

SYPOX: Wasserstoffherstellung durch elektrische Biogasreformierung

JOHANNES LUTZ, ADRIAN RIENDL, GIANLUCA PAULETTO

1 Einleitung

Der Klimawandel zählt zu den größten Herausforderungen der Menschheit. Vor allem in der Energiewirtschaft sind weitreichende Veränderungen nötig, um die Ziele der Energiewende, d.h. eine drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen, zu erreichen. Bereits heute weist Strom aus Solar- oder Windenergie geringere Gestehungskosten auf als Strom, der durch die Verbrennung fossiler Energieträger oder von Biogas erzeugt wird (Holladay et al. 2009, Deloitte 2018). In den vergangenen Jahren leistete die Biogasindustrie einen erheblichen Beitrag zur Gewinnung von grünem Strom. Allerdings verliert die biogene Stromerzeugung aufgrund des günstiger werdenden Solar- und Windstroms ihre Wettbewerbsfähigkeit. Für die Zeit nach Auslaufen der EEG-Subventionen benötigen die Biogasanlagenbetreiber ein neues Geschäftsmodell, das anstatt auf ineffizienten Verbrennungsprozessen auf einer stofflichen Biogasnutzung basiert. In Ländern, in denen große Biogasanlagen dominieren, erfolgt eine Umstellung von der Stromerzeugung auf die Aufbereitung des Biogases zu Biomethan. Dies stellt jedoch für kleine Biogasanlagen, die beispielsweise in Deutschland vorherrschend sind, keine wirtschaftliche Lösung dar. Die dezentrale Herstellung von grünem Wasserstoff durch Biogasreformierung ist für Biogasanlagen mit geringer Produktionskapazität die lukrativere Alternative. Biogas kann mithilfe diverser Technologien wie der Dampfreformierung, der autothermen Reformierung oder der partiellen Oxidation in Wasserstoff umgewandelt werden. SYPOX entwickelt mit seiner elektrisch beheizten Reformierungsanlage eine weitere innovative Technologie.

2 Sektorkopplung durch elektrische Biogasreformierung

Für Biomethan bieten sich derzeit mehr Anwendungsmöglichkeiten als für grünen Wasserstoff. Die Verwendung von Biomethan ist ineffizient, da es in Verbrennungsmotoren mit geringem Wirkungsgrad zum Einsatz kommt. Wasserstoff kann in um nahezu den Faktor 2 effizienteren Brennstoffzellen verwendet werden (U.S. Department of Energy). Gemäß einer Well-to-Wheel-Analyse erreichen Biomethananwendungen eine Gesamteffizienz von 15 %, Wasserstoff dagegen 23 % (Europäische Kommission 2020).

Weiterhin bergen Methanleckagen eine erhebliche Umweltgefahr, da das Treibhauspotenzial von Methan (CH_4) um das 25-Fache über dem von CO_2 liegt. Wird dage-

gen Biogas unmittelbar an der Biogasanlage in Wasserstoff umgewandelt, kann diesen Gefahren einfach und verlässlich vorgebeugt werden. Das Treibhauspotenzial von Wasserstoff ist im Vergleich zu Methan um über 75 % geringer, was eine höhere Transportsicherheit gewährleistet (Derwent et al. 2001, IPCC 2015). Die Umwandlung von Biogas in grünen Wasserstoff ist mit geringeren Investitionskosten als die Biomethanaufbereitung verbunden. Zusätzlich handelt es sich bei grünem Wasserstoff um ein im Vergleich zu Biomethan höherwertiges Produkt. Der Marktpreis für Biogas liegt bei ca. 0,25 € Nm⁻³. Pro Nm³ können ca. 0,5 Nm³ Biomethan gewonnen werden, was bei einem typischen Biomethanmarktpreis von ca. 65 bis 80 € MWh⁻¹ ca. 0,4 € entspricht. Die Umwandlung von Biogas in Wasserstoff ermöglicht eine Ausbeute von 1,8 Nm³ Wasserstoff pro Nm³ Biogas. Bei einem Wasserstoffpreis von 5 € kg⁻¹ entspricht dies 0,8 €. Die Wasserstoffherzeugung ist damit gewinnbringender. Unsere elektrische Reformierungsanlage vereinfacht Fertigung und Betriebsweise der Wasserstoffherzeugungsanlage. Dies ermöglicht Biogasanlagenbetreibern, die Anlage selbstständig und mit geringem Personaleinsatz zu betreiben. Bei Biogaskosten zwischen 40 und 60 € MWh⁻¹ ermöglicht SYPOX im Vergleich zur Elektrolyse den kostengünstigsten Herstellungspfad für grünen Wasserstoff, solange der Preis für grünen Strom 40 € kWh⁻¹ nicht unterschreitet.

Auf einer Biogasanlage kann das bereits vorhandene Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Erzeugung des für die SYPOX-Anlage erforderlichen grünen Stroms weiter genutzt werden (Abb. 1). Der Gesamtwirkungsgrad dieser Anordnung beträgt ca. 70 %. Zudem kann Strom je nach Bedarf des Stromnetzes entweder bereitgestellt oder zur Wasserstoffproduktion aus diesem entnommen werden. Mithilfe einer intelligenten Energiesteuerung wird der aus dem Fermenter austretende Biogasstrom in zwei Teilströme flexibel und abhängig von der momentanen Verfügbarkeit von Netzstrom aufgeteilt. Die hierdurch realisierte Sektorkopplung führt zu geringeren Betriebskosten und eröffnet dem Anlagenbetreiber eine zusätzliche Einnahmequelle aus der Stromnetzstabilisierung.

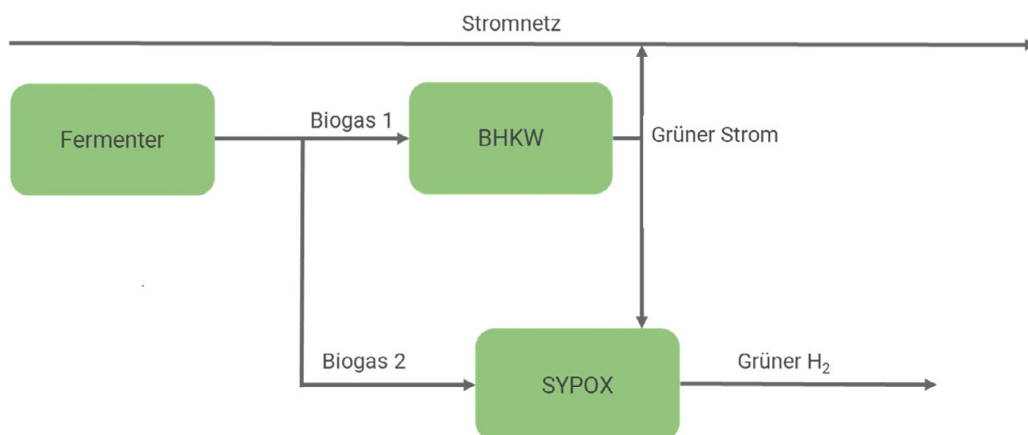


Abb. 1: Sektorkopplung durch Kombination von SYPOX und Biogasanlage

3 Fazit

Im Vergleich zur Biomethanaufbereitung sowie alternativen Technologien zur Wasserstoffherstellung aus Biogas erreicht SYPOX höchste Wirkungsgrade, die beste Wirtschaftlichkeit und die geringste Umweltbelastung. Das Konzept der Sektorkopplung wird durch flexible Herstellung von Wasserstoff und Strom verwirklicht.

Literatur

- Deloitte (2018): Strommarktstudie 2030 – Ein neuer Ausblick für die Energiewirtschaft
- Derwent, R. G.; Collins, W. J.; Johnson, C. E.; Stevenson, D. S. (2001): Transient Behaviour of Tropospheric Ozone Precursors in a Global 3-D CTM and Their Indirect Greenhouse Effects. *Climatic Change* 49, pp. 436–487
- Europäische Kommission (2020): JEC WTW, JRC Science for Policy Report
- Holladay, J. D.; Hu, J.; King, D. L.; Wang, Y. (2009): An Overview of Hydrogen Production Technologies. *Catalysis Today* 139(4), pp. 244–260
- IPCC (2015): Fünfter Sachstandsbericht. <https://www.de-ipcc.de/270.php>, Zugriff am 29.6.2021
- U.S. Department of Energy: Hydrogen Basics. https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen_basics.html, Zugriff am 31.05.2021

Hinweis

SYPOX ist eine Ausgründung der Technischen Universität München und dort an den Lehrstuhl für Technische Chemie II unter Leitung von Prof. Johannes Lercher angegliedert. Mit der Bayerngas GmbH besteht seit März 2021 eine Kooperationsvereinbarung. Im Jahr 2020 nahm SYPOX am SET Mentoring der Deutschen Energieagentur (DENA) teil.