

Sauerstoffsensoren für jede Anwendung

Für viele Prozesse ist der Sauerstoffgehalt in der Luft oder im Prozessgas ein entscheidender Faktor: Anteile müssen exakt bestimmt werden, um einen optimal ablaufenden Prozess einstellen zu können, oder überhaupt erst zu ermöglichen. Michell Instruments bietet ein umfangreiches Portfolio von Sauerstoffsensoren auf Basis unterschiedlicher Technologien an, die alle Genauigkeitsklassen vom UHP-Bereich bis hin zu 100 % O₂ abdecken.

Bei der Bestimmung von Sauerstoffkonzentrationen in Prozessluft oder -gasen gibt es anwendungsspezifische Anforderungen, was die Nachweisgrenze, die Genauigkeit und selbstverständlich den zu detektierenden Wertebereich angeht. Zudem sind die Außenbedingungen sehr verschieden, sodass es unterschiedliche Sensorarten gibt, die mit ihren jeweiligen Vorteilen in unterschiedlichen Bereichen zur Anwendung kommen.

Thermo-Paramagnetische Sauerstoffsensoren

Sauerstoff hat gut ausgeprägte paramagnetische Eigenschaften. Da diese Besonderheit stärker zutage tritt als bei den meisten anderen Gasen eignet sie sich ideal als Ansatzpunkt für eine Detektion von Sauerstoffkonzentrationen in Hintergrundgasen. Der Thermo-Paramagnetische Sauerstoffsensoren von Michell Instruments kombiniert Paramagnetismus mit thermischer Konduktivität für präzise Messungen der Sauerstoffkonzentration in Prozessgasen. Mit steigender Temperatur nimmt die magnetische Störsensitivität von Sauerstoff ab, bei etwa 300 °C geht sie endgültig verloren. Der im Prozessgas enthaltene Sauerstoff wird in der temperaturgeregelten Sensorzelle zwischen zwei Thermistor-Paaren zur Bewegung angeregt, was zum sogenannten magnetischen Wind führt. Dabei werden O₂-Moleküle durch den Magneteffekt zur Wärmequelle hin beschleunigt, wo sie ihre magnetischen Eigenschaften verlieren. Die entstehende Strömung ist in ihrer Intensität vom Sauerstoffgehalt des Messgases abhängig.



▲ Thermo-Paramagnetischer Sauerstoffsensoren.



▲ Elektrochemische Sensoren für Sauerstoff.

Das veränderte Temperaturgleichgewicht zwischen den Thermistoren führt zu einer Änderung des elektrischen Widerstands. Das daraus er-

zeugte Signal ist proportional zur Sauerstoffkonzentration im Messgas.

Der Thermo-Paramagnetische Sensor kommt ohne bewegliche Teile aus und ist stoß- und vibrationsunempfindlich. Aufgrund seiner mechanischen Ausführung ist er auch äußerst resistent gegenüber korrosiven Bestandteilen im Messgas. Kompakt und für langzeitstabile Messungen geeignet, zeigt sich dieser Sensortyp ideal für Anwendungen unter harten Einsatzbedingungen. Dementsprechend findet er beispielsweise in der XTP601 Serie von Michell Instruments Verwendung, den linearen und stabilen Sauerstoff-Analysatoren für die Messung in Wasserstoff, Sauerstoff oder CO₂. Wahlweise erhältlich für Sauerstoffkonzentrationen von 0-1 % bis 0-50 % und 80/90-100 %, decken sie einen weiten Messbereich ab. Die erreichten Genauigkeiten liegen bei $\pm 1\%$ der Spanne oder $\pm 0,02\%$ O₂, bzw. bei $< 0,2\%$ O₂ für den Messbereich 80/90-100 %.

Rein auf Basis des Wärmeleitfähigkeitsprinzips (Thermal Conductivity) findet der Sensor in der XTC601 Serie als Binärgas-Analysator Anwendung, der ein Targetgas (Messgas) in einem Hintergrundgas sicher und drifffrei detektieren kann.

Elektrochemische Sensoren für Sauerstoff

Galvanische Sauerstoffsensoren beruhen auf der chemischen Reaktion des Sauerstoffs mit einem Elektrolyt, der im Inneren des Sensors über eine Membrane für die Sauerstoffmoleküle erreichbar ist. Es entsteht ein elektrischer Strom zwischen einer bleiernen Anode und einer vergoldeten Kathode, der durch einen Lastwiderstand fließt und sich proportional zur Sauerstoffkonzentration verhält. Diese Art von Sensoren werden zum Beispiel im Rebreather von Atemmasken beim Tauchen oder in professionellem

Atemschutzequipment von Feuerwehren benutzt. Eine weitere Anwendung ist die Herstellung von Atemgasgemischen (Trimix) in Abhängigkeit der Tauchtiefe, um die lebenswichtige Zusammensetzung der Flaschenfüllung für den Tauchgang zu prüfen. Auch in Beatmungs- und Ventilationsystemen der Medizintechnik kommen elektrochemische Sensoren zum Einsatz, wo sie die lebenswichtige Funktionsweise der Geräte sicherstellen.

Eine echte Innovation im Bereich Spurensauerstoffkonzentration im untersten ppb-Bereich stellt die Pico-Ion-Technologie von Analytical Instruments Inc. (A. I. I.) dar, der Schwesterfirma von Michell Instruments. Elektrochemische Sauerstoffsensoren werden speziell für den Einsatzbereich und die Prozessumgebung optimiert, sodass sich mindestens 4 verschiedene Sensortypen beschreiben lassen: Pico-Ion für UHP und HP Gase (0-100 ppb O₂ bzw. 0-1 ppm O₂ Messbereiche), galvanische Spurensauerstoff-Sensoren (0-10 ppm O₂ bzw. 0-100 ppm O₂), galvanische Sauerstoffsensoren (ab 0-1 % O₂ und höhere Konzentrationen), sowie galvanische Sensoren zur Bestimmung der Sauerstoff-Reinheit (80-100 % O₂ Purity). Eine weitere Anpassung erfolgt auf die vorhandenen sauren Bestandteile, z. B. > 0,5 % CO₂ im Prozessgas, welche mit speziellen Membranen und Elektrolyten als XLT Sensorversion verfügbar ist. Zusätzlich ist das elektrochemische Sensorprinzip für die Detektion von H₂S geeignet.

Sensoren nach diesem Funktionsprinzip verbrauchen sich mit der Zeit, sodass Sie regelmäßig nach 24 bis 60 Monaten einfach ausgetauscht werden. Der Großteil aller A. I. I. Sensoren ist ab Lager verfügbar, sodass jederzeit eine hohe Verfügbarkeit gewährleistet ist. Zudem bietet A. I. I. eine Online-Datenbank, die sehr hilfreich bei der Beschaffung von Ersatzsensoren und OEM Typen von Fremdherstellern ist.

Anwendungen finden sich in den ver-



▲ ZrO₂ Sauerstoffsensoren mit metallischer Referenz (MSRS).

schiedensten Industriezweigen: Additive Fertigung (3D-Druck), Gloveboxen, Halbleiter- und Elektronik, Wärmebehandlung, Herstellung von Industriegasen und deren Verwendung, Automotive und Transportsektor, Nahrungs- und Genussmittel, Pharma- und Medizintechnik, chemische und petrochemische Prozesse, Energieerzeugung und -übertragung, Erdgas und Biomethan, um nur einige wenige zu nennen.

ZrO₂ Sauerstoffsensoren mit metallischer Referenz (MSRS)

Alle Zirkonium-Oxid Sensoren basieren auf dem Nernst-Prinzip. Sie verwenden Zirkonium-Oxid als stabiles Elektrolyt. Im Zusammenspiel mit Platinüberzügen auf gegenüberliegenden Seiten des Sensors, die als Elektroden dienen, erlaubt Zirkonium bei hohen Temperaturen die Migration von Sauerstoff-Ionen. So wird beim Einsatz in Gasen unterschiedlicher Partialdrücke eine elektrochemische Spannung zwischen den Elektroden erzeugt. Im Gegensatz zu traditionellen Zirkonium-Sensoren, auch bezeichnet als »Luft-Referenz-Sensoren«, basiert der Sauerstoffsensor von Michell Instruments auf einer patentierten Technologie mit eigener metallischer Referenz. Diese erlaubt die präzise und schnelle Sauerstoffkonzentrationsmessung über lange Zeit ohne das sonst erforderliche Referenzgas. Zudem bleibt der Sensor durch die integrierte inerte Referenz im Praxiseinsatz auch über lange Zeit-

räume nahezu driftfrei. Ein weiteres Sensorprinzip mit Basis ZrO₂ findet bei den XZR200 und XZR250 O₂-Transmittern für die Regelung von Verbrennungs- und Trocknungsprozessen Anwendung.

Das Micro-Ion-Pump-Sensorprinzip (MIPS) kommt ebenfalls ohne Luftreferenz aus. Die Geräte zeichnen sich durch Robustheit und Wartungsfreundlichkeit aus und werden direkt im Prozess, z. B. im Abgaskanal eines Industrie-Boilers, zur Regelung und für das Monitoring eingesetzt.

Die Zirkoniumdioxid-Analysatoren der XZR400/500-Serien von Michell eignen sich mit ihrer Sensortechnologie je nach Ausführung sowohl für Konzentrationsmessung im Prozentbereich als auch zur Sauerstoff-Spurenenerkennung, sind aber nicht für Messgase mit brennbaren Bestandteilen einsetzbar. Die Sensoren sind unsensibel für thermische Schocks. Dies erhöht die Lebenszeit des Messgerätes gerade unter Extrembedingungen, wie bei der Verwendung als Rauchgasanalysator zur Optimierung von Verbrennungsprozessen in Müllverbrennungsanlagen, dramatisch.

Fazit

Michell Instruments bietet ein umfassendes Portfolio an Sensoren und Analysatoren zur Sauerstoffkonzentrationsmessung an, von der Spurenenerkennung für wenige ppb bis hin zur Reinheitsprüfung bei 100 % Sauerstoffkonzentration. Dank der unterschiedlichen Sensortechnologien lassen sich nahezu alle industriellen Anwendungen abdecken.

► INFO

Autor:
Rolf Kolass
Michell Instruments GmbH
Max-Planck-Str. 14
61381 Friedrichsdorf
Tel.: 06172 5917-0
Fax: 06172 5917-99
E-Mail: de.info@michell.com
www.michell.com