

Entwicklung und Modellierung einer möglichen Regelung zur Netzdienlichkeit von μ -KWK-Anlagen mit elektrischem Speicher im Zusammenschluss zu einem virtuellen Kraftwerk – energetische und ökologische Analyse

Yvonne Kannenberg

Matr.-Nr.: 108014222909

Betreuer/in: M.Sc. Mustafa Flayyih (GWI), M.Sc. Michel Gross (RUB)

Masterarbeit

Juli 2020

2020-MA-009

Kurzfassung

Fluktuierende Erneuerbare Energien nehmen eine immer wichtigere Rolle in der Energieversorgung ein. Um die somit entstehende Residuallast, also ein Stromüberschuss oder Strombedarf im Stromnetz, mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) plus elektrischen Speicher auszugleichen, wird in dieser Arbeit eine Regelung entwickelt. Bei einem Strombedarf des Netzes schalten sich die KWK-Anlagen an oder regeln sich auf Vollast. Bei einem Stromüberschuss des Netzes schalten sich die Anlagen ab oder regeln sich auf eine geringere Last runter. Der Strombedarf der Nutzer wird in diesem Fall vom Stromnetz gedeckt. Ebenso wird die Batterie bei einem Strombedarf ins Stromnetz entladen und bei einem Stromüberschuss vom Stromnetz geladen. Diese Regelung wird mit der Modellierungssprache Modelica in der Simulationsumgebung Dymola modelliert. Zur Untersuchung der Netzdienlichkeit von KWK-Anlagen mit elektrischem Speicher wird ein vereinfachtes Quartiermodell, bestehend aus motorischen Anlagen, Brennstoffzellen und einem elektrischen Speicher, erstellt. Als Eingangsparameter wird eine selbst generierte Residuallast verwendet. Dieses Modell wird für verschiedenen Nutzerlasten mit und ohne netzdienliche Regelung simuliert. Ohne die Regelung zur Netzdienlichkeit werden die KWK-Anlagen dabei wärmegeführt betrieben. Die Simulationsergebnisse werden anschließend hinsichtlich ausgewählter energetischer und ökologischer Auswertungskriterien analysiert. Zu den Kriterien zur Bewertung der Simulationsergebnisse zählt vor allem die Netzabdeckungsquote durch das Quartier. Somit lässt sich berechnen, wie viele solcher Quartiere nötig sind, um die Residuallast vollständig abzudecken. Aber auch die Abdeckung der Nutzerlasten durch die KWK-Anlagen oder die emittierten CO₂-Mengen über ein Jahr werden betrachtet. Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass die selbst erstellte negative Residuallast von 48 GWh/a durch ein Quartier mit 108 KWK-Anlagen und 18 Batterien zu 1,56 % ausgeglichen wird und die selbsterstellte positive Residuallast von 48 GWh/a, also ein Strombedarf, zu 1,47 % ausgeglichen wird. Zudem lässt sich als Ergebnis festhalten, dass nicht jedes KWK-System für den Ausgleich der Residuallast geeignet ist. Der Spitzenlastkessel muss für die netzdienliche Fahrweise so ausgelegt werden, dass der Wärmebedarf der Nutzer zu jeder Zeit gedeckt werden kann. Diese Arbeit ist Teil des auf das Projekt „100 KWK-Anlagen in Bottrop“ aufbauende Projekt „KWK plus Speicher“.

Abstract

Fluctuating renewable energy gains more and more importance for the power supplying sector. They induce a residual load in the grid, where power production and load do not fit and lead to overload or demand in the grid. In this study, an approach for a regulation to compensate the residual load with combined-heat-and-power systems (CHP-systems) with electrical storages is developed. The modelling efforts for this task have been done with the modelling language Modelica with the simulation tool Dymola. To analyse the grid convenience with CHP-systems, a simplified district model including CHP units coupled to an electrical storage was created. For this system, a generic residual profile based on real data for the city Bottrop was used as input parameter. The model has been simulated for different heat and electricity load profiles with and without the grid convenience regulation. The considered CHP-systems in this study without the developed regulation for grid convenience are heat driven systems. The simulation results were evaluated on energetical and ecological criteria. The main focus is on the grid coverage rate. That can be used to estimate the scale of the considered districts to be able to cover the total residual load. Furthermore, the user load coverages by the CHP-systems or the CO₂-emission over one year were considered, too. As a result, it can be determined that the generic negative residual load of 48 GWh/a is compensated by a district with 108 CHP systems and 18 batteries to 1,56 %. The generic positive load of 48 GWh/a is compensated to 1,47 %. Furthermore, it can be determined that not every CHP-system fits to compensate the residual load. The boiler of the grid convenience system must be dimensioned to always cover the user heat load. This work is part of the project "CHP plus storage", which followed up the project "100 CHP plants in Bottrop".