

Motivation

Als Energieträger zeichnen sich flüssige Kohlenwasserstoffe durch hohe volumetrische Energiedichten und sehr gute Lagerungs- und Transportmöglichkeiten aus. Sie werden als Kraft- oder Treibstoff in Verkehr und Luftfahrt, aber auch zur Erzeugung von Strom und Wärme eingesetzt. Insbesondere in der Luftfahrt und im Schwerlast- und Schiffsverkehr werden flüssige Energieträger auch langfristig nicht zu ersetzen sein. Mit der **Fischer-Tropsch-Synthese (FTS)** existiert ein großtechnisch und wirtschaftlich etabliertes Verfahren zur Erzeugung flüssiger synthetischer Kohlenwasserstoffe aus Synthesegas (H_2 und CO).

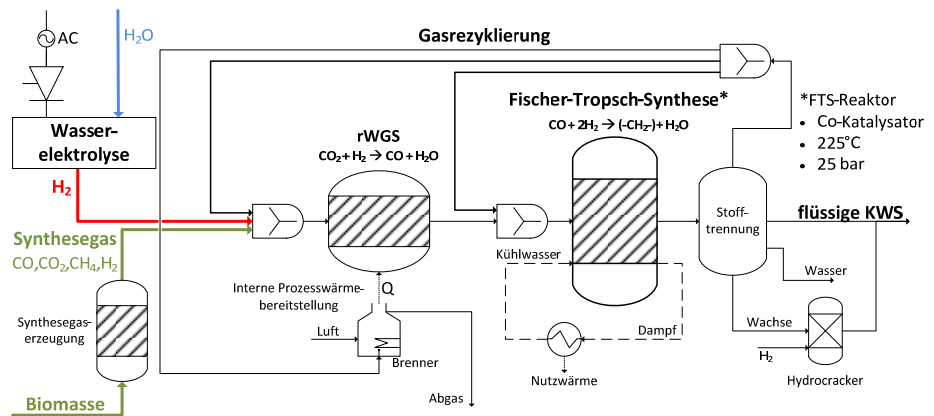
Das DLR entwickelt Prozesskonzepte die regenerative Stoff- und Energiequellen, wie Biomasse (**Biomass-to-Liquid**) und regenerativen Strom (**Power-to-Liquid**), zur Synthesegaserzeugung miteinander kombinieren und analysiert sie hinsichtlich der energetischen Effizienz, der Stoffumsätze und den Möglichkeiten der Stoff- und Wärmeintegration.

Prozesskonzepte

Der Fischer-Tropsch-Prozess wird ausgehend vom Synthesegas in AspenPlus® simuliert. Die Verfahren zur Synthesegaserzeugung sind von der eingesetzten Biomasse (1-3) bzw. Kohlenstoffquelle (4) abhängig. Meist ist anschließend eine Gaskonditionierung notwendig, um das erforderliche Verhältnis von H_2 zu CO im Synthesegas einzustellen. Eine Möglichkeit bietet die Wassergas-Shift-Reaktion (A), diese führt jedoch zu Energie- und Kohlenstoffverlusten. Eine Alternative ist die Zumischung von Wasserstoff, welcher über Elektrolyse mit regenerativem Strom erzeugt wird (B). Zusätzlicher Wasserstoff und der Einsatz eines Reaktors für die reverse Wassergas-Shift-Reaktion (rWGS) ermöglichen die Nutzung von in CO_2 gebundenem Kohlenstoff und die Rezyklierung von im FTS-Reaktor erzeugten bzw. nicht konvertierten Gasen.

Ausgangsstoff	Gasbereitstellung	Gaskonditionierung	
		A	B
1 Stroh (Bsp. Bioliq®)	Schnellpyrolyse Flugstromvergasung Gasreinigung*	WGS	+ H_2 und Gasrecycle
2 Schwarzlauge (Bsp. Chemrec®)	Flugstromvergasung Gasreinigung*	WGS	+ H_2 und Gasrecycle
3 Holzpellets	Wasserdampf- Sauerstoffvergasung Gasreinigung* Verdichtung	keine	+ H_2 und Gasrecycle
4 Abgase aus Kraftwerksprozess	Steinkohle $\eta = 40\%$ mit MEA CO_2 - Abscheidung 90%	-	+ H_2 und Gasrecycle

*vernachlässigt in Simulationen und Berechnungen



Ergebnisse

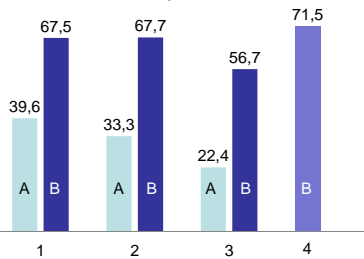
Durch den Einsatz von Elektrolysewasserstoff lässt sich der Kohlenstoffumsatz deutlich erhöhen, dies bedeutet gleichzeitig, dass der Prozess geringere CO_2 -Emissionen aufweist. Mit zunehmendem Kohlenstoffumsatz nimmt die Produktausbeute zu. Die energetische Effizienz bezogen auf den unteren Heizwert (LHV) verbessert sich ebenfalls. Der bei der Elektrolyse anfallende Sauerstoff lässt sich für die Vergasung verwenden. In allen Fällen liegt ein Sauerstoffüberschuss vor.

Ausgangsstoff	angenommene Anlagenkapazität	Produktausbeute (Syncrude)	Elektrolysewasserstoff
1A Stroh (Bsp. Bioliq®)	1500 t/d (lufttrocken) (250MW)	267 t/d (133 MW)	-
1B Stroh (Bsp. Bioliq®)		471 t/d (238 MW)	117 t/d (160 MW)
2A Schwarzlauge (Bsp. Chemrec®)	2000 t/d (284 MW) (Trockensubstanz)	279 t/d (142 MW)	-
2B Schwarzlauge (Bsp. Chemrec®)		585 t/d (294 MW)	153 t/d (210 MW)
3A Holzpellets	1500 t/d (326MW) (trocken und aschefrei)	199 t/d (100 MW)	-
3B Holzpellets		512 t/d (258 MW)	131 t/d (180 MW)
4B CO_2 aus Abgas	Kohle: 3456 t/d (87 MW*) CO_2 : 10469 t/d	2480 t/d (1247 MW)	1337 t/d (1841 MW)

*Energieinhalt der zusätzlich benötigten Kohlemenge zur Bereitstellung des Energiebedarfs für die CO_2 -Abscheidung

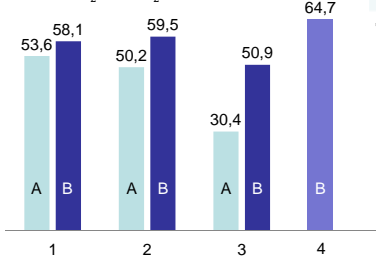
Kohlenstoffumsatz [%]

$$\eta_C = \frac{\dot{m}_{C,KWS}}{\dot{m}_{C,in}}$$



Energetische Effizienz [%]

$$\eta_E = \frac{\dot{m}_{KWS} \cdot LHV_{KWS}}{\dot{m}_{H_2} \cdot LHV_{H_2} + \dot{m}_{BM} \cdot LHV_{BM}}$$



Knowledge for Tomorrow

Wissen für Morgen



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

