

Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Physik

in Zusammenarbeit mit

Gas- und Wärme-Institut
Essen e.V.

Geografische Analyse von CO₂- Quellen hinsichtlich ihrer Implikationen auf die Standortsuche für die Energiespeicherung durch Power-to-Gas in Europa

Bachelor-Arbeit

vorgelegt von:

Lennart Korsten

Betreuer:

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Johannes Schaffert
(extern)

(interner Gutachter wird vom Prüfungsausschuss
festgelegt)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Bachelorarbeit werden mögliche Standorte für die Energiespeicherung durch Power-to-Gas in Europa bestimmt. Der Fokus liegt dabei auf der Suche und Auswertung von grünen CO₂-Quellen als Standortvorteil für den Prozess der Methanisierung. Dazu werden geographische Daten zu Strom –und Gasnetzen dargestellt, mit recherchierten CO₂-Quellen in Zusammenhang gebracht und analysiert. Besondere Betrachtung genießen zudem Standorte für dezentrale erneuerbare Energien (EE), wie Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen. Um die Infrastruktur möglichst nachhaltig auszunutzen und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu lockern, werden bevorzugt Quellen von sogenanntem „grünen“ CO₂, das aus nachhaltigen Prozessen entsteht, zur Auswertung herangezogen.

Im ersten Teil wird auf die theoretischen Grundlagen eingegangen, indem die Technologie Power-to-Gas kurzfassend erklärt und in die Energiewende eingegliedert wird. Es folgt eine Erläuterung der infrastrukturellen Herausforderungen, insbesondere durch das Stromnetz und Gasnetz, als auch durch die Verfügbarkeit von grünem CO₂. Bei der anschließenden Modellentwicklung wird geographisches Kartenmaterial, welches im Rahmen dieser Bachelorarbeit recherchiert wurde, bereitgestellt und ein Modell zur Bewertung verschiedener Standorte aufgestellt. Zuerst werden Standorte in Deutschland analysiert, gefolgt von einer kurzen Analyse von weiteren EU Mitgliedstaaten. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert.

Zur Auswertung wird die Geoinformationssoftware QGIS benutzt, mithilfe derer Umspannwerke, das deutsche Gasnetz, EE-Erzeugungsstandorte, als auch grüne CO₂-Quellen geografisch dargestellt werden. Deutschland bietet das mit Abstand größte Potential für Power-to-Gas Anlagen. Niedersachsen, NRW, Baden-Württemberg und Bayern teilen sich nicht nur die Spitzenpositionen bei der Anzahl an Biomasseanlagen, sie bieten zusätzlich ein enormes Ensemble an dezentralen Energiestandorten durch Windkraft an der Nordsee, eine dicht ausgebaute Infrastruktur in NRW, bzw. Photovoltaikanlagen in Süddeutschland. Power-to-Gas bietet nicht nur die Möglichkeit, Spitzenlasten kurzfristig abzugreifen und so das Stromnetz zu schonen, sondern stellt nachhaltig erneuerbares Methan zu Verfügung. Die Niederlande, Belgien, Frankreich und auch das Vereinigte Königreich verfügen durch geringer ausgebaute erneuerbare Energien über ungünstigere Voraussetzungen. Es besteht aber ohne Zweifel auch in diesen europäischen Ländern Potential für Power-to-Gas. Die Analyse ergibt, dass heute schon das Potential vorhanden ist, in allen betrachteten Staaten jährlich insgesamt 14,5 TWh Methan ins Gasnetz einzuspeisen.

Abstract

The following bachelor thesis contains a determination of possible locations for energy storage via Power-to-Gas. The focus is on the exploration and evaluation of green sources of CO₂ as a locational advantage for the process of methanation. Given the existing geographic data, power and gas networks are presented, associated with the researched CO₂ sources and analyzed. Special consideration is applied on facilities for decentralized renewable energies such as photovoltaic systems and wind turbines. To utilize the infrastructure as sustainable as possible and to reduce the dependence on fossil fuels, preferred sources of so-called "green" CO₂ - which is produced from sustainable processes – are used for evaluation.

The first part briefly deals with the theoretical foundations of Power-to-Gas technology and will be incorporated into the energy transition. An explanation of the infrastructural challenges follows, especially concerning the power and natural gas networks, and the availability of green CO₂. In the subsequent model development geographical data, which was researched in this thesis, is provided and a model is set up for the assessment of various locations. First sites in Germany are analyzed, followed by an analysis of further European nations. Finally, the results are summarized and discussed.

For evaluation, the geographic information software QGIS is used to display power substations, the German natural gas grid, renewable energy facilities, as well as CO₂ point sources. Germany has the most qualified infrastructure for Power-to-Gas installations in Europe. Lower Saxony, North-Rhine Westphalia, Baden-Wuerttemberg and Bavaria do not only share the top position in the number of biomass plants, they also offer an enormous ensemble of decentralized energy locations in terms of wind power at the North Sea, a tightly built infrastructure along the Rhine river or photovoltaic systems in southern Germany. Power-to-gas not only provides the possibility to take off peak loads to tap the short term, but provides sustainable renewable methane at disposal. The Netherlands, Belgium, France and the UK have carried less developed renewable energy on favorable conditions, but there is no doubt in these two European countries for potential power to gas installations. The analysis showed that there is the potential today to feed a total of 14.5 TWh methane into the gas grid annually in all the countries examined.