

STAUBEXPLOSION:

WENN EIN FUNKE GENÜGT

Damit es knallt, bedarf es wenig: Neben brennbarem Staub müssen noch ausreichend Sauerstoff und eine wirksame Zündquelle vorhanden sein. Wie unlängst in einer Grazer Traditionsbäckerei, wo in der Backstube eine Staubexplosion zum Brand führte. EBR RUDOLF LOBNIG



Traditionsbetrieb. Die k. u. k. Hofbäckerei Edegger-Tax in Graz ist einer der ältesten Bäckereibetriebe Österreichs. Erstmals 1569 urkundlich erwähnt, reicht die Geschichte des Backhauses bis weit in das 14. Jahrhundert zurück. Anlässlich der Aufenthalte von Kaiser Franz Joseph I. in Graz lieferte Franz Tax ab 1883 das Gebäck für die kaiserliche Hoftafel. Am 31. Mai 1888 erhielt der Betrieb das Dekret zur Verleihung des Titels eines k. u. k. Hofbäckers und die Berechtigung, das k. u. k. Wappen Österreich-Ungarns mit dem zweiköpfigen Adler zu führen.

S

chon im Mittelalter kannte man die Gefahren des Mehlstaubs. Mischt sich der Staub durch Aufwirbeln mit der Luft, entsteht ein brennbares Stoffgemisch. Durch Kontakt mit einer Zündquelle kann sich das Gemisch entzünden, und es kommt zu einer Explosion. Daher wurden die Mühlen außerhalb der Stadtmauern gebaut. Nur weit entfernt von den Häusern durfte das Korn zu Mehl verarbeitet werden. Mehlstaub führte auch in einem Grazer Traditionsunternehmen, der Hofbäckerei Edegger-Tax, zu einer Explosion in der Backstube. Anrainern zufolge gab es am Samstag, dem 11. Juni 2022, gegen 9.00 Uhr in der Grazer Hofgasse einen lauten Knall und sogar leichte Erschütterungen. Ein 29 Jahre alter Mitarbeiter der Bäckerei war allein in der Backstube beschäftigt, als er einen Brandgeruch wahrnahm. Laut Polizeibericht öffnete er den Backofen, wobei es zur Staubexplosion gekommen ist. Der Mitarbeiter wurde nur leicht verletzt und vorsorglich

auf die Dermatologie-Abteilung des Landeskrankenhauses gebracht. Auch vier Bewohner des Hauses wurden von den Einsatzkräften der BF Graz ins Freie gebracht, da es durch den nachfolgenden Brand zu einer starken Rauchentwicklung im Stiegenhaus gekommen war. Der Brand konnte von der Berufsfeuerwehr, die mit rund 30 Kräften im Einsatz stand, rasch gelöscht werden. Schaden entstand lediglich in der Backstube. Der Verkaufsraum und das historische Holzportal an der Fassade der Bäckerei blieben unversehrt.

Wie kommt es zu einer Staubexplosion? Die Staubexplosion zählt zu den Verbrennungsprozessen und ist eine exotherme Reaktion, bei der Energie frei wird. Anders als bei einer normalen Verbrennung passiert

dies bei einer Staubexplosion schnell und plötzlich in einer Art Stichflamme. Die Staubexplosion kann sowohl eine Wärmeexplosion als auch eine Kettenverzweigungsexplosion sein. Es gibt eine Vielzahl an brennbaren Stäuben, vor allem organische Stoffe wie Kohle, Holz, Kaffee, Zellulose und Mehl. Auch anorganische Stoffe wie Metallpulver aus Aluminium, Eisen und Magnesium sind in dieser Form explosionsfähig oder zumindest brennbar. So sind 80 Prozent aller in Industrie und Gewerbe vorkommenden Stäube brennbar, und es reicht bereits eine kleine Staubschicht in einem geschlossenen Raum aus, um nach einer Aufwirbelung und Zündung eine Explosion auszulösen. Dies kann fatale Auswirkungen für den Betrieb und die Beschäftigten haben.

Trotzdem ist das Gefährdungsbewusstsein vieler Betroffener oft zu gering ausgeprägt. In einigen Unternehmen ist den Verantwortlichen gar nicht bewusst, dass sie mit brennbarem Staub arbeiten. Betroffen sind hauptsächlich die Industriezweige des lebensmittel- und holzverarbeitenden Gewerbes, der Papier- und Kunststoffherstellung, der Chemie und der Pharmazie, landwirtschaftliche Betriebe, die metallverarbeitende Industrie, Betriebe der Abfallwirtschaft usw. In Europa kommt es täglich zu etwa einer Staubexplosion in einem Betrieb, meist mit Verletzten oder gar Toten.

Kleine Zündung – große Wirkung. Damit es knallt, bedarf es wenig – neben brennbarem Staub müssen noch

VORAUSSETZUNGEN FÜR DAS ZUSTANDEKOMMEN VON STAUBEXPLOSIONEN



MÖGLICHE ZÜNDQUELLEN, DIE AUSLÖSER EINER STAUBEXPLOSION SEIN KÖNNEN

MECHANISCH
ERZEUGTE FUNKEN

ELEKTRISCH ERZEUGTE
FUNKEN

FLAMMEN

ELEKTRONISCHE
ENTLADUNG

HEISSE OBERFLÄCHEN

GLUTNESTER

→ ausreichend Sauerstoff und eine wirksame Zündquelle vorhanden, sein. Nur die richtige Mischung aus Staub und Luft ist explosionsfähig. Luft ist überall vorhanden und als Zündquellen können ein unbemerktes Glimmnest oder auch Funken, wie sie bei Schweißarbeiten entstehen, genügen. Bereits eine ein Millimeter dicke Staubschicht in einem geschlossenen Raum reicht aus, um nach einer Aufwirbelung und Zündung eine Explosion auszulösen.

Vorbeugemaßnahmen. Als Erstes müssen grundsätzlich alle Maßnahmen ergriffen werden, um zu verhindern, dass ein brand- oder explosionsfähiges Staub-Luft-Gemisch entsteht. Technisch kann dies z. B. durch Absauganlagen und Entstaubungsanlagen geschehen. Doch auch hier ist regelmäßige Wartung notwendig. So kam es im November 2021 in Uderns (Tirol) in einem Tischlereibetrieb gerade im Bereich einer Sägemehl-Absauganlage zu einer Staubexplosion, wobei zwei Mitarbeiter schwer verletzt wurden. Weitere vorbeugende Maßnahmen sind, neben der Einhaltung der notwendigen Sauberkeit, regelmäßige Anlagenkontrollen wie z. B. die regelmäßige Überprüfung der elektrischen Geräte

und der Erdung statisch aufladbarer Gegenstände, um einer möglichen Explosion ihre Basis zu entziehen.

Wie man Staubexplosionen verhindern kann. In vielen Industriezweigen werden pulver- und staubförmige Produkte verarbeitet oder entstehen während des Produktionsprozesses. Unabhängig von der Einstufung als Nutz- oder Abfallstaub, geht von der überwiegenden Zahl aller staubförmigen Substanzen eine Brand- und unter Umständen sogar Explosionsgefahr aus. Die meisten der in der Industrie vorkommenden Stäube sind brennbar, und es reicht bereits eine kleine Staubschicht in einem geschlossenen Raum aus, um nach einer Aufwirbelung und Zündung eine Explosion auszulösen. Viele Betroffene sind sich den Gefahren einer möglichen Staubexplosion jedoch nicht bewusst.

Brandbekämpfung bei Siloanlagen. Aus der Statistik von Schadensereignissen ist zu entnehmen, dass Silos und Bunker zu jenen Anlagengruppen gehören, die sehr häufig von Bränden und Staubexplosionen betroffen sind. Durch falsche Taktik bei der Brandbekämpfung in

solchen Anlagen sind wiederholt Staubexplosionen ausgelöst worden, die zu erheblichen Personen- und Sachschäden führten. So in einer Mälzerei in Worms-Rheindürkheim, wo am 30. November 2008 ein Feuerwehrmann den Tod fand und 13 Personen teils schwer verletzt worden sind. Die alleinige Schuld an der Explosion des Schill-Malz-Silos wurde vom Gericht dem damaligen Feuerwehrkommandanten angelastet. In der Urteilsbegründung hieß es, dass er „fatale Fehler“ bei der Brandbekämpfung machte und „gravierend fehlerhafte Löschmethoden“ angeordnet habe. Besondere Achtsamkeit ist daher bei Löscharbeiten wichtig. Hier

muss darauf geachtet werden, dass durch den Wasserstrahl kein Staub aufgewirbelt wird, da sich dieser dann explosionsartig entzünden kann. Die Folgen wären eine Gefährdung der Löschkräfte, wie am vorgenannten Fall, und eine weitere Ausbreitung des Feuers. Diese Raumexplosionen kommen zwar selten vor, können jedoch Druckwirkungen von bis zu 10 bar bewirken. Wenn man bedenkt, dass der Trommelfellriss im menschlichen Ohr und schwere Gebäudeschäden bereits bei etwa 0,3 bar und tödliche Lungenrisse bei 1,0 bar Überdruck entstehen, erkennt man die grundsätzliche Gefahr im Zuge von Feuerwehreinsätzen.

1 Silos gehören zu jenen Anlagengruppen, die sehr häufig von Staubexplosionen betroffen sind: 2015 löste eine Staubexplosion in Vorarlberg einen offenen Silobrand aus. **2** Vor Inertisierungsmaßnahmen müssen Öffnungen, wie Silotüren, abgedichtet werden



Versuchsaufbau einer Staubexplosion: Ein Druckstoß wirbelt den Mehlstaub auf, und mithilfe eines Sprengzünders wird das Mehl entzündet. →



ALLGEMEINE MASSNAHMEN

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 Explosionsschutzes!
- Jegliche Staubaufwirbelung vermeiden!
- Silo gut abdichten (inkl. Anschlussleitungen/-kanäle)!
- Einsatzkräfte und Betriebspersonal minimieren!
- Produktionsstopp im gesamten Anlagenbereich!
- Trümmerschatten mindestens zweifache Höhe des betroffenen Silos/Silogebäudes!
- Absperrung veranlassen!
- Genaue Erkundung – Wärmebildkamera, Fernthermometer, Gasmessgeräte!
- Siloaufbau/vorhandene Öffnungen!
- Welches Lagergut/welche Eigenschaften?
- Stadium der thermischen Umsetzung/des Brandes!
- Vorhandene Ex-Schutzmöglichkeiten! Funktionstüchtigkeit?
- Vorhandenen Alarmplan nutzen!

- Innenliegende Silos ggf. nur von oben und über die Förderwege erreichbar!
- 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. Schwertschaum!
- 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 (O₂), Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO)!
- Messtechnik beispielsweise über Gaslieferanten!
- Situativ umluftunabhängigen Atemschutz anordnen!
- Bei langer Einsatzdauer Personalaustausch berücksichtigen!
- Lückenlose Einsatzdokumentation inkl. Bildern, Besprechungsergebnissen und Gesprächsnotizen
- Ausführliches Messprotokoll!

INERTISIERUNG

Aufwendig, aber effektiv.

Als 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 (N₂).

- **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 N₂ liegt bei -195,8 Grad Celsius, der von CO bei -78,5 Grad Celsius. 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. ●

