

Implementierung und Analyse einer Einsatzplanung zur optimalen Betriebsführung von flexiblen Biomasseheizkraftwerken zur Sektorkopplung

Inhalte:

Power-to-X (PtX) ist der Oberbegriff für eine Reihe von Schlüsseltechnologien zur Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Gas. Darunter wird zumeist die Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativen Stromquellen verstanden. Der erzeugte Wasserstoff kann entweder direkt verwendet, oder in Wasserstoffderivaten gespeichert werden. Insbesondere die Methanisierung des Wasserstoffs hat hier den entscheidenden Vorteil der vergleichsweise einfachen Handhabung und nahtlosen Kompatibilität mit der bestehenden Infrastruktur. Das Projekt „SyntheseReady“ zielt in diesem Kontext auf die Kopplung von Elektrolyse und Biomassevergasung ab. Das etablierte Verfahren der thermischen Vergasung wird durch Einsatz des Oxyfuel-Verfahrens so adaptiert, dass neben den Produkten Strom und Fernwärme auch die Ausgangsstoffe für Power-to-Methan-Synthesen, also H_2 und CO/CO_2 , bereitgestellt werden können.

Eine wesentliche Herausforderung liegt dabei in einer geeigneten Betriebsweise der resultierenden Biomasse(heiz)kraftwerke. Hierzu soll im Rahmen dieser Masterarbeit ein Modell aufgebaut werden, welches unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen den optimalen Betrieb des Gesamtkonzepts ermittelt. Dies beinhaltet zunächst die Beschreibung aller relevanter Komponenten zur Vergasung, Elektrolyse und Methanisierung sowohl technisch, als auch bezüglich ihrer jeweiligen transienten Randbedingungen (beispielsweise notwendiger Anfahr- oder Haltezeiten) und deren Verknüpfung mit wirtschaftlichen Kennzahlen (z. B. verbrauchsgebundenen Kosten, CO_2 -Kosten). Hierzu liegen bereits Vorarbeiten vor. Darauf aufbauend soll eine Einsatzplanung (mathematische Optimierung) entwickelt werden, welche bedarfsgerecht und unter Berücksichtigung zeitaufgelöster exogener Faktoren (wie beispielsweise Strompreisen, Fernwärme-Lastprognosen) jederzeit das betriebswirtschaftliche Optimum der möglichen Produktion an Fernwärme, ggf. Strom und grünem Methan identifiziert. Als zusätzliches System sollen Spitzenlastkessel zur Wärmeerzeugung und Gasspeicher integriert werden, um die Synthesegas-Ausbeute potentiell zu erhöhen und die Anlagenflexibilität zu steigern.

Die Masterarbeit wird in Kooperation mit der prosio engineering GmbH betreut.

Aufgabenstellung:

- Literaturrecherche: Grundlagen von Power-to-X, thermochemische Vergasung, modellprädiktive Regelung, Optimierung
- Einarbeitung in Python sowie Gurobi oder ähnliche Optimierer
- Mathematische Modellierung der einzelnen Prozesse des Systems (Vergasung, Elektrolyse, Methanisierung, Speicher, etc.) insbes. hinsichtlich Wirkungsgraden, Leistungsgrenzen, Kosten, transientem Verhalten
- Implementierung einer Einsatzplanung zur betriebswirtschaftlich optimalen Betriebsweise der Systeme (mathematische Optimierung)
- Validierung und Plausibilitätsprüfung der Einsatzplanung im Sinne einer Sensitivitätsanalyse
- Definition und Simulation von Szenarien (hinsichtlich wirtschaftlicher Rahmenbedingungen und Anlagenauslegung (z.B. unterschiedliche Dimensionierungen)) bis 2050
- Schriftliche Dokumentation der Ergebnisse

Beginn: ab sofort