

PROJEKT-FAZIT

ProSkaO2

Prozessentwicklung und Skalierung der O₂-Abtrennung mittels OSM

Zusammenfassung der Forschungsergebnisse

Impressum

Vorhaben

ProSkaO2

Prozessentwicklung und Skalierung der O₂-
Abtrennung mittels OSM

Durchführung

Projektleitung DBI

Michael Kühn
michael.kuehn@dbi-gruppe.de
T +49 3731 4195-326

Kontakt

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH
Freiberg
Halsbrücker Straße 34
D-09599 Freiberg
www.dbi-gruppe.de

Projektpartner

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH
Freiberg

Laufzeit

01.03.2023 – 30.04.2026

Das diesem Forschungsbericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 01IF00062E gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

24.09.2026

Zusammenfassung

Industrielle Feuerungsanlagen werden insbesondere im Bereich der Hochtemperaturprozesse teils als oxy-fuel-Anlagen ausgeführt, in denen der Energieträger nicht mit Luft, sondern mit Sauerstoff umgesetzt wird. Durch die Vermeidung des Stickstoffeintrags über die Verbrennungsluft können höhere Temperaturen und Vorteile bzgl. Effizienz und Emissionen erreicht werden. Perspektivisch ist auch die vereinfachte CO₂-Abtrennung als weiterer Vorteil zu sehen. Nachteilig ist jedoch die erforderliche Sauerstoffbereitstellung, für die zwar verschiedene technisch Lösungen verfügbar sind, die jedoch stets mit erhöhtem Energiebedarf (Strom) und Kosten einhergehen.

Um Strombedarf und Kosten der Sauerstoffbereitstellung zu reduzieren, werden bereits innovative Verfahren zur Sauerstoffbereitstellung entwickelt. Diese basieren z.B. auf Hochtemperaturmembranen, bei denen allerdings Herausforderungen bzgl. der mechanischen Belastung und Flexibilität bestehen.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen hat die DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg (DBI) gemeinsam mit der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF) und dem Fraunhofer Institut für keramische Technologien und Systeme (IKTS) im Rahmen des Gesamtprojekts HeatToO2 die Möglichkeiten zur Bereitstellung von Sauerstoff auf Basis von Sauerstoffspeichermaterialien (OSM) untersucht. In diesen Materialien kann Sauerstoff eingelagert werden, wobei die Menge von Temperatur und Sauerstoffpartialdruck abhängt. Vergleichbar zu bekannten Verfahren zur Druck- oder Temperaturwechseladsorption kann so durch Veränderung der Randbedingungen Sauerstoff eingelagert oder wieder freigesetzt werden.

Während in den Teilprojekten LeSAMP der TU Bergakademie Freiberg und OSM-Pellet-Opt des Fraunhofer IKTS geeignete OSM-Materialien entwickelt, charakterisiert und erprobt wurden, lag der Fokus im Teilprojekt ProSkaO2 auf der Entwicklung eines Verfahrens zur Anwendung der Materialien.

Das Verfahren basiert auf einem zyklischen Adsorptionsprozess, bei dem zunächst Sauerstoff adsorbiert wird. Die OSM erfordern dazu erhöhte Temperaturen (> 700°C), ermöglichen aber eine selektive Sauerstoffaufnahme. Zur Sauerstofffreisetzung wird der Sauerstoffpartialdruck durch Spülung mit Wasserdampf reduziert. Vorteile der Spülung mit Dampf bestehen einerseits darin, dass auf Verdichter/Vakuumpumpen verzichtet werden kann und andererseits darin, dass der Wasserdampf durch Abwärmenutzung erzeugt und anschließend durch Kondensation vom Sauerstoff abgetrennt werden kann.

Zur technischen Umsetzung wurden im Rahmen des Vorhabens verschiedene Konzepte erstellt und bewertet. Dabei lag der Schwerpunkt neben der technischen Umsetzbarkeit vor allem auf den durch Apparate- und Prozesssimulation ermittelten Energiebedarfen. Dabei hat sich aus kinetischen Gründen ein Ansatz mit drei Adsorbern als geeignet erwiesen, in dem stets ein Adsorber mit Luft gespült und somit beladen wird, während die anderen beiden Adsorber regeneriert werden. Der als Produkt bereitgestellte Sauerstoff ist lediglich entsprechend dem Taupunkt bei der Kondensation durch Wasserdampf verdünnt. Da Adsorption und Desorption jeweils bei Temperaturen von 750 °C oder höher erfolgen, ist eine prozessinterne Wärmeintegration erforderlich. Darüber hinaus ist die

Einbindung von Abwärme nötig, einerseits zur Erwärmung von Luft und andererseits zur Erzeugung von Prozessdampf. Abhängig von der Abwärmeverfügbarkeit kann der Prozess durch Brüdenkompression energetisch optimiert werden. Eine mögliche Prozessverschaltung ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

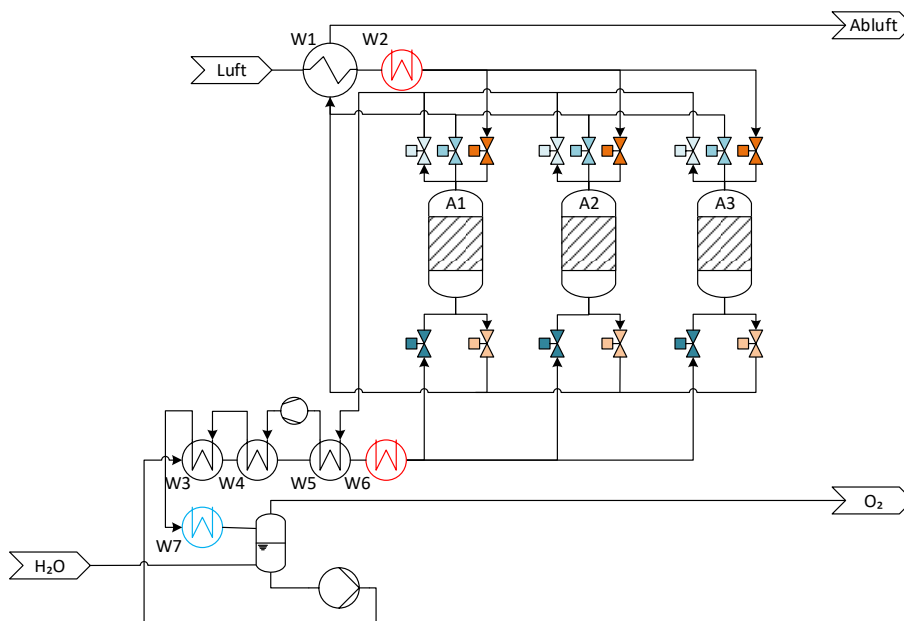


Abbildung 1: Prozessschema des entwickelten Prozesses zur Sauerstoffgewinnung mittels OSM

Sowohl durch Versuche im Teilprojekt LeSAMP als auch durch Simulationen konnte gezeigt werden, dass das Verfahren die Bereitstellung von Sauerstoff hoher Reinheit ermöglicht. Dabei ist es bzgl. Kosten vergleichbar zu Liefer-Sauerstoff bzw. PSA-Anwendungen und ermöglicht gegenüber den Verfahren nach Stand der Technik eine Minderung der THG-Emissionen. Angesichts der benötigten Abwärmeströme und Temperaturniveaus liegen mögliche Anwendungsbereiche insbesondere in der Stahlerzeugung und Glasherstellung. Trotz der aufgezeigten Vorteile konnten im Vorhaben auch weitere Optimierungspotentiale im Bereich der OSM-Materialien und Systemgestaltung identifiziert werden, die weiterer Entwicklung bedürfen.

Im Ergebnis des Vorhabens konnte eine Option zur effizienten Sauerstoffbereitstellung mittels OSM und industrieller Abwärme aufgezeigt werden, die insbesondere für Betreiber von Hochtemperaturprozessen mit oxy-fuel-Feuerungen oder sonstigen Sauerstoffbedarfen Vorteile in Form von Kosten- und Emissionsminderung bieten kann. Weitere Ergebnisse sind im Abschlussbericht (verfügbar über die TIB) veröffentlicht.

