

PROJEKT-FAZIT

SYMBOKO

Synthese von Methanol aus Biogas mit vollständiger Kohlenstoffnutzung

Zusammenfassung der Forschungsergebnisse

Impressum

Vorhaben

SYMBOKO

Synthese von Methanol aus Biogas mit vollständiger Kohlenstoffnutzung

Durchführung

Projektleitung DBI

Dr.-Ing. Stephan Anger
stephan.anger@dbi-gruppe.de
T +49 3731 4195-346

Kontakt

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

Projektpartner

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg

WS Reformer GmbH

Leibniz-Institut für Katalyse e.V.

AMS Technology GmbH

Laufzeit

01.08.2021 bis 30.09.2024

Das diesem Forschungsbericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03EE5070A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Förderkennzeichen: 03EE5070A

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zusammenfassung

Das SYMBOKO-Projekt hatte das Ziel, ein innovatives, klimaneutrales Verfahren zur Herstellung von Methanol aus Biogas zu entwickeln. Im Fokus stand dabei die vollständige stoffliche Nutzung der im Biogas enthaltenen Kohlenstoffverbindungen unter Einbindung von Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen. Die Projektarbeiten erfolgten im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Verbundvorhabens unter Beteiligung mehrerer Industrie- und Forschungspartner. Der wissenschaftlich-technische Hintergrund ist in der übergeordneten Notwendigkeit zu verorten, emissionsintensive Produktionspfade in Industrie und Mobilität durch erneuerbare, CO₂-neutrale Alternativen zu ersetzen. Methanol gilt in diesem Zusammenhang als ein vielversprechender Plattformstoff, der sowohl als Energieträger als auch als chemischer Grundbaustein breite Anwendung findet.

Konventionelle Methanolproduktion basiert primär auf fossilen Rohstoffen (z. B. Erdgas, Kohle) und ist mit hohen CO₂-Emissionen verbunden. Demgegenüber stellt die Herstellung von Methanol aus Biogas unter Verwendung von grünem Wasserstoff eine potenziell klimaneutrale Alternative dar. Das Projektziel bestand daher in der Entwicklung eines durchgängig dekarbonisierten Verfahrens, das technisch skalierbar, effizient und in bestehende dezentrale Infrastrukturen integrierbar ist.

Im Rahmen des Projekts wurde ein reformiertes Synthesegasverfahren entwickelt, das auf der Integration der ADROX- (adiabatic dry reforming with oxygen support) und FLOX-Technologie (flameless oxidation) basiert. Dieses Konzept ermöglicht die simultane Umwandlung von Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂), den Hauptkomponenten von Biogas, in ein wasserstoffreiches Synthesegas, das im Anschluss katalytisch zu Methanol umgesetzt werden kann.

Zentrale technische Ergebnisse und Fortschritte des Projekts umfassen:

- Entwicklung eines innovativen Reaktorsystems: Der neu konzipierte Reaktor ist in der Lage, Biogas kontinuierlich mit Sauerstoff und regenerativ erzeugtem Wasserstoff zu einem kohlenstoffoptimierten Synthesegas umzusetzen. Der Reaktor basiert auf der FLOX-Technologie, die durch flammenlose Verbrennung eine gleichmäßige Temperaturverteilung sowie hohe Betriebssicherheit bei gleichzeitig niedriger NO_x-Emission ermöglicht.
- Prozessintegration und Anlagendesign: Im Rahmen des Projekts wurde ein modulares Anlagenkonzept entwickelt und in Form einer Demonstrationsanlage im Pilotmaßstab realisiert. Diese Pilotanlage erlaubt die Überprüfung der Prozessführung unter realen Betriebsbedingungen und bietet die Grundlage für eine spätere industrielle Skalierung.
- Optimierung der Synthesegasaufbereitung: Die Gaszusammensetzung wurde gezielt an die

Anforderungen der Methanolsynthese angepasst. Hierzu wurde eine geeignete Katalysator-technologie ausgewählt und auf die spezifischen Bedingungen des reformierten Biogases abgestimmt. Eine besondere Herausforderung stellte das $H_2/CO/CO_2$ -Verhältnis dar, das im Sinne einer hohen Methanolausbeute optimiert werden musste.

- Kohlenstoffnutzung: Durch die Prozessführung konnte ein Kohlenstoffnutzungsgrad von bis zu 95 % erreicht werden. Dies bedeutet, dass nahezu der gesamte im Biogas enthaltene Kohlenstoff stofflich verwertet und in Methanol überführt werden kann – ohne die Notwendigkeit einer vorgelagerten CO_2 -Abtrennung.

Die Demonstrationsanlage diente sowohl der technischen Validierung als auch der Erprobung verschiedener Betriebsparameter. Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage für eine techno-ökonomische Bewertung des Verfahrens und liefern belastbare Erkenntnisse für eine mögliche industrielle Umsetzung.

Aus ökologischer Perspektive bietet das entwickelte Verfahren eine signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber konventionellen Pfaden. Der Einsatz von grünem Wasserstoff, beispielsweise aus Elektrolyseprozessen mit Wind- oder Solarstrom, erlaubt eine nahezu emissionsfreie Betriebsweise. Durch die direkte stoffliche Nutzung sowohl von CO_2 als auch von CH_4 aus Biogas wird ein geschlossener Kohlenstoffkreislauf angestrebt. Diese Form der CO_2 -Verwertung trägt im Sinne der Circular Economy zur nachhaltigen Ressourcennutzung bei.

Ein weiterer Vorteil besteht in der Effizienzsteigerung durch den Wegfall energieintensiver Prozessschritte wie der CO_2 -Abscheidung. Das Verfahren erlaubt eine unmittelbare Nutzung des Rohbiogases, wodurch sich technische Komplexität und Betriebskosten potenziell reduzieren lassen.

Darüber hinaus ist die dezentrale Einsetzbarkeit der modularen Anlagenstruktur hervorzuheben. Gerade im ländlichen Raum, wo Biogas häufig als Nebenprodukt der landwirtschaftlichen Reststoffverwertung anfällt, eröffnet die Technologie neue Nutzungsperspektiven. Im Kontext des Auslaufens von Förderungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt dies eine sinnvolle Anschlussverwendung dar und erhöht die langfristige Wirtschaftlichkeit bestehender Biogasanlagen.

Neben den technologischen Fortschritten ist auch die systemische Betrachtung hervorzuheben. Das Verfahren erlaubt die Integration unterschiedlicher Akteure entlang der Wertschöpfungskette: Landwirte liefern die Biomasse, Biogasanlagenbetreiber stellen das Rohgas bereit, Strom aus erneuerbaren Quellen ermöglicht die Elektrolyse von Wasser zur Wasserstofferzeugung, und regionale Verarbeiter setzen das Methanol ein oder vertreiben es. Diese sektorübergreifende Verknüpfung erzeugt nicht nur ökologische Synergien, sondern auch neue wirtschaftliche Perspektiven für strukturschwache Regionen.

Ein wirtschaftlicher Vorteil ergibt sich insbesondere durch die Möglichkeit der lokalen Methanolproduktion in kleinen bis mittleren Einheiten. Dies reduziert Transportaufwände und Abhängigkeiten von zentralisierten Strukturen. In Kombination mit einer anwendungsnahen Vermarktung – etwa als



Kraftstoff oder als chemischer Grundstoff – können regionale Wirtschaftskreisläufe gestärkt werden.

Die im Rahmen des SYMBOKO-Projekts erzielten Ergebnisse liefern eine belastbare Grundlage für die Fortentwicklung des Verfahrens im industriellen Maßstab. Weiterführende Entwicklungsarbeiten könnten sich auf die Automatisierung der Prozessführung, die Langzeitstabilität der Katalysatoren sowie die techno-ökonomische Optimierung konzentrieren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Rahmen des SYMBOKO-Projekts ein neuartiges, CO₂-effizientes Verfahren zur Methanolherstellung aus Biogas erfolgreich konzipiert, technisch umgesetzt und im Pilotmaßstab demonstriert wurde. Die Integration der FLOX-Technologie in den Reformierungsprozess und die gezielte Synthesegasaufbereitung stellen zentrale Innovationen dar. Der hohe Kohlenstoffnutzungsgrad, die Nutzung erneuerbaren Wasserstoffs und die modulare Anlagenstruktur belegen die Eignung des Verfahrens als nachhaltige Alternative zu bestehenden methanolbasierten Produktionswegen.

Das Projekt leistet damit einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Energiesektors, zur stofflichen CO₂-Verwertung sowie zur Etablierung geschlossener regionaler Wertschöpfungsketten. Die Ergebnisse bilden eine belastbare Ausgangsbasis für zukünftige Entwicklungs- und Kommerzialisierungsschritte im Bereich erneuerbarer Kraftstoffe und nachhaltiger Grundstoffchemie.

