

Bewertung & Vergleich von Technologiepfaden zur saisonalen Energiespeicherung mittels LCA

Ökobilanz GreenHub Technologiepfade

Student



Cedric Erb

Ausgangslage: Im Rahmen von GreenHub werden für die KVA Horgen Power-to-X-Technologiepfade zur saisonalen Energiespeicherung untersucht (Sommer: Einspeicherung, Winter: Ausspeicherung). Unklar ist, welcher Pfad das fossile Treibhauspotenzial des Wärmeoutputs am stärksten reduziert. Zudem fehlt eine ISO-konforme Ökobilanz, die Emissionsfaktoren und Wirkungsgrade konsistent abbildet.

Ziel ist ein Vergleich der $\text{CO}_{2,\text{eq}}$ -Bilanz folgender Technologiepfade (siehe Shemata):

- Power-to-Methanol-to-Power (P-2-Me-2-P)
 - Power-to-Ammonia-to-Power (P-2-Am-2-P)
 - Power-to-Ammonia-to-Utilisation (P-2-Am-2-U)

Vorgehen: Die Ökobilanz erfolgt strikt nach EN ISO 14040/14044 und beinhaltet die 4 Phasen:

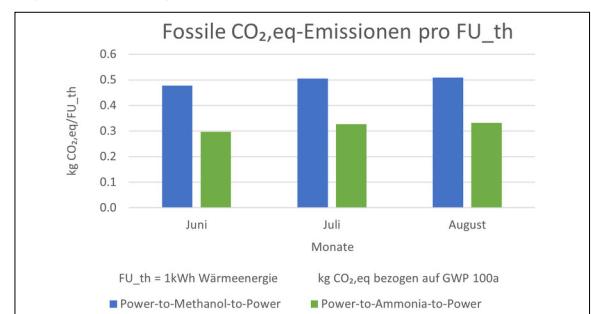
- Ziel- und Untersuchungsrahmen definieren
 - Sachbilanz
 - Wirkungsabschätzung
 - Auswertung

Die Ökobilanz wird pro 1 kWh Wärmeoutput (FU_{th}) sowie pro kg Produkt bezogen. Für die Treibhausgasbilanz wird der internationale Standard (GWP100a) nach IPCC 2021 verwendet. Stoff- und Energieflüsse werden in einem Bilanzmodell abgebildet. Der monatliche Stromnetz-Emissionsfaktor wird für die Einspeichermonate Juni bis August (Mittelwert von 2018 bis 2022) berücksichtigt. Die Auswertung umfasst Hotspot-Analyse, Vollständigkeits- und Konsistenzprüfung sowie Sensitivitätsanalysen (inkl. Monte-Carlo-Simulation mit 1000 Iterationen).

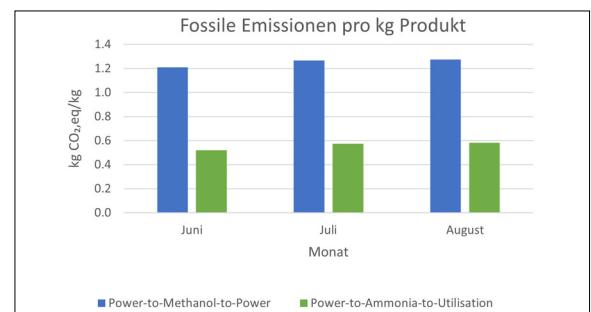
Ergebnis: Die Ammoniakpfade weisen in allen betrachteten Monaten niedrigere fossile CO_2 ,_{eq}-Emissionen auf als P-2-Me-2-P (siehe Diagramme). Im P-2-Me-2-P stammt das CO_2 für die

Methanolsynthese aus der KVA (Rauchgas), wird abgeschieden und zugeführt. Rund 44-47 % des fossilen CO₂-Inputs stammen somit aus der CO₂-Abscheidung und 53-56 % vom Stromnetzbezug. Bei den Ammoniakpfaden dominiert der Stromnetzbezug. Empfehlung: Ammoniakbasierte Pfade sind gegenüber dem Methanolpfad zu bevorzugen. Die grössten Hebel sind CO_{2,ed}-armer Strombezug und Effizienzsteigerungen in HTE, Synthesen und WKK.

Fossile CO_{2,eq}-Emissionen pro FU_th für die Technologiepfade P-2-Me-2-P und P-2-Am-2-P Eigene Darstellung



Fossile CO_{2,eq}-Emissionen pro kg Produkt der Technologiepfade P-2-Me-2-P und P-2-Am-2-U Eigene Darstellung



Schematische Darstellung der untersuchten GreenHub Technologiepfade Eigene Darstellung

Referent Matthias Frommelt

**Korreferent
Boris Meier**

Themengebiet Energietechnik allgemein

