

CO₂ Analyse eines Energiespeichersystems für Erneuerbare Energien am Beispiel der Klimakommune Saerbeck

Sarah Müller

Matr.-Nr.: 108012240496

Betreuer (LEE): Dr. Julian Röder
Betreuer (GWI): Nils Norman Brücken

Masterarbeit

Oktober 2019

LEE-D-641

Kurzfassung

Im Bioenergiepark (BEP) der Kommune Saerbeck im nördlichen Münsterland (NRW) wird bereits heute mehr als doppelt so viel erneuerbare Energie bereitgestellt wie in der Kommune verbraucht wird. Dennoch wird ein großer Teil des im BEP produzierten Stroms nicht zu Zeiten erzeugt, in denen ein Bedarf anfällt. So treten zum einen hohe Überschüsse auf, während zum anderen circa 40 % des Stroms über das Netz bezogen werden muss. Anhand des Fallbeispiels Saerbeck mit hohen Anteilen an Erneuerbarer Energie (EE) im lokalen Strommix soll die Integration von Energiespeichersystemen (ESS) zum Ausgleich von Stromerzeugung und -verbrauch untersucht sowie eine ökologische Bewertung der ESS auf Grundlage einer CO₂-Bilanz angefertigt werden.

Zunächst werden die zu untersuchenden ESS (Lithium-Ionen-Batterie (LIB), Blei-Säure-Batterie (BSB), Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRFB) als Kurzzeitspeicher und eine Power-to-Gas-to-Power-Einheit (PtGtP) als Langzeitspeicher) vorgestellt und die methodische Vorgehensweise zur Durchführung der CO₂-Analyse erläutert. Dabei wird eine Gegenüberstellung der Nutzung von Einzelspeichern und kombinierten Systemen aus Kurz- und Langzeitspeichern durchgeführt. Die Simulation der Speicherintegration erfolgt mithilfe eines bestehenden *MATLAB*-Tools. Als Indikatorwerte sollen das relative GWP pro ausgespeicherter MWh und das absolute GWP pro Jahr dienen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass der Einsatz von ESS in ländlichen Regionen wie Saerbeck zu deutlichen CO₂-Einsparungen im Vergleich zum Bezug über das deutsche Stromnetz führen kann. LIB können in den dargestellten Kapazitäten das gesamte GWP des bezogenen Stroms der Kommune Saerbeck im Jahr 2018 um 7 – 16 % im Vergleich zum derzeitigen Stand reduzieren. Trotz der hohen Wirkungsgradverluste eines Power-to-Gas-Systems mit Rückverstromung können bereits mit einer Nennleistung von 15 MW 31 % des GWPs eingespart werden. Im Vergleich dazu können Kombispeicher durch die Synergieeffekte aus Kurz- und Langzeitspeichern Einsparungen von bis zu 58 % erzielen.

Wird die CO₂-Bilanz der ESS in zukünftigen dekarbonisierten Energiesystemen betrachtet, so fallen die CO₂-Einsparungen deutlich niedriger aus als im Referenzfall. Vor diesem Hintergrund übernehmen Energiespeicher künftig vielmehr Aufgaben der Versorgungssicherheit und stellen in defizitären Zeiten Strom aus EE bedarfsgerecht zur Verfügung.

Abstract

In the bioenergy park (BEP) of the municipality of Saerbeck in the northern Münsterland (NRW), more than twice as much regenerative energy is already provided today as is consumed in the municipality. Nevertheless, a large part of the electricity produced in the BEP is not generated at times when it can be consumed. On the one hand, high surpluses occur and, on the other hand about 40 % of the electricity consumed in the municipality has to be obtained via the grid.

Using the Saerbeck case study with a high proportion of renewable energy in the local electricity mix, the integration of energy storage systems (ESS) to balance generation and consumption is to be investigated and an ecological assessment with regard to the CO₂-analysis is to be made.

First, the ESS to be investigated (lithium-ion-battery, lead-acid-battery, vanadium-redox-flow-battery as short-term storage and a power-to-gas-to-power unit as long-term storage) will be presented and the methodological procedure for carrying out the CO₂-analysis will be explained. A comparison of the use of individual storage tanks and a combined system of short- and long-term storage tanks was carried out. The simulation of the storage integration is carried out with the help of an existing MATLAB tool. The relative GWP per stored MWh and the absolute GWP per year are to serve as indicator values.

The results of this work show that the use of ESS in rural areas, as in the case study of Saerbeck, leads to significant CO₂ savings compared to the purchase of the required electricity via the German power grid. Lithium-ion batteries can reduce the total GWP of the electricity consumed by the municipality of Saerbeck in 2018 by 7 - 16 % compared to the current situation. Despite the high degree of efficiency of a power-to-gas system with re-generation, 31 % of the GWP can already be saved with a nominal output of 15 MW. In comparison, combined storage systems can achieve savings of up to 58 % through the synergy effects of short- and long-term storage systems.

Considering the CO₂-analysis of the ESS in future decarbonized energy systems, the CO₂ savings will be significantly lower than in the reference case. Against this background, energy storage systems will in the future take on tasks to ensure security of supply and provide energy from regenerative sources during times of deficit.