



D-23 492-2010

Einführung in die tragbare Gasmesstechnik

Dräger. Technik für das Leben®





Eigenschaften von gefährlichen Gasen und Dämpfen

Brennbare und toxische Gase und Dämpfe kommen in vielen Bereichen vor. Die von ihnen ausgehende Gefahr gilt es zu erkennen – dazu dienen Gasmess- und warngeräte.

Hinsichtlich der messtechnischen und sicherheitstechnischen Belange soll dieser Faltprospekt dem Leser gewisse Grundlagen der Gasmesstechnik vermitteln.

Gase – was ist gasförmige Materie?

STL-1097-2008

Materie mit einer Temperatur oberhalb ihres Siedepunktes bezeichnet man als Gas. Bezogen auf das Umfeld des Menschen (Normalbedingungen) sind all die Substanzen Gase, deren Siedepunkt bei Normaldruck unter 20 °C liegt. Das leichteste Gas ist Wasserstoff (H_2 , vierzehn Mal leichter als Luft), das schwerste Gas (etwa zehn Mal schwerer als Luft) ist Wolframhexafluorid (WF_6).

Unter normalen Bedingungen enthält ein cm^3 Gas etwa 30 Trillionen Moleküle, deren mittlerer Abstand nur etwa drei Nanometer beträgt. Sie fliegen mit einigen 100 bis 1000 m/s durch den Raum, stoßen dabei aber jede Sekunde viele Milliarden mal mit anderen Molekülen zusammen, so dass sie zwischen zwei Stößen nur etwa 50 bis 100 Nanometer zurücklegen und dabei ständig ihre Bewegungsrichtung ändern und Energie auf den Stoßpartner übertragen.

So entsteht eine völlig regellose Bewegung der Moleküle, die makroskopisch als Temperatur (mittlere Bewegungsenergie aller Moleküle) und Druck (mittlerer Impuls aller auf eine Fläche auftreffenden Moleküle) bzw. Ausdehnung (Volumen) messbar ist. Druck, Temperatur und Volumen stehen je nach äußeren Bedingungen in einer festen Beziehung, im Idealfall gehorchen sie der sog. idealen Gasgleichung, d. h.

- **bei konstantem Druck verändern sie ihr Volumen proportional zur Temperatur** – so dehnen sie sich z. B. bei Erwärmung aus
- **bei konstantem Volumen (geschlossenes Behältnis) verändert sich ihr Druck proportional zur Temperatur** – so steigt z. B. der Gefäß-Innendruck bei Erwärmung
- **bei konstanter Temperatur ändert sich ihr Druck umgekehrt proportional zum Volumen** – so erhöht sich z. B. beim Zusammenpressen der Innendruck

Die extrem schnelle regellose Bewegung der Gasmoleküle ist auch die Ursache dafür, dass sie sich mit anderen Gasen freiwillig vermischen und nie wieder entmischen. Auch die Fortbewegung der Moleküle in Richtung geringerer Konzentration (Diffusion), die in der Gasmesstechnik eine wichtige Rolle spielt, lässt sich auf solche Moleküleigenschaften zurückführen. Im Allgemeinen verlaufen solche Prozesse umso schneller, je schneller sich die Moleküle bewegen (je heißer das Gas ist) und je geringer deren Molgewicht ist (je leichter das Gas ist).

Gase – was ist gasförmige Materie?

Dämpfe – sind das nicht auch Gase?

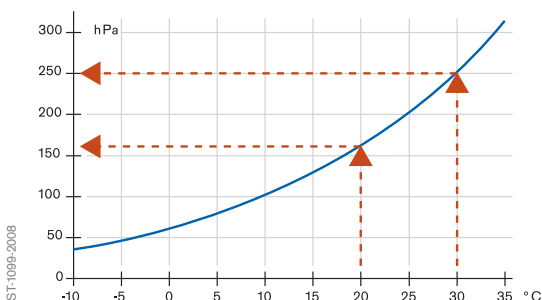
STL-1098-2008

Im Gegensatz zu Gasen – von ihnen mag es nur etwa 200 bis 300 geben – verwendet man für den gasförmigen Zustand von Materie unterhalb ihres Siedepunktes den Begriff Dampf. Dampf steht stets im Gleichgewicht mit seiner flüssigen (manchmal auch festen) Phase – er kondensiert und verdampft je nach Temperatur. Das ist uns vom Wasser bestens bekannt: Nächtliche Auskühlung von bodennaher feuchter Luft erzeugt Bodennebel (Kondensation) – doch die morgendliche Sonnenwärme löst den Nebel wieder auf (Verdampfung).

In einem geschlossenen Gefäß entsteht über der Flüssigkeitsoberfläche stets eine maximale Dampfkonzentration, die von der Flüssigkeitstemperatur abhängig ist. Mikroskopisch betrachtet ergibt sich der Dampf aus der regellosen Bewegung der Flüssigkeitsmoleküle und ihrer Fähigkeit, die Oberflächenspannung zu überwinden und sich mit den darüber befindlichen Luftmolekülen zu vermischen.

Jede Flüssigkeit hat einen gewissen charakteristischen Dampfdruck, der nur von ihrer Temperatur abhängt und Atmosphärendruck annimmt, wenn sie den Siedepunkt erreicht. Die grafische Darstellung dieses Zusammenhangs wird als Dampfdruckkurve bezeichnet, aus der sich die bei vorgegebener Temperatur maximal mögliche Dampfkonzentration ermitteln lässt.

Dampfdruckkurve von flüssigem n-Hexan



Wenn man den maximal möglichen Dampfdruck durch den Umgebungsdruck dividiert, erhält man die Sättigungskonzentration in Vol-%. Für Hexan erhält man bei 20 °C (Dampfdruck 162 hPa) und einem Umgebungsdruck von 1000 hPa eine maximal mögliche Konzentration von 16,2 Vol-%.

Dämpfe – sind das nicht auch Gase?

Unsere Atmosphäre

Unsere Atmosphäre reicht – bei sich kontinuierlich verringern-der Dichte – bis weit in den Weltraum. Die blaue Farbe des Himmels entsteht in der Atmosphäre durch Streuung des Sonnenlichtes an den Luftmolekülen, doch ab etwa 21 km Höhe ist der Himmel bereits schwarz. Würde man die Atmo-sphäre auf einen konstanten Druck von 1013 hPa bringen, so wäre sie 8 km und die UV-absorbierende stratosphärische Ozonschicht nur 3 mm hoch.

Typische Zusammensetzung der Erdatmosphäre in ppm:

Gas	Zusammensetzung	
	trocken	feucht
Hauptgase		
N ₂ – Stickstoff	780 840	768 543
O ₂ – Sauerstoff	209 450	206 152
H ₂ O – Wasserdampf	0	15 748
Ar – Argon	9 340	9 193
CO ₂ – Kohlenstoffdioxid	340	335
Spurengase		
Ne – Neon	18	18
He – Helium	5	5
CH ₄ – Methan	1.8	1.8
Kr – Krypton	1.1	1.1
H ₂ – Wasserstoff	0.5	0.5
N ₂ O – Lachgas	0.3	0.3
CO – Kohlenstoffmonoxid	0.09	0.09
Xe – Xenon	0.09	0.09
O ₃ – Ozon	0.07	0.07
weitere Spurengase	3.05	3.0
Gesamt	1000 000	1000 000

1 Vol.-% = 10 000 ppm; Annahme für feuchte Luft: 68 % r.F. bei 20 °C

Die Erdatmosphäre hat eine Masse von gut fünf Milliarden Tonnen (5,235·10¹⁸ kg), die auf der Erdoberfläche von 0,507·10¹⁵ m² lastet. Dadurch entsteht an der Erdoberfläche ein Luftdruck von 10325 kg/m², was unserem Normaldruck von 1013 hPa entspricht. Der Luftdruck verringert sich mit zunehmender Höhe:

Höhe	Luftdruck
-1000 m	1148 hPa
- 500 m	1078 hPa
0 m	1013 hPa
500 m	952 hPa
1000 m	900 hPa
1500 m	840 hPa

Höhe	Luftdruck
2000 m	795 hPa
3000 m	701 hPa
4000 m	616 hPa
5000 m	540 hPa
6000 m	472 hPa
8000 m	356 hPa

Da bei geringerem Luftdruck weniger Moleküle im Volumen vorhan-den sind, ist das Messergebnis partialdruckmessender Sensoren stets vom Luftdruck abhängig.

Während der zu mehr als 78 Vol-% in der Atmosphäre vorhandene Stickstoff völlig inert ist und trotz des Überschusses in dieser Form nicht einmal den Pflanzen als dringend benötigter Dünger zur Verfügung steht, ist der sehr reaktive Sauerstoff die Grundlage unserer Atmung, mehr noch: die Grundlage fast allen Lebens.

In der Atmosphäre sind knapp 21 Vol-% Sauerstoff vorhanden. Sauerstoffmangel ist lebensbedrohlich – und durch die Nase nicht wahrnehmbar.

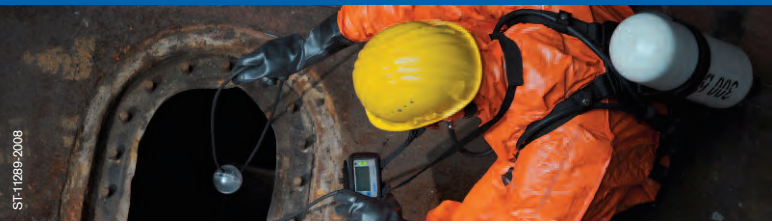
Im Allgemeinen entsteht **Sauerstoffmangel** durch Freisetzung eines inerten Gases und der dadurch entstehenden Sauerstoffverdrängung. Da die Atmosphäre zu rund einem Fünftel aus Sauerstoff besteht, verringert sich die Sauerstoffkonzentration auch nur um ein Fünftel der Konzentration des inerten Gases. Werden z. B. 10 Vol-% Helium in die Umgebungsluft freigesetzt, so geht die Sauerstoffkonzentration um 2 Vol-%, die Stickstoffkonzentration um 8 Vol-% zurück. Da im Industriebereich häufig verflüssigter Stickstoff (-196 °C) verwendet wird, kann sich bei dessen Verdampfung schnell gefährlicher Sauerstoffmangel einstellen.

Erhöhte Sauerstoffkonzentrationen (z. B. mehr als 25 Vol-%) können vom Menschen nicht wahrgenommen werden, haben aber

erhebliche Konsequenzen hinsichtlich der Entflammbarkeit von Materialien bis hin zur Selbstentzündung. Auch der Explosionsschutz bezieht sich ausschließlich auf die atmosphärische Sauerstoffkonzentration.

Ab wann wird es gefährlich?

Sauerstoff Konzentration in Vol-%	Sauerstoff-Partialdruck in hPa	Symptome
kleiner 17	kleiner 170	Tendenz zur Gefahr durch Sauerstoffmangel
11 bis 14	110 bis 140	Unbemerkte Verminderung der physischen und geistigen Leistungsfähigkeit
8 bis 11	80 bis 110	Gefahr der Bewusstlosigkeit ohne Vorwarnung nach einer gewissen Zeitspanne
6 bis 8	60 bis 80	Bewusstlosigkeit in wenigen Minuten, Wiederbelebung möglich, wenn sofort eingeleitet
kleiner 6	kleiner 60	Sofortige Bewusstlosigkeit



ST-11289-2008

Gase und Dämpfe sind fast immer gefährlich! Wenn Gase nicht in der uns vertrauten und atembaren atmosphärischen Zusammensetzung vorliegen, ist die sichere Atmung gefährdet. Mehr noch: Alle Gase sind potentiell gefährlich, im verflüssigten, im komprimierten wie auch im Normalzustand – entscheidend ist nur ihre Konzentration.

Prinzipiell gibt es drei Gefahren-Kategorien

- **Explosionsgefahr (Ex)** durch brennbare Gase
- **Sauerstoff (Ox)**
 - Erstickungsgefahr durch Sauerstoffmangel
 - Brandgefahr durch Sauerstoffüberschuss
- **Vergiftungsgefahr (Tox)** durch toxische Gase

Ohne Hilfsmittel ist der Mensch nicht in der Lage, solche Gefahren so frühzeitig zu erkennen, dass er noch Abwehrmaßnahmen treffen kann. Und unsere Nase hat sich als Warninstrument mit wenigen Ausnahmen als höchst unzuverlässig erwiesen.

Beispielsweise ist Schwefelwasserstoff in sehr geringen Konzentrationen noch durch den Geruch nach faulen Eiern wahrnehmbar, aber tödliche Konzentrationen von Schwefelwasserstoff kann die Nase nicht mehr wahrnehmen. Durch Flucht in den vermeintlich gefahrlosen, nämlich geruchlosen Bereich sind schon viele tödliche Unfälle passiert.

Auch harmlose Gase wie Argon, Helium oder Stickstoff sind dann gefährlich, wenn durch deren plötzliche Freisetzung der lebenswichtige Sauerstoff verdrängt wird. Erstickungsgefahr! Eine Sauerstoffkonzentration von weniger als 6 Vol-% ist tödlich. Sauerstoffüberschuss fördert die Brandgefahr bis hin zur Selbstentzündung von brennbaren Materialien.

Brennbare Gase und Dämpfe können bei Entzündung nicht nur erhebliche Anlagenschäden verursachen, sondern auch Menschenleben gefährden.

Es gilt, Ex-Ox-Tox-Gefahren zuverlässig zu detektieren und durch geeignete Maßnahmen Menschenleben, Anlagen und Umwelt zu schützen.

Ob Dräger-Röhrchen® oder tragbare Gasmessgeräte – Dräger bietet Ihnen individuell auf Sie abgestimmte Lösungen, um Gasgefahren professionell zu begegnen.

Toxische Gase und Dämpfe

Die Toxizität von industriell verwendeten Gasen und Dämpfen wird in Laborversuchen durch Ermittlung der LC50-Rate festgelegt. Hieraus und aus weiteren wissenschaftlichen und arbeitsmedizinischen Untersuchungen werden durch den Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) aufgestellt, die gesetzlich verbindlich sind.

Ein solcher Luftgrenzwert sagt aus, dass ein Mitarbeiter keinen gesundheitlichen Schaden nimmt, wenn er über sein ganzes Arbeitsleben keine höheren Gaskonzentrationen als die des Grenzwertes einatmet – das allerdings ist sicherzustellen.

AGW*	ausgewählte Substanzen, für die dieser AGW gilt
5000 ppm	Kohlenstoffdioxid
1000 ppm	Propan, Butan
500 ppm	Aceton
200 ppm	Methylethylketon (MEK)
100 ppm	Butanol
50 ppm	n-Hexan, Toluol

20 ppm	Acetonitril
10 ppm	Chlorbenzol
5 ppm	Diethylamin
1 ppm	1,1,2,2-Tetrachlorethan
500 ppb	Chlor
200 ppb	Methylchlorformiat
100 ppb	Chlordioxid
50 ppb	Glutaral
10 ppb	Methylisocyanat

*TRGS 900 Stand 2010

T+ Sehr giftig $LC_{50} < 0,5 \text{ g/m}^3$

Arsenwasserstoff, Bortrichlorid, Bortrifluorid, Brom, Cyanwasserstoff, Diboran, Fluor, Fluorwasserstoff, Ozon, Phosgen, Phosphorwasserstoff, Schwefeltetrafluorid, Schwefelwasserstoff, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Wolframhexafluorid

T Giftig $LC_{50} = 0,5 \dots 2,0 \text{ g/m}^3$

Acetonitril, Ammoniak, Benzol, Chlor, Chlorwasserstoff, Dicyan, Kohlenstoffmonoxid, Methanol, Methylbromid, Schwefeldioxid, Schwefelkohlenstoff, Stickstofftrifluorid

Die LC_{50} (LC steht für „lethal concentration“ = letale Konzentration) ist die Gaskonzentration in Luft, durch deren Einatmung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums (meist vier Stunden) 50% der Versuchstiere (meist weiße Labor-Ratten) verendet sind.

Brennbare Gase und Dämpfe

Brennbare Gase sind umso gefährlicher, je niedriger ihre untere Explosionsgrenze (UEG) liegt. Brennbare Dämpfe sind umso gefährlicher, je niedriger ihr Flammpunkt liegt. Der Flammpunkt definiert sich aus dem temperaturabhängigen Dampfdruck und der UEG.

Dampf	UEG Vol-%	UEG g/m³	Flamm- punkt in °C	Dampf- druck bei 20 °C in mbar	Zünd- temperatur in °C
Aceton	2,5	60,5	< -20	246	535
Acrylnitril	2,8	61,9	-5	117	480
Benzol	1,2	39,1	-11	100	555
n-Butanol	1,7	52,5	35	7	325
n-Butylacetat	1,2	58,1	27	11	390
n-Butylacrylat	1,2	64,1	37	5	275
Chlorbenzol	1,3	61,0	28	12	590
Cyclohexan	1,0	35,1	-18	104	260
Cyclopentan	1,4	40,9	-51	346	320
1.2-Dichlorethan (EDC)	6,2	255,7	13	87	440
Diethylether	1,7	52,5	-40	586	175
1.4-Dioxan	1,9	69,7	11	38	375
Epichlorhydrin	2,3	88,6	28	16	385
Ethanol	3,1	59,5	12	58	400
Ethylacetat	2,0	73,4	-4	98	470
Ethylbenzol	1,0	44,3	23	10	430
n-Hexan	1,0	35,9	-22	160	240
Methanol	6,0	80,0	9	129	440
1-Methoxy-2-propanol	1,8	67,6	32	12	270
Methylethylketon (MEK)	1,5	45,1	-10	105	475
Methylmethacrylat	1,7	70,9	10	40	430
n-Nonan	0,7	37,4	31	5	205
n-Octan	0,8	38,1	12	14	205
n-Pentan	1,4	42,1	-40	562	260
i-Propanol (IPA)	2,0	50,1	12	43	425
Propylenoxid	1,9	46,0	-37	588	430
Styrol	1,0	43,4	32	7	490
Tetrahydrofuran (THF)	1,5	45,1	-20	200	230
Toluol	1,1	42,2	6	29	535
Xylol (Isomerengemisch)	1,0	44,3	25	7	465

Gas	UEG Vol-%	UEG g/m³	Zünd- temperatur in °C
Acetylen	2,3	24,9	305
Ammoniak	15,4	109,1	630
1.3-Butadien	1,4	31,6	415
i-Butan	1,5	36,3	460
n-Butan	1,4	33,9	365
n-Buten (Butylen)	1,2	28,1	360
Dimethylether	2,7	51,9	240
Ethen (Ethylen)	2,4	28,1	440
Ethylenoxid	2,6	47,8	435
Methan	4,4	29,3	595
Methylchlorid	7,6	159,9	625
Propan	1,7	31,2	470
Propen (Propylen)	1,8	31,6	485
Wasserstoff	4,0	3,3	560

Nur brennbare Flüssigkeiten haben einen Flammpunkt.

Für brennbare Gase gibt es definitions-gemäß keinen Flammpunkt.

Brennbare Gase und Dämpfe

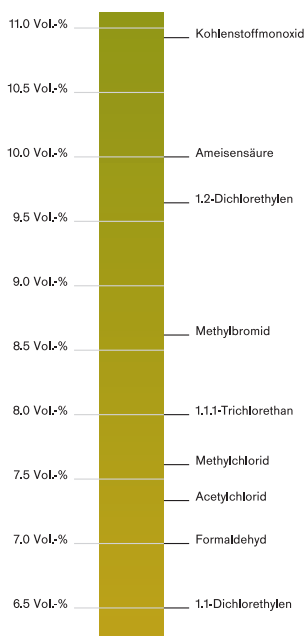
UEG und vorbeugender Explosionsschutz

Brennbare Gase und Dämpfe können mit Luft zündfähige Gemische bilden, jedoch muss das Verhältnis von Brenngas und Sauerstoff (bzw. Luft) innerhalb gewisser Grenzen liegen.

Die untere Explosionsgrenze (UEG) ist dadurch definiert, dass sich bei einer solchen in Vol-% angegebenen Brenngas-Konzentration das Brenngas-Luft-Gemisch unter genormten Bedingungen entzünden lässt und selbstständig weiter brennt. Die UEG aller bekannten brennbaren Gase und Dämpfe liegt im Bereich von etwa 0,5 bis 15 Vol-%. Zum Beispiel liegt die UEG für Wasserstoff-Luft-Gemische bei 4 Vol-%. Demnach ist ein Prüfgas mit 2 Vol-% Wasserstoff in Luft definitiv nicht zu entzünden.

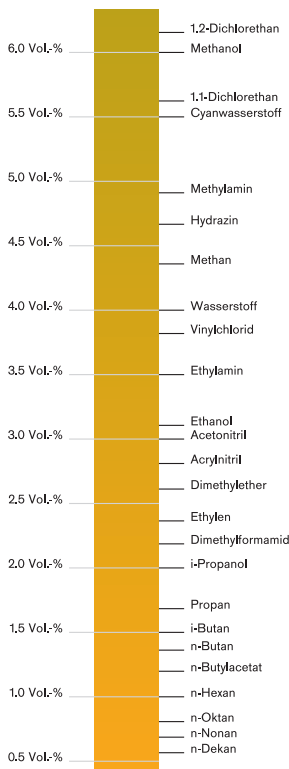
Konzentrationsbegrenzung

Dieses Verhalten hat eine wichtige Konsequenz für den praktischen



Explosionsschutz: Wenn ein brennbares Gas unterhalb der UEG nicht entzündet werden kann, dann kann man sich vor Explosionen schützen, indem man die Gas-konzentration kontinuierlich misst und durch geeignete Maßnahmen dafür sorgt, dass z. B. niemals die Hälfte der UEG (50 % UEG) überschritten wird.

Diese Methode des vorbeugenden Explosionsschutzes bezeichnet man oft als primäre Maßnahme: Nicht die Zündung, sondern schon die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre wird zuverlässig verhindert. Die Konzentrationsmessung nimmt man hierbei vorzugsweise mit Infrarot- oder Wärmetönungs-sensoren vor, die für diesen Zweck gewisse sicherheitstechnische Anforderungen erfüllen müssen.



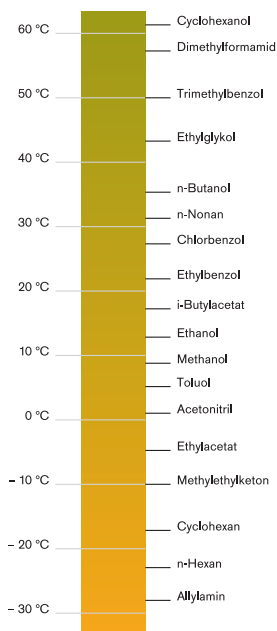
UEG und vorbeugender Explosionsschutz

Flammpunkt brennbarer Flüssigkeiten

ST-3101-2004

Man spricht zwar von brennbaren Flüssigkeiten, brennbar ist allerdings nicht der flüssige Zustand, sondern ausnahmslos der Dampf, denn nur dieser kann mit Luftsauerstoff ein brennbares Gemisch bilden. Die Flüchtigkeit des Dampfes und dessen untere Explosionsgrenze (UEG) ist ein Maß für das Gefahrenpotential. Dieses wird beschrieben durch den sog. Flammpunkt.

Um überhaupt entzündet werden zu können, muss die Konzentration des Dampfes über der Flüssigkeitsoberfläche die UEG überschreiten. Ob sie das tut oder nicht, ist davon abhängig, wie viel Dampf erzeugt wird. Hierfür ist der sog. Dampfdruck verantwortlich, der von der Flüssigkeitstemperatur abhängt. Dieses Verhalten wird sicherheitstechnisch durch den sog. Flammpunkt (F) beschrieben. Der Flammpunkt ist die Temperatur, bei der sich soviel Dampf bildet, dass das Dampf-Luft-Gemisch in einer genormten Apparatur entzündet werden kann. Liegt der Flammpunkt einer brennbaren Flüssigkeit oberhalb von 50 °C, so kann diese bei Temperaturen von 30 °C definitiv nicht entzündet werden.



Diesel (F > 55 °C) kann man nicht mit einem Streichholz entzünden, wohl aber Ottokraftstoff (F < -20 °C)!

Demnach sind brennbare Flüssigkeiten umso gefährlicher, je niedriger ihr Flammpunkt liegt. Da Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten unterhalb ihres Flammpunktes nicht entzündlich sind, kann man vorbeugenden Explosionsschutz auch dadurch betreiben, dass man Flüssigkeiten verwendet, deren Flammpunkt deutlich höher liegt als die Umgebungstemperatur. Das wird oft auch praktiziert, allerdings hat dies den Nachteil, dass zur Verdampfung solcher Flüssigkeiten, wenn sie als Lösemittel eingesetzt werden, wiederum viel Energie aufgewendet werden muss. Gase haben definitionsgemäß keinen Flammpunkt, weil sie unter Normalbedingungen nicht in flüssiger Form vorliegen.

Flammpunkt brennbarer Flüssigkeiten

Konzentrationen werden als Gehalt einer Substanz in einer Bezugs-
substanz angegeben. Für die Messung von Schadstoffen in der Luft
wird für die Menge der Substanz eine Konzentration verwendet, die
sich auf die Luft bezieht. Um einfache handliche Zahlen zur Angabe
der Konzentration zu erhalten, wird eine entsprechende Dimension
gewählt. Hohe Konzentrationen werden im Allgemeinen in Volumen-
prozent (Vol.-%) angegeben, also 1 Teil einer Substanz in 100
Teilen Luft, z. B. besteht Luft aus 21 Vol.-% Sauerstoff, d. h. 100
Teile Luft enthalten 21 Teile Sauerstoff. Bei kleinen Konzentra-
tionen wird die Dimension in ppm = parts per million (mL/m^3) oder
ppb = parts per billion ($\mu\text{L}/\text{m}^3$) verwendet. Die Konzentrations-
angabe ppm bedeutet 1 Teil einer Substanz in 1 Million Teilen Luft
(zum Vergleich: 1 Stück Würfelzucker in einem Tanklastwagen). Die
Angabe ppb bezieht 1 Teil einer Substanz auf 1 Milliarde Teile Luft
(zum Vergleich: 5 Personen der gesamten Erdbevölkerung). Die
Umrechnung dieser sehr kleinen Konzentrationen in Vol.-% ergibt
die einfache Beziehung:

1 Vol.-% = 10.000 ppm = 10.000.000 ppb

Neben gasförmigen Bestandteilen kann die Luft auch „gelöste“
feste oder flüssige Stoffe enthalten, sogenannte Aerosole. Da
wegen der geringen Größe der luftgetragenen Tröpfchen oder
Partikel eine Volumenangabe wenig sinnvoll ist, wird die Konzen-
tration der Aerosole in mg/m^3 angegeben.

		Vol.-%	ppm	ppb
Vol.-% =	$10 \text{ L}/\text{m}^3$ $1 \text{ cL}/\text{L}$	1	10^4	10^7
ppm =	mL/m^3 $\mu\text{L}/\text{L}$	10^{-4}	1	10^3
ppb =	$\mu\text{L}/\text{m}^3$ nL/L	10^{-7}	10^{-3}	1

Da jedes Volumen mit einer zuge-
hörigen Masse verbunden ist, las-
sen sich sogenannte Volumen-
konzentrationen gasförmiger Stoffe
in Massenkonzentrationen umrech-
nen und umgekehrt. Allerdings
müssen solche Umrechnungen für
eine bestimmte Temperatur und
für einen bestimmten Druck ange-
geben werden, da die Gasdichte
temperatur- und druckabhängig ist.
Für Messungen an Arbeitsplätzen
werden als Bezugsparameter 20 °C
und 1.013 hPa angegeben. Die
Umrechnung erfolgt mittels einfa-
cher Formeln.

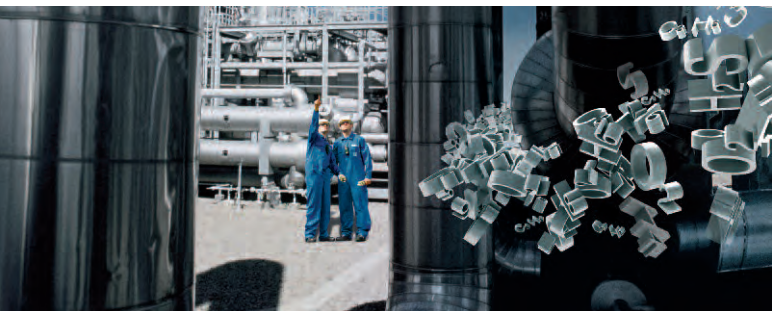
		g/L	mg/L	mg/m^3
g/L =	$10 \text{ L}/\text{m}^3$ $1 \text{ cL}/\text{L}$	1	10^3	10^6
mg/L =	mL/m^3 $\mu\text{L}/\text{L}$	10^{-3}	1	10^3
mg/m^3 =	$\mu\text{L}/\text{m}^3$ nL/L	10^{-6}	10^{-3}	1

Umrechnung von mg/m^3 in ppm

$$C_{[\text{ppm}]} = \frac{\text{Molvolumen}}{\text{molare Masse}} \quad C$$

$$C_{[\text{mg}/\text{m}^3]} = \frac{\text{molare Masse}}{\text{Molvolumen}} \quad C$$

Das Molvolumen eines beliebigen
Gases beträgt 24,1 L/mol bei 20 °C
und 1.013 hPa, die molare Masse
des spezifischen Gases ist jeweils
einzusetzen.



Messprinzipien

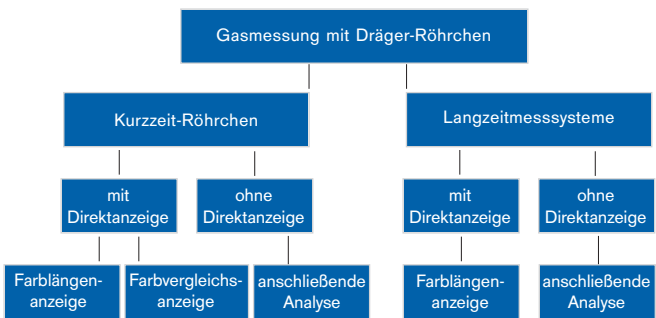
Dräger bietet eine Vielzahl von Geräten mit unterschiedlichsten Messprinzipien zur Detektion von Gasen und Dämpfen an:

- Dräger-Röhrchen
- Dräger Chip-Mess-System
- Elektrochemische Sensoren
- Wärmetönungssensoren
- Infrarot-Sensoren
- Fotoionisationsdetektoren

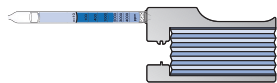
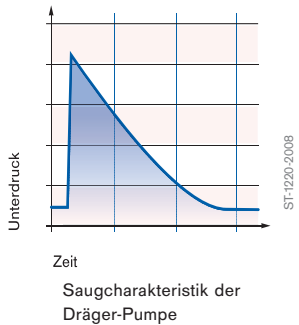


Prüfröhrchen gehören heute zu den klassischen Messverfahren der Gasanalyse. Das vielfältige System ermöglicht unzählige Anwendungen in der Industrie, bei Feuerwehr und im Katastrophenschutz, im Labor, im Umweltschutz und vielen weiteren Bereichen.

Schematisch können die Dräger-Röhrchen nach folgenden Kriterien eingeteilt werden:



Das Dräger-Röhrchen-Mess-System besteht aus einem Dräger-Röhrchen und einer Dräger-Pumpe. Jedes Dräger-Röhrchen enthält ein hochempfindliches Reagenzsystem, das immer dann präzise Messergebnisse ermöglicht, wenn die technischen Eigenschaften der verwendeten Pumpe auf die Reaktionskinetik des Reagenzsystems im Röhrchen exakt abgestimmt sind. Deshalb muss bei einer Pumpe das Förder-volumen und der zeitliche Ablauf des Volumenstromes, die sogenannte Saugcharakteristik, innerhalb geringer Toleranzen auf das Röhrchen abgestimmt sein. Diese Anforderungen sind in internationalen wie auch nationalen Prüfröhrchen-Standards bzw. -Normen festgelegt, wonach die Verwendung von Prüfröhrchen mit einer dazu passenden Pumpe des gleichen Herstellers gefordert bzw. empfohlen wird.



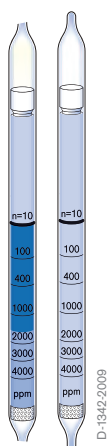
Dräger accuro®

Direktanzeigende Dräger-Röhrchen

Direktanzeigende Dräger-Kurzzeitröhrchen liefern unmittelbar nach der Messung exakte Messergebnisse. Aufwendige Wege ins Labor entfallen. Eine Kalibrierung durch den Anwender ist nicht erforderlich, er erhält die Kalibrierung in Form der Skala auf dem Röhrchen mit. Zurzeit stehen mehr als 220 Kurzzeitröhrchen für die Messung von bis zu 500 Gasen zur Verfügung.

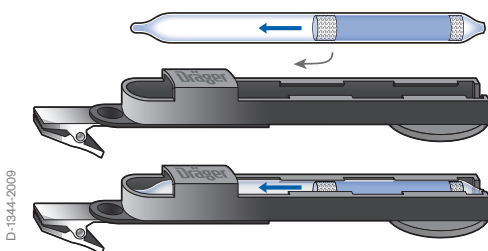
Das Prinzip ist verblüffend einfach:

In einem geschlossenen Glasröhrchen, dem Dräger-Röhrchen, befindet sich auf einem festen Trägermaterial ein Reagenzsystem, das beim Kontakt mit einem bestimmten Gas oder Dampf durch eine charakteristische Farbänderung reagiert. Dafür wird zum Beispiel mit der Dräger-Pumpe accuro eine definierte Menge der Umgebungsluft durch das Röhrchen gesaugt. Bereits geringste Gasmengen reichen für eine Farbreaktion aus. Durch die Skalierung auf dem Röhrchen kann der Anwender nach der Messung dann direkt die Konzentration des Schadstoffs auswerten. Gerade bei Anwendungen, bei denen Einzelmessungen oder geringere Messfrequenzen ausreichen, bieten Dräger-Röhrchen Vorteile gegenüber elektronischen Messgeräten bei vergleichsweise geringen Anschaffungskosten und sehr leichter Bedienbarkeit. Auch ist die Anzahl der messbaren Gase/Dämpfe um ein Vielfaches höher als bei anderen direktanzeigenden Messinstrumenten.



Direktanzeigende Langzeitröhrchen

Bei den direktanzeigenden Langzeitröhrchen (Diffusionsröhrchen) ist keine Pumpe zur Probenahme nötig. Die Schadstoffmoleküle bewegen sich nach dem 1. Fickschen Diffusionsgesetz sozusagen wie von selbst in das Röhrchen. Der Konzentrationsunterschied zwischen der schadstoffbelasteten Umgebungsluft und dem Röhrcheninneren ist die treibende Kraft für den Molekülstrom. Die pumpenlosen Diffusionsröhrchen eignen sich aufgrund ihres Tragekomforts vorzugsweise zur personenbezogenen Messung. Diffusionsröhrchen werden eingesetzt für Messungen zwischen 0,5 bis 8 Stunden. Sie sind sogenannte integrierte Messgeräte, d. h. sie addieren quasi die Schadstoffmoleküle auf und erlauben etwa nach einer Arbeitsschicht den Schichtmittelwert abzulesen.



Direktanzeigendes Diffusionsröhrchen im Halter

Weitergehende Informationen: Dräger-Röhrchen / CMS Handbuch und Gefahrstoffdatenbank VOICE auf www.draeger.com

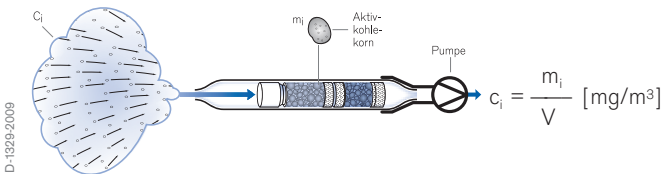
ST-1166-2004



Für die Messung von Konzentrationen im Spurenbereich (z. B. im Büro, Außenluft) oder von komplexen Stoffgemischen (z. B. an Arbeitsplätzen) ist eine selektive Messung mit Probenahme-Systemen und anschließender Laborauswertung sehr geeignet. Der Analysenreport kann an offizielle Stellen weitergegeben oder zu Dokumentationszwecken archiviert werden.

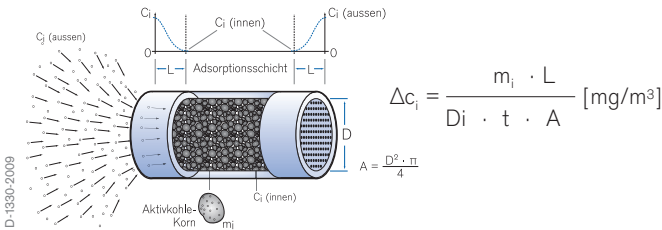
Man unterscheidet zwischen aktiver und passiver Probenahme:
Aktive Probennahme:

Bei der aktiven Probenahme wird die zu untersuchende Luft mit einer Pumpe (z. B. Dräger-Pumpe accuro) durch ein Probenahme-röhrchen gesaugt. Die in der Luftprobe enthaltenen adsorbierbaren Stoffe werden am Sorptionsmittel (z. B. Aktivkohle) angelagert. Die Konzentration errechnet sich aus der Schadstoffmasse, die bei der Analyse ermittelt worden ist, und dem Probeluftvolumen.



Passive Probennahme

Bei der Probenahme mit einem Diffusionssammler strömen die Schadstoffmoleküle aus der Umgebungsluft durch die Diffusionsstrecke und werden beim Erreichen der Sorptionsschicht sofort vom Sorptionsmittel adsorbiert. Die Berechnung der adsorbierten Schadstoffmasse erfolgt nach dem 1. Fickschen Diffusionsgesetz. Weitere Detailinformationen: Dräger-Röhrchen / CMS Handbuch Gefahrstoff Datenbank VOICE im Internet.



Dräger-Röhrchen	Probe-nahmeart	Stoffe, Stoffgruppen, die gesammelt werden können
Aktivkohle-Röhrchen	Aktiv	Aliphatische, aromatische Kohlenwasserstoffe, Lösemitteldämpfe, Ester, Ketone, Alkohole, Glycolether, Fluorkohlenwasserstoffe
ORSA-Diffusionssammler	Passiv	Aliphatische, aromatische Kohlenwasserstoffe, Lösemitteldämpfe, Ester, Ketone, Alkohole, Glycolether, Fluorkohlenwasserstoffe
Silikagel-Röhrchen	Aktiv	Stark polare organische Verbindungen wie Alkohole, Phenole, Kresole
Probenahme-Röhrchen ADS	Aktiv	Aliphatische Amine und Dialkylsulfate
Aldehyd-Probenahme-Set	Aktiv	Aldehyde, wie z. B. Formaldehyd, Acetaldehyd, Acrolein, Glutaraldehyd
Isocyanat-Probenahme-Set	Aktiv	Isocyanate, wie z. B. HDI, 2,4 TDI, MDI
Lachgas-Diffusionssammler	Passiv	Lachgas

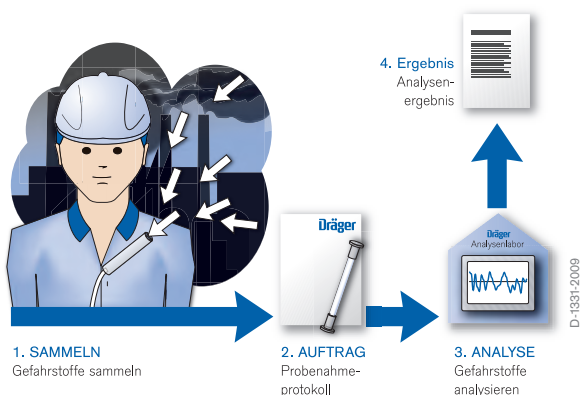
Der Dräger-Analysenservice ist spezialisiert auf Luftuntersuchungen in allen Bereichen, in denen Schadstoffe (Gefahrstoffe) in der Luft auftreten können. Dazu gehören:

- Arbeitsplätze, an denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird;
- Büros sowie andere Innenräume (z. B. Kindergärten, Wohnungen, Versammlungsräume, Kfz-Innenräume usw.), in denen die Luft durch Ausdünstungen aus Baustoffen oder Einrichtungsgegenständen belastet wird;
- Abluft von Gewerbebetrieben und Industrieanlagen
- Druckluft, Bodenluft in kontaminierten Böden
- Ausgasungen aus Materialproben

Selbständige Probenahme

Für die kostengünstige und selbständige Probenahme bietet Dräger die entsprechenden Systeme, bestehend aus Dräger-Pumpen, Sammelmedien, Probenahmeprotokollen sowie Versandtaschen für den Analysenservice an. Empfehlungen für die Entnahme von Luftproben und weitere Informationen können Sie im Internet finden: www.draeger.com/Analysenservice. Die vom Kunden beaufschlagten

Sammelsysteme werden nach der Probenahme verschlossen und zusammen mit einem Probenahmeprotokoll an den Dräger-Analysenservice nach Lübeck geschickt.



Luftuntersuchungen am Arbeitsplatz durch Probenahme vor Ort und anschließende Laboranalyse

Die Dräger-Messstelle

Die nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierte Dräger-Messstelle bietet Ihnen den Komplettservice für das Gefahrstoffmanagement. Die Dienstleistungen umfassen dabei das Consulting, die Messplanung, die Durchführung der Probenahmen und Messungen vor Ort, die Analyse der Proben sowie die Beurteilung der Ergebnisse in Form eines Messberichtes bzw. Gutachtens.

Mit dem Dräger Chip-Mess-System ist eine neue Generation in der chemischen Gasmesstechnik entstanden. Das Dräger CMS wird als Mess-System zur quantitativen Bestimmung von Gas oder dampfförmigen Gefahrstoffen in der Luft eingesetzt. Die Messung erfolgt als Kurzzeitmessung vornehmlich in Arbeitsbereichen zur Überwachung von Arbeitsplatzgrenzwerten, zur Prozesskontrolle, für die Messung in Kanälen, Schächten sowie engen Räumen usw. Das komplette Mess-System besteht aus zwei wesentlichen Komponenten:

- dem substanzspezifischen Chip
- dem Analyzer zur Auswertung der Chips

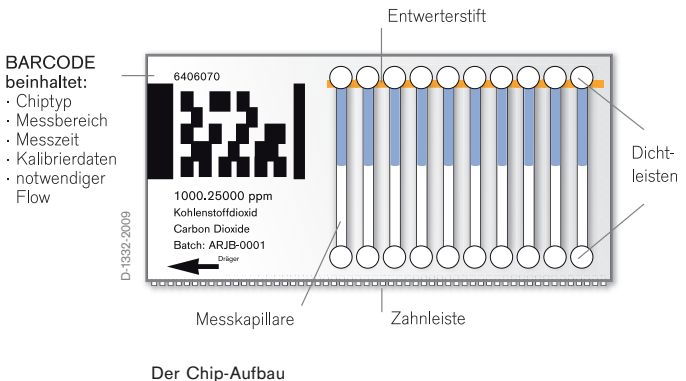
Der Chip

Jeder Chip enthält zehn mit einem chemischen Reagenzsystem gefüllte Kapillaren. Verglichen mit anderen Messsystemen haben chemische Reagenzsysteme entscheidende Vorteile. Ein wesentlicher Grund hierfür ist die Möglichkeit, die Reagenzschicht mit einer oder mehreren Vorschichten zu versehen, um Feuchtigkeit zu adsorbieren, störende Substanzen zurückzuhalten oder Substanzen in messbare Substanzen umzuwandeln. Damit wird sichergestellt, dass das Messergebnis stoffspezifisch ist.

Die zur Messung notwendigen reaktiven Präparationen befinden sich bis zur Messdurchführung in hermetisch abgeschlossenen Glaskapillaren. Das Chipgehäuse schützt die Kapillaren vor möglichen äußeren mechanischen Einwirkungen.

Beim Einlegen des Chips erkennt der Analyzer automatisch über einen Barcode alle zur Messung notwendigen Informationen:

- die zu messende Substanz
- den Messbereich
- die Messzeit
- die Parameter der Kalibrierfunktion
- den erforderlichen Flow



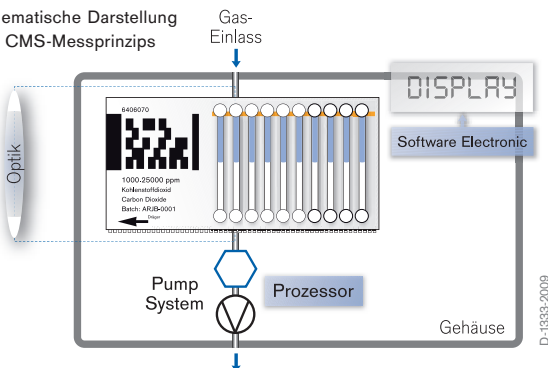
Weitergehende Informationen: Dräger-Rohrchen / CMS Handbuch und Gefahrstoffdatenbank VOICE auf www.draeger.com



Der Analyzer erfasst die entstandenen Reaktionsprodukte opto-elektronisch und schließt die Unzulänglichkeiten des menschlichen Auges weitestgehend aus. Die Ansaugöffnung für die zu untersuchende Luft befindet sich an der Stirnseite des Analyzers, geschützt gegen Staub und andere Verschmutzungen.

Nachdem die integrierte Mechanik eine dichte Verbindung des gesamten Gasführungssystems mit der geöffneten Kapillare des Chips hergestellt hat, saugt ein spezielles Pumpsystem einen konstanten Luftmassenstrom durch die Kapillare. Dieses Pumpsystem besteht aus einem Massflow-Controller, einem Prozessor und einer kleinen Membranpumpe. Der Prozessor regelt die Pumpleistung in Abhängigkeit von dem für die jeweilige Messung erforderlichen Massenstrom. Dadurch werden Schwankungen des Umgebungsluftdrucks in bestimmten Grenzen ausgeglichen. Eine Korrektur des Messergebnisses ist nicht erforderlich, unabhängig, ob am Toten Meer oder in der Höhenluft von Mexico City gemessen wird.

Schematische Darstellung des CMS-Messprinzips



Das eigentliche Messprinzip des CMS basiert auf einer konzentrationsabhängigen, d. h. dynamischen Dosiermessung. Die Grundlage hierzu bildet die chemische Reaktionskinetik, nach der die Anstiegsgeschwindigkeit der chemischen Reaktion in einer Kapillare konzentrationsabhängig ist. Für das Chip-Mess-System bedeutet dieses definierte und kurze Messzeiten. Die Messzeit ist nicht konstant, sondern passt sich automatisch der vorliegenden Konzentration an, d. h. je höher die Konzentration ist, umso kürzer ist die Messzeit. Durch die entsprechende Anordnung der Optik im Analyzer ist das Mess-System in der Lage, unmittelbar die Anstiegsgeschwindigkeit des Reaktionsproduktes in der Kapillare festzustellen und gemäß der Beziehung Konzentration = Anstiegsgeschwindigkeit die Messung bei vorliegenden höheren Konzentrationen früher zu beenden.

Elektrochemische Sensoren



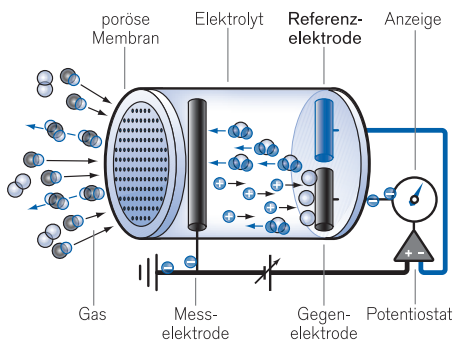
Viele toxische Gase sind auch sehr reaktiv und lassen sich unter geeigneten Bedingungen chemisch umsetzen. Der elektrochemische Sensor ist ein Mikro-Reaktor, der bei Anwesenheit solcher Gase einen sehr geringen, aber messbaren Strom erzeugt. Wie bei einer Batterie ist hier Elektrochemie im Spiel, denn die chemische Umsetzung produziert Elektronen.

Das Grundprinzip eines elektrochemischen Sensors besteht aus mindestens zwei Elektroden (Mess- und Gegen-Elektrode), die auf zweierlei Weise miteinander Kontakt haben: einerseits über ein elektrisch leitendes Medium (Elektrolyt, d. h. Flüssigkeit als Ionenleiter), andererseits über einen äußeren elektrischen Stromkreis (Elektronenleiter). Die Elektroden sind aus speziellem Material und wirken katalytisch, so dass bestimmte chemische Reaktionen an der sog. 3-Phasen-Grenze, wo Gas, Katalysator und Elektrolyt vorhanden sind, stattfinden. Ein Zwei-Elektroden-Sensor (Mess- und Gegen-Elektrode) hat allerdings viele Nachteile. Treten zum Beispiel höhere Gaskonzentrationen auf, führt das zu höheren Strömen im Sensor und zu einem Spannungsabfall. Der Spannungsabfall wiederum verändert die voreingestellte Sensorspannung. Das wiederum kann dazu führen, dass unbrauchbare Messsignale geliefert werden oder im schlimmsten Fall die chemische Reaktion im Sensor zum Erliegen während des Messbetriebes kommt.

Deshalb enthalten die Dräger XS- und XXS-Sensoren eine patentierte dritte Elektrode, die sogenannte Referenzelektrode, die nicht stromdurchflossen ist und deren Potential daher konstant bleibt. Durch sie wird die Sensorspannung an der Messelektrode kontinuierlich gemessen und kann durch die Regelverstärkung des Sensors korrigiert werden. Dieses führt zu einer wesentlich besseren Messqualität (z. B. in Hinblick auf Linearitätsverhalten und Selektivität) und zu einer längeren Lebensdauer.

Elektrochemischer Sensor

- CO-Molekül**
Messgas, dringt in die Messelektrode ein
- CO₂-Molekül**
Reaktionsprodukt, tritt aus der Messelektrode aus
- H₂O-Molekül**
Bestandteil des Elektrolyten
- H⁺ Wasserstoff-Ion**
positiv geladen, weil ihm ein Elektron fehlt
- Sauerstoffatom**
- Sauerstoff-Molekül**
aus der Umgebungsluft
- Elektron**



Chemische Reaktion an der Messelektrode



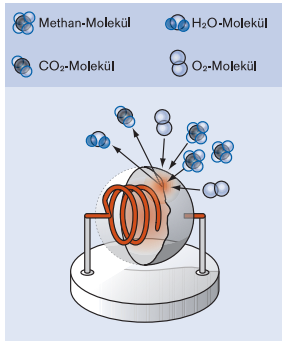
Chemische Reaktion an der Gegenelektrode



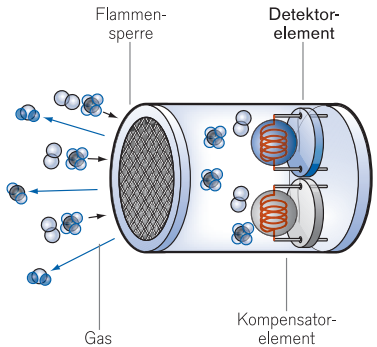
Unter gewissen Umständen kann man brennbare Gase und Dämpfe unter Freisetzung von Reaktionswärme mit Luft-sauerstoff oxidieren. Hierzu verwendet man geeignet temperiertes Katalysatormaterial, das sich durch diese Reaktionswärme zusätzlich messbar erwärmt. Diese geringe Temperaturerhöhung ist ein Maß für die Gaskonzentration.

In eine poröse Keramikugel mit einem Durchmesser unter 1 mm ist eine Platinspirale eingebettet. Die Platinspirale wird von einem

Wärmetönungssensor



Reaktion



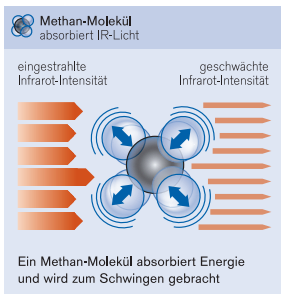
Strom durchflossen, der den Pellistor auf einige hundert Grad aufheizt. Enthält der Pellistor geeignetes Katalysatormaterial, so wird sich seine Temperatur bei Anwesenheit von brennbaren Gasen erhöhen, was sich wiederum in einer Widerstandserhöhung der Platinspirale auswirkt. Die Widerstandsänderung kann nun elektronisch ausgewertet werden.

Um Veränderungen der Umgebungstemperatur zu eliminieren, verwendet man einen zweiten Pellistor, der nahezu gleichartig aufgebaut ist, auf Gas jedoch nicht reagiert (z. B. dadurch, dass dieser Pellistor kein Katalysatormaterial enthält). In einer Wheatstone-schen Brückenschaltung entsteht auf diese Weise ein Sensorkreis, der weitgehend unabhängig von der Umgebungstemperatur die Anwesenheit brennbarer Gase und Dämpfe in Luft detektieren kann. Da der Wärmetönungssensor heiße Pellistoren enthält, kann er – bei Überschreitung der UEG – selbst zur Zündquelle werden. Durch den Einsatz einer Metall-Sinterscheibe wird das verhindert. Kommt es im Innern des Wärmetönungssensors zur Zündung, so hält der Sensor dem Explosionsdruck stand und die Flamme wird durch die Sinterscheibe unter die Zündtemperatur des Gases abgekühlt. So ist sichergestellt, dass die Flamme nicht in den Außenraum durchschlägt.

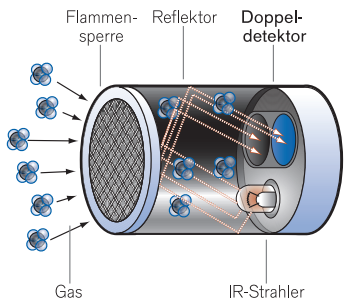
Alle Gase absorbieren Strahlung auf charakteristische Weise, einige sogar im sichtbaren Bereich (Wellenlänge 0,4 bis 0,8 Mikrometer), daher ist Chlor gelbgrün, Brom und Stickstoffdioxid braun, Joddampf violett usw., sichtbar aber leider nur in hohen (tödlichen) Konzentrationen.

Kohlenwasserstoffe hingegen absorbieren Strahlung in einem ganz bestimmten Wellenlängenbereich, etwa von 3,3 bis 3,5 Mikrometer – und das lässt sich messtechnisch nutzen, denn Luft, d. h. Sauerstoff, Stickstoff und Argon absorbieren in diesem Bereich nicht. In einem Behältnis, das gasförmigen Kohlenwasserstoff wie z. B. Methan oder Propan enthält, wird die Intensität von eingestrahltm Infrarot Licht geschwächt, und diese Schwächung ist von der Gaskonzentration abhängig.

IR-Sensor



Reaktion



Luft: Infrarot geht ungeschwächt hindurch – Intensität bleibt gleich

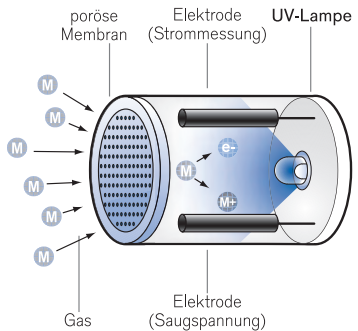
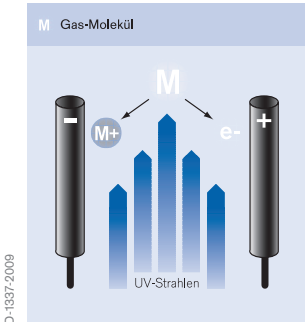
Gas (z.B. Methan): Infrarot geht geschwächt hindurch – Intensität verringert sich entsprechend der Konzentration an Methan. Dieses ist das Prinzip eines Infrarot-Messgerätes, das sich die IR-Sensoren von Dräger zunutze machen. Brennbare Gase und Dämpfe sind meist Kohlenwasserstoffe, und Kohlenwasserstoffe sind fast immer über ihre typische IR-Absorption detektierbar.

Funktionsprinzip: Die zu überwachende Umgebungsluft gelangt durch Diffusion oder Pumpe in die Messküvette. Vom Strahler gelangt breitbandige Strahlung durch ein Fenster in die Küvette, wird an den verspiegelten Wänden reflektiert und fällt nach Durchtritt durch ein Fenster auf den Doppeldetektor. Dieser besteht aus einem Mess- und Referenzdetektor. Enthält das Gasgemisch einen Anteil an Kohlenwasserstoffen, so wird ein Teil der Strahlung absorbiert und der Messdetektor liefert ein verringertes elektrisches Signal. Das Signal des Referenzdetektor bleibt dabei unverändert. Schwankungen der Leistung des Strahlers, Verschmutzung des Spiegels und der Fenster sowie Störungen durch Staub- oder Aerosolbelastung der Luft wirken auf beide Detektoren in gleichem Maße und werden vollständig kompensiert.

Viele brennbaren Gase und Dämpfe wirken auf den Menschen toxisch, lange bevor sie die untere Explosionsgrenze (UEG) erreichen. Daher ist eine zusätzliche Messung von flüchtigen organischen Substanzen im ppm-Bereich mit einem PID-Sensor eine ideale Ergänzung zum Personenschutz am Arbeitsplatz.

Über den Gaseinlass wird Luft angesaugt und der Meßkammer zugeführt. Dort erzeugt eine UV-Lampe Photonen, die bestimmte Moleküle des Gasstroms ionisieren.

PID-Sensor



Für die Ionisierung der permanenten Gase in der Luft, wie Edelgase, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf, ist eine verhältnis-

mäßig hohe Energie notwendig, daher stören diese Gase die Messung der Schadstoffe nicht. Die meisten als Schadstoffe bekannten organischen Substanzen (z. B. Kohlenwasserstoffe) werden ionisiert und dem zwischen den Elektroden der Meßkammer herrschenden elektrischen Feld ausgesetzt. Die Stärke des entstehenden Stromes ist der Konzentration ionisierter Moleküle in der Detektorkammer direkt proportional. So ist eine Aussage über die Konzentration des Schadstoffes in der Luft möglich.

Ionisationsenergie und UV-Lampen

Die Ionisationsenergie wird in Elektronenvolt (eV) angegeben und sagt aus, wieviel Energie erforderlich ist, um ein Molekül in den ionisierten (geladenen) Zustand zu überführen. Diese Ionisationsenergien sind stoffspezifische Daten wie Siedepunkt oder Dampfdruck. Um eine Substanz zu ionisieren, muss die Ionisationsenergie der zu messenden Substanz kleiner sein, als die Photonenenergie der im PID verwendeten Lampe. Gängig sind zwei unterschiedliche Lampentypen, die 10,6-eV-Lampe und die 11,7-eV-Lampe. Ein PID eignet sich damit für die Detektion ganzer Schadstoffgruppen, kann bei entsprechender Kalibrierung aber auch für die Messung einer Einzelsubstanz eingesetzt werden.

Weitergehende Informationen zu allen Sensoren: Dräger® Sensor- & Gasmessgeräte-Handbuch und Gefahrstoffdatenbank VOICE auf www.draeger.com

Entscheidend für die Erkennung von Gasgefahren ist die Wahl des richtigen Messprinzips. Jedes Messprinzip hat seine Stärken und Grenzen und ist für bestimmte Gasgruppen (brennbare/toxischen Gase und Sauerstoff) optimiert.

Ein wichtige Frage ist daher welche Gase/Dämpfe an den Arbeitsplätzen auftreten. Generell kann man folgende Gasgefahren unterscheiden:

Explosionsrisiko (Ex-Gefahr)

- Überall da, wo brennbare Gase oder Dämpfe vorkommen, herrscht ein erhöhtes Explosionsrisiko. Typische Bereiche hierfür sind: Bergbau, Raffinieren, chemische Industrie und viele mehr. Infrarot- und Wärmetönungssensoren kommen hier zum Einsatz. Typischerweise erfassen diese Sensoren Gaskonzentration im Bereich der UEG, sind aber auch teilweise für den 100-Vol.-%-Bereich einsetzbar.

Sauerstoffmangel / Sauerstoffüberschuss

- Sauerstoffmangel ist lebensbedrohlich. Sauerstoffüberschuss hat Einfluss auf die Entflammbarkeit von Materialien bis hin zur Selbstentzündung. Meistens werden für die Messung von Sauerstoff elektrochemische Sensoren eingesetzt. Die Messbereiche liegen zwischen 0 – 25 Vol.-% bis hin zu 100 Vol.-%. Aber auch Dräger-Röhrchen und CMS können hier zum Einsatz kommen

Toxizität (Tox-Gefahr)

- Giftige Stoffe können überall vorkommen. Bei industriellen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen, beim Transport (Schiene, Straße, Schiff), bei unvollständiger Verbrennung (CO), aber auch bei ganz natürlichen Prozessen wie Fäulnis- und Zersetzungsprozessen beim Abbau von Biomasse.

Für die Detektion giftiger Gase können unterschiedliche Messprinzipien eingesetzt werden.

- Dräger-Röhrchen
- CMS
- Elektrochemische Sensoren
- PID-Sensoren

Die Entscheidung, welches Prinzip das Richtige für eine bestimmte Anwendung ist, hängt von weiteren Faktoren ab, zum Beispiel:

- Welche anderen Gefahrstoffe liegen ebenfalls vor (Querempfindlichkeit)
- Ist es notwendig, die Gefahrstoffe selektiv zu messen oder ist die Messung eines Summenparameters sinnvoller
- Soll eine Kurzzeit-, Langzeit- oder kontinuierliche Messung durchgeführt werden
- Ist es notwendig, beim Überschreiten von Grenzwerten Warn- und Alarmfunktionen zu haben usw.



Einsatz und Anforderungen Gasmessgeräte

Tragbare Gasmessgeräte müssen verschiedene Gefahrstoffe unter wechselnden Rahmenbedingungen zuverlässig messen können. Das stellt höchste Ansprüche an Zuverlässigkeit, Robustheit und Flexibilität, denn schließlich sind Messgeräte direkt verantwortlich für die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter. Nicht jedes Gerät darf in jeder Arbeitsatmosphäre eingesetzt werden. Vor Einsatz des Gerätes muss geklärt sein, ob die Geräte-Spezifikationen ausreichend sind. In Normen und Richtlinien sind diese Anforderungen festgehalten.

Die Anforderungen an tragbare Gasmessgeräte sind sehr differenziert. Die unterschiedlichsten Einsatzbereiche fordern, entsprechend der jeweiligen Einsatzbedingungen, eine an die Messaufgabe angepasste Lösung.

Generell kann man zwischen folgenden Einsatzbereichen unterscheiden

Personenbezogene Messungen

- Die Geräte sollen den Träger vor Gasgefahren in seinem unmittelbaren Arbeitsbereich warnen. Sie werden daher meist direkt an der Arbeitskleidung getragen. Die Basisanforderungen an solche Geräte sind daher hoher Tragekomfort, Robustheit und Zuverlässigkeit. Für diese Messaufgabe eignen sich kontinuierlich messende Eingas- oder Mehrgasmessgeräte. Für Kurzzeitmessungen (Spotmessung) können auch Dräger-Röhrchen oder CMS eingesetzt werden.

Bereichsüberwachung

- Hier geht es darum einen Bereich, in dem ein oder mehrere Arbeiter tätig sind, zu überwachen. Das Gerät wird an einer zentralen Stelle positioniert, so dass der Arbeitsbereich optimal überwacht werden kann. Robustheit, Standfestigkeit und eine extrem gute Wahrnehmung von Alarmen (optisch und akustisch) sind hier die Basisanforderungen. Dabei kommen kontinuierlich messende Mehrgasmessgeräte zum Einsatz.

Einstieg in enge Räume

- Für Wartungs- oder Reparaturarbeiten ist es oft nötig in sogenannte enge Räume (confined spaces) einzusteigen. Aufgrund der räumlichen Enge, der fehlenden Belüftung und der in ihnen vorkommen gefährlichen Stoffe, ist das Gefahrenpotential in diesen Arbeitsbereichen besonders hoch. Vor jedem Betreten dieser Arbeitsbereiche ist eine Freigabemessung nötig. Mehrgasmessgeräte mit entsprechender Pumpe und Zubehör wie Schläuche und Sonden kommen hier zum Einsatz. Nach erfolgreicher Freigabe können die gleichen Geräte dann für die personenbezogene kontinuierliche Messung bei den Arbeiten in den engen Räumen eingesetzt werden. Für Spotmessungen sind auch Dräger-Röhrchen und CMS geeignet.

Lecksuche

- Leckagen können überall auftreten, wo Gase oder Flüssigkeiten gelagert oder transportiert werden. Es gilt diese schnell zu entdecken, um durch geeignete Maßnahme Schäden von Mensch, Umwelt und Anlage abzuwenden. Messgeräte mit einsprechender Pumpe müssen schnelle Ansprechzeiten haben, um schon geringe Konzentrationsänderungen zu detektieren. Eine große Zuverlässigkeit ist ebenso die Mindestanforderung an diese Messgeräte.

Lässt sich die Gefahr durch toxische Gase oder Dämpfe auf ein Einzelgas oder eine Leitkomponente beschränken, sind Eingasmess- und Warngeräte die ideale Lösung für personenbezogene Messung am Arbeitsplatz. Sie sind klein, robust und ergonomisch. Typischerweise werden die Geräte direkt an der Arbeitskleidung in der Nähe des Atembereiches getragen ohne dabei die Bewegungsfreiheit der Beschäftigten einzuschränken. Die Geräte überwachen kontinuierlich die Umgebungsluft und geben Alarm (optisch, akustisch und durch Vibration) wenn die Gaskonzentration eine am Gerät voreingestellte Alarmgrenze überschreitet. Somit können Beschäftigte direkt auf Gefahren reagieren, wenn im Normalbetrieb Störfälle entstehen oder wenn bei Wartungs- und Reparaturarbeiten, nicht vorhersehbare Ereignisse auftreten.

DrägerSensor®

Längere Betriebszeiten mit Dräger XXS Sensoren

Große Anzeige

Das klar strukturierte, sprachfreie Display zeigt alle wichtigen Informationen auf einen Blick



Stabiles Gehäuse

Stoßfestes Gehäuse und ergonomisches Design

Gute Sichtbarkeit

Farbige Etiketten ermöglichen die einfache Unterscheidung der Instrumente auch von weitem

Dräger Pac 3500 – 7000

Die Pac 3500 – 7000 Familie ist mit XXS-Sensoren bestückt. Es handelt sich hierbei um miniaturisierte elektrochemische Sensoren, die ein kleineres ergonomisches Gerätedesign ermöglichen. Der Sensor sitzt direkt hinter einem auswechselbaren Staub- und Wasserfilter, der ihn vor Umwelteinflüssen schützt und trotzdem kaum wahrnehmbare Einflüsse auf die Ansprechzeiten hat. Neben Genauigkeit und Zuverlässigkeit spielt die Ansprechzeit eine entscheidende Rolle. Die sogenannten t_{90} bis t_{20} Zeiten geben Auskunft, wie schnell der Sensor auf Gaskonzentrationsänderungen reagiert. Durch die schnelle Reaktionszeit und die sehr kurze Diffusionsstrecke reagieren diese Sensoren blitzschnell und zeigen eine auftretende Gasgefahr sofort an. Überschreiten die Gaskonzentrationen die voreingestellten Alarmschwellen gibt das Gerät akustischen, optischen und Vibrationsalarm.

Robustheit und Ex-Schutz sind zwei weitere wesentliche Faktoren für die Wahl des richtigen Gasmessgerätes.

Dräger X-am 5100

Das Dräger X-am 5100 ist für die Messung der Gase / Dämpfe Hydrazin, Wasserstoffperoxid und HCl / HF optimiert. Diese speziellen Gasgefahren sind schwer detektierbar, da sie an verschiedenen Oberflächen adsorbieren. Der offene, aus dem Gerät herausragende Gaszutritt des Gerätes verhindert, dass sich zwischen Gas und Gas-sensor adsorbierende Oberflächen befinden. Ein schnelles Ansprechen der bewährten XS Sensoren ist somit auch diese speziellen Gase gewährleistet.

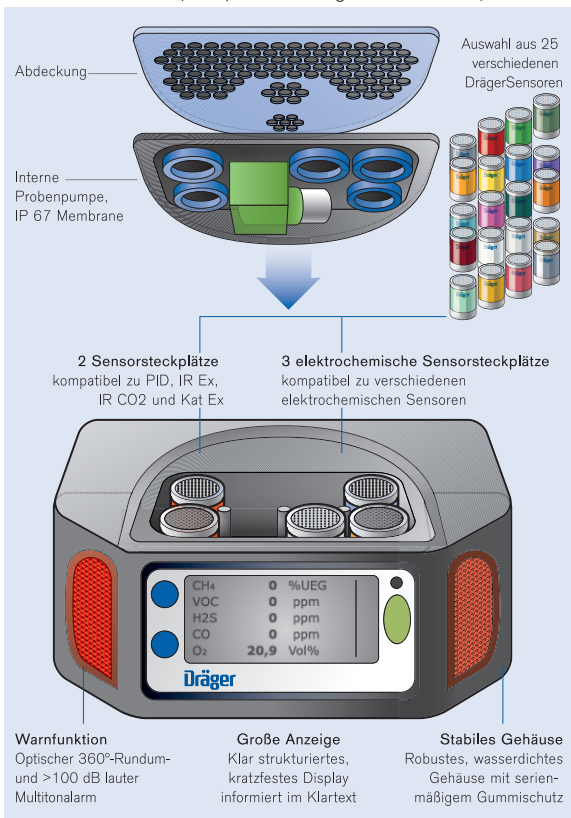
Mehrgasmessgeräte

ST-7070-2005

Treten in einem Arbeitsbereich verschiedene Gefahrstoffe (Ex-Ox-Tox) auf, so empfiehlt sich der Einsatz von kontinuierlich messenden Mehrgasmessgeräten. Sie bieten die Möglichkeit unterschiedliche Messprinzipien (Infrarot-, Wärmetönungs-, PID- und elektrochemische Sensoren) in einem Gerät und somit die jeweiligen Stärken der Messprinzipien zu nutzen.

Die Zusammenstellung der Sensoren hängt von der jeweiligen Applikation ab. So können zeitgleich und kontinuierlich bis zu 6 Gase gemessen werden. Neben dem Einsatz für die personenbezogene Messung oder Bereichsüberwachung, werden Mehrgasmessgeräte durch optionales Zubehör auch für Freigabemessungen und Leckagesuche eingesetzt. Zu den Mehrgasmessgeräten zählen Dräger X-am 1700/ X-am 2000/ X-am 3000/ X-am 5000 / X-am 5600 und X-am 7000.

Gasmesstechnik (Beispiel das Dräger X-am 7000)



D-1339-2009

Mehrgasmessgeräte

Bei industriellen Prozessen sind sehr häufig brennbare Substanzen, möglicherweise auch brennbare Stäube beteiligt. In diesen Bereichen können brennbare Gase und Dämpfe prozessbedingt (z. B. durch Entlastungsventile) oder auch durch unvorhersehbare Vorgänge (Störfälle) freigesetzt werden. Präventiv werden solche Gefährdungsbereiche zu Ex-Bereichen („Zonen“) deklariert, in denen ausschließlich Betriebsmittel eingesetzt werden dürfen, die mit einer zuverlässigen Zündschutzart versehen sind.

Weltweit ist der Explosionsschutz genormt, wobei die Normungsbasis nach IEC, (international) CENELEC (Europa) und NEC 505 (Nordamerika) vergleichbar ist und auf dem 3-Zonen-Konzept aufbaut, das zusehends auch in den USA akzeptiert wird.

Zone nach IEC, NEC 505 und EN	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre existiert...
Zone 0	ständig, häufig oder langfristig
Zone 1	gelegentlich
Zone 2	selten und kurzzeitig

während der typisch amerikanische Explosionsschutz nach NEC 500 noch auf dem 2-Divisions-Konzept aufbaut:

Division nach NEC 500	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre existiert...
Division 1	ständig oder gelegentlich
Division 2	selten und kurzzeitig

Nach IEC, NEC 505 und EN gibt es sieben genormte Zündschutzarten für elektrische Betriebsmittel in der Zone 1 während in Nordamerika (USA/Kanada) nach NEC 500 lediglich drei Zündschutzarten für die Division 1 angewendet werden:

Zündschutzarten nach IEC, NEC 505 und EN	vergleichbare Zündschutzarten nach NEC 500
Druckfeste Kapselung	Explosion proof
Vergusskapselung	–
Sandkapselung	–
Ölkapselung	–
Fremdbelüftung	Purged / Pressurized
Erhöhte Sicherheit	–
Eigensicherheit	Intrinsically safe

Die normgerechte Kennzeichnung eines Gasmessgerätes, z. B. Ex ia IIC T4, informiert den Fachmann über die Verwendbarkeit in dem vorgesehenen Gefahrenbereich.

ATEX 95 – Richtlinie 94/9/EG

Bekannt auch als ATEX 95 (ehemals ATEX 100a), verbindlich seit 1. Juli 2003. Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen (Nationale Umsetzung: Explosionsschutzverordnung ExVO). Betrifft die Anforderungen an die Beschaffenheit von Betriebsmitteln zum Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen.



Benannte Stelle bzgl. Qualitätsüberwachung der Fertigung entspricht den Anforderungen der EU

Kennzeichnung (nach ATEX):



I M2 / II 2G

Kategorie

Art der explosionsfähigen Atmosphäre:
G: Gas, Dampf, Nebel; D: Staub

I: Bergbau II: Industrie

entspricht der Richtlinie 94/9/EG

Explosionsschutz:

Ex d ia IIC T4 Gb

EPL (Equipment Protection Level) G = Gas
a = für Zone 0, b = für Zone 1, c = für Zone 2

Temperaturklasse

i = Eigensicherheit
a = deckt 2 Fehlerfälle ab
b = deckt 1 Fehlerfall ab
c = deckt den Normalbetrieb ab

Zündschutzart: druckfeste Kapselung

Explosionsschutzgeschütztes Betriebsmittel

Explosionsgruppe: I: Bergbau, II: alles außer Bergbau
Untergruppen IIA, IIB und IIC
Unterteilung der Gase in Bezug auf ihre Zündwilligkeit

EG-Baumusterprüfbescheinigung:

BVS 10 ATEX E 080X

X: Besondere Bedingungen
U: Ex-Bauteil, Komponente

Nummer der Bescheinigung

entspricht der Richtlinie 94/9/EG

Jahr der EG-Baumusterprüfbescheinigung

Benannte Stelle bzgl. EG-Baumusterprüfung

Geräteкатегории und Anforderungen an die Sicherheit:

Gerätegruppe	Kategorie	Sicherheit
I (Bergbau)	M1	sehr hoch
	M2	hoch
II (Industrie)	1	sehr hoch
	2	hoch
	3	normal



Bekannt auch als ATEX 137 (ehemals ATEX 118a), verbindlich seit 30. Juni 2006. Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen (Nationale Umsetzung in Deutschland: Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV). Betrifft die Mindestanforderungen an Gesundheitsschutz und Sicherheit der Arbeitnehmer in explosionsgefährdeten Bereichen.

Zonen-Definition:

Gas, Dampf	Staub	zündfähige Atmosphäre existiert...
Zone 0	Zone 20	ständig, langfristig, häufig
Zone 1	Zone 21	gelegentlich
Zone 2	Zone 22	normalerweise nicht, kurzzeitig

Auswahl von Betriebsmitteln (diese Tabelle verbindet die Kategorien der ATEX 95 mit den Zonen der ATEX 137):

erlaubter Einsatz	Gas, Dampf (G)	Staub (D)
Geräte mit Kategorie 1	Zone 0, 1, 2	Zone 20, 21, 22
Geräte mit Kategorie 2	Zone 1, 2	Zone 21, 22
Geräte mit Kategorie 3	Zone 2	Zone 22

Beispiel: In der Zone 21, wo gelegentlich zündfähige Atmosphären von Staub entstehen können, müssen eingesetzte Betriebsmittel mit **II 2D** oder **II 1D** gekennzeichnet sein.

Erforderliche Maßnahmen:

- Beurteilung des Explosionsrisikos
- Einteilung des gefährdeten Bereiches in Zonen
- Kennzeichnung des gefährdeten Bereichs durch dreieckiges Warnschild „Ex“
- Sicherheitsstrategien des Betreibers
- Explosionsschutzdokument
- Qualifikation der Arbeitnehmer
- Kriterien für Zulassung von Arbeiten im gefährdeten Bereich

Leitsatz der Gefahrenabwehr:

- Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre vermeiden, falls das nicht möglich ist:
- Entzündung von explosionsfähiger Atmosphäre verhindern, falls das nicht möglich ist:
- Schädliche Auswirkung der Explosion auf ein erträgliches Maß reduzieren.

Anforderungen an Gasmessgeräte

Als Produkte der Sicherheitstechnik müssen Gasmessgeräte für den industriellen Einsatz neben den gesetzlichen Auflagen (Explosionsschutz, elektromagnetische Verträglichkeit) weitere Anforderungen erfüllen, so dass auch unter harten Einsatzbedingungen die Produktqualität und die Zuverlässigkeit der Gasmessgeräte gewährleistet bleibt.

Explosionsschutz-Normen:

Konstruktionsanforderungen stellen sicher, dass das Gasmessgerät nicht zur Zündquelle wird. Weltweit akzeptierte Normen sind IEC, EN (ATEX), CSA, UL, GOST etc.

Schutzarten nach EN 60529 (IP-Code)

Der IP-Code gibt Auskunft über den Schutzbereich des Gehäuses gegenüber Fremdkörper und Wasser.

IP = Ingress Protection

Auszug in Anlehnung an die DIN EN 60529:

Erste Kennziffer	Schutz gegen feste Fremdkörper	Zweite Kennziffer	Schutz gegen Wasser
	5 Schutz gegen Berührung. Schutz gegen Staubablagerungen im Inneren		5 Schutz gegen Wasserstrahl (Düse) aus beliebigem Winkel
	6 Vollständiger Schutz gegen Berührung. Schutz gegen das Eindringen von Staub		6 Schutz gegen Wassereindringen bei vorübergehender Überflutung
			7 Schutz gegen Wassereindringen bei zeitweisem Eintauchen

D-1343-2009

Durch Schutzklasse IP 67 ist ein hohes Maß an Robustheit gewährleistet, was aber auch negative Folgen für die Dampfdurchlässigkeit haben kann. Die MEWAGG (Arbeitskreis „Mess- und Warngeräte für gefährliche Gas“) der BG Chemie empfiehlt daher Anwendern, die nicht nur Gase wie Methan oder Propan nachweisen wollen, sondern auch höhere Kohlenwasserstoffe oder Lösemittel, sich die Eignung des Gerätes durch den Hersteller bestätigen zu lassen. Dieses kann zum Beispiel das Messtechnische Gutachten nach ATEX sein.

Qualität der Messfunktionen

Einhaltung einer vorgegebenen Messqualität auch unter extremen Umgebungsbedingungen (Temperatur, Druck, Wind, Feuchte, Vibration etc.)

EN 45 544 – für toxische Gase und Dämpfe

EN 50 104 – für Sauerstoff

EN 60 079-29-1 – für brennbare Gase und Dämpfe

Elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 50270

Elektrische oder elektronische Geräte sollen sich durch elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder nicht gegenseitig beeinflussen bzw. stören. Das heißt zum Beispiel, durch Benutzung eines Handys oder eines Funkgerätes in der unmittelbaren Nähe eines Gasmessgerätes darf das Messsignal des Gasmessgerätes nicht gestört werden und umgekehrt. Durch EMV-Richtlinien und EMV-Normen wird der Nachweis und die Bestätigung von Störunempfindlichkeit und geringer Störaussendung erbracht.

Anforderungen an Gasmessgeräte



Die Kalibrierung von Gasmessgeräten ist außerordentlich wichtig, denn verständlicher Weise können Gasmessgeräte nicht richtig messen, wenn sie falsch kalibriert sind.

Dräger-Röhrchen und CMS

Diese beiden Messgeräte werden mit einer Kalibrierung ausgeliefert. Bis zur eigentlichen Messung bzw. bis zum Ende des Haltbarkeitsdatums sorgt das hermetisch verschlossene Glasröhrchen für die Stabilität der Kalibrierung, wenn die auf der Banderole aufgedruckten Lagerbedingungen eingehalten werden.

Sensoren / tragbare Gasmessgeräte

Sensoren werden für kontinuierliche Messungen eingesetzt. Umwelteinflüsse oder andere Gase können daher die Kalibrierung, die bei der Auslieferung des Sensors zum Kunden mitgeliefert, verändern. Die BG Chemie empfiehlt daher in ihren Merkblättern T021 (Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe)/T 023 (Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz) regelmäßige Kontrollen ggf. Kalibrierungen.

Während die Nullpunkt-Kalibrierung sich meistens recht einfach gestaltet, weil ja oftmals die Umgebungsluft hierzu herangezogen werden kann, ist die Kalibrierung der Empfindlichkeit nicht ganz so trivial.

Gerade, weil elektrochemische Sensoren oft reaktive Gase detektieren, müssen diese auch mit reaktiven Gasen kalibriert werden – und reaktive Gase reagieren auch in geringen Konzentrationen schon mit (feuchten) Materialoberflächen oder Kunststoffen. Deshalb ist es wichtig die Strecken zwischen Prüfgas und Gerät so kurz wie möglich zu halten. Die Hersteller von Gasmessgeräten bieten deshalb Kalibrierzubehör an, das diese Anforderungen erfüllt und auf die Geräte optimiert ist.

Wenn auch aus sicherheitstechnischer Sicht stets mit dem Zielgas kalibriert werden sollte, also dem Gas, das auch betrieblich detektiert werden soll, so gibt es vielerlei Gründe, ein Ersatz-Prüfgas für die Kalibrierung zu verwenden.

Sollen mehrere Gase mit ein und demselben Sensor detektiert werden, so muss der Sensor auf das Gas kalibriert werden, auf das er am unempfindlichsten reagiert. Man ist dann auf der sicheren Seite, weil alle anderen Gase in ihrer Konzentration überbewertet werden.

Prüfgase werden sowohl als Einzelgase als auch als Mischgase für die Kalibrierung von Mehrgasmessgeräten angeboten.

Gefahrstoffdatenbank Dräger VOICE

Die Gefährdung des Menschen durch eine Vielfalt von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen und in der Umwelt steigt in unserer technisch orientierten Gesellschaft unaufhaltsam. Eine entscheidende Rolle zur Ergreifung der richtigen Maßnahmen spielt die schnelle, umfassende und jederzeit abrufbare Information.

In der umfangreichen Datenbank Dräger VOICE werden aktuelle Informationen zu mehr als 1.700 Gefahrstoffen und 11.500 Synonymen angeboten.

Dräger VOICE zeichnet sich besonders durch eine direkte, zeitsparende Verknüpfung zwischen Gefahrstoff, Messmöglichkeit und Schutzausrüstung aus. Hinweise zum ordnungsgemäßen Umgang mit den empfohlenen Produkten sorgen für zusätzliche Sicherheit in der Anwendung.

Zu jeder ausgewählten Substanz können diverse und kontinuierlich aktualisierte **Stoffinformationen abgerufen werden wie:**

- aktuelle nationale und internationale Grenzwerte
- chemisch-physikalische Informationen (Formel, Dampfdruck, Schmelz- und Siedepunkt u.s.w.)
- Brandschutzinformationen (UEG, OEG, Flammpunkt, Zündpunkte u.s.w.)

- Identifikationszahlen (CAS-Nr., UN-Nr., EG-Nr.)

Die Gefahrstoffdatenbank Dräger VOICE ist im Internet direkt über www.draeger.com/voice verfügbar.

D-27830-2009

The screenshot displays the Dräger VOICE web application interface. At the top, there is a banner image showing a person in a blue protective suit and mask. Below the banner, the Dräger logo is visible. The main content area is titled "Chlorine (Chlorine) [Chemical formula: Cl₂]" and provides various identification numbers: CAS-No. 7782-50-5, EINECS-No. 231-858-5, and UN-No. 1017. It also lists protection measures: Free Protection, Masking, and Symptoms. A section titled "Chlorine 9.2/4" shows an image of a gas cylinder and provides order code CH24301 and type Scale tube. A table lists measurement ranges and strokes for different media: Air (0.02 - 0.3 ppm, 100 strokes), Air (0.2 - 3 ppm, 10 strokes), and Air (2 - 30 ppm, 1 stroke). The interface includes navigation buttons like "New Search", "New Substance", "Back", "Text", "Profile", and "Disclaimer". On the right side, there are links for "Dräger voice News", "Contact us", "Measurement Instructions", "Product Information", "Related Products", and "Technical Documentation".

Dräger VOICE: Gefahrstoffdatenbank

HAUPTSITZ:

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

www.draeger.com

NIEDERLASSUNGEN:

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 ATEMSCHUTZ, MOBILE MESSTECHNIK:

REGION NORD

Albert-Schweitzer-Ring 22
22045 Hamburg
Tel 040 668 67-0
Fax 040 668 67-150
vertrieb.nord@draeger.com

REGION OST

An der Harth 10 B
04416 Markkleeberg
Tel 0341 35 0 31-0
Fax 0341 35 0 31-161
vertrieb.ost@draeger.com

REGION SÜD

Vor dem Lauch 9
70567 Stuttgart
Tel 0711 721 99-0
Fax 0711 721 99-50
vertrieb.sued@draeger.com

REGION WEST

Kimplerstraße 284
47807 Krefeld
Tel 02151 37 35-0
Fax 02151 37 35-50
vertrieb.west@draeger.com

DRÄGER SERVICE:

REGION NORD

Albert-Schweitzer-Ring 22
22045 Hamburg
Tel 040 668 67-161
Fax 040 668 67-155
service.nord@draeger.com

REGION OST

An der Harth 10 B
04416 Markkleeberg
Tel 0341 35 0 31-164
Fax 0341 35 0 31-166
service.ost@draeger.com

REGION SÜD

Vor dem Lauch 9
70567 Stuttgart
Tel 0711 721 99-43
Fax 0711 721 99-51
service.sued@draeger.com

REGION WEST

Kimplerstraße 284
47807 Krefeld
Tel 02151 37 35-16
Fax 02151 37 35-29
service.westkr@draeger.com

REGION WEST

Max-Planck-Ring 25 A
65205 Wiesbaden
Tel 06122 95 65-70
Fax 06122 95 65-77
service.westwi@draeger.com

TOCHTERGESELLSCHAFTEN:

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