

## Commodity MSR-Technik im Ex-Bereich einsetzen?

*Zeitgemäße Umsetzung der Ex-Zündschutzart Überdruckkapselung ermöglicht anwendungsgerechten Einsatz von Standard MSR-Technik in explosionsgefährdeten Bereichen.*

Der Einsatz verifizierter Baugruppen innerhalb moderner Produktionsanlagen wie z.B. Steuerungskomponenten, Maschinenkomponenten, Mess- und Analysetechnik etc. ermöglicht zeitnahe und kostenseitig überschaubare Projektierungen von Maschinen und Anlagen in Produktionssystemen.

Bei zahlreichen Produktionsprozessen treten verfahrensbedingt explosionsfähige Gas- bzw. Staubatmosphären auf, die einen direkten Einsatz von Standard-Hardware nicht zulassen.

Meist muss dann auf Ex-spezifische Sonderhardware zurückgegriffen werden, was oft nicht nur mit wesentlich höheren Anschaffungskosten sondern auch mit höheren Lebenszykluskosten verbunden ist. So haben z.B. Ex-spezifische Steuerungskomponenten meist eigene Programmier- und Projektierungsumgebungen. Zusätzlich erhöht sich die Hardwarevielfalt innerhalb des Automatisierungssystems.

### Die Ex-Zündschutzart Überdruckkapselung

Die Ex-Zündschutzart Überdruckkapselung (Ex p) stellt für den Anwender in vielen Fällen eine interessante Alternative dar, verifizierte „nicht-Ex“-Systeme auch innerhalb von Produktionsbereichen einzusetzen, in denen explosionsgefährdete Umgebungen vorherrschen.

Die Standard-Geräte werden dazu in einem überdruckgekapselten Gehäuse (Ex p-Gehäuse) betrieben, welches entsprechend ausgeführt, direkt in Gas-Ex-Bereichen sowie Staub-Ex-Bereichen installiert werden kann.

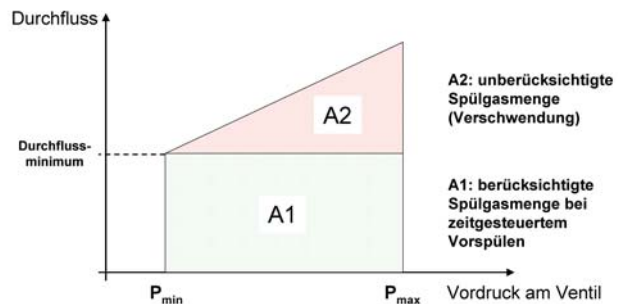
Grundsätzlich kann eine Explosion entstehen, wenn drei

wesentliche Faktoren zur gleichen Zeit aufeinander treffen. Ein brennbares Medium (z.B. brennbares Gasgemisch), Sauerstoff (oder ein äquivalenter Reaktionspartner) sowie eine ausreichend große Zündenergie. Ein Explosionsschutz ist gewährleistet, wenn mindestens einer dieser drei Punkte eliminiert werden kann.

Die Grundidee der Zündschutzart Überdruckkapselung basiert hierbei auf dem fernhalten des brennbaren Mediums der Umgebung, vom Innenraum des Ex-p-Gehäuses, in dem die Standard-Komponenten Platz finden.

Das Innere des Gehäuses wird hierzu durch einen ständigen Überdruck im mBar-Bereich, der mit Hilfe von Luft oder Inertgas (allg. Zündschutzgas) aufgebaut wird, vor dem Eindringen der umgebenden, explosionsfähigen Atmosphäre geschützt.

Vor Inbetriebnahme der eingebauten Geräte ist sicherzustellen, dass sich im Gehäuse keine zündfähigen Medien mehr befinden. Bei explosionsfähigen Gasen, wird daher während der Inbetriebnahmephase das Gehäuse mehrfach mit Zündschutzgas durchspült, und somit das Medium verdünnt, bis eine nicht mehr explosionsfähige Konzentration erreicht ist. Der Zeitraum dieses Verdünnungsvorgangs wird als Vorspülphase bezeichnet. Nach beendeter Vorspülphase wird der Spülgasdurchfluss stark verringert. Es wird nur noch so viel Zündschutzgas in das Gehäuse eingeleitet, wie zur Aufrechterhaltung des minimal erforderlichen Überdrucks gegenüber der umgebenden Atmosphäre erforderlich ist.



Spülgasverschwendung bei zeitgesteuerter Vorspülmethode.

Diese Betriebsart wird als „Ausgleich der Leckverluste“ bezeichnet und findet in ca. 90% der realisierten Systeme Anwendung.

Nicht in allen Fällen kann garantiert werden, dass das Innere des Ex-p-Gehäuses zu jeder Zeit frei von brennbaren Medien ist. So werden z.B. bei Analysegeräten oft brennbare Gase eingeleitet (innere Containments). Treten diese Gase an einer Stelle der Verrohrung oder am Gerät selbst aus, so besteht die Gefahr des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre im Gehäuse. Es sind hierdurch alle drei notwendigen Parameter zum Entstehen einer Explosion gegeben.

Hier besteht die Möglichkeit, ein Inertgas (z.B. Stickstoff) als Zündschutzgas zu verwenden. Hierdurch ist der Parameter Sauerstoff eliminiert.

Alternativ kann auch nach der Vorspülphase permanent ein größerer Zündschutzgasstrom innerhalb des Gehäuses aufrechterhalten werden, der ggf. austretende, zündfähige Medien stark verdünnt, um jederzeit eine Konzentration unterhalb der unteren Explosionsgrenze des Mediums (UEG) zu gewährleisten. Die hieraus resultierende Betriebsart des Systems wird als „Ständige Durchspülung“ bezeichnet. Die Betriebsart „Ständige Durchspülung“ kann in Einzelfällen auch

zur Kühlung des Gehäuseinneren verwendet werden. Die maximal abführbare Verlustleistung ist jedoch bei noch akzeptablen Durchflussmengen des Zündschutzgases auf wenige 100 Watt begrenzt.

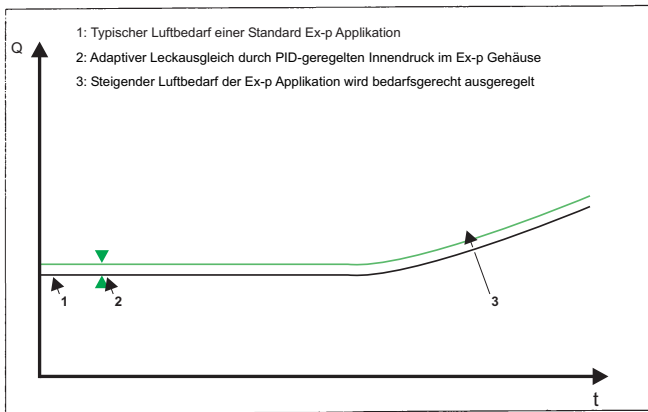
### Aufbau von Ex p-Systemen für den Einsatz in Ex-Zone 1 bzw. Class.1/Division 1 Umgebungen

Für die praktische Realisierung der oben beschriebenen Vorspülphase stehen nach heutigem Stand der Technik zwei Verfahren zur Verfügung, die im Folgenden näher beleuchtet werden sollten:

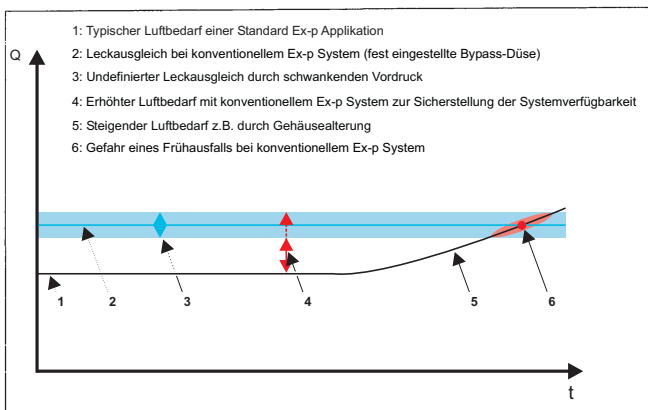
- Die klassische, zeitgesteuerte Spülmethode
- Die moderne, integrierende Spülmethode

Bei der zeitgesteuerten Spülmethode – oft auch als zeitabhängiges Vorspülen bezeichnet – wird die Spülmenge als Produkt eines, am Gehäuseausgang überwachten, Durchflussminimums des Spülmediums und einer Zeit festgelegt. Bei Unterschreitung des überwachten Durchflusses wird die Vorspülphase gestoppt, da in diesem Fall ein definierter Gasaustausch innerhalb des Gehäuses nicht mehr gewährleistet ist.

Der tatsächliche Volumenstrom des Spülmediums ist abhängig vom Vordruck sowie vom Düsenquerschnitt eines,



Spülgasverbrauch bei konventionellem Ex-p-System mit digitalem Eingangsventil und Ventil-Bypass.



Adaptive Kompensation des Spülgasverlustes mithilfe PID-Regelung und proportionalem Eingangsventil.

eingangsseitig am Gehäuse montierten, „digital“ arbeitenden, Einlassventils. Abhängig von der jeweiligen Applikation sind praxistypische Werte für überdruckgekapselte Systeme z. B. 2 bis 4 Bar Vordruck bei Düsenquerschnitten von 1 bis 6 mm Durchmesser.

Um während der Vorspülphase eine möglichst hohe Verfügbarkeit der Anlage zu erreichen, muss die einströmende Luftmenge stets größer als das überwachte Durchflussminimum sein, was in der Praxis meist zu einer enormen

Spülgasverschwendung führt, da eine Erhöhung der einströmenden Spülgasmenge nicht gleichzeitig eine Verkürzung der Spülzeit bewirkt. Die folgende Abbildung verdeutlicht dieses Problem.

Unter Einsatz der so genannten, integrierenden Spülmethode, lässt sich die beschriebene Spülgasverschwendung eliminieren.

Hierzu muss der tatsächliche Volumenstrom am Auslass des Ex p-Gehäuses mit Hilfe einer proportional arbeitenden Durch-

flusssensorik gemessen werden. Das Durchflusssignal (l/s) wird integriert. Hierdurch ist die Erfassung der tatsächlichen Spülgasmenge am Gehäuseausgang möglich. Eine Erhöhung der Einströmung durch das Spülmittelventil führt zu einem größeren Durchfluss am Ausgang und somit automatisch zu kürzeren Spülzeiten.

Um auch bei der integrierenden Spülmethode einen definierten Gasaustausch im Gehäuse zu gewährleisten, wird hier ebenfalls ein, meist geringer, Minstdurchfluss überwacht, bei dessen Unterschreitung die Integration gestoppt wird.

Durch die Erfassung der absoluten Spülgasmenge bietet dieses Verfahren kürzest mögliche Spülzeiten bei geringstem Spülgasverbrauch.

Nach Beenden der Vorspülphase wird der Durchfluss gestoppt, und durch Aufbau eines Überdrucks im gespülten Gehäuse ein Eindringen explosionsfähiger Atmosphäre aus der Umgebung verhindert. Laut Vorschrift ist hierzu ein Mindestüberdruck von 0,5 mBar gegenüber der Umgebung aufrechtzuerhalten. Aus Sicherheitsgründen wird bei den meisten Anwendungen ein Differenzdruck von 0,8 mBar überwacht.

Bei der Wahl des eingesetzten Eingangsventils sind gleichfalls zwei Konfigurationen möglich.

Eine einfache Variante besteht in der Wahl des bereits beschriebenen, digital arbeitenden Ventils, welches während der Vorspülphase vollständig geöffnet und im Normalbetrieb geschlossen ist. Das für den Leck-

ausgleich des Ex p-Gehäuses erforderliche Zündschutzgas wird über einen Ventil-Bypass zugeführt, der gerade soviel Gas einströmen lässt, dass der gewünschte Mindestüberdruck im Gehäuse aufrecht erhalten werden kann. Typische Bypassquerschnitte liegen im Bereich 0,3–1 mm (Durchmesser).

Der erforderliche Mindestdruck wird während des Normalbetriebs kontinuierlich überwacht. Können auftretende Leckverluste des Gehäuses, z. B. durch alternde Dichtungen, lose Kabelverschraubungen etc., durch die vom Bypass gelieferte Luftmenge nicht mehr ausgeglichen werden, so sinkt der Gehäuseinnendruck unter den überwachten Wert, was zum sofortigen Abschalten der Anlage führt. Um dies zu vermeiden, wird der Bypassquerschnitt bei realen Anlagen meist überdimensioniert, um die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen. Dies führt jedoch im Gegenzug zu einer zusätzlichen Verschwendung an Spülgas, da die überschüssige Menge am Auslass des Gehäuses entweicht.

Die folgende Abbildung veranschaulicht den Luftverbrauch einer konventionellen Ex-p-Applikation mit digitalem Eingangsventil und Ventil-Bypass im Normalbetrieb.

Durch den Einsatz eines Proportionalventils als Spülgaseinlass lassen sich die beschriebenen Probleme weitgehend vermeiden. Das Proportionalventil dient hierbei als eingangsseitiges Stellglied eines PID-Regelkreises für den Innendruck im Ex p-Gehäuse. Es wird nach der Vorspülphase auf einen kleinen Durchfluss zugefahren und sorgt in Verbindung mit einer Regelelektronik für die adaptive Kompensation der Leckverluste des Gehäuses.

Die Vorteile der Druckregelung mit proportionaler Ventiltechnik ergeben sich wie folgt:

- Deutlich gesenkter Spülgasverbrauch.



Standard-Labelprinter für die Ex-Zone 1 mit Gönheimer FS850S Steuereinheit. PID-geregelte Spülgaszufuhr zur Kompensation der schwankenden Leckverluste am Papieraustritt.



Mess- und Analysegeräte für die Ex-Zone 1 mit Stickstoffspülung. PID-Regelung des Gehäuseinnendrucks sowie integrierendes Spülvfahren zur Minimierung des Spülgasverbrauchs.



**SIMATIC-HMI-Panels und Steuerschränke für die Ex-Zone 1 mit Gönnheimer FS850S Steuer-einheit. Regelung des Gehäuseinnendrucks während Spül- und Betriebsphase zum Schutz der Frontfolien und Tastaturen.**

- Gesteigerte Anlagenverfügbarkeit durch konstanten Innendruck im Ex p-Gehäuse. (Höhere Leckraten z.B. durch Alterung der Gehäusedichtungen werden kompensiert.)
- Minimierung der Strömungsgeräusche.
- Die Druckregelung ist auch während der Vorspülphase aktiv, wodurch druckempfindliche Teile wie z.B. Folientastaturen oder Sichttüren geschützt werden.

Die folgende Abbildung zeigt das Prinzip der adaptiven Kompensation des Spülgasverlustes mithilfe der PID-Regelung und proportionalem Eingangsventil.

## **ATEX Zertifizierung von Ex p-Anlagen für die Ex-Zonen 1 und 21**

Seit Inkrafttreten der Richtlinie 94/9/EG (ATEX-Richtlinie) im Jahr 2003 ist für alle Überdruckkapselungssysteme mit Einsatz in den Ex-Zonen 1 und 21 eine EG-Baumusterprüfbescheinigung für die Gesamtapplikation erforderlich.

Dies führt speziell im Bereich der Anlagen, welche nur in kleinen bzw. mittleren Stückzahlen gefertigt werden, häufig zu Problemen bzgl. der zeitnahen Abwicklung sowie der Relativkosten der Zertifizierung. So liegen Prüfzeiten meist im Bereich von drei bis sechs Monaten bis zur Ausstellung der Prüfbescheinigung.

Als langjähriger Hersteller von Überdruckkapselungssystemen bietet Gönnheimer seinen Kunden Unterstützung bei der zeitnahen Erlangung einer

EG-Baumusterprüfbescheinigung bei einer benannten Stelle an.

Darüber hinaus verfügt das Unternehmen über einen eigenen, umfassenden Systemprüfungsschein (DMT02ATEX 086 E), auf Basis dessen Zertifizierungen von mehr als 85% der typischen Kundenapplikationen im eigenen Hause möglich sind.

Diese Abnahmevariante ist speziell für kleine und mittlere Anlagenstückzahlen interessant, die hierdurch innerhalb von sechs bis acht Wochen vom Auftragsingang bis zur Auslieferung der ATEX-zertifizierten Komplettanlage für unterschiedlichste Anforderungen angeboten werden können.

## **Zertifizierung der Systeme für die Ex-Zonen 2 und 22**

Reduzieren sich die Anforderungen auf die Ex-Zonen 2 bzw. 22, so ist die Erstellung einer EG-Konformitätserklärung durch eine benannte Stelle bzw. eine Herstellererklärung ausreichend. Bei der Herstellererklärung „zertifiziert“ der Hersteller seine Applikation selbst, basierend auf der Kenntnis aller relevanten Normen (z.B. EN 60079-14).

Eine interessante Änderung ergibt sich für die Zone 2 seit Einführung der ATEX-Richtlinie, betreffend der Vorspülphase des Ex p-Gehäuses. War früher ein Vorspülen bei Zone 2-Applikationen nicht üblich, so besagt die EN 60079-14, dass beim Einschalten der eingebauten „nicht-Ex“-Komponenten, <25% UEG (untere Explosionsgrenze) innerhalb des Ex p-Gehäuses zu gewährleisten ist. Ansonsten ist



**Große Steuerschränke für die Ex-Zone 1. Vermeidung von Leckagen durch Gehäuseverformungen sowie Schutz der eingebauten HMI-Geräte durch Regelung des Gehäuseinnendrucks während der Spülphase.**

das Gehäuse äquivalent zu Zone 1 Applikationen vorzuspülen.

Dies führt zu einer zunehmenden Forderung der Kunden

nach einer vollautomatischen Vorspülphase auch bei Zone 2 Ex-p-Steuereinheiten. Die Gönzheimer FS840 Zone 2 Kompaktsteuerung bietet daher eine vollautomatische Spülphase mit selbsttätiger Berechnung und Adaption der Spülzeit an.

Das System besitzt eine Baumusterprüfbescheinigung (TÜV 03 ATEX 2095x), die dem Anwender in Verbindung mit einem detaillierten Handbuch als Basis für eigene Herstellererklärungen der Gesamtapplikationen sowie zur Erstellung der notwendigen Betriebsanleitungen dient.

### Beispielapplikationen

Die folgenden Abbildungen zeigen typische Standardanwendungen, die mit Hilfe der Zündschutzart Überdruckkapselung, ATEX-konform, in unterschiedliche Ex-Zonen integriert wurden. Neben der normenkonformen Ausführung steht die Anpassung der Anlagen an die je-

weiligen Bedürfnisse und Wünsche des Kunden bei Gönzheimer stets im Vordergrund.

### Zusammenfassung

Das integrierende Vorspülverfahren in Kombination mit einer PID-Regelung des Gehäuseinnendrucks während der Vorspül- als auch der Normalbetriebsphase eröffnet neue Möglichkeiten beim Aufbau von überdruckgekapselten Anlagen hoher Verfügbarkeit und niedriger Lebenszykluskosten (TCO). Die Systeme sind durch einfache, softwaremäßige Adaptierbarkeit an unterschiedliche Anwendungen anpassbar. So sind beim Einsatz eines proportionalen Einlassventils für die Spülgaszufuhr keine Anpassungen der Düsenbestückung, abhängig vom Gehäuse bzw. Vor- druck, mehr erforderlich. Die Soll- drücke des Reglers sowie die Reglerparameter können am System direkt, menügeführt

einggegeben werden. Ebenso kann sich der Anwender durch anzeigen der online-Durchfluss- bzw. Druckmesswerte sowie verschiedener Systemzustände jederzeit einen Gesamtüberblick über den Betriebszustand der Ex-p-Anlage verschaffen, was ihm eine einfache und schnelle Diagnosemöglichkeit bietet sowie kurze Ramp-up Zeiten der Anlagen ermöglicht.

*Christoph Gönzheimer*

**Gönzheimer Elektronik GmbH,**  
Ex- Mess- Steuer- und Regelungs-  
technik, Überdruckkapselungssy-  
steme, Dr. Julius Leber Str. 2,  
D-67433 Neustadt a. d. Weinstraße,  
Tel. +49 6321 49919-0, Fax -41,  
E-Mail: C.Goennheimer@Goennhei-  
mer.de, Internet: [www.goennheimer.de](http://www.goennheimer.de)

Dr.-Ing. *Christoph Gönzheimer* ist  
Geschäftsführer bei der Gönz-  
heimer Elektronik GmbH und  
Dozent für Steuerungstechnik  
an der Universität Karlsruhe.