



FACHARTIKEL

Von Dipl.-Ing. Bernhard Kleine, GfG Dortmund

Das Infrarot-Messprinzip im Vergleich zu elektrochemischen Messzellen bei der Messung von Kohlendioxid in Schächten

Vor dem Besteigen von Kanälen in abwassertechnischen Anlagen, Deponien, Kläranlagen, Regenüberlaufbecken und bei Revisionsarbeiten in Behältern müssen zum Schutz des Personals vor dem Auftreten brennbarer oder giftiger Gase Mehrgasmessgeräte eingesetzt werden. Im Abwasser- und Deponiebereich kommen hierfür heute fast ausschließlich 4-6-Gasmessgeräte wie z.B. der Polytektor G750 zum Einsatz.

Es müssen folgende Gasgefahren überwacht werden:

1. Das Auftreten von brennbaren Gas-Dampf-/Luft-Gemischen, um eine Explosion zu verhindern.
2. Sauerstoffmangel, um einen Einstieg ohne umgebungsluftunabhängige Sauerstoffversorgung (schwerer Atemschutz) zu ermöglichen.
3. Sauerstoffüberschuss, um erhöhte Brandgefahr auszuschließen.
4. Das Auftreten von Schwefelwasserstoff, der sich bei organischen Umsetzungsprozessen bei Sauerstoffmangel bildet. Schwefelwasserstoff ist bereits in geringen Konzentrationen toxisch und wirkt als Nervengift.
5. Das Kohlendioxid oder CO_2 . Ein Gas, das sich auch bei allen organischen Umsetzungsprozessen bildet, teilweise sogar je nach geologischer Bodenbeschaffung direkt aus dem Erdreich in den Kanal eindringt oder durch Gleichgewichtsreaktionen aus dem Wasser ausgetragen werden kann. Das Kohlendioxid (CO_2) ist im Gegensatz zu den meisten anderen Gasen 1,5 mal schwerer als Luft und sammelt sich in schlecht belüfteten Räumen an tiefer gelegenen Bereichen an. Einmal dort hingelangt ist es ohne aktive Belüftungsmaßnahmen kaum mehr wegzuschaffen. Seine Gefährlichkeit besteht einerseits im Verdrängen des für die Atmung notwendigen Luftsauerstoffanteiles, andererseits besitzt Kohlendioxid auch toxische Eigenschaften, deren Auswirkungen bei relativ geringen CO_2 -Konzentrationen beginnen.

Die Festsetzung des niedrig erscheinenden MAK-Wertes ist hierin begründet. Kohlendioxid befindet sich in einer Konzentration von 6 Vol.-% in den Alveolen (kleinste Aufzweigungen der Atemwege) und wird über die Alveolarmembran der Lungen abgeatmet. Erhöht sich die CO_2 -Konzentration in der



FACHARTIKEL

Atmosphäre, so führt dies unmittelbar zu einer Veränderung des Konzentrationsgefälles in den Lungenalveolen und damit zu einer Erhöhung des CO₂-Anteils im Blut. Dabei auftretende geringe pH-Verschiebungen in den sauren Bereich führen zur Reizung des Atemzentrums. Durch verstärkte Atmung versucht hierbei der Organismus überschüssiges CO₂ abzubauen. Am empfindlichsten reagiert das Zentralnervensystem. Depressionen, Müdigkeit, narkotische Wirkung bis hin zum tiefen Koma können Folge zu hoher CO₂-Konzentrationen sein.

Eine Messung des Kohlendioxids über die Verdrängung des Luftsauerstoffgehaltes ist entgegen den immer wieder aufgestellten Behauptungen nicht möglich. Da nur ca. 1/5 der Umgebungsluft Sauerstoff ist, verdrängt einströmendes Gas auch nur 1/5 Sauerstoff. Die meisten Gaswarngeräte haben bei 19 Vol.-% den Voralarm für die Sauerstoffmangelanzeige eingestellt. Es würde also erst bei einer Anwesenheit von $1,9 * 5 = 9,5$ Vol.-% CO₂ ein Voralarm und erst bei 19,5 Vol.-% ein Hauptalarm ausgelöst. Bei diesen Konzentrationen droht längst Bewusstlosigkeit, Tod durch Atemstillstand und Lähmung lebenswichtiger Zentren innerhalb weniger Sekunden. Während für die Ex-, Ox- und Schwefelwasserstoffmessung seit Jahren erprobte Messtechnik in tragbaren Gasmessgeräten zur Verfügung steht, ist die Messung von Kohlendioxid erst in den letzten Jahren mit tragbaren Gaswarngeräten möglich geworden. Man unterscheidet bei den Sensoren für die Kohlendioxidmessung zwischen elektrochemischen Sensoren und Infrarotsensoren.

Für die Überwachung von Kohlendioxid CO₂ mit Handmessgeräten ist die Infrarotmesstechnik Stand der Technik. Die kurze Lebensdauer elektrochemischer CO₂-Sensoren, die Querempfindlichkeiten, die hohen Folgekosten sowie das extreme Driftverhalten machen den Einsatz dieses Messprinzips nicht nur aus sicherheitstechnischer Sicht unmöglich, sondern auch aus finanzieller Sicht schnell zu einem teuren Flop. Da es inzwischen genügend Anbieter von Mehrgasmessgeräten mit Infrarotsensorik gibt, ist dieser Messtechnik eindeutig der Vorzug einzuräumen.

Pressekontakt: GfG Marketing, Carsten Schmidt
carsten.schmidt@gfg-mbh.com 02 31 / 564 00 27

Bildmaterial:
Polytector II G750 Mehrgas-Messgerät



FACHARTIKEL

Vergleich der Messprinzipien in der Übersicht

Elektrochemischer Sensor	Infrarot-Sensor
Lebensdauer der Sensoren	
ca. 1 Jahr	über 5 Jahre
Der Elektrolyt eines elektrochemischen CO ₂ -Sensors zersetzt sich mit der Zeit. Durch Anwesenheit von CO ₂ oder anderen Gasen kann sich die Lebenszeit des Sensors drastisch verringern.	Der Infrarot-Sensor hat keine mechanischen Teile, die verschließen können. Eine Vergiftung wie bei elektrochemischen Sensoren ist auch bei hohen Gaskonzentrationen ausgeschlossen.
Querempfindlichkeit	
<p><u>Herstellerangabe:</u> Lebenszeit 1 Jahr, reduzierte Lebenszeit bei Begasung mit CO₂: 800 Vol.% * Betriebsstunden <u>Kosten durch jährlichen Sensorwechsel</u> Bereits nach 1 Jahr (erster Sensortausch) ist der elektrochemische Sensor teurer als der IR-Sensor</p>	
<p>Elektrochemische CO₂-Sensoren sind auf viele Gase querempfindlich: Ammoniak, Chlor, Ethen, Ethanol, Chlorwasserstoff, Kohlenmonoxid, Methanol, Schwefeldi-oxid, Stickstoffoxid, Wasserstoff, Phos-phorwasserstoff und Schwefelwasserstoff. Die Reaktionszeiten sind besonders beim Abklingen extrem lang. Im Kanal ist immer mit Schwefel-wasserstoff (H₂S) zu rechnen!</p>	Infrarot-Sensoren messen selektiv. Kein weiteres Gas beeinflusst die CO ₂ -Messung. Fehlalarme durch weitere Gase sind daher ausgeschlossen. Das Ansprechverhalten und Abklingverhalten ist sehr schnell.
H₂S-Selektivfilter	
<p>100 ppm H₂S vermindern die CO₂-Anzeige um 0,6 Vol. %. Ein Hersteller von elektrochemischen Sensoren schreibt deshalb einen H₂S-Filter vor. Der Filter hat nur eine begrenzte Lebensdauer, die sich bei Anwesenheit von H₂S verkürzt.</p>	Es sind keine Filter notwendig , da H ₂ S den Infrarot-Sensor nicht beeinflusst oder stört. Die CO ₂ -Gaskonzentration wird auch bei erhöhtem H ₂ S <u>richtig</u> angezeigt.
<p><u>Herstellerangabe:</u> Bei 10 ppm H₂S hat der Filter eine Lebensdauer von 15 Tagen. Der Filter muss je nach Schadstoffanfall sofort gewechselt werden. Kosten pro Filter: DM 71,00 Der Filter wird auf den Sensor geklebt, d.h. das Messgerät muss für den Filterwechsel zerlegt werden.</p>	
Langzeitdrift der Empfindlichkeit	
<p>15 % vom Messwert pro Monat. Laut dem Merkblatt der BG-Chemie (T031) muss ein Kalibrierintervall so gewählt werden, dass eine Abweichung von 5 % des Messbereiches nicht überschritten wird. Demnach müsste der elektrochemische CO₂-Sensor alle 10 Tage kalibriert werden. Der Kunde merkt von dem Empfindlichkeitsverlust ohne Überprüfung nichts!</p>	<p>Kleiner 0,4 % vom Messwert pro Monat. Das bedeutet längere Zeiten zwischen den Kalibrierungen und dadurch weniger Kosten durch Service.</p>