

ENTWICKLUNG EINES AUTOTHERMEN BIOGASREFORMERS ZUR HERSTELLUNG VON WASSERSTOFF

F. RAU¹, A. HERRMANN¹, H. KRAUSE, Y.S. MONTENEGRO C.²,
D. FINO², D. TRIMIS³

Einführung

Im europäischen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „BioRobur“ (Biogas robust processing with combined catalytic reformer and trap) arbeiten 8 Partner aus 6 europäischen Ländern an der Entwicklung eines effizienten dezentralen Systems zur Erzeugung von „grünem“ Wasserstoff basierend auf der autothermen Reformierung von Biogas. Durch den so bereitgestellten Wasserstoff kann zukünftig u.a. die Betankung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen realisiert werden, wodurch ein Beitrag zur Entkarbonisierung des Verkehrssektors geleistet wird.

Anlagenbeschreibung

Die Pilotanlage, welche an der TU Bergakademie Freiberg errichtet wird, soll einen neuartigen Weg zur Herstellung von bis zu 50 Nm³/h Wasserstoff aus Biogas aufzeigen. Die Neuerungen sind die Hauptkomponenten ATR-Reaktor, Dampfstrahlpumpe und Rußfalle. Um der Rußbildungsproblematik bei der Biogas-Reformierung zu begegnen, wurde einerseits ein ATR Prozess und andererseits die Nutzung eines katalytisch beschichteten Rußpartikelfilters gewählt. Die berechneten Wirkungsgrade für den Einsatzstoff Biogas sind vergleichbar mit denen einer reinen Dampfreformierung, die jedoch empfindlicher bei der Rußbildung ist.

Ein vereinfachtes Fließbild des Gesamtsystems ist in Abbildung 1 dargestellt. In einem ersten Prozessschritt (Eduktaufbereitung) erfolgen die Vorwärmung und die Mischung der Edukte. Das Biogas wird durch überhitzten Dampf mit einer Dampfstrahlpumpe angesaugt, komprimiert und mit dem Dampf gemischt, wodurch die aufwendige Kompression des Biogases eingespart werden kann. Im zweiten Prozessschritt (ATR-Einheit) erfolgt die Umsetzung des Biogas-Dampf-Luft-Gemisches an einem Katalysator, wobei die Trägerstruktur des Katalysators auf Siliziumcarbid (SiC) in geometrischer Form einer am Computer entworfenen regelmäßigen porösen Struktur basiert. Dies stellt ein Novum dar, das im Rahmen des Projektes neu entwickelt und getestet wird.

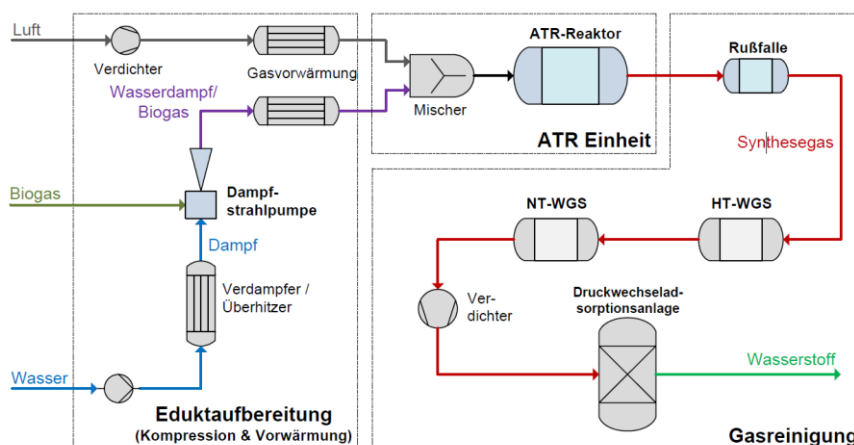


Abbildung 1: Vereinfachtes Fließbild des "BioRobur"- Gesamtsystems zur Erzeugung von Wasserstoff aus Biogas.

¹ Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen, 09599 Freiberg, Tel.: +49 3731 39-3940, Fax: +49 3731 39-3940, florian.rau@iwtt.tu-freiberg.de

² Politecnico di Torino, Department of Applied Science and Technology, 10129 Torino, Italy

³ Karlsruher Institut für Technologie, Engler-Bunte-Institut, Verbrennungstechnik, 76131 Karlsruhe

Der Prozess der Gasreinigung beginnt mit der Rußfalle, in der anfallende Rußpartikel nach dem Prinzip eines katalytisch beschichteten keramischen „Wall-Flow“ Filters zurückgehalten werden und mit dem Wasserdampfanteil vergast werden. Die weitergehende Wasserstoffanreicherung und Gasreinigung wird mit Hilfe eines Hoch- sowie Niedertemperatur-Wassergas-Shift Reaktors und abschließend durch eine Druckwechseladsorptionsanlage (DWA) realisiert.

Ergebnisse und Ausblick

Durch eine detaillierte Parameterstudie auf Basis von ASPEN PLUS® (Modellierungen von Masse- und Energieströmen) konnte das optimale S/C- (steam-to-carbon) und O/C- (oxygen-to-carbon)-Verhältnis bestimmt werden (siehe Abbildung 2). Die Simulationsergebnisse belegen den positiven Einfluss der Optimierung der Prozessparameter sowie der Wärmeintegration auf den Gesamtwirkungsgrad, der von 50% ohne Wärmeintegration auf ca. 65% steigt. Durch eine Nutzung des DWA-Restgases ist eine zusätzliche Wirkungsgradsteigerung möglich.

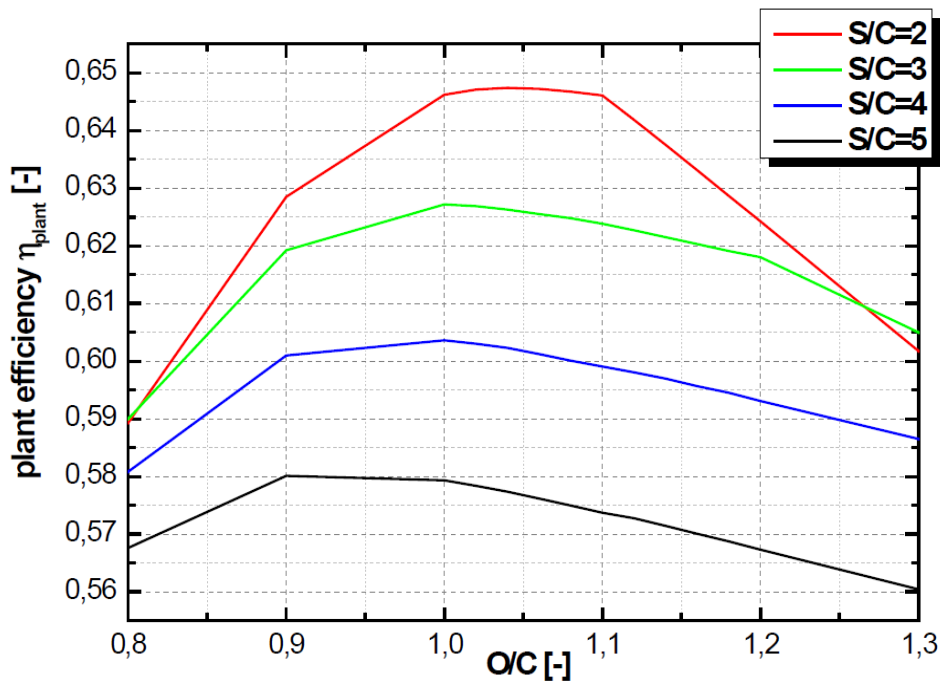


Abbildung 2: Effizienzanalyse ohne Nutzung von DWA-Restgas (600°C ATR-Eintrittstemperatur).

Im Vergleich zur Dampfreformierung sind durch die autotherme Reformierung ein kompakteres Design und dadurch geringere Materialkosten sowie ein besseres Start/Stop- und Regelverhalten möglich. Zudem ermöglicht eine innovative Fahrweise (stoßweise Zuführung eines Wasserdampf-Luft-Gemischs) die gezielte Oxidation der Rußpartikel, welche ansonsten zu einer Verschlechterung der Aktivität des Katalysators führen würden.

Weiterhin werden die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen der regelmäßigen Strukturen (Kelvinzelle, Würfelzelle in verschiedenen Orientierungen, Oktetzelte, unregelmäßiger Schaum) bzgl. der Katalysatoreigenschaften vorgestellt.

Derzeit wird die Anlage an der TU Bergakademie Freiberg aufgebaut. Die ersten Tests sind Anfang 2016 geplant.