Von außen sind solche Einrichtungen durch die entsprechende Beschilderung erkennbar. Zum Schutz gegen Brandereignisse können bei größeren Siloanlagen natürlich auch Brandmeldeeinrichtungen sowie Löschanlagen verbaut sein. Hier kann auf das entsprechende Brandschutzkonzept verwiesen werden. Neuere Anlagen sind mittlerweile auch häufig mit Gasanschlüssen und Öffnungen für Messsonden versehen, um im Brandfall das Einbringen von Inertgas zu ermöglichen. Zum Schutz des Lagergutes und weniger als Brandschutzmaßnahme können bestimmte Siloanlagen auch ständig mit Inertgas befüllt sein. Das Inertgas verdrängt dabei den Luftsauerstoff und verhindert die Oxidation des Lagergutes, wenn die Aufbewahrung meist über längere Zeiträume erfolgen soll.

#### Erstickungsgefahr

Vor allem bei organischen Lagergütern kommt es über lange

Zeiträume zu Reaktionen mit der Umgebungsluft. Diese Reaktionen wirken sich nicht nur auf die Qualität des Lagergutes aus, sie stellen auch ein Sicherheitsrisiko dar. Reaktionen mit dem Luftsauerstoff können zum Beispiel zur Bildung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) oder Kohlenstoffmonoxid (CO) führen. CO<sub>2</sub> ist ein schweres Gas, das sich in tiefer gelegenen Räumen oder am Boden absetzt und ausbreitet. Vor allem Erstickungsunfälle aus dem landwirtschaftlichen Umfeld zeigen auf, wie die Bildung von CO<sub>2</sub> in geschlossenen Silozellen oftmals unterschätzt wird. Ursache für diese Reaktionen mit dem Luftsauerstoff sind meist mikrobiologische Prozesse, für welche unterschiedliche Pilze und Bakterien verantwortlich sind. Bekannt sind solche Reaktionen auch aus Gärprozessen. Im Feuerwehrdienst ist die Erstickungsgefahr immer dann gegeben, wenn geschlossene Räume oder tiefer gelegene Bereiche der Siloanlagen (z. B. Keller) oder die Silozellen selbst betreten werden.

#### Selbstentzündung

Die Arbeit der Mikroorganismen setzt aber nicht nur Gase frei, sie führt auch zu einer gewissen Erwärmung des Materials. Vorerst auf einem sehr niedrigen Niveau, bei rund 40 bis 50°C. Sind Umgebungsbedingungen wie Feuchte oder Durchlüftung günstig, können Temperaturen von 60 bis 70° allein schon durch die

Mikrobiologie erreicht werden. In diesem Temperaturbereich kommen aber auch exotherme chemische Reaktionen stärker zum Tragen. Mikrobiologie bereitet also den Weg für den chemischen Abbau unter Wärmefreisetzung. Wir befinden uns mitten in einem Selbstentzündungsvorgang. Diese Prozesse können über Tage und Wochen ablaufen, es sind also keine schnellen Reaktionen und bilden sich eher schleichend aus.

Wie beschrieben ist die Selbstentzündung von brennbaren organischen Schüttgütern ein mehrstufiger Prozess, der gerade zu Beginn durch eine nur geringe Temperaturerhöhung gekennzeichnet ist. Damit ein Glutnest entstehen kann, sind noch weitere Rahmenbedingungen notwendig: Wesentlich ist dabei, dass die Reaktion des Materials mit dem Luftsauerstoff mehr Wärme produziert, als abgeführt werden kann. Es kommt zu einem Wärmestau, welcher in weiterer Folge zur Bildung eines Glutnestes führt. Wo genau ein Glutnest bzw. Schwelbrand entsteht, kann nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden. Auch ob sich ein einzelner „Hot Spot“ oder mehrere Glutnester gebildet haben, hängt ganz von den lokalen Bedingungen ab.

#### Zündquellen

Während bei mikrobiologischen Abbauprozessen hauptsächlich CO<sub>2</sub> gebildet wird, entsteht bei Schwelvorgängen

neben CO<sub>2</sub> und einer Vielzahl unterschiedlicher Pyrolysegease auch CO. Kohlenstoffmonoxid ist ein giftiges Gas, welches für Verbrennungsvorgänge unter Sauerstoffmangel charakteristisch ist. Neben seiner Giftigkeit zeichnet sich CO auch durch seine „Mobilität“ aus. Es ist sogar in der Lage, Mauerwerk zu durchdringen und somit angrenzende Räume zu erreichen. Für die Feuerwehr ist CO einer der wichtigsten Indikatoren dafür, dass sich ein Glutnest gebildet hat, da es in der Atmosphäre normalerweise nicht vorhanden ist.

Neben der Selbstentzündung als natürlicher Prozess, können auch technische Defekte Auslöser für Silobrände sein. Reibungswärme oder Funkenbildung können ebenso Brandursachen sein wie die Überhitzung elektrischer Antriebstechnik oder elektrostatische Auf- und Entladung. Neben möglichen natürlichen oder technischen Ursachen gibt es für Silobrände noch einen weiteren Auslöser, der eigentlich außerhalb der Anlage liegt: Zündquellen oder Glutnester, welche von außen in den Silo befördert werden. Dies können heiße Metallteile, aber auch ganze Glutnester sein. Je nach den Bedingungen im Silo können diese Zündquellen wieder erlöschen oder einen Brand im Silo auslösen.

**Explosion – Worst-Case-Szenario**

Eingetragene Glutnester stellen aber nicht nur eine erhebliche Brandgefahr dar, sie können im Worst Case auch Auslöser für Explosionen sein. Immer dann, wenn aufgewirbelte brennbare Stäube in der Luft mit Zündquellen zusammen treffen, besteht die Gefahr einer Staubexplosion. Staubexplosionen könnten Überdrücke von weit über zehn bar erreichen – Mauerwerke halten nur wenige 100 Millibar Überdruck (!) aus. Aufgewirbelte Stäube sind vor allem in jenen Bereichen vorhanden, in denen das Gut bewegt bzw. gefördert wird. Hier sind vor allem Ein- und Austrageeinrichtungen sowie der Hohlraum im Silo ein Gefahrenbereich. Förder- und Absauganlagen sind vor allem bei Neuanlagen mit entsprechenden Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes versehen, bei Altanlagen muss dies nicht immer der Fall sein. Wird im Zuge der Brandbekämpfung Staub aufgewirbelt, besteht eine zusätzliche Gefährdung für das Einsatzpersonal. Im Löscheintritt muss daher darauf geachtet werden, dass Staub nicht durch den Einsatz von Vollstrahl oder Hochdruckklüffern aufgewirbelt wird. Auch beim Umschichten oder Schaufeln von Lagergut ist darauf zu achten. Wasser sollte bei Silobränden ohnehin nur sehr sparsam eingesetzt werden. Weiterführende Informationen zum Explosionsschutz im Feuerwehreinsatz sind auch in der ÖBFV-Information Explosionsschutz (Info E-18) zu finden.

**Keine „Schnellschüsse“**

In Silos werden in der Regel aus Gründen der Haltbarkeit und des Förderverhaltens nur trockene Güter eingelagert. Vor allem organische Materialien wie Mais, Getreide oder Mehl können große Mengen ans Wasser aufnehmen. Dieses aufgenommene Wasser stellt für Siloanlagen gleich zwei Probleme dar. Einerseits sind die Silos statisch nur auf das entsprechende Lagergut ausgelegt. Wird zusätzlich Wasser im Silo „gespeichert“, nimmt die Masse des Lagergutes enorm zu. Statisch kann dies zum Versagen des Silos führen. Aber noch ein weiterer Aspekt wirkt sich auf die Bausubstanz des Silos aus, wenn zu viel Wasser eingebracht wird. Nehmen die Schüttgüter Wasser auf, so werden sie nicht nur schwerer, sie quellen auch auf. Dadurch kommt es neben der Gewichtszunahme auch zur Volumenzunahme. Beide Effekte sind in der Lage, große Schäden am Silo hervorzurufen, und stellen auch eine erhebliche Gefahr für die Einsatzkräfte dar. Silobrände an sich stellen somit komplexe Ereignisse dar, auf welche die Feuerwehr mit der nötigen Vorsicht reagieren muss. „Schnellschüsse“ sind bei solchen Lagen eher kontraproduktiv und können zur Gefährdung der Mannschaft sowie zu einer massiven Ausweitung des Schadensereignisses führen. In der nächsten Ausgabe soll daher auf Möglichkeiten zur Brandbekämpfung bei Siloanlagen und speziell auf Einsatzmaßnahmen der Feuerwehr eingegangen werden.

**Erhältlich ist das Ausbildungsvideo um Euro 19.<sup>90</sup>,- auf [www.feuerwehr-innovativ.at](http://www.feuerwehr-innovativ.at)**

# Ausbildungsvideo

Nach enger Kooperation mit 68 Feuerwehr-Fachexperten aus Deutschland und Österreich präsentiert „feuerwehr innovativ“ einen 53-minütigen Ausbildungsfilm, in dem zum ersten Mal im deutschsprachigen Raum das Vorgehen bei einem Silobrand audiovisuell aufbereitet wurde.

Silobrände sind nicht alltäglich, daher müssen Einsatzkräfte umso besser darauf vorbereitet sein, da die Vorgehensweise von „üblichen Brandeinsätzen“ deutlich abweicht.

Schwerpunkte des Films sind der Aufbau von Silos, (Explosions-)Gefahren, Einrichtungen des Vorbeugenden Brandschutzes, Sicherheitseinrichtungen, Branderkennung, richtiges Vorgehen sowie Inertisieren des Silos gewidmet. Zusätzlich hat man einige Checklisten (PDF) entwickelt, die bei der koordinierten Einsatzbewältigung hilfreich sind.

**feuerwehr innovativ**

Foto: Christian Doczekal



Löschübung eines Gasventil-Brandes

**AISCO**  
FIRETRAINER  
Made in Germany since 1989

**Spezialist für:**

- Firetrainer: 12 Modelle
- Füllstationen: 5 Modelle
- Übungslöcher
- Feuerwehr-Trainingsanlagen
- Nebelgeräte/Nebelmaschinen auch hitzebeständig
- Firetrainer für Doppelnutzung

**AISCO**  
Firetrainer GmbH  
Grünstrasse 18  
79232 Freiburg-March  
Deutschland  
Tel. +49 7665-94 775-0  
info@aisco-firetrainer.com  
[www.aisco-firetrainer.com](http://www.aisco-firetrainer.com)

