



ST 6037 2004

Explosionsschutz

GASWARNSYSTEME

Explosionsgefahren entstehen durch brennbare Gase und Dämpfe.

Sie zu detektieren noch bevor sie gefährlich werden, hat Vorrang vor mechanischen und elektrischen Explosionsschutz-Maßnahmen.

EXPLOSIONSGEFAHR LAUERT ÜBERALL

Wo immer bei der Erdöl- oder Erdgasexploration und -förderung, im Bereich der chemischen und petrochemischen Industrie, beim Lagern und Transportieren brennbarer Flüssigkeiten und Gase, in der Kunststoffverarbeitung oder bei der Verwendung von Lösungsmitteln gefährliche Zustände durch brennbare Gase oder Dämpfe zu erwarten sind, wird auch der Explosionsschutz zum Schutz von Personen und Anlagen gesetzlich vorgeschrieben.

Je nach Anwendung können unterschiedliche Messprinzipien zur Detektion solcher brennbarer Gase und Dämpfe eingesetzt werden: Wärmestromsensoren, Infrarot-Sensoren oder Open-Path-Detektoren können in Verbindung mit Zentralgeräten wie den Dräger Polytron oder Dräger REGARD Zentralgeräten so frühzeitig das Vorhandensein von brennbaren Gasen und Dämpfen in noch gefahrlosen Konzentrationen unterhalb der Zündgrenze anzeigen, dass ein gefährlicher Zustand rechtzeitig abgewendet werden kann und durch Aktivieren von effektiven Gegenmaßnahmen gar nicht erst entsteht.

METHODIK DES EXPLOSIONSSCHUTZES

Brennbare Gase und Dämpfe können nur dann durch eine Zündquelle ausreichend hoher Zündenergie und/oder ausreichend hoher Temperatur gezündet werden, wenn sie – unter atmosphärischen Bedingungen – im Gemisch mit dem Luftsauerstoff in ausreichend hohen Konzentrationen vorliegen. Diese Konzentration bezeichnet man als UEG: Untere Explosionsgrenze.

Für die Zündung sind also drei Bedingungen zu erfüllen:

1. Konzentration des brennbaren Gases oder Dampfes oberhalb der UEG
2. Genügend hohe Sauerstoffkonzentration bzw. Luftsauerstoff
3. Genügend hohe Temperatur und Energie einer Zündquelle

Es gilt der Umkehrschluss: Ist eine der drei Bedingungen nicht erfüllt, so ist sichergestellt, dass eine Zündung/Explosion nicht stattfinden kann.

Maßnahmen des Explosionsschutzes können daher sein:

1. Konzentrationsbegrenzung
2. Inertisierung
3. Einsatz explosionsgeschützter Betriebsmittel

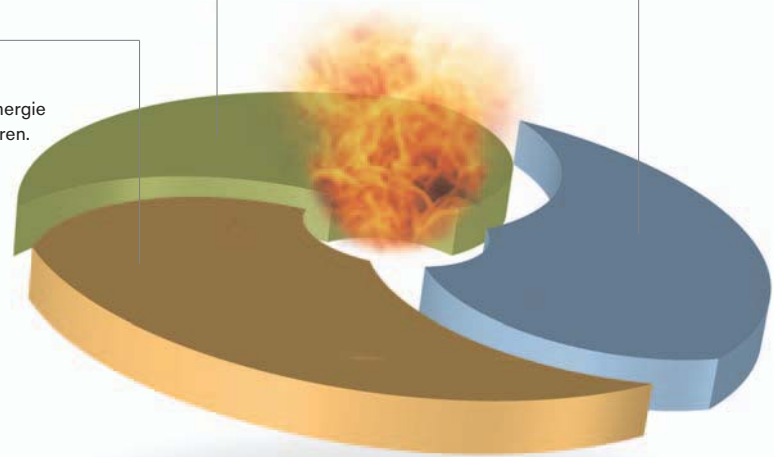
Luft/Sauerstoff
In ausreichend hoher Konzentration.

Gas/Dampf
In ausreichend hoher Konzentration
(größer UEG).

Zündquelle
Z.B. Zündfunken ausreichender Energie
oder ausreichend hohe Temperaturen.

Explosionsschutz bedeutet, mindestens
eine der drei Voraussetzungen für eine Zündung
zuverlässig zu unterbinden.

ST-1676-2007

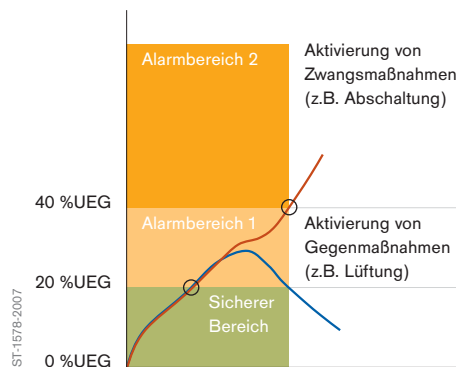


Die sicherste Konzentrationsbegrenzung ist natürlich der gänzliche Verzicht auf die Verwendung brennbarer Gase/Dämpfe, was aber selten praktikabel ist. Eher setzt man Gaswarngeräte zur Konzentrationsbegrenzung ein, während man in geschlossenen Prozessen zwar hohe Konzentrationen oberhalb der UEG zulässt, jedoch den Sauerstoffgehalt so weit reduziert, dass sich zündfähige Gemische sicher nicht bilden können (Inertisierung).

Wenn solche Maßnahmen nicht oder nur bedingt ausreichen, müssen schließlich alle Betriebsmittel in gewissen (genormten) Zündschutzarten so ausgeführt sein, dass sie im Falle einer Gasfreisetzung nicht selbst zur Zündquelle werden.

Weitere Hinweise zur Methodik des Explosionsschutzes entnehmen Sie bitte der harmonisierten Norm EN 1127-1.

Explosionsfähige Atmosphären



Alarmkonzentrationen

Steigt die UEG-Konzentration an, so wird beim Erreichen des Alarmbereichs 1 eine Gegenmaßnahme aktiviert. Ist diese erfolgreich, verringert sich die Konzentration (blaue Kurve). Ist sie hingegen nicht erfolgreich, so steigt die Konzentration weiter an (rote Kurve). Bei Erreichen des Alarmbereichs 2 werden Zwangmaßnahmen aktiviert. Richtig ausgelegte Industrieanlagen erreichen den Alarmbereich 2 nur selten oder gar nicht.

Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre – Primärer Explosionsschutz.

UNTERHALB DER UEG KEINE EXPLOSIONSGEFAHR

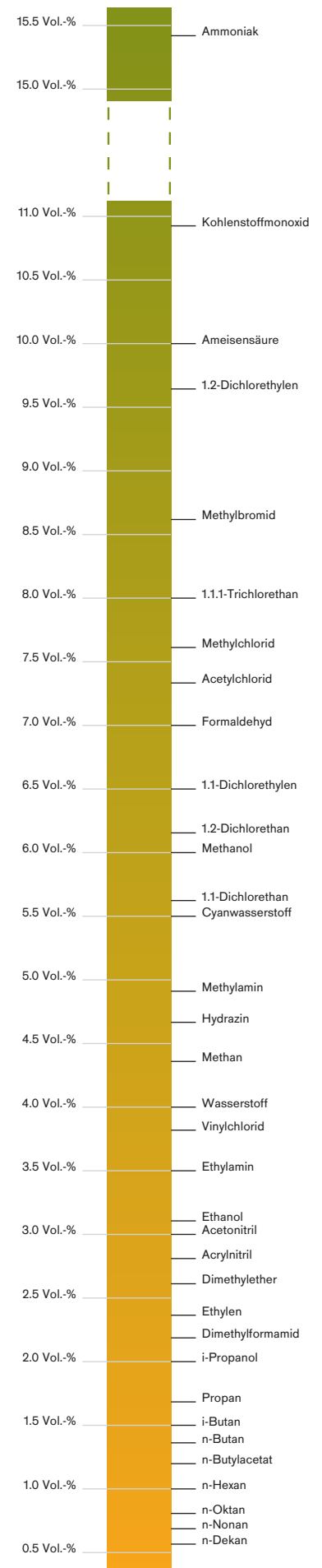
Konzentrationsbegrenzung (1) und Inertisierung (2) bezeichnet man als primäre Maßnahme, weil die Bildung einer zündfähigen Konzentration verhindert wird. Hingegen spricht man beim Einsatz von explosionsgeschützt ausgeführten Betriebsmitteln (3) von einer sekundären Maßnahme, weil nicht die Bildung einer zündfähigen Konzentration verhindert wird, sondern nur deren Zündung.

Konzentrationsbegrenzung bedeutet aktive Verdünnung, z.B. dadurch, dass man schon bei Konzentrationen von nur 20 % der UEG automatisch Frischluft in den gefährdeten Bereich einbläst. Nur dann, wenn die Konzentration dennoch weiter ansteigt, die Gegenmaßnahme also nicht ausreichend war, sollten bei etwa 40 % der UEG Zwangsmaßnahmen aktiviert werden wie z.B. die Abschaltung sämtlicher nicht explosionsgeschützt ausgeführter elektrischer Betriebsmittel. Zur Detektion solcher Konzentrationen setzt man Gaswarngeräte ein, die in Europa durch eine Prüfstelle für diesen Einsatzzweck typengeprüft sein müssen (früher nach EN 50054ff, jetzt nach EN 61779 oder EN 60079-29-1). Das gilt sowohl für den Sensor als auch für den Transmitter und das Zentralgerät.

Da auch die Inertisierung eine vorbeugende Explosionsschutzmaßnahme ist, unterliegt die Sauerstoffmessung zumindest in Europa gewissen Anforderungen: O₂-Messgeräte für diesen Anwendungszweck müssen ebenfalls typengeprüft sein (z.B. nach EN 50104).

UEG-Skala

Je niedriger die UEG, umso gefährlicher ist die Substanz, denn umso leichter bilden sich zündfähige Konzentrationen. Beispiel: Die UEG von Wasserstoff liegt bei 4 Vol-%. Ein Prüfgas mit 2 Vol-% Wasserstoff in Luft ist nicht entzündbar.





Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe.

DIE UNTERE EXPLOSIONSGRENZE – UEG

Für brennbare Substanzen gibt es eine Grenzkonzentration, unterhalb der das Substanz-Luft-Gemisch nicht gezündet werden kann, weil Brennstoffmangel vorliegt. Die UEG ist eine nicht berechenbare empirische Eigenschaft von brennbaren Substanzen, die nach vorgegebenen Normen ermittelt wird und – mit einigen Ausnahmen – im Bereich zwischen etwa 0,5 und 15 Vol.-% liegt.

GASE UND UEG

Allgemein bezeichnet man Materie oberhalb ihres Siedepunktes als ein Gas. Deshalb ist der Druck eines Gases auch stets höher als der Atmosphärendruck, so dass Gase bei ihrer Freisetzung sehr schnell die Konzentration der UEG überschreiten und zündfähige Gas-/Luftgemische bilden können.

DÄMPFE BRENNBARER FLÜSSIGKEITEN UND FLAMMPUNKT

Materie unterhalb ihres Siedepunktes liegt nicht nur gasförmig vor, sondern in einem temperaturabhängigen Gleichgewicht mit dem flüssigen (und auch festen) Zustand.

Die gasförmige Komponente wird dann als Dampf bezeichnet. Der Dampfdruck von Dämpfen ist stets niedriger als der Atmosphärendruck, und – abhängig von der Temperatur – können sich nur gewisse maximale Dampfkonzentrationen bilden. Insbesondere kann der maximal erreichbare Dampfdruck einer brennbaren Flüssigkeit so gering sein, dass

die UEG erst bei Überschreitung einer gewissen Temperatur erreicht wird, d.h. der Dampf erst oberhalb dieser Temperatur zündfähig wird. Diese empirische ermittelte Temperatur ist der sog. Flammpunkt, eine sehr wichtige sicherheitstechnische Kennzahl zur Gefährdungsbeurteilung von brennbaren Flüssigkeiten. Beispielsweise liegt der Flammpunkt von reinem Ethanol bei 12 °C (bei 20 °C also entflammbar), der von n-Butanol aber bei 35 °C, d.h. n-Butanol-Dämpfe lassen sich erst oberhalb von 35 °C entzünden, bei 20 °C aber nicht.

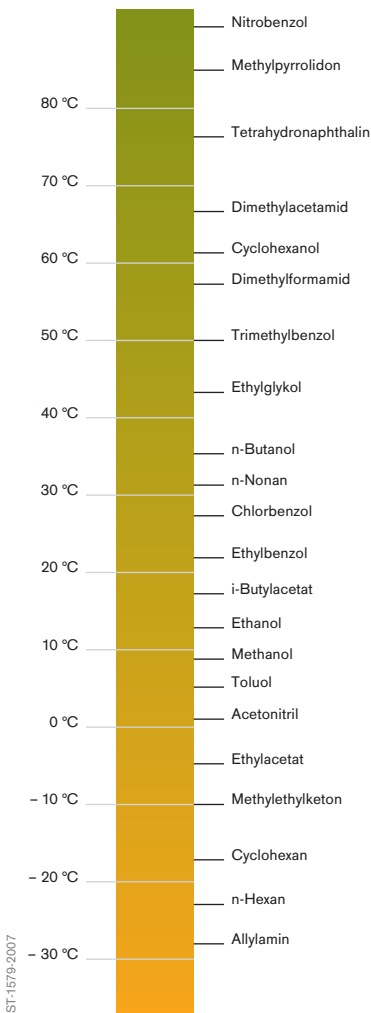
Und tatsächlich: Bleibt die Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit deutlich unter dem Flammpunkt, so betreibt man bereits primären Explosionsschutz.

ZÜNDTEMPERATUR UND MINDESTZÜNDENERGIE

Elektrisch (oder mechanisch) erzeugte Funken und heiße Oberflächen sind die bekanntesten von 13 verschiedenen Zündquellenarten. Um Gemische von Gasen oder Dämpfen mit Luft zu entzünden, muss die Zündquelle entweder eine Temperatur oberhalb ihrer Zündtemperatur haben, oder ein Funke eine Energie haben, die höher liegt als ihre Mindestzündenergie. Beide Größen, Zündtemperatur und Mindestzündenergie sind substanzspezifische sicherheitstechnische Kenngrößen, die nach vorgegebenen Normen bestimmt werden und bei der Entwicklung und Auswahl explosionsgeschützter Betriebsmittel eine große Rolle spielen.



AUSWAHL VON SICHERHEITSTECHNISCHEN KENNZAHLEN BRENNBARER GASE UND DÄMPFE



Gas / Dampf	UEG Vol.-%	UEG g/m ³	Flamm- punkt*	Dampf- druck*	Zünd- temperatur
Aceton	2.5	60.5	< - 20 °C	246 hPa	535 °C
Acetylen	2.3	24.9	Gas	Gas	305 °C
Acrylnitril	2.8	61.9	- 5 °C	117 hPa	480 °C
Ammoniak	15.4	109.1	Gas	Gas	630 °C
Benzol	1.2	39.1	- 11 °C	100 hPa	555 °C
1.3-Butadien	1.4	31.6	Gas	Gas	415 °C
i-Butan	1.5	36.3	Gas	Gas	460 °C
n-Butan	1.4	33.9	Gas	Gas	365 °C
n-Butanol	1.7	52.5	35 °C	7 hPa	325 °C
n-Buten	1.2	28.1	Gas	Gas	360 °C
n-Butylacetat	1.2	58.1	27 °C	11 hPa	390 °C
Chlorbenzol	1.3	61.0	28 °C	12 hPa	590 °C
Cyclohexan	1.0	35.1	- 18 °C	104 hPa	260 °C
Cyclopentan	1.4	40.9	- 51 °C	346 hPa	320 °C
Diethylether	1.7	52.5	- 40 °C	586 hPa	175 °C
Dimethylether	2.7	51.9	Gas	Gas	240 °C
1.4-Dioxan	1.9	69.7	11 °C	38 hPa	375 °C
Epichlorhydrin	2.3	88.6	28 °C	16 hPa	385 °C
Ethanol	3.1	59.5	12 °C	58 hPa	400 °C
Ethylen	2.4	28.1	Gas	Gas	440 °C
Ethylacetat	2.0	73.4	- 4 °C	98 hPa	470 °C
Ethylbenzol	1.0	44.3	23 °C	10 hPa	430 °C
Ethylenoxid	2.6	47.8	Gas	Gas	435 °C
n-Hexan	1.0	35.9	- 22 °C	160 hPa	240 °C
Methan	4.4	29.3	Gas	Gas	595 °C
Methanol	6.0	80.0	9 °C	129 hPa	440 °C
Methylchlorid	7.6	159.9	Gas	Gas	625 °C
Methylethylketon	1.5	45.1	- 10 °C	105 hPa	475 °C
Methylmethacrylat	1.7	70.9	10 °C	40 hPa	430 °C
n-Nonan	0.7	37.4	31 °C	5 hPa	205 °C
n-Octan	0.8	38.1	12 °C	14 hPa	205 °C
n-Pentan	1.4	42.1	- 40 °C	562 hPa	260 °C
Propan	1.7	31.2	Gas	Gas	470 °C
i-Propanol	2.0	50.1	12 °C	43 hPa	425 °C
Propylen	1.8	31.6	Gas	Gas	485 °C
Styrol	1.0	43.4	32 °C	7 hPa	490 °C
Toluol	1.1	42.2	6 °C	29 hPa	535 °C
Wasserstoff	4.0	3.3	Gas	Gas	560 °C

* Flammpunkt nur für Flüssigkeiten definiert, Dampfdruckangabe (bei 20 °C) nur bei Flüssigkeiten sinnvoll

Flammpunkt-Skala

Je niedriger der Flammpunkt umso gefährlicher, d.h. leichter entzündlich ist die Flüssigkeit. Beispiel: Der Flammpunkt von Trimethylbenzol liegt bei 50 °C, d.h. Trimethylbenzol-Dampf ist bei 20 °C nicht entzündbar.



Vermeiden wirksamer Zündquellen – sekundärer Explosionsschutz.

Ohne Zündquelle keine Explosionsgefahr.

Kann das Entstehen einer zündfähigen Atmosphäre durch primäre Maßnahmen (z.B. durch Einsatz von Gaswarnanlagen) nicht oder nicht ausreichend sicher verhindert werden, so müssen elektrische Betriebsmittel so beschaffen sein, dass sie nachweislich nicht zur Zündquelle werden können.

ZÜNDSCHUTZARTEN

Vier der sieben genormten Zündschutzarten kommen für die Detektoren der Gasmessstechnik in Betracht: Druckfeste Kapselung (d), Eigensicherheit (i), Verguss (m) und erhöhte Sicherheit (e). Heiße Oberflächen und Funken werden durch Verguss sozusagen mechanisch verhindert während dieses bei eigensicheren Betriebsmitteln durch elektrische Leistungsbegrenzung realisiert wird. Die druckfeste Kapselung lässt prinzipiell eine Zündung im Innern zu, widersteht aber dem Explosionsdruck und verhindert zuverlässig den Flammenrückschlag. Die erhöhte Sicherheit schließlich verringert das Risiko der Bildung von heißen Oberflächen und Funken durch seine Bauart, ist aber auf passive Betriebsmittel (Kabelverschraubungen, Klemmenkästen, etc.) beschränkt. Explosionsschutzgeschützte Betriebsmittel müssen durch eine anerkannte Prüfstelle („notified body“) geprüft und zertifiziert sein.

EXPLOSIONSSCHUTZ IST GESETZ

Durch die EU-Richtlinien 94/9/EG und 99/92/EG, auch als ATEX 95 und 137 bezeichnet, wurde der

Explosionsschutz in Europa gesetzlich verankert. Hersteller von explosionsgeschützt ausgeführten Betriebsmitteln müssen solche Geräte einheitlich kennzeichnen und durch eine Gerätekategorie den zulässigen Anwendungsbereich festlegen, während der Verwender seinen explosionsgefährdeten Bereich je nach Art (D: Staub, G: Gas) und Vorhandensein brennbarer Medien in Zonen einzuteilen hat.

Beispielsweise ist II 2 GD eine typische Gerätekategorie für Betriebsmittel, die in der Zone 1 und 2 sowie in der Zone 21 und 22 eingesetzt werden dürfen, während ein Betriebsmittel für die Zone 2 mindestens die Kennzeichnung II3G haben muss.

In den USA ist der Explosionsschutz durch den NEC 505 geregelt, die Explosionsschutzkennzeichnung enthält in den USA ebenfalls Hinweise auf die Verwendung durch Begriffe wie Class und Division. In den USA sind jedoch nur druckfeste Kapselung und Eigensicherheit als Zündschutzarten bekannt. In vielen Ländern der Erde wird der europäische und amerikanische Explosionsschutz akzeptiert, wobei dem sog. IEC-Ex, einem auf Basis von weltweit gültigen IEC-Explosionsschutznormen geprüften Produkt heute schon der Vorzug gegeben wird. Dräger Gasmessgeräte erfüllen Explosionsschutzanforderungen nach CENELEC (ATEX, Europa), UL (USA), CSA (Kanada) und IEC-Ex (weltweit).



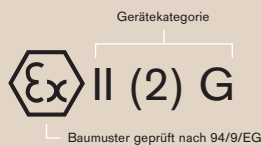
ZUORDNUNG VON TEMPERATURKLASSEN UND EXPLOSIONSGRUPPEN UND TYPISCHE GASE/DÄMPFE

Temperaturklasse und max. zulässige Oberflächentemperatur		Explosionsgruppe IIA Zündenergie größer 0,18 mJ	IIB Zündenergie 0,06 bis 0,18 mJ	IIC Zündenergie kleiner 0,06 mJ
T1	450 °C	Aceton, Ammoniak, Benzol, Ethylacetat, Methan, Methanol, Propan, Toluol	Cyanwasserstoff, Stadtgas	Wasserstoff
T2	300 °C	i-Amylacetat, n-Butan, n-Butanol, 1-Buten, Propylacetat, i-Propanol, Vinylchlorid	1.3-Butadien, 1.4-Dioxan, Ethylen, Ethylenoxid	Acetylen
T3	200 °C	Amylalkohol, Benzine, Dieselmotoren, Heizöl, n-Hexan	Dimethylether, Ethylglykol, Schwefelwasserstoff	
T4	135 °C	Acetaldehyd	Diethylether	
T5	100 °C			
T6	85 °C			Schwefelkohlenstoff

Beispiel: Wird eine explosionsgefährliche Atmosphäre durch Schwefelkohlenstoff verursacht, so muss ein elektrisches Betriebsmittel die Kennzeichnung IIC und T6 haben, während für n-Hexan schon Betriebsmittel mit der Kennzeichnung IIA T3 ausreichend sind.



Typische Geräte-kennzeichnung eines Gasesstransmitters nach 94/9/EG: Betriebsmittel für Zone 1, 2, 21 und 22.



Typische Geräte-kennzeichnung einer Sicherheitsbarriere oder eines eignungs-geprüften Zentralgerätes mit elektrischen Verbindungen in den Ex-Bereich (Zone 1 oder 2) hinein, jedoch nicht zum Betrieb im Ex-Bereich.



Typische Kennzeichnung der Zünd-schutzart eines elektrischen Betriebs-mittels (z.B. Gasesstransmitter).



Kennzeichnung eines Betriebsmittels nach IEC-Ex. So gekennzeichnete Geräte dürfen nur außerhalb der Europäischen Union betrieben werden.

ST-1660-2007



Vorgeschriebenes Warnschild
Vorgeschriebenes Warnschild zur
Kennzeichnung und Abgrenzung von
explosionsgefährdeten Bereichen
(Zonen). Es sind organisatorische
Maßnahmen zu beachten.



ST-297-2007

Explosionsgefährdete Bereiche

Durch Gaswarnanlagen wird die Wahrscheinlichkeit der Bildung zündfähiger Atmosphären verringert.

Der Ex-Bereich schrumpft: Aus Zone 1 wird Zone 2.

In Europa muss der Betreiber gemäß Richtlinie 99/92/EG (= ATEX 137) eine Gefährdungsanalyse durchführen und seine explosionsgefährdeten Bereiche je nach Gefährdungsmaß (d.h. Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre) in Zonen einteilen, organisatorische Sicherheitsmaßnahmen durchführen und dieses durch ein Explosionsschutzdokument nachweisen. Nur gewisse Betriebsmittel dürfen in den vorgegebenen Zonen eingesetzt werden.

Durch den Einsatz von Gaswarnanlagen, die ja das Auftreten einer zündfähigen Atmosphäre zuverlässig verhindern, wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine zündfähige Atmosphäre überhaupt auftritt, deutlich reduziert: Sie wird normalerweise gar nicht auftreten (Definition der Zone 2), mit anderen Worten,

aus einer Zone 1 wird durch den Einsatz einer eignungsgeprüften Gaswarnanlage eine Zone 2, wo hinsichtlich des Explosionsschutzes einfacher konstruierte (und meist auch preiswertere) Betriebsmittel (z.B. Leuchten, Maschinen, Fahrzeuge etc.) eingesetzt werden dürfen.

Voraussetzung ist dabei allerdings, dass die durch die Gaswarnanlage eingeleiteten Gegenmaßnahmen die Bildung zündfähiger Konzentrationen ausreichend effektiv verhindern. Das ist möglicherweise direkt an einer Gasfreisetzungsstelle nicht der Fall, wenn das Gas schneller austritt als es durch die Gegenmaßnahme der Lüftung abgetragen werden kann: Der Nahbereich bleibt dann zwar Zone 1, aber die Zone 1 schrumpft erheblich durch den Einsatz von Gaswarnanlagen – sehr zum Vorteil des Betreibers.

ZONENDEFINITION NACH RICHTLINIE 99/92/EG

	Zone	Explosionsgefährdete Bereiche werden nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre in folgende Zonen eingeteilt	Mindestanforderung an die Gerätekategorie
Gas	0	Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist	II 1G
	1	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann	II 2G
	2	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt	II 3G
Staub	20	Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist	II 1D
	21	Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann	II 2D
	22	Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt	II 3D

Beispiel: Soll ein Betriebsmittel in Zone 21 eingesetzt werden sollen, so muss dessen Kennzeichnung mindestens der Gerätekategorie II 2D entsprechen

Einsatz von Gaswarnsystemen

Seit Jahrzehnten in der Gasmesstechnik bewährt:
Wärmetönungs- und Infrarotsensoren.

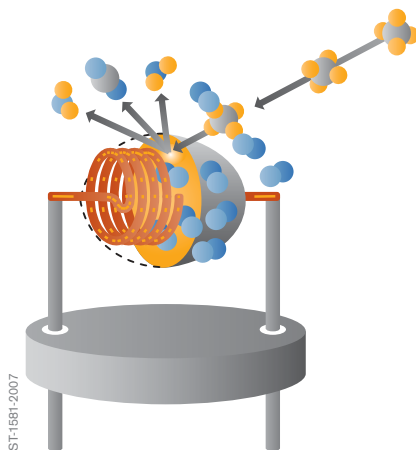
WÄRMETÖNUNGSSENSOREN

Der Wärmetönungssensor ist ein relativ preiswerter druckfest gekapselter Sensor, dessen Messprinzip auf einer chemischen Reaktion mit Sauerstoff beruht und deshalb mindestens 12 Vol.-% Sauerstoff benötigt. Ohne Sauerstoff wird der Wärmetönungssensor kein Messsignal liefern – es besteht dann aber auch keine Explosionsgefahr. Der Wärmetönungssensor misst alle brennbaren Gase und Dämpfe, allerdings mit unterschiedlicher Messempfindlichkeit. Ist die Messempfindlichkeit für eine Substanz zu gering, so kann der Sensor diese nicht mehr zuverlässig anzeigen.

Wärmetönung

Das Messprinzip der Wärmetönung besteht darin, dass brennbare Gase und Dämpfe mit Luftsauerstoff auch unterhalb der UEG-Konzentration bereits eine flammenlose Oxidationsreaktion eingehen, wenn nur ein geeigneter heißer Katalysator vorhanden ist. Die hierbei entstehende zusätzliche Reaktionswärme ist dann ein Maß für die Gaskonzentration.

Der Wärmetönungssensor enthält zwei kleine Messperlen, die als Pellistoren (von engl. pellet und resistor) bezeichnet werden, da sie als sehr genau messende temperaturabhängige Widerstände eingesetzt werden. Beide Pellistoren bestehen aus einer porösen Keramik, die eine feindrätige Platinspule umschließt. Der aktive Pellistor enthält zusätzlich noch katalytisch wirkendes Material. Durch einen Strom von etwa 270 mA heizt die Platinspule einerseits die Pellistoren auf etwa 450 °C auf, andererseits dient sie gleichzeitig auch als Messwi-



STP-1581-2007

Der aktive Pellistor (halb aufgeschnitten, schematisch)

Das einfallende Methanmolekül wird durch den in der beheizten Perle befindlichen aktivierten Luftsauerstoff katalytisch zu Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid oxidiert, die frei werdende Reaktionswärme verändert den Widerstand der eingebetteten Platinspule messbar.



derstand, der sich sehr genau mit der Temperatur verändert. Dringen nun Moleküle brennbarer Gase in den aktiven Pellistor ein, so werden sie durch den in der porösen Keramik gebundenen und aktivierten Luftsauerstoff katalytisch oxidiert, wobei Reaktionswärme frei wird und die Temperatur des aktiven Pellistors sich messbar erhöht (beispielsweise um etwa 2 °C bei 10 %UEG Oktan). Die resultierende Widerstandsänderung liegt bei nur wenigen Tausendstel Ohm und ist proportional zur Gaskonzentration.

Umgebungsbedingungen

Die von der Gaskonzentration abhängige Temperaturerhöhung kann aber nur dann als Messsignal genutzt werden, wenn die möglicherweise viel stärkeren Schwankungen der Umgebungstemperatur messtechnisch kompensiert werden. Hierzu verwendet man den passiven Pellistor, der im Gegensatz zum aktiven Pellistor keinen Katalysator enthält und daher nur die Umgebungstemperatur misst. In einer Wheatstone-schen Brückenschaltung kompensiert er also die Umwelteinflüsse, insbesondere den Einfluss der Umgebungstemperatur. Für optimales Verhalten müssen beide Pellistoren möglichst gut in ihren Parametern übereinstimmen, hierzu werden sie schon bei der Herstellung entsprechend gepaart.

Vergiftungsbeständigkeit

Die seit Jahrzehnten aus eigener Fertigung stammenden Dräger Pellistoren sind vom Typ PR, d.h. poison resistant. Aufgrund ihrer Bauform sind sie in industrieller Atmosphäre, die Katalysatorgiften wie z.B. Schwefel-, Phosphor-, Blei- oder Siliziumverbindungen enthalten kann, langlebiger als herkömmliche Pellistoren.

INFRAROTSENSOREN

Im Gegensatz zum Wärmestromsensor kennt der auf einem rein physikalischen Messprinzip beruhende Infrarot-Sensor keine Katalysatorvergiftung und benötigt auch keinen Sauerstoff – durch optische Fenster ist das Gas von den IR-Detektoren separiert. Allerdings messen Infrarotsensoren brennbare Gase und Dämpfe zum Teil mit extrem unterschiedlicher Empfindlichkeit, und gewisse Substanzen wie Vinylchlorid oder Acetonitril sind wider Erwarten gar nicht detektierbar. Das Dräger-Applikationslabor hat knapp 300 Gase und Dämpfe als mit IR-Gasmesstransmittern detektierbar eingestuft.

Das IR-Messprinzip basiert auf der Erkenntnis, dass die Moleküle brennbarer Gase und Dämpfe bis auf wenige Ausnahmen (hierzu gehören z.B. H₂, NH₃, CO, CS₂, HCN, H₂S und Hydride) Kohlenwasserstoffe sind, deren CH-Bindungen durch gewisse Wellenlängen des IR-Spektrums zum Schwingen angeregt werden und auf diese Weise Energie absorbieren. Strahlt man also Infrarot in ein optisches System und füllt dieses mit einem infrarot-aktiven Gas, so wird man in einem gewissen optisch herausgefilterten Wellenlängenbereich eine Zunahme der IR-Absorption feststellen, denn normale Luft absorbiert kein IR.

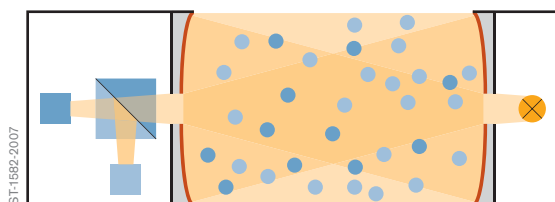
Während die Erzeugung von nahem Infrarot durch mit Unterspannung betriebene Glühbirnen relativ einfach ist, ist der Aufbau eines wellenlängenspezifischen IR-Messdetektors sehr viel komplizierter: Hinter einem Interferenzfilter befindliche pyroelek-



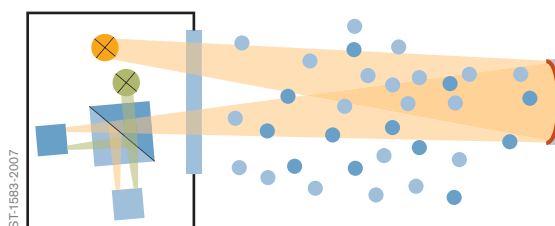
trische Kristalle sind es, die bei gepulster Einstrahlung sehr kleine Spannungsänderungen erzeugen, die nach aufwändiger elektronischer Verstärkung und Linearisierung schließlich zu einem konzentrationsproportionalen 4 bis 20 mA-Signal führen.

Doch nicht nur Gas, auch eine Verringerung der Strahlungsleistung oder eine Verschmutzung des optischen Systems führt zur Schwächung des IR-Signals. Solche Effekte werden durch einen zweiten IR-Messdetektor (Referenzdetektor) kompensiert, der die IR-Strahlung über einen Strahlteiler erhält und in einem Wellenlängenbereich misst, wo Gase nicht IR-aktiv sind. Zeigen also beide Messdetektoren eine IR-Absorption an, so handelt es sich nicht um Gas, sondern z.B. um eine Verschmutzung des optischen Systems. Durch die Kompensation wird das Messsignal des IR-Sensors verschmutzungstolerant, ja mehr noch, man kann sogar ab einem gewissen Verschmutzungsgrad ein Wartungsanforderungssignal generieren. Beim Dräger Polytron IR Typ 334 werden sogar auch mögliche Veränderungen der IR-Detektoren durch einen zweiten Strahler kompensiert („Vierstrahl-Kompensationsverfahren“).

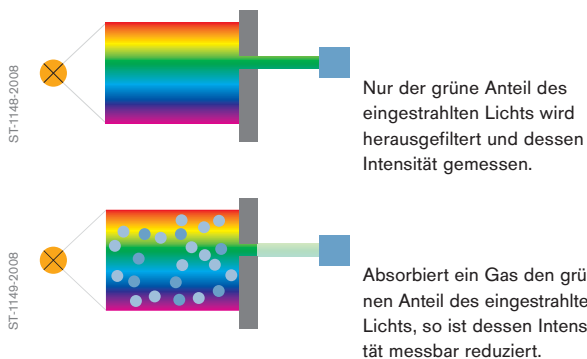
Je mehr Gasmoleküle sich im optischen System („Küvette“) befinden, umso größer ist die Absorption und damit auch die Möglichkeit, niedrigere Messbereichsendwerte realisieren zu können – beispielsweise nur 10 % der UEG, was eine sehr frühzeitige Detektion eventueller Leckagen zulässt.



Dräger Polytron IR Ex
Schematischer Aufbau (Zweistrahler-Kompensationsmethode).



Dräger Polytron IR Typ 334
Schematischer Aufbau (Vierstrahl-Kompensationsmethode).

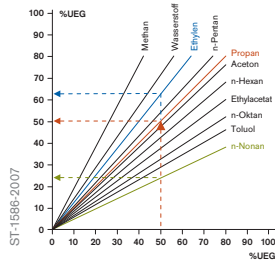


Nur der grüne Anteil des eingestrahlichten Lichts wird herausgefiltert und dessen Intensität gemessen.

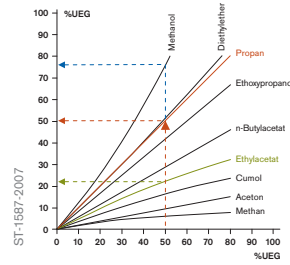
Absorbiert ein Gas den grünen Anteil des eingestrahlichten Lichts, so ist dessen Intensität messbar reduziert.

IR-Transmitter

Die Tatsache, dass bei Fehlen des IR-absorbierenden Gases stets ein hohes Messsignal vorhanden sein muss, macht den Weg frei für Selbstdiagnoseverfahren. Fällt beispielsweise der Strahler aus oder ist das optische System blockiert, so kann der IR-Transmitter dieses detektieren. Er ist fail-safe im Sinne der IEC/EN 61508, einer Voraussetzung für den Einsatz in Anlagen nach z. B. SIL2.



Wärmetönungssensor
 Unterschiedliche Empfindlichkeiten eines auf Propan kalibrierten Wärmetönungssensors (schematisch): 50 %UEG n-Nonan führen zu einem Messwert von nur 23 %UEG Propan während 50 %UEG Ethylen einen Messwert von 62 %UEG verursachen.



Infrarotsensor
 Unterschiedliche Empfindlichkeiten eines auf Propan kalibrierten Infrarotsensors (Dräger Polytron IR Ex, schematisch): 50 %UEG Ethylacetat führen zu einem Messwert von nur 22 %UEG Propan während 50 %UEG Methanol einen Messwert von 76 %UEG verursachen. Auf Methan reagiert der propan-kalibrierte IR Ex sehr unempfindlich, Wasserstoff misst er gar nicht.

Erst die richtige Kalibrierung und Sensorplatzierung stellt die Zuverlässigkeit einer Gaswarnanlage sicher.

KALIBRIERUNG

Erst durch die Kalibrierung mit dem Zielgas ist der Gasesstransmitter individuell auf ein vorgegebenes Gas eingestellt. Sollen mehrere Gase oder Dämpfe zuverlässig detektiert werden, so muss der Transmitter auf die Substanz eingestellt werden, auf die er am unempfindlichsten reagiert. Die richtig durchgeführte Kalibrierung ist maßgebend für die Zuverlässigkeit der Gaswarnanlage.

SENSOR-ANORDNUNG

Siehe hierzu auch IEC/EN 60079-29-2, Abschnitt 8 – Kriterien für die Anordnung der Sensoren und Probenahmestellen.

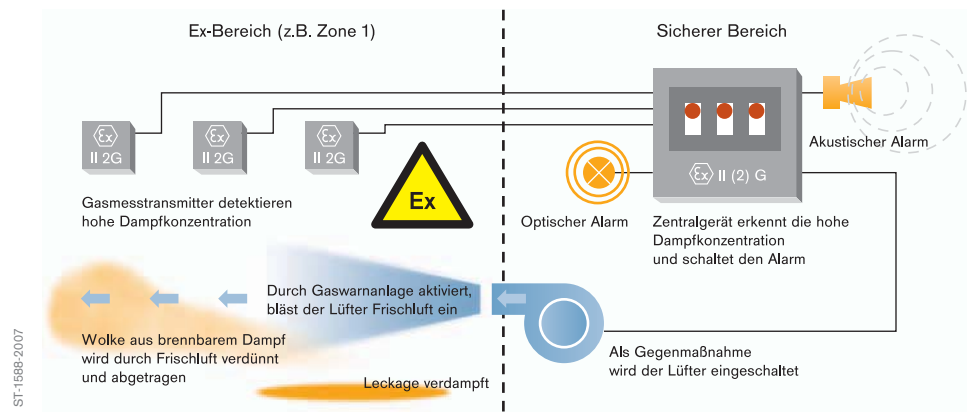
Bei der Platzierung der Sensoren unterscheidet man:

1. **Punktüberwachung:** Die potentiellen Leckagequellen (z.B. Ventile, Abfüllstutzen, Flansche, Balgen) sind bekannt und lokalisierbar. Daher können die Sensoren so positioniert werden, dass Gasleckagen sehr frühzeitig und zuverlässig detektiert werden.
2. **Flächenüberwachung:** Die potentiellen Leckagequellen sind nicht lokalisierbar und liegen irgendwo innerhalb eines großen Bereiches (z.B. in Gefahrstofflagern). Daher werden die Sensoren über den gesamten Bereich äquidistant verteilt.
3. **Randbereichsüberwachung:** Die potentiellen Leckagequellen sind nicht lokalisierbar, daher wird die Außengrenze der Anlage überwacht, um den Übertritt gefährlicher Gaskonzentrationen in angrenzende ungesicherte Bereiche zu erkennen.

Neben der für die Platzierung von Gasesstransmittern erforderlichen Betriebserfahrung der lokalen Sicherheitsingenieure gibt auch die IEC/EN 60079-29-2 als „Leitfaden für Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Geräten für die Detektion und die Messung von brennbaren Gasen und Sauerstoff“ zahlreiche Hinweise für die richtige Positionierung solcher Sensoren.

So merkwürdig es klingt: Stets muss man sich bei der richtigen Auslegung der Gaswarnanlage darüber klar sein, dass ein Sensor natürlich nur die Gaskonzentrationen detektieren kann, die in seiner unmittelbaren Umgebung vorhanden sind. So gilt es zu berücksichtigen, dass Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten stets schwerer als Luft sind, sich im Bodenbereich verteilen und dabei je nach Temperatur kondensieren oder wieder verdampfen – aber bei Temperaturen unterhalb ihres Flammpunktes nicht entzündbar sind, denn nur bei Temperaturen oberhalb des Flammpunktes können mehr als 100 %UEG existieren.

Gasesstransmitter zur Detektion brennbarer Dämpfe und schwerer Gase (hierzu zählen insbesondere auch Propan und Butan) sollen dort montiert sein, wo sich solche Substanzen sammeln können, d.h. möglichst nah über dem Boden. Hingegen sind Wasserstoff, Methan und Ammoniak sehr viel leichter als Luft und steigen im allgemeinen auf – Sensoren sind deshalb oberhalb der Leckagestelle anzubringen.



Zentralgeräte – Schaltzentralen für die Sicherheit.

Gaswarnanlagen.

Im allgemeinen bestehen Gaswarnanlagen aus im gefährdeten Bereich installierten und explosionsgeschützt ausgeführten Fernaufnehmern (Gasmesstransmittern), einem im sicheren Bereich befindlichen Zentralgerät zur Verwaltung der Messsignale und zum Schalten von Maßnahmen, sowie aus optischen und akustischen Alarmgebern, die ggf. auch wieder im gefährdeten Bereich installiert sein können.

ZENTRALGERÄTE

Zentralgeräte sind die Steuerzentralen. Sie befinden sich außerhalb des Ex-Bereiches und versorgen einerseits die angeschlossenen Gasmesstransmitter mit Spannung, andererseits nehmen sie deren Messsignale und Status-Informationen auf, um sie zu verwalten und im Falle der Überschreitung von vorgegebenen Alarmschwellen den Betreiber zu alarmieren und zuverlässig Ausgangssignale zu schalten. Für die höhere Verfügbarkeit sind Zentralgeräte oftmals auch mit Notnetzversorgungen versehen.

Zentralgeräte können kleine 1-Kanal-Geräte zum Anschluss nur eines Transmitters sein, aber auch komplette Schaltschränke mit eingebauten Baugruppenträgern für zahlreiche Einsteckmodule (Kanaleinschübe) und kundenspezifisch verschalteter Alarmphilosophie. Die Einsteckmodule enthalten meist mehrere Relais mit potentialfreien Kontakten.

Unter Beachtung dessen, ob die Relaispulen im Normalfall oder im Alarmfall stromdurchflossen sind, können die potentialfreien Relaiskontakte als NO (normally open = im Alarmfall geschlossen) oder NC (normally closed = im Alarmfall geöffnet) konfiguriert werden. Mindestens ein Störungsrelais

muss im Normalfall stromdurchflossen sein (Ruhestromprinzip), damit auch ein Netzspannungsausfall zuverlässig erkannt wird. Um gewissen Auslegungsvorschriften zu genügen, sind meist auch für die Alarmrelais (Vor- und Hauptalarm) fail-safe, d.h. im Normalfall stromdurchflossen.

Die Relaiskontakte können – ggf. nach Kontaktvielfältigung in redundanter Verschaltungen – zur Ansteuerung von Gegenmaßnahmen (Lüfter ein/aus, Lüftungsklappen auf/zu, Gaszufuhr auf/zu, Notabschaltungen, etc.) verwendet werden, wie auch zur optischen Meldung, um den durch das akustische Alarmmittel aufmerksam gewordenen Betreiber über den Alarmzustand zu informieren. Der Betreiber quittiert das Signal und leitet ggf. organisatorische Maßnahmen ein. Weiterhin stellt eine Gaswarnanlage oftmals auch wieder 4 bis 20 mA-Ausgänge zur Verfügung, um z.B. die Messsignale dokumentieren zu können.

Insbesondere das modulare Konzept des Zentralgerätes Dräger REGARD bietet viele Möglichkeiten, Zentralgeräte kundenspezifisch auszulegen: Beliebige Kombinierbarkeit von Dräger REGARD Ex mit 4 bis 20 mA-Einschüben, Master Card zur Quittierung spezieller Alarmkonfigurationen und Anbindung an Prozessleitsysteme sowie ein ModBus-Gateway zur Bus-Anbindung an Prozessleitsysteme und PCs mit 32 Bit-Betriebssystemen (z.B. Dräger Vision₃₂), um die Messsignale darzustellen, zu speichern und zu verwalten.



Fernaufnehmer.

Basierend sowohl auf der Wärmetönungs- wie auch der Infrarot-Technologie bietet Dräger eine große Palette an unterschiedlichen Fernaufnehmern für die Detektion brennbarer Gase und Dämpfe an.

FERNAUFNEHMER

Dräger Polytron FX und Dräger Polytron 2 XP Ex
4 bis 20 mA-Transmitter mit Pellistor-Sensor oder IR-Sensor (optional) in druckfester Kapselung, mit Anzeige und Magnetstift-Bedienung, mit ATEX oder UL-Zulassung zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang.



ST-1389-2006

Dräger PEX 3000
4 bis 20 mA-Transmitter mit Pellistor-Sensor, mit eingebautem ex-geschützten 4 bis 20 mA-Konverter und 7-Segment-Anzeige und 2-Knopf-Bedienung (für Kalibrierung) zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang.



ST-5675-2004

Dräger Polytron SE Ex
Messköpfe ohne Elektronik mit Pellistor-Sensoren und mV-Messsignal zum Anschluss an spezielle Zentralgeräte, Messbereich 0 bis 10 %UEG oder 0 bis 100 %UEG, auch als Hochtemperaturversion bis 150 °C.



ST-5669-2004

Dräger Polytron Ex
Ex-geschützter Transmitter für Pellistor-Sensor, mit eigensicheren Stromkreisen (LC-Anzeige, Sensoranschluss, Bedienelemente) zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang.



ST-3833-2003

DrägerSensor IR
Ex-geschützter druckfest gekapselter Transmitter mit IR-Sensor ähnlich Dräger PIR 3000, jedoch mit Pellistor-Sensor-Emulation zum Ersatz von Pellistorsensoren durch IR-Messtechnik und Anschluss an spezielle Zentralgeräte mit mV-Eingang.



ST-8821-2005

Dräger PIR 7000
Ex-geschützter robuster IR-Transmitter mit IR-Sensor in druckfester Kapselung (Edelstahl) zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang, geeignet für SIL2-Anlagen, zertifiziert nach IEC 61508, mit ATEX-, IECEx- und UL-Zulassung.



ST-11659-2007

Dräger Polytron IR Ex
Ex-geschützter Transmitter mit IR-Sensor, mit eigensicheren Stromkreisen (LC-Anzeige, Sensor, Bedienelemente) zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang, mit offener oder geschlossener Kuvette, unterschiedliche Versionen.



ST-5643-2004

Dräger Polytron IR Typ 334 und Typ 340
Ex-geschützter robuster IR-Transmitter mit integriertem IR-Sensor in druckfester Kapselung (Edelstahl) zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang, für SIL2-Anlagen geeignet, mit HART- und RS 485 Schnittstelle, ATEX und UL-Zulassung.



ST-5651-2004

Dräger PIR 3000
Ex-geschützter druckfest gekapselter Transmitter mit IR-Sensor zum Anschluss an Zentralgeräte mit 4 bis 20 mA-Eingang, ATEX, IEC-Ex und UL-Zulassung.



ST-8822-2005

Dräger Polytron Pulsar
Open Path Gasdetektor zur Detektion einer Gaskonzentration längs einer bis zu 200 m langen Messstrecke.



ST-3932-2005



Zentralgeräte.

Basierend auf unterschiedlichen Konzepten, nämlich einerseits modulare Baugruppenträger oder auf DIN-Schiene montierbare Zentralgeräte zum Einbau in Wandgehäuse oder Schaltschränke, andererseits aber auch eigenständige Zentralgeräte im IP65-geschützten ABS-Gehäuse bietet Dräger Zentralgeräte mit unterschiedlichen Eigenschaften an, die – mit geeigneten Fernaufnehmern kombiniert – für die zuverlässige Detektion brennbarer Gase und Dämpfe im Sinne des Explosionsschutzes geeignet sind.

ZENTRALGERÄTE

Dräger Polytron Controller

Baugruppenträger zur Aufnahme von max. 2, 5 oder 12 Einschüben und Quittiereinschub, zum Einbau in Schaltschränke und Wandgehäuse. Kanaleinschübe mit Leuchtbalkenanzeige und LED-Statusanzeige, drei konfigurierbare Relais pro Einschub.



48658

Dräger REGARD System

Baugruppenträger zur Aufnahme von max. 16 unterschiedlichen Einschüben, zum Einbau in Schaltschränke und Wandgehäuse. Kanaleinschübe mit 4-stelliger Punktmatrix-Anzeige und Bedienknöpfen.



ST-3-40-2004

Dräger REGARD 1

Eigenständiges eignungsgeprüftes 1-Kanal-Auswertesystem im ABS-Gehäuse, mit LC-Display und Status-LEDs, voll konfigurierbar für Ex-Messköpfe und 4 bis 20 mA-Transmitter, fünf Relais, drei Alarmschwellen und Batterie-Pufferung.



ST-335-2004

Dräger REGARD 3900

Eigenständiges Auswertesystem im ABS-Gehäuse für 1 bis 16 Messkanäle, mit LC-Display und Status-LEDs pro Messkanal, voll konfigurierbar über Laptop oder PC für 4 bis 20 mA-Transmitter.



ST-272-2004

Dräger REGARD 2400

Zentralgerät für die Wandmontage zum Anschluss von maximal vier Transmittern.



ST-5647-2006

Dräger REGARD 2410

Zentralgerät zum Aufschnappen auf DIN-Schiene zum Anschluss von maximal vier Transmittern.



ST-5738-2006

Explosionsschutz durch Dräger Gasmesstechnik.



ST-523-98

Dräger REGARD

Eine typische kundenspezifische Gaswarnanlage.



ST-272-2004

Dräger REGARD 3900

Eigenständiges in sich geschlossenes Auswertesystem für 1 bis 16 Messkanäle.

EXPLOSIONSSCHUTZ MIT DRÄGER

Dräger Gasmesstechnik bedeutet Sensoren, Transmitter, Zentralgeräte und kompetente Beratung – unsere Systemingenieure gestalten Ihnen Ihre anwendungsspezifische Gaswarnanlage.

Das Produktprogramm der Dräger Gasmesstransmitter umfasst eine Vielzahl unterschiedlicher Typen:

- Wärmetönung oder Infrarot ND-IR Sensortechnologie
- Punkt oder Open Path Messung
- Erhöhte Sicherheit, eigensicher oder druckfest gekapselt
- Analog 4 bis 20 mA oder digitaler HART- oder RS 485 Signalausgang
- Mit oder ohne Vorortanzeige
- Mit oder ohne eingebauten Relais
- Low budget oder high end Geräte

Wählen Sie zwischen unterschiedlichen Zentralgeräten für die Messaufgabe für den Explosionsschutz:

- Für mV-Signal oder 4 bis 20 mA-Signal
- 1-Kanal- oder Mehr-Kanalgeräte
- Baugruppenträger für Schaltschrankbau oder komplettes Kunststoffgehäuse
- Mit oder ohne digitale Kommunikation
- Manuell oder über PC konfigurierbar

HAUPTSITZ:

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Revalstraße 1
23560 Lübeck, Deutschland

www.draeger.com

**ANLAGENBAU
GASMESSTECHNIK:****REGION NORD**

23560 Lübeck
Tel 0451 882-4722
Fax 0451 882-4724

REGION OST

04416 Markkleeberg
Tel 0341 35 0 31-173
Fax 0341 35 0 31-172

REGION SÜD

82008 Unterhaching
Tel 089 61 52 03 13
Fax 089 61 52 03 10

REGION WEST

47807 Krefeld
Tel 02151 37 35 39
Fax 02151 37 35 35

**VERTRIEB
INTERNATIONAL:****P. R. CHINA**

Beijing Fortune Draeger
Safety Equipment Co., Ltd.
Beijing 101300
Tel +86 10 80 49 80 00
Fax +86 10 80 49 80 05

FRANCE

Dräger Safety France SAS
3c route de la Fédération, BP 80141
67025 Strasbourg Cedex 1
Tel +33 3 88 40 59 29
Fax +33 3 88 40 76 67

ÖSTERREICH

Dräger Safety Austria Ges.m.b.H
Wallackgasse 8
1230 Wien
Tel +43 1 609 36 02
Fax +43 1 699 62 42

SCHWEIZ

Dräger Safety Schweiz AG
Aegertweg 7
8305 Dietlikon
Tel +41 44 805 82 82
Fax +41 44 805 82 80

SINGAPORE

Draeger Safety Asia Pte. Ltd.
67 Ayer Rajah Crescent # 06 03
139950 Singapore
Tel +65 68 72 92 88
Fax +65 67 73 20 33

UNITED KINGDOM

Draeger Safety UK Ltd.
Blyth Riverside Business Park
Blyth, Northumberland NE24 4RG
Tel +44 1670 352 891
Fax +44 1670 544 475

USA

Draeger Safety, Inc.
505 Julie Rivers, Suite 150
Sugar Land, TX 77478
Tel +1 281 498 10 82
Fax +1 281 498 51 90