

X-Fuels in der industriellen Prozesswärme der Schweiz

Simulation und Analyse des Potentials zur Substitution fossiler Energieträger

Student



Erik Leukens

Ausgangslage: Die durch den Klimawandel notwendige Energiewende erfordert nicht nur die Dekarbonisierung der Stromproduktion und der Mobilität, sondern auch der Wärmebereitstellung. Insbesondere die industrielle Prozesswärme stellt aufgrund der erforderlichen hohen Temperaturniveaus eine besondere Herausforderung dar. Während für tiefe Temperaturen verschiedene erneuerbare Energieträger eingesetzt werden können, werden für hohe Temperaturen bislang überwiegend fossile Energieträger oder direktelektrische Wärmeerzeugung verwendet. Eine mögliche Alternative stellen sogenannte X-Fuels dar: synthetische Energieträger wie Wasserstoff, Methan, Methanol, Ammoniak oder metallbasierte Energieträger. Deren Potential für die industrielle Prozesswärme in der Schweiz ist bislang jedoch nur unzureichend untersucht. Ziel dieser Arbeit war es daher, aufzuzeigen, in welchen Anwendungsbereichen X-Fuels zur Dekarbonisierung der industriellen Prozesswärme eingesetzt werden können.

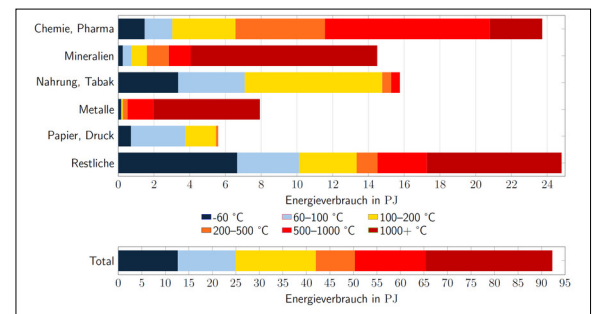
Vorgehen: Da bislang kein geeignetes Simulationstool für diese Fragestellung existierte, wurde im Rahmen eines Vorprojekts das an der OST entwickelte Simulationsmodell Powercheck um eine detaillierte Abbildung der industriellen Prozesswärme erweitert. In dieser Arbeit wurden dann umfassende Recherchen zur Prozesswärmenachfrage, zu Industriebranchen sowie zu den relevanten Energieträgern durchgeführt. Die aufbereiteten Daten dienen als Input für die Simulationen und nachgelagerten Analysen, einschliesslich verschiedener Preis- und Kostenszenarien für X-Fuels.

Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass rund die Hälfte der industriellen Prozesswärme bei Temperaturen unter 200 °C benötigt wird, während gleichzeitig über 40% bei Temperaturen oberhalb von 500 °C anfällt. Den grössten Prozesswärmebedarf weist die Chemie- und Pharmabranche auf, gefolgt von der Mineralien- sowie der Nahrungsmittelindustrie. Technisch sind alle betrachteten X-Fuels grundsätzlich auch für hohe Prozesstemperaturen geeignet, wenngleich der technologische Reifegrad je nach Energieträger variiert und bis 2050 teilweise erhebliche Weiterentwicklungen erforderlich sind. Die Analyse zeigt ein differenziertes Bild hinsichtlich der System- und Kosteneffekte. Eine weitgehende Elektrifizierung der Prozesswärme führt zu einem deutlich erhöhten Strombedarf und insbesondere bei hohen Strompreisen zu erheblichen Energiekosten. X-Fuels können unter bestimmten Annahmen eine wirtschaftlich attraktive Alternative darstellen. Zwar liegen ihre Kosten in vielen Szenarien über den zu erwartenden durchschnittlichen Strompreisen. Bei saisonal differenzierten Strompreisen könnten jedoch

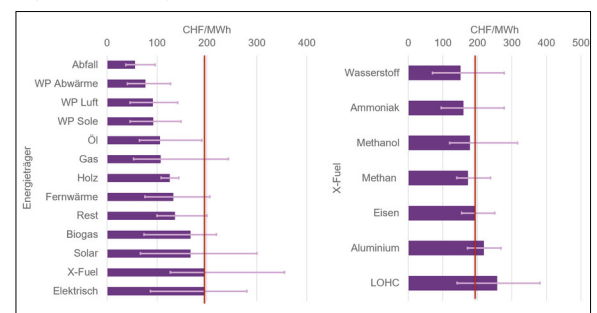
X-Fuels insbesondere in den Wintermonaten kostengünstiger sein als eine vollständige Elektrifizierung.

Die Ergebnisse legen nahe, dass X-Fuels insbesondere für Hochtemperaturanwendungen und in hybriden Systemkonzepten ein relevantes Potential besitzen. Weiterführende Analysen sind erforderlich, um konkrete industrielle Anwendungen sowie geeignete Kombinationen aus elektrischer Prozesswärme und X-Fuels detailliert zu bewerten.

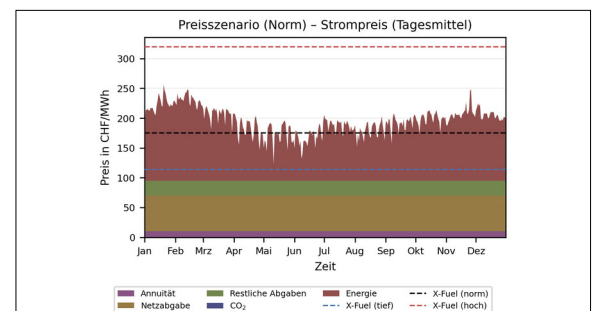
Darstellung der verschiedenen Temperaturniveaus und Industriebranchen der Schweizer Prozesswärme
Eigene Darstellung



Kostendarstellung von Energieträger und X-Fuel mit Norm-, Tief- und Höchstpreisen (Schätzwerte auf Grund der Literatur)
Eigene Darstellung



Darstellung des Strompreises im Vergleich zu verschiedenen X-Fuel-Preisniveaus, abgeschätzt für das Jahr 2050
Eigene Darstellung



Referent
Dr. Michel Haller

Themengebiet
Energy and Environment

