

Forschungsberichtsblatt BWPLUS

**Verbundvorhaben „Innovative Erzeugung von SNG und CNG aus biogenen Rest-
und Abfallstoffen (Res2CNG)“**

von

Christian Müller, Felix Ortloff, Frank Graf

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT

Max Schmid

**Universität Stuttgart
Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik**

Marlies Härdtlein, Ludger Eltrop

**Universität Stuttgart
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung**

Régis Anghilante, David Colomar

**EDF-KIT EWIV
EIFER Europäisches Institut für Energieforschung**

Förderkennzeichen: BWB15001 - BWB 15004

**Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre
Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert**

November 2018

1. Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Im Forschungsvorhaben wurde ein hochintegriertes Verfahren entwickelt, welches die effiziente stoffliche Umwandlung von Rest- und Abfallstoffen zu methanbasierten Kraftstoffen ermöglicht. Als Reststoffe mit dem höchsten Potenzial für Baden-Württemberg wurden Waldrestholz, Stroh und Klärschlamm identifiziert. Unter der Annahme einer Nutzung von lediglich 50 % des Rohstoffaufkommens kann der prognostizierte jährliche Bedarf an synthetischem Erdgas von 54 PJ um das 1,3-fache gedeckt werden.

Nach thermo-chemischem Aufschluss der Substrate durch Vergasung wird das produzierte Synthesegas gereinigt und mit Elektrolyse-Wasserstoff zu synthetischem Methan umgewandelt. Die Speisung des Vergasers mit dem Elektrolyse-Sauerstoff führt zu einem stickstofffreien Gas, welches ins Netz eingespeist oder zu LNG verflüssigt werden kann.

Die Konzeptionierung des Gesamtprozesses erfolgte auf Basis von theoretischen und experimentellen Untersuchungen aller Teilverfahren. Durch die optimale Verschaltung der Stoffströme verbleiben über 97 % des in der Biomasse enthaltenen Kohlenstoffes im Kraftstoff. Die Verwendung der effizienten Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC, Solid Oxide Electrolyser Cell), ein passendes Methanisierungsverfahren sowie eine umfangreiche Wärmeintegration ermöglichen energetische Wirkungsgrade (bezogen auf den oberen Heizwert) von 81 % (CNG) bzw. 79 % (LNG). Besteht Zugang zu einem Fernwärmenetz, kann die restliche Hochtemperaturwärme ausgekoppelt werden, was zu einem Gesamtwirkungsgrad von über 95 % führt. In einem Referenzfall wurden state-of-the-art-Technologien in gleichem Umfang bewertet. Dies führte bei gleicher Kohlenstoffausnutzung zu einem Wirkungsgrad von 64 % (CNG, ohne Fernwärme).

Durch eine umfangreiche techno-ökonomische Bewertung konnten auf Basis der Apparatelkosten Kraftstoffgestehungskosten von 150 €/MWh für das Res2CNG-Verfahren und den Referenzfall ermittelt werden. In einem Zukunftsszenario wurden die Investitionskosten der Hauptkostentreiber untersucht. Eine bottom-up-Analyse der SOEC als Schlüsseltechnologie ergab prognostizierte Kosten (bezüglich Stromaufnahme) von 309 – 395 €/kW im Vergleich zu 550 €/kW für die Niedertemperatur-Elektrolyse. Durch den geringeren Strombedarf der SOEC können Gestehungskosten von 110 €/MWh erzielt werden. Die ermittelten Kosten liegen im Bereich vergleichbarer Konzepte mit 8000 Volllaststunden pro Jahr, jedoch bei fast vollständiger Nutzung des zukünftig eingeschränkt verfügbaren klimaneutralen Kohlenstoffs. Die Produktionskosten fossilen CNG-Kraftstoffes betragen aktuell 36 €/MWh.

1. Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?

Neben der Entwicklung und Bewertung des innovativen Gesamtprozesses konnten die Teilverfahren im Rahmen des Projektes grundlegend weiterentwickelt werden.

Die Datenbasis der bislang wenig untersuchten Einbett-Wasserdampf-O₂-Vergasung wurde erweitert. Durch in-situ Zugabe von CaO ins Wirbelbett konnte der Anteil gravimetrischer Teere im Synthesegas um 80 % reduziert werden. Untersuchungen zur externen Teerreformierung mit CaO bestätigten deren Machbarkeit. Beide Varianten reduzieren das Risiko der Verblockung nachgeschalteter Apparate erheblich, was erst die Nutzung der Hochtemperaturwärme nach der Vergasung ermöglicht. Darüber hinaus kann die Effizienz der Konversion biogener Reststoffe durch Druckvergasung gesteigert werden. Die Machbarkeit wurde durch Recherchen zur apparativen Umsetzung (bsp. Druckschleuse) gezeigt. Diese Untersuchungen könnten somit der Vergasung von Biomasse wieder zu technischer Relevanz verhelfen.

Die zweistufige Methanisierung zeigt auf, dass für kleine bis mittelgroße Anlagen neue Konzepte gefunden werden müssen, welche nicht auf Downscaling ungeeigneter Technologien aus anderen Industriezweigen basieren. Nur so können Verfahren zukünftig effizient und gewinnbringend betrieben werden.

Die Ermittlung der SOEC-Kosten auf Basis eines bottom-up-Ansatzes prognostiziert ein großes Einsparpotenzial bei der Stack-Herstellung. Da die Technologie gerade in Kombination mit Hochtemperatur-Quellen wie der Vergasung und Methanisierung einen äußerst effizienten und stromsparenden Betrieb ermöglicht, könnten gerade niedrigere SOEC-Kosten einen Betrieb des Res2CNG-Verfahrens wirtschaftlich machen.

2. Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Die detaillierten Untersuchungen zur Kopplung von SOEC, Vergasung und Methanisierung legen eine Realisierung des Verfahrens im Demo-Maßstab nahe. Versuche im Anlagenverbund würden neue Erkenntnisse liefern und das Verfahren auf dem Weg zur großtechnischen Umsetzung vorantreiben.

3. Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen

Aufbauend auf den Projektergebnissen werden die Teilverfahren durch die jeweiligen Institute auch zukünftig untersucht.