

Experimentelle Untersuchungen zur Dimensionierung von Batteriespeichern für Haushalte mit Brennstoffzellensystemen

Masterarbeit zur Erlangung des Master Grades
Master of Science im Studiengang Erneuerbare Energien
an der Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme
der Technischen Hochschule Köln

Timon Mund

Matrikelnummer: 111 270 59

eingereicht bei: Professor Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Thorsten Schneiders
Technische Hochschule Köln (TH Köln)
Zweitgutachter/in: M.Sc. Frederic Frankenhoff
Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI)

Köln, 6. Juni 2019

Kurzfassung

Titel: Experimentelle Untersuchungen zur Dimensionierung von Batteriespeichern für Haushalte mit Brennstoffzellensystemen

Prüfer: 1.) Professor Dr.-Ing. Thorsten Schneiders (TH Köln)

2.) M.Sc. Frederic Frankenhoff (GWI)

Der Anteil häuslicher KWK-Anlagen ist trotz der offenen Bekundung der Landesregierung von NRW und der Etablierung unterschiedlicher Förderprogramme rückläufig. Um effizientere Betriebsweisen von KWK-Anlagen zu erreichen werden neue Ansätze verfolgt. Daran anknüpfend wird in dieser Arbeit die experimentelle Untersuchung der Kombination von Batteriespeichern mit einem Brennstoffzellensystem im häuslichen Gebrauch durchgeführt. Ziel ist es, die Auswirkungen des integrierten Batteriespeichersystems zu identifizieren und Aussagen über die Dimensionierung von Batteriespeichern in Kombination mit Brennstoffzellen-Systemen zu treffen. Im Rahmen dieser Untersuchung werden zwei unterschiedliche Batteriespeichersysteme mit einer Nutzkapazität von 1,975 kWh und 10,8 kWh in einen Laborprüfstand eingebunden, der die Nachbildung eines realen Einfamilienhauses darstellt. Als Datenbasis für die Untersuchung wurden die Messdaten realer Gebäude aus dem Projekt „100 KWK-Anlagen in Bottrop“ verwendet. Die resultierenden Lastprofile für den Wärme- und Strombedarf wurden im Laborprüfstand über einen Zeitraum von je drei jahreszeitabhängigen Wochen abgefahren. In einer anschließenden Auswertung der Messdaten werden die Be- und Entladevorgänge des Batteriespeichersystems sowie die Veränderungen des Netzbezugs und der Einspeisung untersucht. In dieser experimentellen Untersuchung konnte für das untersuchte Gebäude durch die Integration einer geringeren Nutzkapazität von 1,975 kWh eine Steigerung der Eigenverbrauchsquote von bis zu 29,8 % und eine Erhöhung der Autarkiequote um bis zu 27,1 % erreicht werden. Ebenfalls wurde eine Senkung der CO₂-Emissionen um 16,22 kgCO₂ zu beobachten. Die Erhöhung der installierten Nutzkapazität des Batteriespeichersystems auf 10,8 kWh erreicht hingegen keine deutliche Steigerung, die eine Erhöhung der installierten Nutzkapazität rechtfertigen würde. Basierend auf der Amortisationsrechnung und der jährlichen Ersparnis kann abgeleitet werden, dass eine Installation von Batteriespeichersystemen die Effizienz eines Brennstoffzellensystems grundlegend steigert, aber aus wirtschaftlicher Sichtweise nicht sinnvoll ist.

Schlagworte: Brennstoffzellensystem, Batteriespeichersystem, Experimentelle Untersuchung, Eigenverbrauchs- und Autarkiequote

Datum: 6. Juni 2019

Abstract

Title: Experimental analysis of the dimensioning of battery storage systems for households with fuel cell systems

Reviewers: 1.) Professor Dr.-Ing. Thorsten Schneiders (TH Köln)

2.) M.Sc. Frederic Frankenhoff (GWI)

Despite the open statement of the state government NRW and various subsidy programs the share of domestic CHP plants is declining. Therefore, new approaches with CHP are being pursued in order to achieve an improved positioning in the market. In light of the aforementioned situation this thesis is dedicated to an experimental investigation, examining three combination of battery storage systems with a fuel cell system for domestic use. The main objective is to identify the effects of the integrated battery storage system and to generate statements about the dimensioning of battery storage systems in combination with CHP plants. Within the scope of this investigation, two different battery storage systems with a useful capacity of 1.975 kWh and 10.8 kWh are integrated into a laboratory test bench, which is a replica of a real single-family house. The specifications for the operation of the laboratory test bench were taken from the project data of the "100 KWK plants in Bottrop". The resulting load profiles for heat and electricity requirements were each run in the laboratory test bench over a period of three weeks. Seasons have been considered by simulating winter, transition phases and summer. In a subsequent evaluation of the measured data the charging and discharging processes of the battery storage system were examined. On top of this, changes in the grid connection and the feed-in were elaborated. For the investigated building an increase of the own consumption rate of up to 29.8 % and an increase of the self-sufficiency rate of up to 27.1 % could be achieved by integrating a lower useful capacity of 1.975 kWh. A reduction in CO₂ emissions can also be observed. An increase in the installed useful capacity to the 10.8 kWh used in the second measurement series does not achieve any added value compared to the lower useful capacity. Based on these findings it can be concluded that the installation of battery storage systems can fundamentally increase the efficiency of a fuel cell system. Still, it is not economical.

Keywords: Fuel cell system, battery storage system, experimental analysis, self-consumption and self-sufficiency rate

Date: 6. Juni 2019