

Dezentrale Power-to-Gas-to-Power Systeme für die zukünftige CO₂-freie Stromversorgung

Die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen wie Sonnen- oder Windenergie nimmt zu, da viele Länder Maßnahmen im weltweiten Kampf gegen den Klimawandel ergreifen. Mit dem zunehmenden Anteil erneuerbarer Energiequellen sind zufällige oder vorhersehbare tägliche und saisonale Schwankungen unvermeidlich. Daher muss überschüssiger Strom für Zeiten gespeichert werden, in denen die Sonne weniger scheint oder der Wind weniger weht. Neben Kurzzeitspeichern wie Batterien und Großspeichern wie Stauseen bieten Power-to-Gas(-to-Power)-Systeme die Möglichkeit, große Mengen an Energie in unter Druck stehendem und energiedichtem Wasserstoff zu speichern. Power-to-Gas-Systeme sind in der Lage, Wasser und Elektrizität über einen Elektrolyseur in Wasserstoff und Sauerstoff umzuwandeln, die in einem Tanksystem bei erhöhtem Druck gespeichert werden können. Entweder eine Mikrogasturbine oder eine Brennstoffzelle kann die chemisch gespeicherte Energie des Wasserstoffs bei Bedarf wieder in Strom umwandeln.

Diese Arbeit konzentriert sich auf ein dynamisches Matlab/Simulink-Modell der einzelnen Komponenten eines Power-to-Gas-Systems mit einem verstärkten Schwerpunkt auf dem thermodynamischen Verhalten des Elektrolyseurs. Das Modell erlaubt es dem Benutzer, ein beliebiges Stromerzeugungsprofil sowie ein beliebiges Stromnachfrageprofil des Verbrauchers einzugeben. Zu den Ergebnissen der Simulation gehören das dynamische Verhalten des Tanks, der Grad der Autarkie, die gesamten CO₂-Emissionsreduktionen und eine Kostenanalyse des Gesamtsystems.

Um die Vor- und Nachteile des Einsatzes eines Power-to-Gas-Systems aufzuzeigen, wurde die Simulation für drei konkrete Fälle durchgeführt. Der erste Fall betraf ein ländliches Dorf, das von einer Windturbine mit Strom versorgt wurde, der zweite simulierte ein Szenario in einer solarbetriebenen Stadt, und der dritte betraf eine Kombination aus Solar- und Windenergie zur Versorgung eines Industrieunternehmens. In jedem Fall zeigte sich, dass die Einbeziehung erneuerbarer Energien in Verbindung mit einem Power-to-Gas-System die Kohlenstoffbilanz erheblich verbessern kann und sich die anfänglichen Investitionskosten in höchstens 21 Jahren amortisieren. Die Simulation zeigte aber auch die Grenzen eines PtG-Systems auf, insbesondere bei täglichen Schwankungen der Stromspeisung.



Diplomierende
Pascal Beutler
Raphael Lüthi

Dozent
Mirko Bothien



Windenergie ist, neben anderen, eine der wichtigsten erneuerbaren Energiequellen, die ein Power-to-Gas-System betreiben könnte.