

Geregelte Inertisierung – Ex-Schutz beim Produzieren

Von H.-J. Risto¹⁾

Obwohl die Sicherheitsstandards [1] ständig verbessert werden, gibt es immer noch Anlagen in Chemiebetrieben, die mit Explosionsrisiko betrieben werden.

An drei Fallbeispielen wird gezeigt, wie in prozeßtechnischen Anlagen sicher und wirtschaftlich produziert werden kann.

Die meisten explosionsfähigen Atmosphären bestehen aus einer Suspension von Staub in Luft oder aus Lösemitteldämpfen in Luft. Zur einer Explosion kann es jedoch nur kommen, wenn drei Faktoren gleichzeitig zusammenwirken:

1. Brennstoff muß in geeigneter Konzentration vorliegen.
2. Sauerstoff muß ausreichend vorhanden sein.
3. Das Brennstoffgemisch muß gezündet werden.

Da eine brennbare Substanz nur selten durch eine nichtbrennbare äquivalent ersetzt werden kann und außerdem mit einer Zündquelle (z.B. elektrost. Entladung) immer gerechnet werden muß, läßt sich zur sicheren Verhütung einer Explosion nur der Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre wirksam beeinflussen.

Durch Zumischen eines Schutzgases (Stickstoff, Kohlendioxid) kann man die Prozeßatmosphäre so inertisieren, daß ihre Explosionsfähigkeit aufgehoben ist.

¹⁾ Dipl.-Ing. Hans-Joachim Risto, INGENIEURDIENST Risto, Ludwigshafen

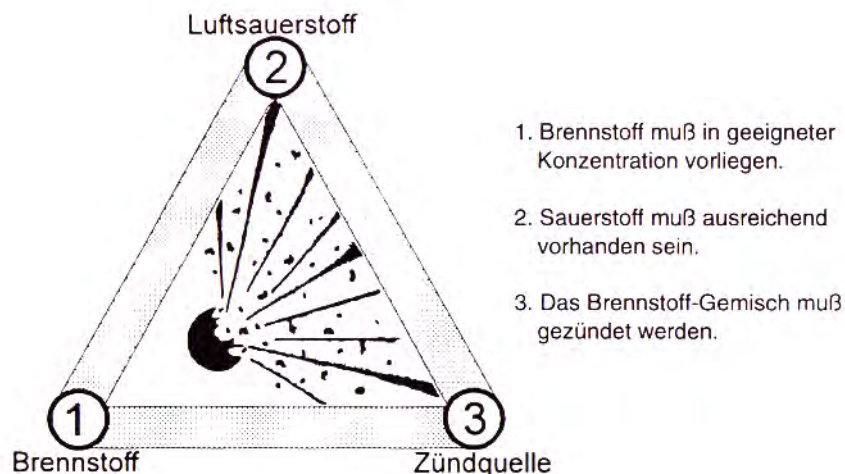


Bild 1: Gefahrendreieck

Tafel 1: Grenzwerte Sauerstoff-Restkonzentrationen [2]

| <i>brennbarer Stoff</i> | <i>Sauerstoff-Grenzkonzentration</i> |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Aluminium | 5 Vol.-% |
| Benzol | 11 Vol.-% |
| Braunkohle | 12 Vol.-% |
| Cellulose | 9 Vol.-% |
| Pigment org. | 12 Vol.-% |
| Polyethylen | 10 Vol.-% |
| Ruß | 12 Vol.-% |
| Steinkohle | 14 Vol.-% |

Sichere und wirtschaftliche Produktion

Hartnäckig hält sich die Meinung, das Inertisieren würde zu hohe Betriebskosten verursachen. Dies kommt aus der Erfahrung, die man mit bestehenden Anlagen gemacht hat, bei denen das Inertgas ohne Regeltechnik zugeführt wird. Zur Festlegung der Betriebsparameter wurde oft nur die Abhängigkeit der Sauerstoff-Restkonzentration vom eingeleiteten Volumenstrom an Inertgas ermittelt und ein entsprechender Wert für den Dauerbetrieb abgeleitet. Bei dieser unregelmäßigen Prozeßführung muß jedoch so viel Schutzgas eingeleitet werden, daß auch bei Eintreten des ungünstigsten Betriebsfalles Sicherheit gegeben ist. Fast immer ist dann das Inertgas überdosiert.

Geregelte Inertisierung kann mit den IDOX-Systemen realisiert werden. Die Investition der Funktionskomponenten Meßgasaufbereitung und Sauerstoffanalyse, eingegliedert in ein Sicherheitssystem, haben sich durch Einsparung des Betriebsmittels Schutzgas schnell amortisiert.

Inertisierung mit Überwachung

Eine Voraussetzung für die wirtschaftliche Inertisierung besteht darin, die Prozeßatmosphäre in einem Kreissystem zu führen. Dabei empfiehlt es sich, einen leichten Überdruck aufzubauen und zu halten. Feststoffe sollten über Zellenrad- oder Klappenschleusen zugeführt werden. Auch ist daran zu denken, daß bei der Einleitung von Inertgas in das geschlossene System stets der gleiche Volumenstrom entnommen werden muß, der dann mit Produktdämpfen beladen ist. Nach TA-Luft [3] kann dann eine Abgasreinigung notwendig werden.

Das Inertisierungssystem gliedert sich in drei Funktionsbereiche:

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

Produktionsanlage: In ihr werden brennbare Stoffe unter Prozeßluft verarbeitet. Die Materialströme sind über Schleusen entkoppelt. Um die Produktionsanlage ist meistens Ex-Bereich.

Restsauerstoff-Regelung: In einer Meßgasaufbereitung werden dampfförmige Bestandteile auskondensiert oder staubförmige Partikel ausgefiltert. Das reine Meßgas strömt danach in die Meßzelle des Analysators wo die Sauerstoff-Restkonzentration gemessen wird. Falls es erforderlich ist, wird das Magnetventil geöffnet und Schutzgas eingeleitet. Oft ist es sinnvoll, weitere Sicherheitsparameter (Anlagendruck, Schutzgasdruck, Füllstand usw.) in das Sicherheitssystem einzubinden.

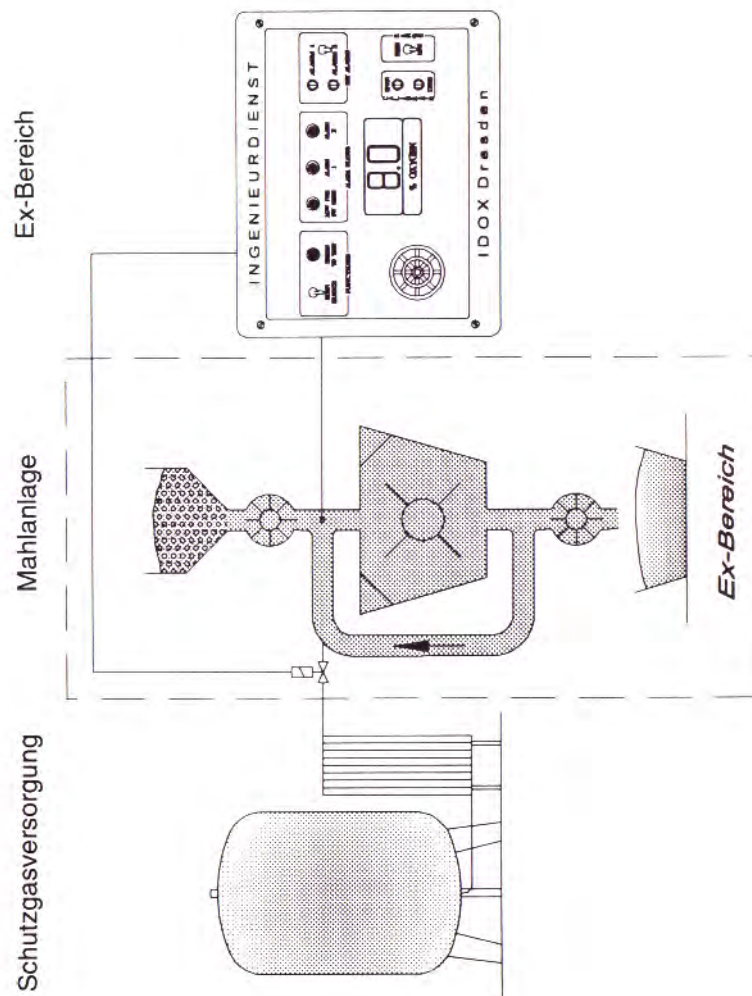


Bild 2: Mahlen unter Schutzgas

Fallbeispiele mit Schutzgaseinsatz

Mahlen

Charakteristisch für viele Feinmahlsysteme ist ein hoher Gasdurchsatz. Turbulenzen, Reibungen und mechanische Belastungen als mögliche Zündursachen kennzeichnen das hohe Gefahrenpotential beim Mahlen von brennbaren Stoffen, wie Metalle, Kohle, Düngemittel, Kunststoffe usw. An einer gut abgedichteten Anlage (Mahlluftmenge von 1.000 m³/h, Sauerstoff-Restkonzentration 8 Vol.-%) kann man einen Inertgasbedarf von 20 bis 40 m³/h als Richtwert ansetzen.

Ein wesentliches Merkmal der Inertisierung besteht darin, daß das Mahlgut zusammen mit dem extrem trockenen Schutzgas verpackt und gelagert wird. Das kommt der Produktqualität zugute.

Vor dem Neuanfahren der Anlage muß das Mahlsystem mit der drei- bis vierfachen Schutzgasmenge des Anlagenvolumens gespült werden, bevor Produkt eingegeben werden kann.

Fördern unter Schutzgas

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 meistens gegeben. Wird nun als Fördermedium ein Schutzgas eingesetzt, ergibt sich neben dem Explosionsschutz ein weiterer Sicherheitsaspekt: Da das Fördergut unter Schutzgas gelagert wird, besteht auch keine Gefahr von Silobränden.

Mischen unter Schutzgas

Der Einsatz von Rührwerken als Mischreaktor in der Produktion ist vielfältig. Dabei werden auch Lösemittel eingesetzt, die mit Luft explosionsfähige Atmosphären bilden. Zum Inertisieren wird Schutzgas in den Behälter eingeleitet und gleichzeitig wird ein Gasvolumenstrom derselben Größe entnommen. Dieses Abgas muß häufig nachgereinigt werden [3].

Wird Stickstoff als Schutzgas eingesetzt, kann das Kältepotential des tiefkalt verflüssigten Gases zur Auskondensation von Lösemittel-Dämpfen im Abgas genutzt werden [4]. Auf diese Weise treten keine Lösemittel-Verluste ein.

Bei der Umrüstung eines Mischers auf den Betrieb unter Schutzgas ist besonders auf die sichere Sperrfunktion der Eingabeschleuse für die Schüttgüter zu achten.

Einerseits soll diese gut gegen den Arbeitsraum abdichten, andererseits darf die Funktion auch bei Produkthanftungen nicht beeinträchtigt werden [5].

Charakteristische Verbrauchswerte für gut abgedichtete Mischer mittlerer Größe bei Sauerstoff-Restkonzentrationen von 8 Vol.-% können mit 10 bis 30 m³/h angesetzt werden.

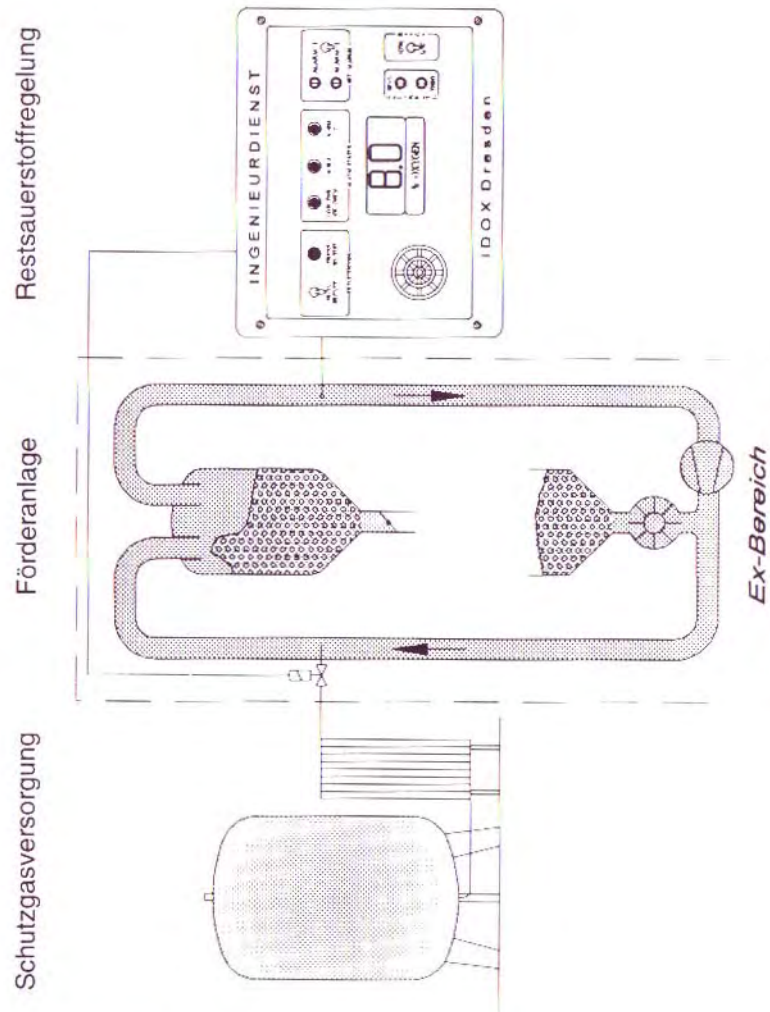


Bild 3: Fördern unter Schutzgas

Schutzgase

Als Schutzgas können grundsätzlich alle nicht brennbaren und nicht brandfördernden Gase verwendet werden, die mit dem Produkt nicht reagieren. Für technische Dimensionen sind vor allem Stickstoff und Kohlendioxid von Bedeutung.

Stickstoff ist immer dann bevorzugt einzusetzen, wenn ein kontinuierlicher Schutzgasbedarf vorliegt. Dieses Inertgas wird tiefkalt flüssig geliefert und ist nur begrenzt verlustfrei lagerfähig.

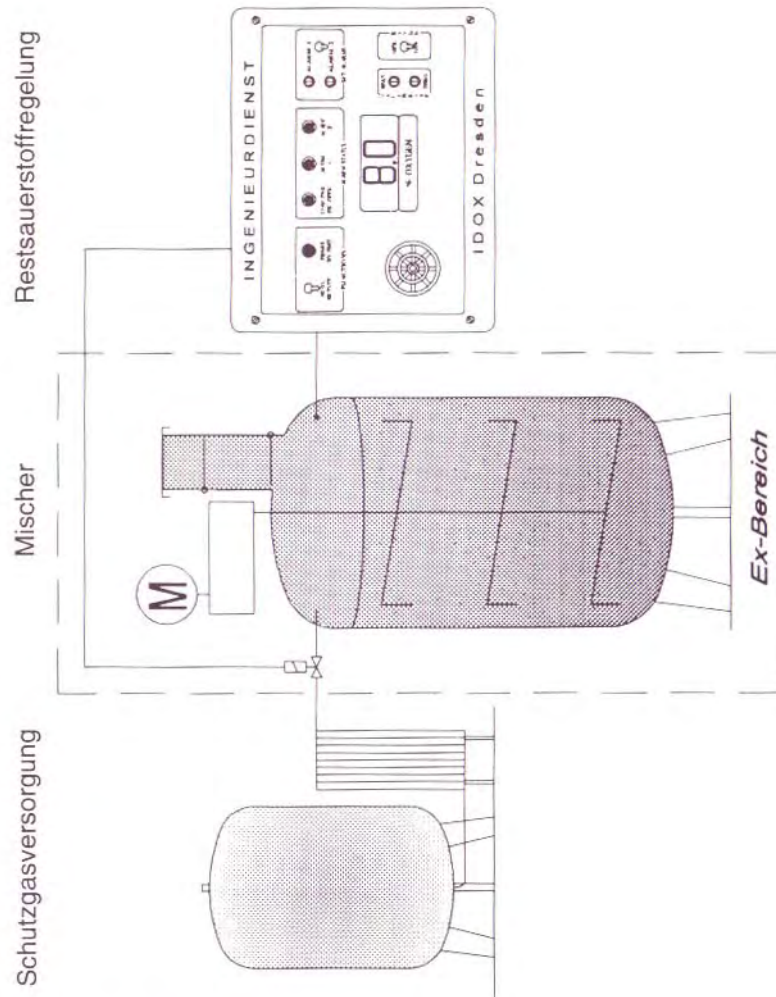


Bild 4: Mischen unter Schutzgas

Kohlendioxid ist ein druckverflüssigtes Inertgas und kann unter Druck verlustfrei gespeichert werden. Bei unregelmäßigem Inertgasbedarf ist daher Kohlendioxid zu wählen.

Es sind aber auch Produkteigenschaften zu berücksichtigen. So sind z. B. Staubexplosionen von Aluminiumpulver auch in reiner Kohlendioxidatmosphäre möglich. Bei einigen Produkten kann auch der Einsatz des Edelgases Argon notwendig sein.

Projektierung

Bei der Neuprojektierung oder Umrüstung einer Produktionsanlage auf den Betrieb unter Schutzgas kommen sicherheitstechnische, verfahrenstechnische und gastechnische Fragen auf den Betreiber zu. INGENIEURDIENST hat sich auf diese Arbeitsbereiche spezialisiert und bietet Unterstützung von der Projektierung bis zur Inbetriebnahme an.

Schrifttum

- [1] Explosionsschutz-Richtlinien RL Nr. 11 (Ausgabe 9.90). Berufsgenossenschaft d. Chem. Ind.
- [2] G. Kühnen, E.W. Schöll et al.: Forschungsbericht Staubexplosion, Brenn- und Explosionskenngößen von Stäuben. Schriften des Hauptverb. d. gewerbl. Berufsgenossenschaften (1980)
- [3] TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). GemMinBl. 25,426,525 (1974); 34,94-112 (1983); 37,95-143 (1986)
- [4] Rückgewinnung organischer Lösungsmittel aus Abluft. Technische Information TI-CIV / ES 014d, BASF AG, Ludwigshafen (1989)
- [5] Techn. Regeln f. Gefahrstoffe TRGS 900 MAK- und TRK-Werte, Anlage 4 z.d. Unfallverhütungsvorschriften (Juni 1994). Jedermann-Verlag Dr. O. Pfeffer oHG, Heidelberg
- [6] Sicherheitsregeln für Anforderungen an ortsfeste Sauerstoff- Warneinrichtungen für den Explosionsschutz. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bestell Nr.: ZH 1/180, Ausgabe: April 1988, Carl Heymanns Verlag KG, Köln