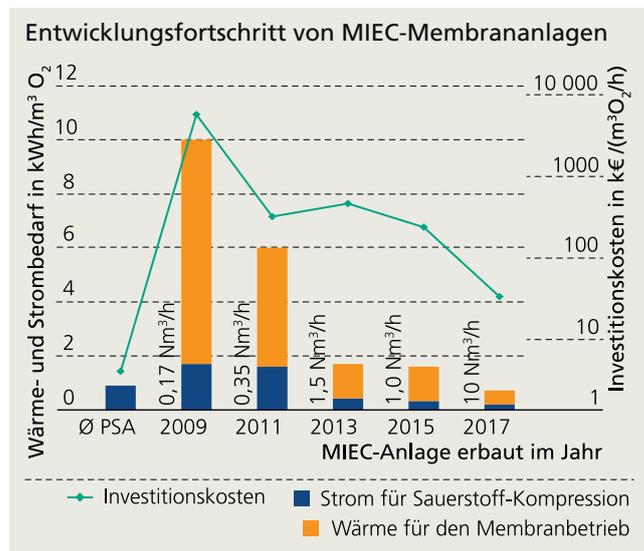


# WELTGRÖSSTE MEMBRANANLAGE ZUR ERZEUGUNG VON REINST-SAUERSTOFF

Dr. Ralf Kriegel, Dr. Robert Kircheisen

Sauerstoff wird industriell in sehr großen Mengen benötigt, z. B. zur Vergasung von Kohle, in der Metallurgie (Stahl, Kupfer, Aluminium) sowie der chemischen Industrie. Zudem ermöglicht die Verbrennung mit reinem O<sub>2</sub> eine hocheffiziente CO<sub>2</sub>-Abtrennung und die Einsparung von Primärbrennstoff. Für kleinere Wärmebehandlungsanlagen ist eine Belieferung mit O<sub>2</sub> meist nicht wirtschaftlich, da der Preis mit sinkender Abnahmemenge stark steigt. Die alternative Erzeugung vor Ort mit PSA-Anlagen (Pressure Swing Adsorption) liefert bei relativ hohem Energieverbrauch nur ca. 93 Vol.-% O<sub>2</sub>, diese Reinheit ist häufig unzureichend. Von einer energieeffizienten und preiswerten Erzeugung reinsten O<sub>2</sub> vor Ort würden viele Industrieprozesse profitieren. Das Fraunhofer IKTS entwickelt keramische MIEC-Membranen (Mixed Ionic Electronic Conductor), die bei hoher Temperatur nur für Reinst-O<sub>2</sub> permeabel sind. Seit 2009 wurden mehrere Versuchsanlagen mit diesen Membranen realisiert. Das Diagramm zeigt, dass seitdem der O<sub>2</sub>-Durchsatz der Anlagen erhöht und Energieverbrauch sowie Gerätekosten deutlich gesenkt werden konnten. Seit 2015 verfolgt das BMBF-Projekt MedPROmM das Ziel, den spezifischen Energieverbrauch einer großindustriellen kryogenen Luftzerlegungsanlage (< 0,5 kWh/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, N – Normzustand) zu unterschreiten. Mit Partnern aus der Industrie hat das Fraunhofer IKTS das patentierte Anlagenkonzept (Bild 1) in einer Versuchsanlage (Bild 2) umgesetzt. Während des Baus der Membrananlage ergab sich ein enormer Anpassungs- und Änderungsbedarf der CAD-Konstruktion, da an vielen Stellen neue technische Lösungen erarbeitet werden mussten. Der tatsächliche Energieverbrauch der Versuchsanlage lag mit 0,72 kWh/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> merklich höher als konzipiert (0,46 kWh/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>), da sie noch Wärmebrücken am Gehäuse aufwies und einige regenerative Wärmetauscher eine deutlich verminderte Wärmerückgewinnung zeigten. Der

Energiebedarf für die O<sub>2</sub>-Verdichtung (0,2 kWh/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>) stimmt jedoch mit dem Zielwert sehr gut überein, der O<sub>2</sub>-Durchsatz von 9,8 Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/h macht die Anlage zur größten ihrer Art weltweit. Bei 8000 Jahresstunden, zehn Jahren Nutzungsdauer und 0,1 €/kWh<sub>el</sub> ergibt sich ein O<sub>2</sub>-Preis von 0,43 €/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> für die Anlage. Eine Belieferung mit Flüssig-O<sub>2</sub> ist fast doppelt so teuer und würde Zusatzkosten von ca. 29.000 € im Jahr verursachen.



- 1 Schematisches Anlagenkonzept der MIEC-Membrananlage.
- 2 Anlage zur Erzeugung von 10 Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/h, 0,72 kWh/Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>.

