

# 1 Allgemeiner Teil

## 1.1 Einführung in die Gasmestechnik

Natürliche, trockene Luft ist chemisch gesehen ein Gasgemisch, das aus 78 Vol.-% Stickstoff, 21 Vol.-% Sauerstoff, 0,03 bis 0,04 Vol.-% Kohlenstoffdioxid sowie Argon, Helium und anderen Edelgasen in Spurenkonzentrationen besteht. Hinzu kommt noch Wasserdampf, also die Luftfeuchte. Ändert sich die Konzentration der Bestandteile oder kommt ein Fremdaas hinzu, wird der Bereich der natürlichen Luft verlassen. Je nach Änderung der Konzentrationen der typischen Luftbestandteile oder der Höhe der Konzentration einer weiteren Beimengung können sich potentielle Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen ergeben.

Das Spektrum sogenannter weiterer Luftbestandteile kann außerordentlich umfangreich sein. Es reicht vom angenehmen Duft eines guten Parfums bis zum penetranten Gestank von Schwefelwasserstoff. Nicht jede dieser „Luftverunreinigungen“ ist gleich gefährlich. Entscheidend sind die Art des Stoffes, die Konzentrationshöhe und die Einwirkungsdauer sowie eventuell synergetische Effekte bei bestimmten Stoffgemischen. Andererseits gibt es aber auch Luftverunreinigungen, die der Mensch aufgrund seiner Sinne nicht wahrnimmt, etwa das farb- und geruchlose Kohlenstoffmonoxid.

Ändert sich also die Zusammensetzung der natürlichen Luft in irgendeiner Weise, so ist in der Regel zu prüfen, was oder welcher Stoff die Ursache für diese Veränderung ist. Auch geruchsintensive Stoffe lassen sich nicht mit Hilfe der Nase hinsichtlich ihrer Konzentration bzw. ihrer Gefährlichkeit abschätzen, da der Geruchssinn über eine bestimmte Zeit sozusagen desensibilisiert wird. Nach ein paar Stunden wird selbst der angenehme Geruch des eigenen Parfums nicht mehr wahrgenommen, höhere Konzentrationen von z. B. Schwefelwasserstoff entziehen sich bereits nach sehr kurzer Zeit dem Geruchssinn.

Manchmal ist die Nase empfindlicher gegenüber bestimmten Luftverunreinigungen als notwendig. Dann werden Stoffe bereits in so niedrigen Konzentrationen wahrgenommen, dass die Gesundheit auch bei längerer Einwirkungsdauer nicht beeinflusst wird. Meist handelt es sich um Lösemittel, die sich teilweise erst in höheren Konzentrationen auswirken. In solchen Fällen ist das Signal der Nase lediglich als Hinweis zu werten, dass sich ein Bestandteil in der Luft befindet, der üblicherweise nicht enthalten ist. Trotzdem ist es in jedem Fall wichtig, die Art und Konzentration eines oder mehrerer Bestandteile festzustellen, die in der natürlichen Luft normalerweise nicht enthalten sind. Hier wird der Bedarf einer objektiven Gasanalyse deutlich. Als technisches Hilfsmittel wird die Gasmestechnik benötigt, da mit dem Geruchssinn nicht alle Stoffe wahrgenommen werden können und eine Konzentrationsabschätzung ohne Gasmessgerät gar unmöglich ist. Die Messung der Konzentration eines Gases als Luftverunreinigung ist notwendig, um zusammen mit der

Einwirkungsdauer und anderen Parametern, wie z. B. der Art der Tätigkeit, abschätzen zu können, ob die jeweilige Luftverunreinigung gefährlich ist oder nicht.

Aber allein über die Konzentration einer Luftverunreinigung kann deren Gefährlichkeit nicht ermittelt werden. Würde beim Rauchen einer Zigarette nur Kohlenstoffmonoxid entstehen, wäre das wesentlich unbedenklicher, da Kohlenstoffmonoxid mit einer Halbwertszeit von 2 Stunden vom Körper wieder abgegeben wird. Die höhere gesundheitliche Bedenklichkeit ergibt sich aufgrund der synergetischen Wirkung der über 800 Einzelbestandteile im Zigarettenrauch sowie des physiologischen Zustandes des Rauchers.

Zur Ermittlung eines Gefährdungspotentials durch gasförmige Luftverunreinigungen ist also die Ermittlung der Konzentration mit geeigneten Gasmessgeräten eine wichtige Voraussetzung. Welches Gerät das sein kann oder muss, hängt davon ab, welche Gase wie häufig zu messen sind. Es gibt -sehr zum Leidwesen des Anwenders aber auch des Herstellers- kein sogenanntes Universalmessgerät, mit dem alle möglichen Gase oder Dämpfe gemessen werden können. Die Vielfalt der Stoffe ist zu groß, als dass es mit einem einzigen Messgerätetyp möglich wäre, die auftretenden Luftverunreinigungen zu messen. Je komplexer ein Stoffgemisch ist, umso komplexer muss auch die Gasmesstechnik sein. Je mehr über einen Stoff oder ein Stoffgemisch bekannt ist, umso einfacher kann die Messaufgabe ausgeführt werden.

Möglicherweise müssen verschiedene Messgeräte bzw. Messverfahren, die auf unterschiedlichen Prinzipien basieren, eingesetzt werden. Von der Messgeräte-Industrie werden hierzu verschiedene Geräte angeboten, die in Abhängigkeit von der Messaufgabe ergänzend einzusetzen sind:

- Flammenionisationsdetektoren
- Fotoionisationsdetektoren
- Gaschromatografen
- Infrarotspektrometer
- UV-VIS Fotometer
- Explosionswarngeräte
- Dräger-Röhrchen
- Dräger Chip-Mess-System
- Laborverfahren mit Sammelröhrchen oder Impringern
- Massenspektrometer
- substanzselektive Messgeräte mit z. B. elektrochemischen Sensoren

Die Auswahl des einzusetzenden Messgerätes oder Messverfahrens hängt unter anderem davon ab, welche Stoffe wie häufig zu messen sind. Jedes der vorgenannten Geräte und Verfahren hat Vor- und Nachteile bzw. Einsatzgrenzen. Sowenig wie es das Universalmessgerät für alle Eventualitäten gibt, existiert ein Verfahren der Gasesstechnik, welches nur Vorteile hat. Bei der Auswahl des richtigen Gerätes bietet die Dräger Safety AG & Co. KGaA kompetentes Know-how, um den Anwender bei der Lösung seiner Messaufgabe zu unterstützen.



ST9-468/20/07

### Dräger X-am 5000

Foto- und Flammenionisationsdetektoren zeichnen sich z. B. durch kurze Ansprechzeiten aus, bieten aber keinerlei Substanzselektivität. Gaschromatografen und UV-VIS-Fotometer erlauben eine große Zahl von Messmöglichkeiten, sind jedoch andererseits verhältnismäßig teuer und erfordern einen Spezialisten, der die Geräte kalibriert und die Messergebnisse richtig interpretiert. Mess- und Warngeräte wie das Dräger X-am 5000 sind mit katalytischen und elektrochemische Sensoren ausgestattet. Diese Geräte werden z. B. für die optische und akustische Warnung vor Explosionsgefahren oder gesundheitsschädlichen Konzentrationen ausgewählter Substanzen am Arbeitsplatz eingesetzt. Für Messungen im Bereich kleinerer Konzentrationen sind sie nicht vorgesehen und somit auch nicht unbedingt geeignet.

Dräger-Röhrchen mit direkter Farbanzeige lassen eine Fülle von Messmöglichkeiten zu. Mit den Dräger-Röhrchen können mehr als 500 verschiedene Stoffe gemessen werden. Darüber hinaus werden die leicht zu handhabenden und abzulesenden Dräger-Röhrchen bereits vom Hersteller einkalibriert.

Zu beachten ist einerseits eine eventuell eingeschränkte Selektivität und andererseits die Tatsache, dass es sich bei Dräger-Röhrchen um sogenannte Einweg-Sensoren handelt. Sollen z. B. täglich viele Messungen des gleichen Stoffes durchgeführt werden, ist ein Messgerät wie das Dräger Pac 7000 CO mit einem elektrochemischen Sensor zum Messen von Kohlenstoffmonoxid aus ökonomischen Gründen dem Dräger-Röhrchen überlegen.

Für den in der Praxis gar nicht so seltenen Fall, dass komplexe Stoffgemische wie z. B. Lösemittelgemische vorliegen, gibt es in der Regel für die Gasesstechnik nur die Möglichkeit, Laborverfahren einzusetzen. Es werden typischerweise Aktivkohleröhrchen mit schadstoffhaltiger Luft beladen, verschlossen und in einem Laboratorium analysiert.

Nach erfolgter Probenahme wird die Analyse im Labor mit gaschromatografischen Methoden durchgeführt. Zuweilen – je nach Aufgabenstellung – auch in Kombination mit der Massenspektroskopie. Laborverfahren dieser Art bringen naturgemäß eine besonders

hohe Selektivität mit sich. Jedoch sind die erforderlichen Analysengeräte sehr teuer und erfordern eine entsprechende Wartung und Bedienung durch Spezialisten.

Für die verschiedenen Bereiche der Gasmesstechnik, sei es die Prozesskontrolle oder die Luftüberwachung am Arbeitsplatz nach den jeweils geltenden Bestimmungen, gibt es verschiedene Messmethoden, -systeme und -verfahren. Die verschiedenen Gasmessgeräte unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihr Messprinzip. Dräger-Röhrchen gehören heute z. B. zu den traditionellen Gasmessgeräten.

Unabhängig vom jeweils einzusetzenden Gasmessgerät oder des entsprechenden Analysenverfahrens gilt in jedem Fall, dass ausnahmslos gezielt der interessierende Schadstoff direkt zu messen ist. Es ist bis auf ganz wenige Ausnahmen bei der Prozessüberwachung sehr unwahrscheinlich, dass Konzentrationen anderer Stoffe sozusagen durch Differenzmessung ermittelt werden können. Liegt beispielsweise die Sauerstoffkonzentration unter der 17 Vol.-%-Grenze, ist nur aufgrund der Sauerstoffmessung nicht bekannt, durch welchen anderen Stoff der Sauerstoff verdrängt wurde. Muss – wie im Fall einer sehr hohen Kohlenstoffdioxid-Konzentration – „nur mit Erstickungsgefahr“ gerechnet werden, oder könnte es sich auch um eine Explosionsgefahr handeln, etwa wenn Methan in einem Kanal aus einer undichten Erdgasleitung ausgetreten ist? Weitere möglicherweise vorhandene Stoffe im ppm-Bereich würden bei der Sauerstoffmessung überhaupt nicht erfasst werden. Das stimmt insofern bedenklich, als dass viele Arbeitsplatzgrenzwerte in der Größenordnung von 1 ppm liegen, jedoch andererseits Schadstoffkonzentrationen selbst in der Größenordnung von 1.000 ppm über eine Sauerstoff-Differenzmessung nur in der dritten Stelle hinter dem Komma erfasst werden können.



1-394-90

**Dräger-Röhrchen**



ST-967-2004

**Laboruntersuchung  
beim Dräger-  
Analyse-service.**

Vor jeder Gasmesstechnik steht die Ermittlung der Randbedingungen, d. h. welche Stoffe zu welchen Zeiten und wo zu messen sind usw. Diese Vorgehensweise wird in jedem Fall für Messungen am Arbeitsplatz zweckmäßig sein, da auf diese Weise die richtige Methode ziel- und kostenbewusst eingesetzt werden kann. Bei anderen Gelegenheiten, etwa bei Unfällen mit Chemikalien, können andere Vorgehensweisen besser sein. Allgemein gilt die Tatsache, dass mehr Wissen über die zu messenden Stoffe den Aufwand bei der Gasmessung erheblich reduzieren kann. Im Gegensatz dazu ist aber auch klar, dass der Aufwand schnell exponentiell steigen kann, wenn keine weiteren Informationen vorhanden sind.