

Einleitung

Der elektrochemische Sensor für Ethylenoxid (ETO) reagiert neben Ethylenoxid selbst auch auf einige VOCs. 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-Eingaswarngerät oder in das POLI-Multigaswarngerät 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 des ETO- mit denen des PID-Sensors verglichen, letzterer ist mit einer Standard 10,6 eV Lampe ausgestattet. Der ETO-Sensor ist zunächst kostengünstiger, muss aber häufiger ausgetauscht werden und ist somit auf lange Sicht betrachtet nicht wesentlich günstiger. 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
Nachweisgrenze	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

† Für das POLI ist ein PID der 4-er Serie für den ppb-Bereich (0,01-200 ppm) erhältlich, dessen Auflösung und Nachweisgrenzen 10-mal niedriger sind, während die anderen Parameter gleich bleiben.

* Nachweisgrenze für UNI; derzeitige Toleranzgrenze für POLI ist 4,5 ppm, die für spezielle Anwendungen auf 0,5 ppm eingestellt werden kann (kontaktieren Sie WatchGas).

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 geringe Verbindungen wie Ethanol, Ethylenoxid und Acrylnitril weisen eine höhere Empfindlichkeit auf dem ETO-Sensor als auf dem PID auf. Umgekehrt spricht der PID hingegen 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 besonders wichtig, da dies häufig von Gefahrgut-Teams verlangt wird und es keine andere komfortable Möglichkeit gibt, Methanol zu erkennen. 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 Isobutylen 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
Isobutylen	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 Isobutylen)/(Ansprechverhalten der Verbindung) (Für PID, siehe TN 2).

** KR = Keine Reaktion

† Der PID für den Bereich 0,01-200 ppm hat eine 10-mal geringere Nachweisgrenze.

++ Nachweisgrenze für UNI mit 0,5 ppm Toleranzgrenze; Toleranzgrenze für POLI ist 4,5 ppm. Wenden Sie sich an WatchGas, wenn eine niedrigere Toleranzgrenze erforderlich ist.

Messungen bei Methan und hoher Luftfeuchtigkeit

Der ETO-Sensor hat eine leicht positive Interferenz bei hoher Luftfeuchtigkeit, jedoch unterdrückt Luftfeuchtigkeit die Reaktion von VOCs nicht, wie es beim PID der Fall ist. Ein einzigartiges Merkmal ist die Fähigkeit des ETO-Sensors, VOCs in einem reinen Methan-Matrixgas zu messen, welches die Reaktion bei einem PID vollständig unterdrückt. Somit kann der Sensor 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, jedoch 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.

Zusammenfassung

Neben seiner Hauptfunktion, der Überwachung von Ethylenoxid, bietet der ETO-Sensor eine kostengünstige Option für die kontinuierliche Überwachung 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	Oberer Messbereich auf 200 ppm begrenzt
Kontinuierliche Messungen	Toleranzgrenze*
Nachweisgrenze ~0,5 ppm	Geringfügige Reaktion bei sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit
Selektiv für kleine Verbindungen wie Methanol und ETO	
Misst Alkohole und Acrylnitril	
Kein Feuchtigkeits-Quenchen	
Keine Beeinträchtigung durch Methan	

* Die Nachweisgrenze für das UNI liegt bei 0,5ppm; die aktuelle Toleranzgrenze für das POLI liegt bei 4,5ppm, die für spezielle Anwendungen auf 0,5ppm eingestellt werden kann (kontaktieren Sie WatchGas).