

# Inertisierung von Silos im Brandfall

## Merkblatt zur Schadenverhütung

### 1 Allgemeines

In diesem Merkblatt werden Maßnahmen erläutert, die beim Inertisieren und Ausräumen von Silos mit glimmendem oder in Brand geratenem Schüttgut zu treffen sind.

Das Merkblatt gilt für Anlagen, bei denen das Inertgas nur im Brandfall zugeführt wird. Es gilt nicht für Anlagen, die dauerinertisiert werden, um z.B. eine längere Haltbarkeit des Schüttgutes zu erreichen.

Das Merkblatt wurde in Anlehnung an die Allgemeine Sicherheitsinformation (ASI) 8.41/93 (SIL) der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten erstellt.

Die genannten Maßnahmen sind bei neu zu erstellenden Silos anzuwenden und bei ähnlichen Behältern, in denen brennbares, explosionsfähiges Schüttgut gelagert wird. Bestehende Silos sollten – soweit möglich – entsprechend dem Merkblatt nachgerüstet werden.



### 2 Vorbeugende Maßnahmen

#### 2.1 Organisatorische Maßnahmen

2.1.1 Mit den Inertgaslieferanten (siehe Abschnitt 4) ist abzuklären:

- Welche Personen an welchem Ort haben die entsprechende Kompetenz für die schnelle Inertgaslieferung im Brandfall?
- Welches Inertgas ist für das Schüttgut geeignet?
- Ist das Inertgas in der notwendigen Menge verfügbar?

- Welcher Zeitraum zwischen Abruf des Inertgases und Beginn der Inertisierung kann maximal verstreichen?
- Können die erforderlichen Messeinrichtungen zur Konzentrations- und Temperaturmessung im Silo bereitgestellt werden?
- Sind an den Einrichtungen des Inertgaslieferanten Sicherheitsarmaturen vorhanden, die unzulässige Überdrücke im Silo verhindern?
- Welche Energieversorgung wird für die zum Einsatz kommenden Geräte benötigt?

2.1.2 Mit der zuständigen Feuerwehr sind die einsatztaktischen Maßnahmen abzusprechen und Einsatzübungen durchzuführen.

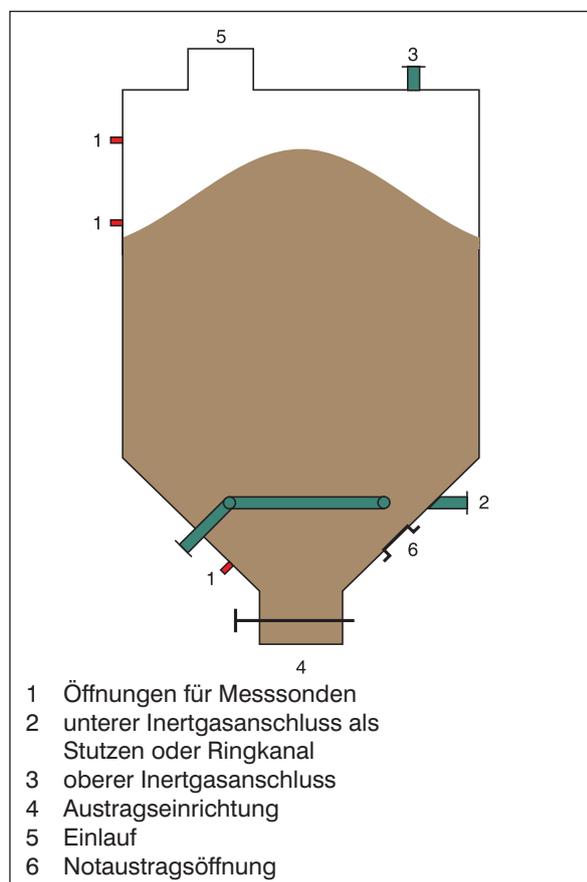
**2.1.3** Aus einem Alarmplan sollte hervorgehen, wer im Ernstfall zu informieren ist, z.B.:

- Firmenleitung
- Feuerwehr
- Inertgaslieferant
- Berufsgenossenschaft
- Gewerbeaufsicht/Staatliches Amt für Arbeitsschutz
- Feuerversicherer (Brandschutzabteilung)

## 2.2 Bautechnische Maßnahmen

**2.2.1** Zum Inertisieren des Silos sollte ein C-Rohr-Anschluss (DIN 14302) angebracht werden. Das Rohr sollte so eingebaut sein, dass der Gasaustritt nicht durch das Schüttgut verstopft werden kann.

Undichtigkeiten an der Austrageeinrichtung, die während der Inertisierung eine Sauerstoffzufuhr begünstigen, sollten durch eine genügend große Schüttgutvorlage vermieden werden. Hierfür sollte der Inertgasanschluss 1 m bis 1,5 m oberhalb der Austrageeinrichtung angebracht werden. Die Rohrleitung zum Einbringen des Inertgases in das Silo sollte als Ringleitung ausgebildet sein.



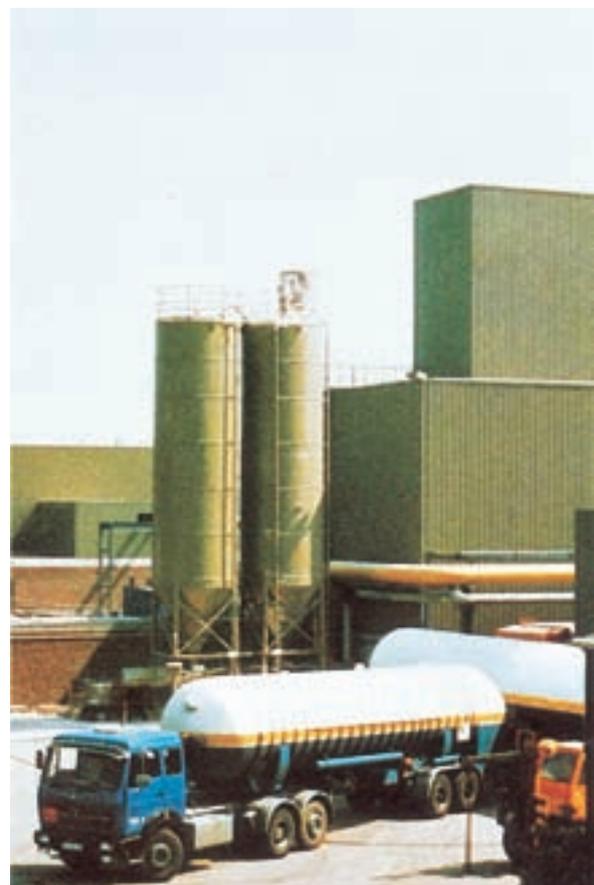
**2.2.2** Es sollten mindestens drei verschließbare 1/2"-Öffnungen für Messsonden in den folgenden Bereichen vorgesehen werden:

- am Silofuß (und zwar zwischen Austrageeinrichtung und Anschluss für die Inertgas-einspeisung)
- auf halber Silohöhe
- am Silo-Kopf

**2.2.3** Um ein gefahrloses Ausräumen des Silos zu ermöglichen, sollte eine Notaustragsöffnung vorgesehen werden.

**2.2.4** Um ein unkontrolliertes Abströmen des Inertgases zu vermeiden, sollte der Silo möglichst gasdicht sein. Zum Verschließen der anlagentechnisch notwendigen Öffnungen sollten Verschlusseinrichtungen (z.B. Absperrschieber) vorgesehen werden.

**2.2.5** Der Silo ist mit einem gut sichtbaren Schild in der Nähe des Inertgasanschlusses zu versehen, aus dem der maximal zulässige Innendruck ersichtlich ist. Eine Zeichnung des Silos, mit allen notwendigen Konstruktionsdaten (z.B. Höhe, Durchmesser, Öffnungsformen, Öffnungsgrößen), ist an ständig besetzter Stelle bereitzuhalten.



### 2.3 Branderkennung

Bei regelmäßigen Kontrollen sollte besonders auf Anzeichen für einen Brand, wie z.B. Rauch, geachtet werden. Zur ständigen Überwachung sollten CO- und Temperaturmessstellen im Silo vorgesehen werden.

## 3 Maßnahmen im Brandfall

### 3.1 Alarmierung

Entsprechend den Festlegungen des Alarmplans (siehe 2.1.3) ist Alarm auszulösen, und die zuständigen Stellen sind zu verständigen.

### 3.2 Siloabdichtung

Zur Vermeidung weiterer Sauerstoffzufuhr sind die Siloöffnungen zu verschließen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass keine Personen durch Rauchgas gefährdet werden. Ggf. ist darauf zu achten, dass das Silo zu vor-/nachgeschalteten Anlagenteilen abgeschottet wird.

### 3.3 Inertisierung

Je nach Korngröße des Schüttgutes (Durchströmbarkeit mit Inertgas) und Fortschritt des Schadenereignisses (Glimmbrand, offener Brand) ist die Silo-Inertisierung vom Silo-Fuß und gegebenenfalls vom Silo-Kopf vorzunehmen.

Im allgemeinen ist vom Silo-Fuß aus zu inertisieren, damit das Inertgas mit der im Silo vorhandenen thermischen Luftströmung kontinuierlich eingebracht werden kann. Dieses stetige, langsame Hinausdrängen des Sauerstoffs ist so behutsam wie möglich vorzunehmen, um Aufwirbelungen, statische Aufladungen und Staubexplosionen zu vermeiden. Der Vorgang ist durch Messungen zu kontrollieren (siehe 3.4). Ggf. sollten Grenzströmungsgeschwindigkeiten (oder Drücke) angegeben werden. Es besteht grundsätzlich bei zu hohen Drücken neben der Staubaufwirbelung das Risiko der Bildung von „Strömungskanälen“. In diesem Fall wird das Schüttgut nicht mehr flächenmäßig durchströmt.

Bei Anbackungen, Oberflächenbränden oder schlecht durchströmbaren Schüttgütern ist zusätzlich vom Silo-Kopf aus zu inertisieren, um den Sauerstoff in diesem Bereich zu verdrängen. Besteht die Gefahr, dass sich explosionsfähige Stäube bilden können, sollte immer zuerst der Kopf und anschließend der Rest des Silos vom Fuß her inertisiert werden.

Eventuell können weitere Maßnahmen notwendig werden, wie z.B. das Aufbringen von Leichtschaum mit CO<sub>2</sub>.



### 3.4 Konzentrationsmessung

Zur Regelung der Inertgaszufuhr ist eine kontinuierliche Messung des Sauerstoffgehaltes im Silo notwendig. Um lebensgefährliche Gaskonzentrationen rechtzeitig erkennen zu können, ist oberhalb und unterhalb des Silos der Sauerstoff-, Kohlenmonoxid- und Kohlendioxidgehalt zu messen. Bei hohen Konzentrationen ist der Einsatz von Atemschutzgeräten erforderlich. Weitere Messungen sind von der Art des Inertgases abhängig.

### 3.5 Inertgasvorrat

Während des Inertisierens ist der Inertgasvorrat ständig zu kontrollieren. Falls erforderlich, ist rechtzeitig eine Nachlieferung anzufordern, um ein kontinuierliches Inertisieren (manchmal über mehrere Tage) zu ermöglichen.

### 3.6 Konzentration

Bei Gefahr von Staubexplosionen ist der Silo unter Inertgasatmosphäre auszuräumen. Im allgemeinen ist davon auszugehen, dass bei organischen Produkten (kein poriges Schüttgut mit Lufteinschlüssen) unterhalb einer Sauerstoffkonzentration von 8 Volumenprozent keine Explosionsgefahr mehr besteht.

Die einzuhaltenden Sauerstoffgrenzkonzentrationen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphären können der BGR 104 entnommen werden. Um eine Ausbreitung des Brandes zu verhindern, muss der Sauerstoffgehalt auf 4 bis 6 Volumenprozent gesenkt werden.

### 3.7 Ausräumung des Silos

Vor Beginn der Ausräumaktion sind die mit dem Silo verbundenen Räume auf Staubfreiheit zu kontrollieren und ggf. zu säubern. Hierbei müssen Staubaufwirbelungen unbedingt vermieden werden.

Beim Ausräumen des Silos ist zur Aufrechterhaltung der Inertgasatmosphäre entweder nur die Einfahröffnung am Silo-Kopf oder die Austragseinrichtung am Silo-Fuß zu öffnen. Zur Reduzierung der Undichtigkeiten am Silo-Fuß (Vermeidung von Sauerstoffzufuhr) sollte ständig für eine Schüttgutvorlage im Auslauftrichter gesorgt werden. Diese Maßnahme ist besonders wegen einer möglichen „Brückenbildung“ des Schüttgutes erforderlich, um im Falle des Einsturzes der Brücke eine ausreichende Inertgasatmosphäre aufrechterhalten zu können.

Beim Austragen des Schüttgutes muss durch geeignete Maßnahmen auch außerhalb des Silos die Bildung von gefährlichen Staub-Luft-Gemischen verhindert werden, z.B. durch Aufbringen eines Wasserschleiers.

## 4 Inertgaslieferanten

Geeignete Inertgaslieferanten finden Sie auf der Homepage des Industriegaseverbandes (IGV) [www.industriegaseverband.de](http://www.industriegaseverband.de).

