



Dem Gas auf der Spur

Moderne Messtechnik für brennbare und schädliche Gase mit ihren immer genauer arbeitenden Sensoren erlaubt die Konstruktion hoch präziser Gaswarnanlagen. Grundlage für die Planung ist die gut überlegte Abstimmung der auf verschiedenen Techniken basierenden Komponenten auf die spezifischen örtlichen Gegebenheiten



Stetige Kontrolle schützt die Umwelt vor eventuellen Leckagen chemischer Anlagen – damit die Luft rein bleibt

FOTO: LESTER LEFKOWITZ / CORBIS

GASE SIND mit bloßem Auge meist nicht zu sehen und oft auch nicht zu riechen. Trotzdem müssen sie keine unsichtbare Gefahr für Mensch und Umwelt sein. Dafür sorgt moderne Gasmesstechnik mit stationär installierten und mit mobilen Lösungen. Solche Systeme bieten vielfältige Möglichkeiten zur Messung brennbarer und schädlicher Gase in der Atmosphäre – sie kommen beim Arbeitsschutz von Mitarbeitern ebenso zum Einsatz wie bei der Vorbeugung von Störfällen. Gaswarnanlagen haben sich deshalb in Branchen von der chemischen Industrie bis zum Bergbau als zentrale Elemente von Sicherheitskonzepten etabliert.

Das hohe Niveau der aktuellen Gasmesstechnik zeigt sich in der Vielzahl der genutzten Verfahren: Elektrochemische Sensoren und katalytische (Wärmetönungs-) Sensoren werden ebenso eingesetzt wie Infrarottechnik in Punktsensoren und zur Linienmessung (Open-Path), Flammendetektoren, Ultraschallsensoren und Gaskameras. Neue Entwicklungen lösen dabei bestehende Systeme nicht einfach ab, erläutert Gero Sagasser, Portfolio Manager Gas Detection Systems bei Dräger: Vielmehr haben stete Innovationen zu einem ausdifferenzierten Angebot geführt, das die sehr genaue Anpassung der Messtechnik an den jeweiligen Bedarf erlaubt.

In Betrieben, die gefährliche Stoffe im Sinne der europäischen Seveso-Richtlinie verarbeiten, spielen Gaswarnanlagen eine besonders wichtige Rolle. Solche Unternehmen sind dazu verpflichtet, das Gefährdungspotenzial ihrer Produktionsanlagen zu beurteilen, die spezifischen >



Füllvorgänge
sind häufig Ursache
von Leckagen

FOTO: HOLLAND - HOOGTE / LAIF

Gaswarnanlagen reduzieren das Risiko von Störfällen

- > Gefährdungsstellen zu identifizieren und das Verhältnis von Gefahren zu Schutzziele zu bewerten. In den so entstehenden Szenarien ist stets von der maximal möglichen Stofffreisetzung auszugehen.

Als Ergebnis dieser Planung werden Sicherungsmaßnahmen festgelegt und ein integriertes Sicherheitskonzept entwickelt. Grundlage für diese Regelung ist in Deutschland das Bundes-Immissionsschutzgesetz und die daraus resultierende 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (12. BImSchV, kurz Störfall-Verordnung). Die wirtschaftliche Bedeutung einer Gaswarnanlage hat mit der Umsetzung der EG-Richtlinie 2004/35/EG „Umwelthaftung zur Vermeidung und Sanierung von Umweltschäden“ zum 10. Mai 2007 als Umweltschadengesetz (USchadG) nochmals zugenommen. Nach dem USchadG sind Betreiber einer Anlage für Störfälle haftbar. Das Gesetz verlangt neben der Information über Gefahr oder Eintreten eines Umweltschadens auch Maßnah-

men zur Vermeidung und Begrenzung von Schäden sowie deren Sanierung. Der Einsatz einer modernen Gaswarnanlage reduziert das Risiko von Störfällen und ihren Folgen gleichermaßen, demnach kann die Investition in die Messtechnik als Argument gegenüber Versicherern dienen.

Mehr als die Hälfte aller Störfälle in verfahrenstechnischen Anlagen geht auf die Freisetzung von Stoffen zurück. Auslöser sind meist technische Defekte (35 Prozent) und Bedienfehler (30 Prozent). Dass eine chemische Reaktion außer Kontrolle gerät, kommt dagegen nur in rund 20 Prozent der registrierten Fälle vor. Die meisten Störfälle geschehen während Produktionsprozessen (45 Prozent), seltener während der Lagerung (15 Prozent) und anderen Verfahrensschritten. Der typische Störfall, den eine Gaswarnanlage verhindern helfen soll, ist die Freisetzung von brennbaren oder schädlichen (toxischen) Gasen. Kritische Punkte innerhalb der Anlage, an denen es zur Freisetzung von Gasen kommen

kann, sind alle Arten von Stoffbehältern inklusive Armaturen und Rohrleitungen sowie Maschinen und Pumpen. Dynamische Belastungen durch Temperatur- und Druckwechsel, Korrosion und Materialermüdung sind wichtige Faktoren, die zur Leckage führen können. Verbindungsstellen mit Dichtwirkung sowie Füll- und Entnahmestellen gilt besondere Aufmerksamkeit, außerdem muss die technische Leckage einberechnet werden: Dabei werden gezielt Stoffmengen über Ventile, Berstscheiben und Überläufe freigesetzt, um eine weitergehende Störung zu vermeiden.

Wolken mit turbulenter Randzone

Nicht jede Stofffreisetzung ist aber bereits ein Störfall. Am Anfang steht vielmehr die „nicht auszuschließende Betriebsstörung“, darüber rangieren der „Dennoch-Störfall“ und der „Exceptionelle Störfall“, der sich Erfahrungen und Berechnungen entzieht. Im Schritt zwischen Betriebsstörung und Störfall liegt die große Chance der Gaswarntechnik: Sie kann maßgeblich dazu beitragen, eine Betriebsstörung schon sehr frühzeitig zu erkennen. Das gibt die notwendige Zeit für das Eingreifen automatischer Notsysteme und für gezielte Gegenmaßnahmen. Damit eine Gaswarnanlage schnell und präzise reagieren kann, müssen ihre Komponenten sorgfältig auf die Gegebenheiten der Betriebsanlagen abgestimmt werden: Über die Platzierung von Sensoren entscheiden unter anderem physikalische und chemische Eigenschaften des zu messenden Stoffs, die Annahme wahrscheinlicher Leckagestellen sowie

bauliche, geografische und meteorologische Parameter des Standorts. Der Bandbreite dieser Daten entspricht das Angebot der Messverfahren, die auf verschiedenen Techniken beruhen und mit unterschiedlich konstruierten Sensoren Punktmessungen, Linienmessungen und Sektormessungen erlauben. Die gezielte Anpassung einer Gaswarnanlage auf die spezifischen Bedingungen einer Produktionsanlage ist deshalb das oberste Ziel jeder Planung. Die Öffentlichkeit registriert vor allem Störfälle, bei

denen gefährliche Stoffe ins Freie austreten. Gase bilden bei dieser Form der Freisetzung um den aus dem Leck austretenden Freistrahle eine Wolke mit turbulenter Randzone. Neben den physikalischen und chemischen Eigenschaften des freigesetzten Stoffs wird die weitere Ausbreitung der Wolke auch durch verfahrenstechnische Parameter wie Austrittsgeschwindigkeit und Temperatur im Nahbereich und den klimatischen, geografischen und baulichen Bedingungen im Fernbereich bestimmt. >

Dichte der Gase und ihre Grenzwerte

Leicht, neutral oder schwer? Das Verhältnis der Dichte eines reinen Gases zu Luft entscheidet darüber, wie sich eine Gaswolke ausbreitet. Leichtgase wie Wasserstoff, Helium, Methan, Ammoniak, Fluorwasserstoff, Acetylen und Cyanwasserstoff (als Dampf) steigen in die Höhe. Neutralgase wie Kohlenstoffmonoxid, Stickstoff, Ethylen, Formaldehyd, Stickstoffmonoxid und Ethan haben keine Eigendynamik, sondern breiten sich mit der Luft aus. Schwergase wie Methanol (als Dampf), Sauerstoff, Phosphin, Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoff, Fluor, Propylen, Ethylenoxid, Kohlenstoffdioxid, Propan, Stickstoffdioxid (als Dampf), Methylchlorid, Acrylnitril und Acrolein (als Dämpfe), n-Butan, Schwefeldioxid, Chlor, Benzol (als Dampf), Bromwasserstoff, Phosgen und Brom (als Dampf) sind schwerer als Luft und breiten sich am Boden aus.

Die Grenzwerte

- ▶ ERPG 2 (Emergency Response Plan Guideline): Die maximale Luftkonzentration schädlicher Gase, bei der davon ausgegangen wird, dass fast sämtliche Personen eine Stunde lang dieser Konzentration ausgesetzt sein können, ohne dass sie irreversible oder schwerwiegende gesundheitliche Schäden davontragen und Schutzmaßnahmen ergreifen können.
- ▶ UZD (Untere Zünddistanz): Bis zu dieser Entfernung kann ein Gas-Luft-Gemisch noch gezündet werden.
- ▶ UEG (Untere Explosionsgrenze): Verhältnis von Luft zu brennbarem Gas, ab dem das Gemisch zündfähig ist.
- ▶ AGW (Arbeitsplatzgrenzwert): Höchste zulässige Konzentration eines Stoffs am Arbeitsplatz, bei der keine gesundheitlichen Schäden zu erwarten sind.

Sicherheit durch frühzeitige Erkennung von Betriebsstörungen

> Hat ein Gas sich der Umgebungstemperatur angepasst, lässt es sich nach dem Verhältnis seiner Dichte zu der Dichte von Luft als Leicht-, Schwer- oder Neutralgas einordnen. Entsprechend steigt die Gaswolke in die Luft auf (Leichtgas), breitet sich am Boden aus (Schwergas) oder folgt ausschließlich dem Wind (Neutralgas). Allerdings verhält sich das Gas direkt nach dem Austritt oft anders, weil seine Prozesstemperatur häufig deutlich von der Umgebungstemperatur abweicht: Neben gasförmigen Ausgangsstoffen mit leichtem Überdruck sowie Flüssigkeiten sind auch druckverflüssigte und temperatur-

verflüssigte Gase Quelle von Gaswolken. Am häufigsten sind hier druckverflüssigte Gase zu nennen, die oft unter Drücken weit über 50 Bar stehen. Beim Austritt verdampft ein Teil der Flüssigkeit sofort als so genannte Flash-Verdampfung, der Rest bildet teils ein Aerosol, teils eine siedende Lache. Besonders gefährlich ist die starke Volumenvergrößerung des Gases bei der Flash-Verdampfung, die zu einer großräumigen Ausbreitung des gefährlichen Stoffs in hoher Konzentration führt. Wie auch bei kaltverflüssigten Gasen entsteht hier zunächst eine Schwergaswolke, weil die Temperatur der Stoff-



Verfahrenstechnische Eigenschaften bestimmen die Ausbreitung von Gaswolken

FOTO: LESTER LEFKOWITZ / CORBIS



Kontinuierlich misst das Dräger PIR 7200 den Kohlenstoffdioxid-Anteil der Luft. Das Gaswarngerät arbeitet mit störungsfreier Infrarot-Messtechnik und ist dank ATEX-Zulassung für den Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung geeignet

wolke sich vorübergehend auf die unter der Umgebungstemperatur liegende Siedetemperatur einstellt. So unterschiedlich sich Wolken verschiedener brennbarer und schädlicher Gase verhalten, so deutlich fallen die Unterschiede zwischen Gasmessungen in geschlossenen Räumen und im Freien aus. Die Rahmenbedingungen für die Bildung von Gaswolken in Innenräumen sind zwar ähnlich jenen im Freien. Allerdings verhält sich die Wolke in geschlossenen Räumen deutlich anders: Hier bestimmen Faktoren wie Architektur, Konvektionsströme und aktive Belüftung die Ausbreitung des Gases. Besonders gefährlich sind Gasseen aus Schwergas, die sich am Boden von geschlossenen Räumen wie Tanks und Kellern bilden können.

Detaillierte Vorplanungen

Die Berechnung von Ausbreitungszonen und Gefahrenpunkten nach den genannten Gesichtspunkten ist die Basis der Planung einer differenzierten, stationären Gaswarnanlage. Vor allem die Anlage von Messkopfrastern aus 1-Gas-Punktsensoren basiert auf detaillierten Vorplanungen, bei denen Computersimulationen helfen können. Diese Daten geben auch den Einsatzkräften bei einer Betriebsstörung oder einem Störfall wichtige Hinweise für ihre Taktik und machen rechtzeitige Warnungen an die Bevölkerung sowie Sicherungsmaßnahmen für den Selbstschutz möglich. **Peter Thomas**

Weiter im Internet, dort mit:

Produktinformationen

www.draeger.com/381/Sensorik

Stationäre Messverfahren und Dräger-Geräte

Katalytischer Ex-Sensor: Das Messgas wird durch Verbrennen an einer Detektorperle aus katalytischem Material analysiert, wobei der durch die Oxidationswärme veränderte Widerstand der Konzentration des Gases entspricht. Äußere Einflüsse wie Feuchtigkeit, Temperatur und andere Parameter werden durch eine analog der Detektorperle aufgebaute Kompensatorperle korrigiert.

► **Dräger PEX 3000:** Punktdetektor mit katalytischem Dräger-Sensor zur Detektion von brennbaren Gasen und Dämpfen und Wasserstoff.

Elektrochemischer Sensor: Das Messgas diffundiert durch eine Membran in die mit einem Elektrolyt gefüllte Messzelle. Hier reagiert das Gas an der Messelektrode (für gewöhnlich durch Oxidation). Aus dem Stromfluss zur Gegenelektrode lässt sich die Gaskonzentration berechnen.

► **Dräger Polytron 7000:** Punktdetektor für elektrochemische Dräger-Sensoren zur Messung von schädlichen Gasen und Sauerstoff in der Umgebungsluft.

Infrarot-Sensoren: Verschiedene Gase absorbieren typische Bereiche infraroter Strahlung, vor allem im Wellenlängenbereich von 3,3 bis 3,5 Mikrometer. Die Abschwächung der Strahlung nach der Passage durch das Messfeld gibt Aufschluss über die Gaskonzentration. Diese Technik wird für Punktsensoren und für die Linienmessung verwandt. Letzteres Verfahren, die „Open-Path“-Messung, eignet sich beispielsweise zur Überwachung von Strecken entlang von Röhren.

► **Dräger PIR 7000:** Druckfest gekapselter Infrarot-Gastransmitter zur kontinuierlichen Überwachung von brennbaren Gasen und Dämpfen in einem Edelstahlgehäuse aus SS 316L.

► **Dräger Pulsar 2:** Open-Path-Transmitter zur Absorptionsmessung von Gaswolken auf einer Sichtlinie bis zu 200 Meter zwischen Sender und Empfänger.

Flammen-Sensor: Diese Sensoren registrieren das typische Flackern einer Flamme im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich. Sie eignen sich zur Überwachung eines festgelegten Sektors in einem definierten Entfernungsbereich.

► **Dräger Flame 2300:** Flammendetektor für kohlenwasserstoffbasierte Feuer mit kombinierter Detektion im UV- und IR-Spektrum.

Akustischer Sensor: Das charakteristische Geräusch von Gasen, die aus einem Leck ausströmen, kann mit dieser Technik automatisch registriert werden.

Gaskamera: Eine neue Technik sind Kameras, die Kohlenwasserstoffe in hoher Gaskonzentration sichtbar machen. Dazu wird ein bestimmter Bereich des Spektrums gefilmt und durch Bildbearbeitung sichtbar gemacht.