

Sauerstoff-Normal für die Online-Kalibrierung in der Prozess-Analytik

E. Sommer¹, I. Voigt², R. Kriegel²

¹*Sommer-Verfahrenstechnik GmbH, Zillestr. 14a, 07318 Saalfeld*

²*Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil Hermsdorf, Michael-Faraday-Str. 1, 07629 Hermsdorf*

Abstract

Die Sauerstoff-Separation gemischt leitender keramischen Membranen erfolgt bei ausreichend hoher Temperatur über einen gekoppelten Transport von elektronischen Ladungsträgern (Defektelektronen) und Oxidionen (bzw. Sauerstoff-Vakanzen) im Kristallgitter des festen Materials. Andere Ionen- oder Atomarten können auf den verfügbaren Gitterplätzen (Sauerstoff-Vakanzen) nicht eingebaut oder transportiert werden. Insbesondere Hochtemperaturprozesse wie die Vergasung und die Verbrennung sind für den Einsatz derartiger Membranen prädestiniert, da das erforderliche Temperaturniveau zur Verfügung steht und der Einsatz des erzeugten Sauerstoff im Prozess deutliche Energieeinsparungen und die Abtrennung von CO₂ ermöglichen.

Kleinanwendungen profitieren jedoch von dieser Technologie ebenfalls, da elektrolytisch reiner Sauerstoff nach Bedarf direkt aus Luft erzeugt werden kann. Bei einem entsprechenden Gerät fallen im Gegensatz zu den üblichen Behältermieten nur die Energiekosten an, es werden keine potentiell gefährlichen Druckbehälter benötigt. Damit erschließen sich potentielle Anwendungsfelder in der Medizin- und Schweißtechnik sowie im wissenschaftlichen Gerätebau.

Durch die Sommer-Verfahrenstechnik GmbH wurde der Prototyp eines Sauerstoff-Normals konstruiert und aufgebaut. Das Gerät besteht aus einem speziell entworfenen elektrisch beheizten Miniaturofen, in dessen luftdurchspülten Innenraum sich die keramischen Membranen befinden. Zunächst sollten die am Fraunhofer IKTS entwickelten und verfügbaren Einkanal-Rohrmembranen eingesetzt werden. Diese für die Verbrennungstechnik entwickelten robusten Rohrmembranen weisen bei Außendurchmessern von 10 bzw. 15 mm eine Wandstärke von 1 mm auf. Bei Verwendung kommerzieller Verschraubungen können Abstände der Membranrohre untereinander von ca. 30 mm realisiert werden. Unter Berücksichtigung der spezifischen Sauerstoff-Permeation und des Saugvermögens einer üblichen Vakuumpumpe ergab sich für die angestrebte Sauerstoff-Produktionsrate von 1 Normliter reinen Sauerstoff pro Minute ein Ofenraumvolumen von ca. 6 Litern. Bei dieser Größe sind erhebliche thermische Verluste des Ofens und ein entsprechender Bedarf an elektrischer Heizleistung unvermeidlich. Deshalb wurden am Fraunhofer IKTS mischleitende Kapillaren entwickelt, die im Vergleich zu den bisherigen Rohrmembranen aufgrund der minimierten Wandstärke eine deutliche höhere Sauerstoff-Permeation aufweisen. Darüber hinaus wurde ein Steckverbinder entwickelt, der einen einfachen gasdichten Anschluss ermöglicht. Durch die realisierten geringen Außendurchmesser der Kapillaren (3,2 mm) und der Steckverbinder (5 mm) konnten Kapillarabstände von 8 mm realisiert werden. Die Größe des Ofenraums wird nunmehr durch den verwendeten Heizer dominiert und beträgt nur ca. 1,88 Liter. Die

Kapillaren sind gasdicht an eine Vakuumpumpe angeschlossen, der Sauerstoff wird abgesaugt und am Ausgang der Pumpe mit geringem Überdruck zur Verfügung gestellt.

Das Gerät soll bei der Emissionsüberwachung von Verbrennungsanlagen zur regelmäßig wiederkehrenden Online-Kalibrierung der Sauerstoff-Messtechnik eingesetzt werden. Es erzeugt ca. 1 Normliter reinen Sauerstoff pro Minute und zeigt das Anwendungspotential mischleitender Membranen in Kleinanwendungen.