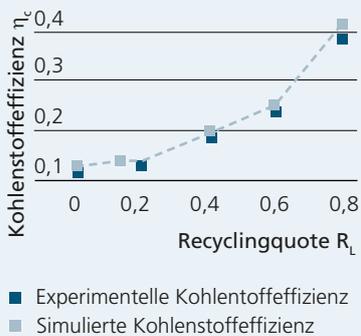




Labordemonstrationsanlage.



Einfluss des Rücklaufverhältnisses auf die Kohlenstoffeffizienz.



FT-Rohprodukt mit sichtbarer wässriger und öligler Phase.

Labordemonstration eines integrierten Co-Elektrolyse-basierten PtX-Prozesses

Dipl.-Ing. Gregor Herz, Dipl.-Ing. Michael Gallwitz, Dr. Erik Reichelt, PD Dr. Matthias Jahn

Bei der angestrebten Minderung industrieller CO_2 -Emissionen werden Power-to-X-Verfahren (PtX) als technologische Option zur Nutzung dieser Emissionen diskutiert. Insbesondere die Hochtemperaturelektrolyse (Solid Oxide Electrolysis, SOE) gilt hierfür als vielversprechende Technologie, mit der aus CO_2 und Wasser sehr effizient zunächst Synthesegas und daraus anschließend wertvolle Kohlenwasserstoffprodukte hergestellt werden können. Power-to-X-Anlagen auf Basis der Hochtemperaturelektrolyse können hohe Prozesswirkungsgrade erreichen, da die Kathode auch eine Aktivität für die interne Reformierung kurzketziger Nebenprodukte des Syntheseschrittes (z. B. Methan) besitzt. So können geringwertige Produktfraktionen in Synthesegas zurückgewandelt werden, wodurch die Kohlenstoffeffizienz

$$\eta_c = \frac{\eta_{c, \text{Produkte}}}{\eta_{\text{CO}_2, \text{ein}}}$$

steigt. Hierdurch kann zudem die Komplexität des Gesamtprozesses verringert werden, da kein zusätzlicher Reformierungsschritt erforderlich ist. Um die interne Reformierung innerhalb eines integrierten Prozesses zu demonstrieren, wurde im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts »Colyssy« (FKZ: 03ZZ0741A) eine Power-to-X-Anlage – bestehend aus einer Hochtemperatur-Co-Elektrolyse gekoppelt mit einer Fischer-Tropsch-Synthese – im Labormaßstab umgesetzt. Die elektrische Nennleistung des Elektrolyseurs betrug $P_{\text{el, SOEL}} = 1 \text{ kW}$. Für den Festbett-Fischer-Tropsch-Reaktor wurde ein industrieller Kobalt-Katalysator ausgewählt, aufgrund seiner Leistungsfähigkeit und des günstigen Produktspektrums, das hochwertige langkettige Kohlenwasserstoffe liefert. Die Anlage im Labormaßstab wurde über 1200 Stunden erfolgreich betrieben. Im Laufe der Versuche wurden verschiedene Betriebsbedingungen für den Elektrolyseur und den

Fischer-Tropsch-Reaktor getestet. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Variation des Rücklaufverhältnisses

$$R_L = \frac{\dot{m}_{\text{Restgas}}}{\dot{m}_{\text{Restgas}} + \dot{m}_{\text{Abgas}}}$$

Dieses beschreibt, wie hoch der Anteil rückgeführter gasförmiger Fischer-Tropsch-Nebenprodukte ist. Ziel der Variation war es, den Einfluss der Stoffintegration auf die Nutzung des zugeführten Kohlenstoffs mittels interner Reformierung zu untersuchen und die inhärenten Vorteile der Hochtemperaturelektrolyse aufzuzeigen. Die Ergebnisse der Tests zeigten einen signifikanten Anstieg des Kohlenstoffwirkungsgrads mit zunehmendem Rücklaufverhältnis – ohne Anzeichen einer Leistungsdegradation des Elektrolyseurs. Die Daten wurden mit einem Prozessmodell korreliert, dabei wurde eine gute Übereinstimmung zwischen Experiment und Simulation festgestellt. In einem größeren Anlagenmaßstab kann das Rücklaufverhältnis R_L über den an der Laboranlage erreichbaren Wert von 0,8 hinaus erhöht werden. Die Simulation lässt erwarten, dass damit eine weitere deutliche Steigerung der Kohlenstoffeffizienz η_c möglich wird. Alle aus der Laboranlage und dem Prozessmodell gewonnenen Erkenntnisse werden für die schrittweise Überführung des Konzepts in den industriellen Maßstab genutzt. Dabei soll eine Container-basierte Anlage an einem Kalkwerk aufgebaut und mit aus dem Abgas abgetrenntem CO_2 versorgt werden. Zudem werden verschiedene Ansätze zur Wärmeintegration untersucht.

Gefördert durch:



STROM
ALS ROHSTOFF

