

# Inertisieren als Explosionsschutzmaßnahme

Sicher und wirtschaftlich produzieren unter Schutzgas

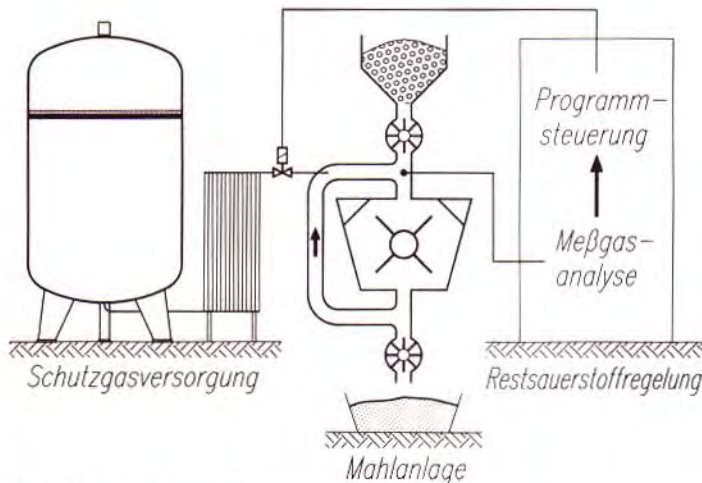


Abb. 1 Mahlen unter Schutzgas

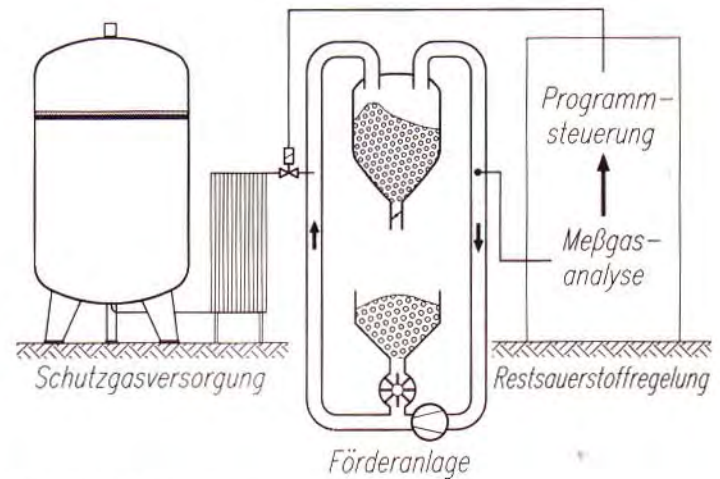


Abb. 2 Fördern unter Schutzgas

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Risto, Hermann Hartan

**Trotz des ständig steigenden Sicherheitsstandards [1] werden noch viele Anlagen in der Chemie und der Verfahrenstechnik mit einem Explosionsrisiko betrieben. Die meisten explosionsfähigen Atmosphären bestehen aus einer Suspension von brennbarem Staub in Luft oder aus Kohlenwasserstoffdämpfen in Luft. Zu einer Explosion kann es jedoch nur kommen, wenn drei Faktoren gleichzeitig zusammenwirken: es muß genügend Sauerstoff in der Atmosphäre sein, ein Brennstoff muß in geeigneter Konzentration vorliegen und das Gemisch muß gezündet werden. Mit dem Inertisieren, d. h. Absenken des Sauerstoffgehaltes der Prozeßatmosphäre durch Zumischen eines Schutzgases wie Stickstoff oder Kohlendioxid kann die Explosionsfähigkeit aufgehoben werden.**

## Wirtschaftlich produzieren unter Schutzgas

Hartnäckig hält sich die Meinung, daß das Inertisieren zu hohe Betriebskosten verursachen würde. Dies resultiert zumeist auf der Erfahrung an bestehenden Anlagen, bei denen das Inertgas ohne Regeltechnik eingesetzt wurde. Zur Festlegung der Betriebsparameter wurde oft nur die Abhängigkeit der Sauerstoff-Restkonzentration vom eingeleiteten Volumenstrom an Inertgas ermittelt und für den Dauerbetrieb ein entsprechender Wert festgelegt. Bei dieser unregelmäßigen Prozeßführung mußte jedoch so viel Gas eingeleitet werden, daß

auch bei Eintreten des ungünstigsten Betriebsfalles Sicherheit gegeben war. In den meisten Betriebsphasen war damit das Inertgas aber überdosiert.

Das hier vorgestellte Inertisierungsverfahren setzt an diesem Punkt an und zeichnet sich dadurch aus, daß durch ständige Überwachung der Sauerstoff-Restkonzentration auch ohne Überdosierung stets eine ausreichende Schutzgasatmosphäre vorhanden ist.

Als konstruktive Voraussetzung für eine wirtschaftliche Inertisierung muß die Prozeßluft in einem Kreissystem geführt werden. Vorzugsweise werden diese Anlagen mit leichtem Überdruck betrieben. Die Eingabe von Fest-

stoffen sollte deshalb über Zellenrad- oder Klappenschleusen erfolgen. Auch ist zu beachten, daß bei der Einleitung von Inertgas in das geschlossene System stets der gleiche Volumenstrom aus der Anlage entnommen werden muß. Oft sind die Abgasströme mit Produkt beladen, so daß, unter Beachtung der TA-Luft, gegebenenfalls eine Abgasreinigung vorzusehen ist [2].



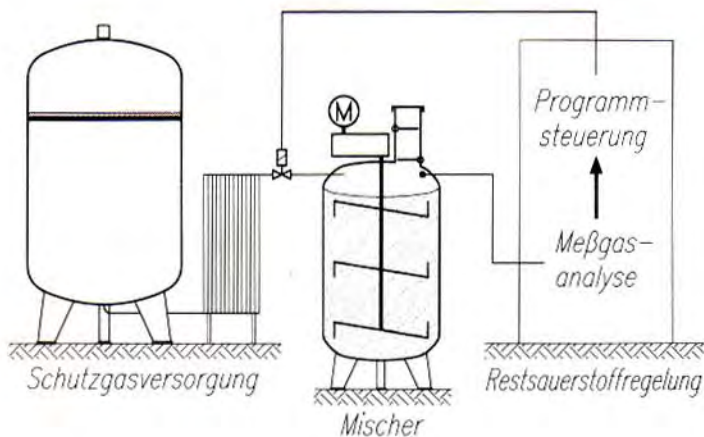


Abb. 3 Mischen unter Schutzgas

## Funktionsweise von Inertisierungsanlagen

Die Systeme gliedern sich jeweils in drei Funktionsbereiche:

- Schutzgasversorgung: aus einem Speicherbehälter wird das verflüssigte Gas entnommen, verdampft und über ein Magnetventil in die Produktionsanlage eingegeben.

- Produktionsanlage: in ihr befindet sich ein brennbares Material unter Prozeßluft, die im Kreis geführt wird. Die Materialströme sind über Schleusen entkoppelt.

- Restsauerstoffregelung: sie besteht aus einer Meßgasaufbereitung, in der dampfförmige Bestandteile auskondensiert oder staubförmige Partikel ausgefiltert werden. Das so gereinigte Meßgas strömt dann in den Analysator und wird dort auf die Sauerstoff-Restkonzentration hin untersucht. Der ermittelte Meßwert kann nun in ein Stellsignal für die Regelstrecke umgesetzt werden.

Bleibt die Programmsteuerung auf diese Funktionen beschränkt, kann sie in Relais-technik ausgeführt werden. Meist ist es jedoch sinnvoll, weitere Sicherheitsfunktionen mit einzubinden oder mehrere Anlagen gleichzeitig zu überwachen. Für diesen Fall sollte eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) eingesetzt werden. Individuell für jede Anlage können dann die verfahrenstechnischen, produktspezifischen und sicherheitstechnischen Besonderheiten berücksichtigt werden.

## Anwendungsbeispiele

### Mahlanlage

Charakteristisch für viele Feinmahlsysteme ist ein verfahrenstechnisch notwendiger, hoher Gasdurchsatz. Die Turbulenzen, Reibungen und mechanischen Belastungen als mögliche Zündursachen kennzeichnen das hohe Gefahrenpotential beim Mahlen von brennbaren Materialien. Besonders hervorzuheben sind Metalle, Kohle, Düngemittel und Kunststoffe.

An einer gut abgedichteten Anlage kann, bei einer Mahlluftmenge von ca.  $1000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  und einer Sauerstoff-Restkonzentration von 8Vol.-%, ein Inertgasbedarf von 20 bis  $40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  als Richtwert angesetzt werden.

Vor dem Neuanfahren der Anlage, zum Beispiel nach Produktwechsel, muß das Mahlsystem mit dem drei- bis vierfachen des Anlagenvolumens gespült werden. Auch diese

Funktion kann sinnvoll in das Programm einer SPS eingebunden werden.

Ein weiterer Vorteil der Inertisierung besteht darin, daß das Mahlgut zusammen mit dem extrem trockenen Schutzgas verpackt und gelagert wird. Dadurch ergeben sich oft Qualitätsverbesserungen.

### Pneumatische Förderanlage

Das Funktionsprinzip einer pneumatischen Förderanlage ist dem einer Mahlanlage mit hohem Luftdurchsatz ähnlich.

Auch hier werden Schüttgüter unter hoher Wand- und Körperreibung in turbulenter Gasströmung gefördert. Da auch bei Granulaten oft ein hoher Staubanteil mitgetragen wird, sind die drei Explosionsfaktoren meist gegeben. Entsprechend hoch ist das Gefahrenpotential einzuschätzen.

Wird als Fördermedium, ein Schutzgas, eingesetzt, ergibt sich neben dem Explosionsschutz ein weiterer Sicherheitsaspekt: Das Fördergut wird nachfolgend unter Schutzgas gelagert. Silobrüände können so sicher verhindert werden.

### Mischer

Der Einsatz von Rührwerken als Mischreaktoren für die Herstellung von Klebern und Lacken ist vielfältig. Häufig werden hier Lösemittel eingesetzt, die mit Luft explosionsfähige Atmosphären bilden.

Beim Inertisierungsvorgang wird Schutzgas in den Behälter eingegeben, und ein Volumenstrom gleicher Größe muß dem Mischer zur Konstanzhaltung des Druckes entnommen werden. Dieses Abgas ist oft in hoher Konzentration mit Lösemittel beladen und muß, um der TA-Luft zu genügen, entsprechend nachgereinigt werden [3].

Wird Stickstoff als Schutzgas eingesetzt, kann das Kältepotential des tiefkalt verflüssigten Gases zur Abgaskondensation genutzt werden. Ein wesentlicher Vorteil z. B. zur Nachverbrennung besteht darin, daß hierbei kein Lösemittelverlust eintritt.

Bei der konstruktiven Umgestaltung eines Mixers auf den Betrieb unter Schutzgas ist besonders auf die sichere Sperrfunktion der Eingabeschleusen für die Schüttgüter zu achten. Einerseits sollen diese, um den MAK-Werten zu genügen, gut gegen den Arbeitsraum abdichten, zum anderen darf deren Funktion nicht durch Produktanhaftungen beeinträchtigt werden [4].

Charakteristische Verbrauchsmengen für gut abgedichtete Mischer mittlerer Größe und einer Sauerstoff-Restkonzentration von 8Vol.-% können mit 10 bis  $30 \text{ m}^3$  Inertgas pro Betriebsstunde angesetzt werden.

## Geeignete Schutzgase

Als Schutzgas können grundsätzlich alle unbrennbaren Gase eingesetzt werden, die nicht mit den Produkten reagieren:

- Stickstoff,
- Kohlendioxid,
- Edelgase,
- Rauchgase,
- Wasserdampf.

Von den technischen Gasen sind vor allem Stickstoff und Kohlendioxid von Bedeutung. Stickstoff ist immer bevorzugt einzusetzen, wenn ein kontinuierlicher Schutzgasbedarf vorliegt. Dieses Inertgas wird tiefkalt verflüssigt gelagert und ist, verfahrensbedingt, nur begrenzt verlustfrei lagerfähig.

Kohlendioxid ist ein druckverflüssigtes Inertgas und kann bei Umgebungstemperatur verlustfrei unter Druck gespeichert werden. Bei unregelmäßigem Inertgasbedarf ist daher Kohlendioxid der Vorzug zu geben.

Darüberhinaus sind aber auch die Produkteigenschaften zu berücksichtigen. Zum Beispiel sind Staubexplosionen von Aluminiumpulver auch in reiner Kohlendioxidatmosphäre möglich.

Bei der Neuprojektierung oder Umrüstung einer Produktionsanlage auf den Betrieb unter Schutzgas kommen sicherheitstechnische, verfahrenstechnische und gastechnische Fragen auf den Betreiber zu.

Ein süddeutsches Industriegas-Unternehmen bietet Unterstützung bei der Beurteilung der Produktionsanlagen an, fährt mit dem Betreiber Versuche zur Ermittlung von Betriebsparametern und hilft bei der Installation und Optimierung.

Weitere Informationen **cav-211**

## Schrifttum

- [1] Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung Exschutz-Richtlinien (EX-RL) Druckerei Winter, Heidelberg
- [2] TA-Luft, Bundesminister des Innern (28.02.86)
- [3] Rückgewinnung organischer Lösemittel aus Abluft, eine Übersicht, Technische Information TI-CIV/ES 014d, BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen (1989)
- [4] MAK-Werte-Liste der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Verlag Chemie, Weinheim (1984)
- [5] Bartknecht, W., Explosionen, Ablauf und Schutzmaßnahmen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1980)
- [6] Kühnen, G., Scholl, E.-W. und Mitarbeiter, Forschungsbericht Staubexplosionen, Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben, Schriftenreihe des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. (1980)