

Einleitung

Der elektrochemische Ethylenoxid (ETO)-Sensor reagiert auf einige VOCs zusätzlich zu ETO selbst. In diesem technischen Anwendungshinweis wird der ETO-Sensor mit dem PID der 4er-Serie für die Erkennung von VOCs verglichen. Der PID der 4er-Serie wird im POLI-Multigaswarngerät verwendet, und der ETO-Sensor kann entweder in das UNI-Eingasarngerät oder in ein POLI eingebaut werden. Keiner dieser kostengünstigen Sensoren kann die Schnelligkeit und Empfindlichkeit unserer leistungsstarken NEO PIDs erreichen, aber sie können durchaus sinnvoll sein, wenn es auf geringe Größe oder Kosten ankommt oder eine weniger präzise Messung akzeptabel ist.

Leistungsübersicht

In der nachstehenden Übersichtstabelle werden die wichtigsten Spezifikationen der ETO- und PID-Sensoren verglichen, wobei letztere mit einer 10,6-eV-Standardlampe ausgestattet sind. Der ETO-Sensor kostet anfangs weniger, muss aber häufiger ausgetauscht werden und ist daher auf lange Sicht möglicherweise nicht viel billiger. Sein Messbereich ist nicht so groß, aber die Nachweisgrenze bei 0,5 ppm ist im Wesentlichen die gleiche wie beim PID. Der Hauptvorteil des PID ist seine viel schnellere Reaktionszeit von etwa 10 Sekunden gegenüber 2 Minuten beim ETO-Sensor. Der ETO-Sensor hat eine kleine positive (aber vorübergehende) Interferenz aufgrund einer sehr hohen Luftfeuchtigkeit, wie sie bei schwerer Atemluft auftritt, aber er zeigt nicht die beim PID beobachtete abschwächende Auswirkung auf die VOC-Reaktion.

Übersichtstabelle ETO vs. PID

Parameter	ETO EC Sensor	POLI 4er PID-Sensor (10,6 eV)
Messbereich	0-100 ppm, 0-200 ppm	0-2000 ppm
Auflösung	0.1 ppm	0.1 ppm
Erkennungsgrenze	0.5 ppm	0.5 ppm
Reaktionszeit t90	120 Sekunden	10 Sekunden
Garantie	1 Jahr	1 Jahr
Erwartete Lebensdauer	1 Jahr	2 Jahre
Auswirkung von Luftfeuchtigkeit	Kein Ansprechverlust bei 45% rel. Luftfeuchtigkeit	20% Ansprechverlust bei 45% rel. Luftfeuchtigkeit 50% Ansprechverlust bei 100% rel. Luftfeuchtigkeit
10-Sek.-Atemtest	1.1 ppm	0.1 ppm
Methan-Einfluss	≤10% Wirkung bei 90%Vol CH ₄	Keine VOC-Reaktion in reinem Methan
Erforderlicher Sauerstoff	Nein, wenn die Exposition <5 Min. beträgt	Nein

ETO-Sensor vs. PID Reaktion auf Chemikalien

Die nachstehende Tabelle mit der Querempfindlichkeit vergleicht die Reaktion des ETO-Sensors und des PIDs auf verschiedene Chemikalien. Der ETO-Sensor erkennt hauptsächlich niedermolekulare Verbindungen wie Methanol, Formaldehyd, Ameisensäure, Kohlenmonoxid, Cyanwasserstoff und Methylmercaptan. Andere kleine Verbindungen wie Ethanol, Ethylenoxid und Acrylnitril werden vom ETO-Sensor besser erkannt als vom PID. Umgekehrt spricht der PID besser auf größere Moleküle an, darunter Kohlenwasserstoffe wie Hexan und Benzol, Lösungsmittel wie Trichlorethylen, Aceton und Ethylacetat sowie auf Hunderte anderer organischer Verbindungen, die in den Anwendungshinweisen 2 aufgeführt sind. Damit deckt der ETO-Sensor eine Reihe von VOCs ab, die mit dem PID oft nur schwer zu messen sind. Der Nachweis von Methanol ist von besonderem Interesse, da es häufig von Gefahrgut-Teams benötigt wird und es keine andere

einfache Möglichkeit gibt, es zu überwachen. Der PID benötigt 11,7-eV-Lampen, die nur 1-2 Monate halten, Gasdetektorröhren ermöglichen keine kontinuierliche Überwachung, und Flammenionisationsdetektoren (FIDs) sind kostspielig und unhandlich. Der ETO-Sensor bietet eine gute, kostengünstige kontinuierliche Überwachung und kann auch Ethanol und Isopropanol mit gleicher oder besserer Genauigkeit als ein PID messen. Acrylnitril, das bei der Herstellung von Gummi und Kunststoffen verwendet wird, ist eine weitere Verbindung, die der ETO-Sensor messen kann, während der PID die kurzlebige 11,7-eV-Lampe benötigt. Die Nachweisgrenze von ca. 5 ppm macht ihn für Messungen bei der OSHA-TWA-Stufe von 2 ppm ungeeignet, jedoch ist er besonders für die Warnung der Obergrenze von 10 ppm geeignet.

Für Formaldehyd empfehlen wir die Verwendung des EC-Sensors, der speziell für dieses Gas entwickelt wurde, da der ETO-Sensor keine ausreichend niedrige Nachweisgrenze hat.

Verbindung	ETO EC Sensor		POLI PID	
	ETO Sensor KF*	Nachweisgrenze (ppm)	PID Isobutylene KF* (10.6 eV)	Nachweisgrenze (ppm)
CO (Kohlenmonoxid)	2.3	1.2	KR**	KR
HCN (Cyanwasserstoff)	2.8	1.4	KR	KR
Formaldehyd	0.4	0.2	KR	KR
Ameisensäure	1.4	0.7	KR	KR
Acrylnitril	11	5.5	KR	KR
Methanol	0.9	0.5	KR	KR
Ethanol	1.5	0.8	10	5
Isopropanol	4.0	2.0	6	3
Ethylenoxid	1.0	0.5	13	6.5
Methylmercaptan	1.4	0.7	0.54	0.3
NO (Stickstoffmonoxid)	1.6	0.8	6	3
NO2 (Stickstoffdioxid)	6.1	3.1	16	8
Isobutylene	1.7	0.9	1.0	0.5
Vinylchlorid	2.5	1.3	2.0	1.0
Trichlorethylen	KR**	KR	0.61	0.6
Aceton	KR	KR	1.1	0.6
Ethylacetat	KR (KF~50)	KR	4.3	2.2
Benzol	KR	KR	0.5	0.3
n-Hexan	KR (KF~100)	KR	3.8	1.9
Methan	KR	KR	KR	KR
Methylenchlorid	KR	KR	KR	KR
Acetonitril	KR (KF~80)	KR	KR	KR

*KF = Korrekturfaktor = (Ansprechverhalten von ETO)/(Ansprechverhalten der Verbindung).

PID KF = (Ansprechverhalten bei Isobutylene)/(Ansprechverhalten der Verbindung) (Für PID, siehe TN 2).

**KR = Keine Reaktion

Messungen bei Methan und hoher Luftfeuchtigkeit

Der ETO-Sensor hat eine leicht positive Interferenz bei hoher Luftfeuchtigkeit, aber die Luftfeuchtigkeit unterdrückt die Reaktion von VOCs nicht, wie es beim PID der Fall ist. Ein einzigartiges Merkmal ist die Fähigkeit des ETO-Sensors, VOCs in reinen Methan-Matrixgas zu messen, welches die Reaktion der VOCs bei einem PID vollständig unterdrückt. Somit kann er zur Messung von Geruchsstoffen wie Methylmercaptan, welches dem Erdgas zugesetzt wird, verwendet werden, obwohl es Methylmercaptan- und THT-Sensoren gibt, die für diesen Zweck spezifischer sind. Wie bei den meisten EC-Sensoren wird für den elektrochemischen Prozess Sauerstoff benötigt, doch können die Messungen auch in Inertgas wie Erdgas oder Stickstoff durchgeführt werden, wenn die Messungen möglichst kurz gehalten werden (< 5 Minuten) und der Sensor zwischen den Messungen an der frischen Luft bleibt.

WatchGas Application Note 9: Ethylene Oxide EC Sensor for Selected VOCs DE v1.2 09-11-21 © 2021 WatchGas B.V.

WatchGas is dedicated to continuously improving its products. Therefore, the specifications and features mentioned in this datasheet are subject to change without prior notice.

Zusammenfassung

Neben seiner Hauptfunktion, der Überwachung von Ethylenoxid, bietet der ETO-Sensor eine kostengünstige Option für die kontinuierliche Messung kleiner sauerstoffhaltiger Kohlenstoffverbindungen wie Methanol und Ethanol, die für einen PID nur schwer zu messen sind. Die Nachweisgrenze liegt bei 0,5 ppm, und die Auswirkungen von Feuchtigkeit oder Methangas sind gering oder gar nicht vorhanden. Das UNI mit einer Batteriebensdauer von mehr als 2 Jahren ist besonders nützlich für die Erkennung von Alkoholen durch Gefahrgut-Teams, die die Sensoren unter Umständen über lange Zeiträume lagern müssen, bevor sie zum Einsatz kommen. Der größte Nachteil des ETO-Sensors ist seine relativ lange Ansprechzeit von etwa 2 Minuten.



UNI - Nachhaltiges Eingaswarngerät für ETO



POLI Multigaswarngerät mit ETO-Sensor und/oder PID

ETO-Sensor für VOCs

Vorteile	Nachteile
Geringe Kosten	Langsame Reaktion ($t_{90} \geq 2$ Min.)
Geringe Wartung	Querempfindlich gegenüber CO
>2 Jahre Lebensdauer der Lithiumbatterie für das UNI Eingaswarngerät	Schwache Reaktion bei sehr hoher rel. Luftfeuchtigkeit
Kontinuierliche Messungen	
Nachweisgrenze ~0,5 ppm	
Selektiv für kleine Verbindungen wie Methanol und ETO	
Misst Alkohole und Acrylnitril	
Kein Feuchtigkeits-Quenchen	
Keine Beeinträchtigung durch Methan	