

# Analyse geografischer Photovoltaikpotentiale in Europa in Verbindung mit Power-to-Gas und Methanisierung (heute und 2050)

Jan Leukefeld

Masterarbeit

Dezember 2019

LEE-D-649

## Kurzfassung

Im Jahr 2015 wurde mit dem Pariser Übereinkommen die Begrenzung der globalen Erwärmung auf unter 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau beschlossen. Das Ziel ist die Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zu deren schrittweisen Elimination. Eine der Maßnahmen ist die Minderung der eingesetzten fossilen Energieträger und Substitution dieser durch erneuerbare Energien (EE). Jedoch besteht bei einer stark EE-geprägten Energieerzeugungsstruktur der Bedarf, die Energie zu speichern. Power-to-Gas (PtG), ein Verfahren zur Umwandlung und Speicherung Stroms in synthetische Gase, ist die einzige bekannte Option, große Energiemengen über lange Zeiträume zu speichern.

Das Ziel dieser Thesis ist die Ermittlung der geografischen sowie technischen Potenziale der Sektorenkopplung von grünem CO<sub>2</sub> in Verbindung mit EE an geeigneten europäischen Power-to-Methane-Standorten (PtM; d.h. PtG mit anschließender Methanisierung). Die Kopplung von grünem CO<sub>2</sub> und EE ermöglicht die Produktion von CO<sub>2</sub>-neutralen synthetischen Gasen. Zudem werden Photovoltaikpotenziale (PV-Potenziale) für heute sowie das Jahr 2050 ermittelt.

Zunächst werden für die Standortanalyse der potenziellen PtM-Anlagen Abstandskriterien von Biogasanlagen zu PV-Anlagen sowie Windenergieanlagen festgelegt. Des Weiteren werden für die Ermittlung der PV-Potenziale der Flächenbedarf sowie die Flächenpotenziale Europas für drei Szenarien mit verschiedenen Ausbaustufen der verfügbaren Flächen bestimmt. Mittels der Daten der PtM- und der PV-Potenzialanalyse wird für jeweils eine PtG-Demonstrationsanlage in Deutschland, Italien und der Schweiz eine Fallstudie für die Eignung als PtM-Anlage erstellt.

Bei der PtM-Potenzialanalyse wurden rund 51 % der ermittelten Biogasanlagen als potenzielle PtM-Standorte für EE-Biogas-Kopplung identifiziert, vornehmlich in Deutschland. In Abhängigkeit der Ausbaustufen ermöglichen die Szenarien für die europäischen PV-Potenziale im Jahr 2050 den Energiebedarf zu 100 % (Szenario 1) oder den Strombedarf zu mindestens 100 % (Szenario 2 und 3) mitsamt Energiespeicherverlusten zu decken. Für die Umgebung der Demonstrationsanlagen wird das Ausbaupotenzial besonders von den zu Verfügung stehenden Agrarflächen bestimmt und ermöglicht die Stromproduktion der EE an den Standorten in Deutschland und Italien um 125 % bzw. 300 % zu erhöhen. Am Schweizer Standort kann auf Grund von bisher kaum vorhandenen EE eine Steigerung von etwa 2.700 % erreicht werden.

## Abstract

In 2015, with the Paris Agreement, it was determined to limit global warming to below 2 °C above pre-industrial levels. The aim is to reduce greenhouse gas emissions until they are gradually eliminated. One of the measures is to reduce the use of fossil fuels and replace them with renewable energies (RE). However, with a strong renewable electricity generation structure, there is a necessity to store the energy. Power-to-Gas (PtG), a process for converting and storing electricity into synthetic gases, is the only known option for storing large amounts of energy over long periods.

This thesis aims to determine the geographical as well as technical potentials of sector coupling of green CO<sub>2</sub> in combination with RE at suitable European Power-to-Methane sites (PtM; hence PtG with subsequent methanation). The coupling of green CO<sub>2</sub> and RE enables the production of CO<sub>2</sub>-neutral synthetic gases. In addition, photovoltaic (PV) potentials are determined for today and the year 2050.

To begin with, the distance criteria from biogas plants to PV plants and wind energy plants are defined for the location analysis of potential PtM plants. Furthermore, the area requirements, as well as the area potentials of Europe for three scenarios with different expansion stages of the available areas, are defined for the determination of the PV potentials. Based on the data from the PtM and PV potential analysis, a case study for the suitability as a PtM plant will be prepared for one PtG demonstration plant each in Germany, Italy, and Switzerland.

In the PtM potential analysis, about 51 % of the biogas plants determined were identified as potential PtM sites for RE-biogas-coupling, mainly in Germany. Depending on the expansion stages, the scenarios for the European PV potentials in 2050 make it possible to cover 100 % of the energy demand (scenario 1) or at least 100 % of the electricity demand (scenarios 2 and 3) including energy storage losses. For the area surrounding the demonstration plants, the potential for expansion is determined in particular by the available agricultural land, enabling the electricity production of renewable energies at the sites in Germany and Italy to be increased by 125 % and 300 % respectively. At the Swiss site, an increase in electricity production from RE of around 2,700 % can be achieved to the fact that hardly any RE have been available so far.