

Verbundprojekt

„Power-to-Gas“

Errichtung und Betrieb einer Forschungsanlage zur Speicherung von erneuerbarem Strom als erneuerbares Methan im 250 kW_{el}-Maßstab

Skalierbare Vorstufe für industrielle Anlagen im Bereich 1-20 MW_{el}

Motivation

Ziel eines zukünftigen Energiesystems ist eine nachhaltige Vollversorgung aus erneuerbaren Ressourcen. Viele erneuerbare Energien wie Strom aus Windkraft und Photovoltaik fallen jedoch stark fluktuierend an. Mal weht eine steife Brise, wenn kein Strombedarf herrscht, mal ist der Bedarf da und die Sonne scheint nicht. Daher braucht es künftig mehr Speicherkapazitäten für den erneuerbaren Strom. Einfach im Stromnetz lagern kann man ihn nicht. Erzeugung und Verbrauch müssen dort immer zeitgleich erfolgen.

Bisher wurde die Vorhaltung von Energie durch die Lagerung fossiler Brennstoffe gelöst (Kohle, Erdöl und Erdgas), die bei Bedarf in Strom umgewandelt wurden. Die Bevorratung liegt hier typischerweise in einem Bereich, der dem Verbrauch von mehreren Monaten entspricht. Bei Strom gibt es derzeit praktisch nur eine Speichertechnik: Pumpspeicherkraftwerke. Die heute insgesamt vorhandene Stromspeicherkapazität in Deutschland beläuft sich bei einem jährlichen Verbrauch von etwa 619 TWh_{el}/a auf nur rund 0,04 TWh_{el}. Die Speicher könnten rein rechnerisch den kompletten Strombedarf Deutschlands also für nur weniger als eine Stunde decken.

Das ist deutlich zu wenig. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) prognostiziert für Deutschland im Jahr 2025 bis zu 50 TWh nicht einspeisbaren Strom bei Niedriglast /SRU/. Die Speichertechniken müssen daher ausgebaut werden.

Das Vorhaben

Eine Speichertechnik mit ausreichender Kapazität, die wetterbedingte Stromüberschüsse langfristig aufbewahren kann, hat das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) gemeinsam mit der SolarFuel GmbH und dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES entwickelt. Das Verfahren mit dem Namen „Power-to-Gas“ kombiniert die beiden Prozessschritte H₂O-Elektrolyse und Methanisierung. Zuerst wird mit Strom Wasserstoff erzeugt, der in der Methanisierungsstufe mit CO₂ zu Methan reagiert.

Seit 2009 läuft am ZSW eine erste Demonstrationsanlage mit 25 Kilowatt elektrischer Anschlussleistung erfolgreich. Sie produziert DVGW-konformes und damit in das Erdgas-Verteilungsnetz einspeisbares SNG (Substitute Natural Gas). Das Gasnetz mit seiner derzeitigen Speicherkapazität von etwa 210 TWh ist in der Lage, zukünftig sowohl eine Speicher- als auch eine Verteilfunktion für erneuerbaren Strom zu übernehmen und somit das Stromnetz zu entlasten. Des Weiteren kann das Verfahren zur Stabilisierung des Stromnetzes bei-

tragen, indem durch gezieltes Ein-/Aus-Schalten einer Power-to-Gas-Anlage sowohl negative als auch positive Regelenergie bereit gestellt wird.

Solche zukünftigen Betriebsweisen erfordern jedoch eine hohe Dynamik des Gesamtsystems einer Power-to-Gas-Anlage - eine Eigenschaft, die die Hauptkomponenten nach heutigem Stand der Technik noch nicht aufweisen. Bei der zweiten Forschungsanlage mit 250 Kilowatt Anschlussleistung ist das aus diesem Grund ein Forschungsschwerpunkt. Die Anlage wird im Sommer 2012 fertig gestellt.

Die Umwandlung von Wasserstoff zu Methan benötigt CO_2 . Die erste Anlage entnahm das Kohlendioxid noch aus der Luft, was einen zusätzlichen Energieaufwand verursacht. In der Zukunft sollte das nicht mehr der Fall sein. Als CO_2 -Quellen für industrielle Power-to-Gas-Anlagen kommen Biogasanlagen infrage. Nutzbar ist aber auch CO_2 aus der Bioethanolherstellung, CO_2 aus Energieprozessen (CCS oder CO_2 Recycling) und CO_2 aus Prozessen der chemischen Industrie. Eine Analyse potenzieller CO_2 -Quellen hinsichtlich Verfügbarkeit, Erzeugungspotenzial, Wirtschaftlichkeit und Kosten ist Gegenstand der F&E-Arbeiten. Alleine mit dem im Rohbiogas enthaltenen CO_2 der derzeit in Deutschland betriebenen etwa 6.000 Biogasanlagen ließen sich mit dem Power-to-Gas-Verfahren jährlich mehr als 25 TWh speicherfähiges SNG erzeugen.

Erste Abschätzungen des zukünftigen Speicherbedarfs bei einer zu 100 Prozent erneuerbaren Stromversorgung liegen im Bereich von 20 bis 40 TWh pro Jahr. Die Evaluierung des zukünftigen Speicherbedarfs unter Berücksichtigung verschiedener Entwicklungsszenarien ist ebenfalls Gegenstand der Forschungsarbeiten.

Projektziele

Ziele des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderten Verbundprojektes Power-to-Gas (Projektlaufzeit: 1.4.2011 bis 31.3.2014) sind insbesondere:

- Aufbau und Versuchsbetrieb einer Power-to-Gas-Anlage in der Leistungsklasse von 250 kW_{el} , um damit ein nachfolgendes Upscaling in dem energiewirtschaftlich relevanten MW_{el} -Leistungsbereich zu ermöglichen.
- Entwicklung Lastdynamik-/Betriebskonzepte gemäß den Flexibilitätsanforderungen im Strommarkt (Bereitstellung von Regelenergie).
- Forschungsbetrieb zur Anlagen-/Betrieboptimierung.
- Weiterentwicklung der Power-to-Gas-Technologie v.a. hinsichtlich optimierter Wirkungsgrade und Laufzeiten, Dynamikbetrieb, alternativer CO_2 -Quellen und innovativer Netzeinbindungskonzepte.
- Bewertung Speicherbetrieb im regenerativen Energiesystem und des volkswirtschaftlichen Nutzens der Technologie.
- Quantifizierung des Beitrages der Power-to-Gas-Technologie zur Dekarbonisierung mit Hilfe von Treibhausgasbilanzen.
- Vorbereitung der nachfolgenden Verwertungs-/Kommerzialisierungsphase im MW_{el} -Bereich, wobei durch begleitende Forschung technische, wirtschaftliche und ökologische Fragestellungen beantwortet werden.

Projektpartner und Aufgaben

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Förderkennzeichen 0325275A

- Planung und Aufbau der Power-to-Gas-Forschungsanlage
- Versuchsbetrieb der Anlage; Anlagen- und Betriebsoptimierung

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES
Förderkennzeichen 0325275B

- Technische, volkswirtschaftliche und ökologische Analyse und Bewertung der Power-to-Gas-Technologie

SolarFuel GmbH

Förderkennzeichen 0325275C

- Wirtschaftlichkeitsanalysen für Power-to-Gas-Anlagen in heutigen und zukünftigen Energieszenarien

Literatur

/SRU/: Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Sondergutachten Januar 2011,

http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_Sondergutachten_100Prozent_Erneuerbare_HD.pdf?__blob=publicationFile

Ansprechpartner

ZSW Industriestr. 6 70565 Stuttgart	Fraunhofer IWES Königstor 59 34119 Kassel	SolarFuel Heißbrühlstr. 15 70565 Stuttgart
Dr.-Ing. Ulrich Zuberbühler Tel: +49-711-7870-239 Fax: +49-711-7870-200 ulrich.zuberbuehler@zsw-bw.de	M. Sc. Mareike Jentsch Tel: +49-561-7294-437 Fax: +49-561-7294-260 mareike.jentsch@iwes.fraunhofer.de	Dipl.-Ing. Stephan Rieke Tel: +49-711-4605-7495 rieko@solar-fuel.net

Förderung



Abbildungen

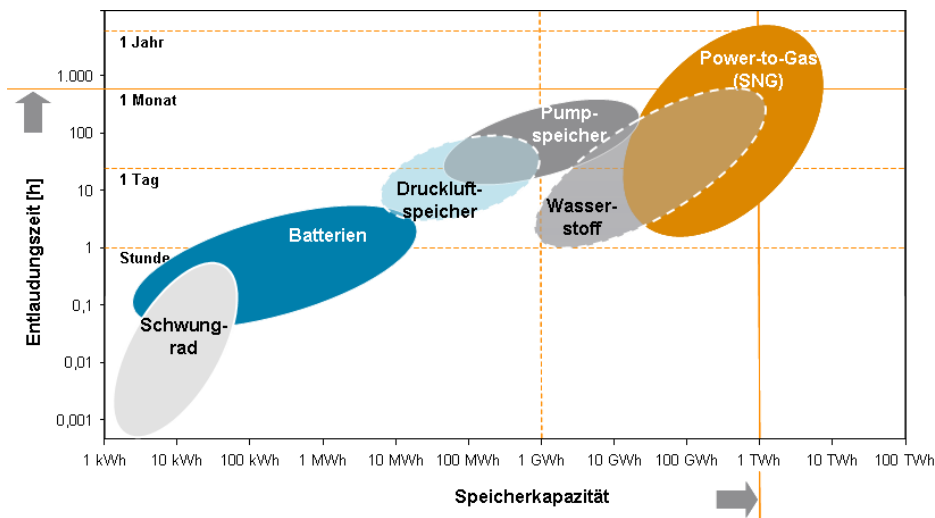


Abb. 1: Entladungszeiten und Speicherkapazitäten verschiedener Stromspeichersysteme.

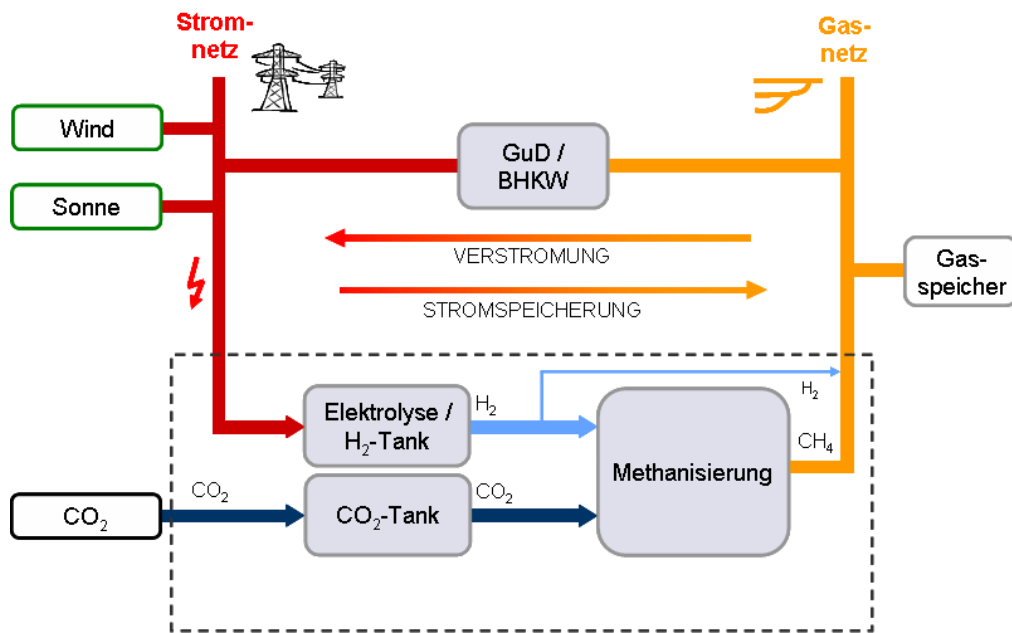


Abb. 2: Power-to-Gas: Verfahrensschema und Einbindung in das Energiesystem.