

INTEGRATION VON POWER-TO-X PFADEN AN KVA-STANDORTEN IN DER SCHWEIZ

Matthias FROMMELT¹, Dariusz NOWAK²

Einleitung

Das GreenHub-Projekt [1] ist ein Innosuisse Flagship [2] Projekt mit 7 Forschungs- und 9 Industriepartnern. Es untersucht die technische und ökonomische Integrierbarkeit verschiedener Power-to-X (PtX) Pfade an den Standorten von Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) in der Schweiz. Im Fokus sind dabei Methanol, Ammoniak und Alu-to-Energy als mögliche Langzeitspeicher sowie Methanol-to-Olefines und Ammoniak für die stoffliche Nutzung. Mit Blick auf steigende Anforderungen an Klimaschutz und Versorgungssicherheit wird auf technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Ebene analysiert, wie saisonale Energiespeicher und stoffliche Nutzungspfade an bestehenden Infrastrukturen realisiert werden können.



Abbildung 1: Das GreenHub LivingLab integriert erneuerbare Langzeit-Energiespeicher und wird am Standort der KVA Horgen, Schweiz, umgesetzt.

Methodik

Die Untersuchung kombiniert zwei komplementäre methodische Ansätze:

- Techno-ökonomische Analysen werden mittels dynamischer Simulationen und Optimierungsverfahren zur Bewertung von Effizienz, Flexibilität, Ökologie und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Pfade durchgeführt. Für die Analysen wird die Simulationsplattform DSP/FIT der Partnerfirma Kanadevia eingesetzt und erweitert. Diese basiert auf OpenModelica und Python.
- Experimentelle Validierung findet im LivingLab am Standort KVA Horgen statt, in welchem Power-to-Methanol, Methanol-to-Olefines sowie Alu-to-Energy im Labormaßstab demonstriert werden.

Systembeschreibung

- Die Überschüssige Wärme der KVA im Sommerbetrieb ermöglicht eine hocheffiziente Hochtemperaturelektrolyse; der elektrische Wirkungsgrad steigt dadurch signifikant.
- KVA in der Schweiz sollen zukünftig mit Carbon Capture (CC) ausgerüstet werden [3]; dies bildet die Grundlage für CO₂-basierte PtX-Pfade.
- Erzeugter Wasserstoff wird im GreenHub-Projekt mit CC-CO₂ zu Methanol umgesetzt, gespeichert und im Winter zur Rückverstromung und Wärmeerzeugung genutzt.
- Ammoniak wird aus H₂ und Stickstoff aus einer Luftzerlegungsanlage hergestellt und als saisonaler Energiespeicher sowie für industrielle Anwendungen untersucht (z. B. Rauchgasentstickung, Düngerherstellung).
- Im Winterbetrieb werden elektrische Energie und Wärme über effiziente Wärme-Kraft-Kopplung (CHP) rückgewonnen.

¹ OST - Ostschweizer Fachhochschule, IET Institut für Energietechnik, Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil-Jona, +41 58 257 49 23, matthias.frommelt@ost.ch, www.ost.ch/iet

² +41 58 257 13 43, dariusz.nowak@ost.ch

- Viele KVA beliefern Fernwärmennetze (DH), was eine Vermarktung des Koppelprodukts Wärme aus der Rückverstromung der erneuerbaren Energieträger ermöglicht.
- Methanol-to-Olefines ermöglicht die Bereitstellung erneuerbarer Rohstoffe für die chemische Industrie und Kunststoffproduktion.
- Alu-to-Energy dient als zusätzlicher Pfad für chemische Energiespeicherung und ist aufgrund thematischer Synergie Teil des Projektes.

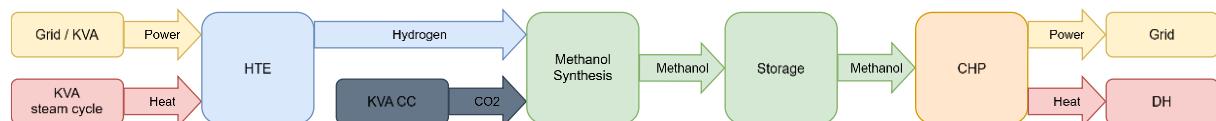


Abbildung 2: Im GreenHub Projekt wird unter anderem ein Power-to-Methanol-to-Power Pfad für saisonale Energiespeicherung untersucht.

Vorläufige Ergebnisse

Die bisher durchgeföhrten Simulationen und ersten Experimente zeigen, dass sowohl Methanol- als auch Ammoniak-basierte Speicherpfade technisch integrierbar sind. Für alle Pfade wurden vorläufige Wirkungsgrade und Gestehungskosten berechnet. Insbesondere die Kopplung von Hochtemperaturelektrolyse mit KVA-Abwärme führt zu erheblichen Effizienzvorteilen gegenüber konventionellen PtX-Systemen. Für die stoffliche Nutzung wurden Pfade identifiziert, die einen erneuten Ausstoss des abgeschiedenen CO₂ verhindern und fossile Ressourcen ersetzen.

Schlussfolgerungen

Die vorläufigen Ergebnisse bestätigen das Potenzial einer sektorengekoppelten Integration verschiedener PtX-Pfade an KVA-Standorten. Die dargestellten technno-ökonomischen und ökologischen Analysen liefern einen ersten quantitativen Beitrag zur Bewertung der technischen Machbarkeit und der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für saisonale chemische Speicher im Schweizer Energiesystem. Die Planung des LivingLab und die Bereitstellung der Komponenten ist bereits weit fortgeschritten.

References

- [1] -, Greenhub Innosuisse Flagship. [Online]. Available: <https://flagship-greenhub.ch/> (accessed: Nov. 22 2025).
- [2] Flagship-Initiative. [Online]. Available: <https://www.innosuisse.admin.ch/de/flagship-initiative> (accessed: Nov. 28 2025).
- [3] B. f. E. BFE, *Energieperspektiven 2050+*. [Online]. Available: <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html> (accessed: Nov. 22 2025).



Flagship supported by



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Innosuisse – Swiss Innovation Agency