

Simulating the potentials of home storage systems to reduce curtailment of wind energy in Germany (Master thesis)

Autor: Isabella Marra
Erstprüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo
Betreuung: Lars Nolting, M. Sc.; Christina Kockel, M.Sc.

Kurzfassung

Die fluktuierende Einspeisung aus erneuerbaren Energien und die hohe installierte Leistung von Windenergieanlagen fernab von Lastzentren führen zu wachsenden Herausforderungen für die Netze des deutschen Energiesystems. Im Rahmen von Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen wird insbesondere von den Übertragungsnetzbetreibern zunehmend die Reduzierung der Einspeisung aus Erneuerbare-Energien-Anlagen gefordert. Die daraus resultierenden Minderleistungen und die geschätzten Entschädigungsansprüche, die von den Netzbetreibern gezahlt werden müssen, sind in den letzten Jahren deutlich angestiegen. In dieser Arbeit werden die Potenziale des zunehmenden Anteils von Heimspeichern (HSS, engl.: home storage systems) zur Verringerung der Windabregelungen und damit der daraus resultierenden Entschädigungskosten quantifiziert. Zu diesem Zweck wird ein zeitreihenbasiertes Simulationsmodell für das Jahr 2019 im Verteilnetzgebiet der Schleswig-Holstein Netz AG (SHN) entwickelt. Es werden Eingangsdaten für minuten- und anlagenspezifische Abregelungsmaßnahmen aufbereitet und die daraus resultierende reduzierte Energieabgabe als Zeitreihe für Onshore-Windenergieanlagen in SHN simuliert. Dazu werden 1.685 HSS mit gegebenen Zeitreihen der Photovoltaik (PV)-Erzeugung, Zeitreihen der Haushaltslast mit Einbindung von Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen und verschiedenen Batteriespeicherparametern modelliert. In einem vorhersagebasierten Modell wird die Einspeisung von Windenergie aus dem Netz simuliert, unter Berücksichtigung von abgeschwächtem Wind und der Verfügbarkeit der HSS.

Bei vorrangiger Versorgung der HSS mit selbst erzeugtem PV-Strom ergibt sich für das gesamte Jahr 2019 ein Speicherpotenzial von 1.784 MWh, das die Minderleistung in SHN um rund 0,08% senken würde. Sowohl kleine Batteriespeicher als auch große Batteriespeicher mit integrierter Wärmepumpe und Elektrofahrzeug bieten das größte Speicherpotenzial. Für Verbraucher, die ihre Batteriespeicher für das Laden von Windenergie zur Verfügung stellen, entstehen unter Berücksichtigung von Speicherverlusten und zusätzlicher zyklischer Alterung ihrer Batteriespeicher zusätzliche Kosten von bis zu 299 EUR/Jahr.

Szenarioanalysen für den Ausbau von HSS zeigen, dass nahezu jedes Einfamilienhaus in SHN mit einem HSS ausgestattet werden müsste, um etwa 20% der jährlich reduzierten Energiemenge im Verteilnetzgebiet zu speichern. Im deutschen Energiesystem führen die eingesparten Ausgleichskosten von bis zu 155.524 EUR zu keiner Einsparung, sondern zu einer Umverteilung, da die Reduzierung der Netzentgelte durch eine erhöhte EEG-Umlage kompensiert wird. Um die Bereitstellung von HSS für die Einspeisung von Windenergie attraktiver zu machen, werden monetäre Anreize in Form von reduzierten Strompreisen oder Subventionen für systemdienliche HSS empfohlen.

Abstract

The fluctuation of feed-in from renewables and high installed capacity of wind turbines far from load centers lead to increasing challenges for the grids of the German energy system. As part of grid and system security measures, transmission system operators in particular are increasingly requesting the reduction of feed-in from renewable power plants – the so-called RES curtailment. The resulting reduced energy output and the estimated compensation claims that must be paid by the system operators have risen significantly in recent years. In this thesis, the potentials of the increasing share of home storage systems (HSS) to reduce wind curtailment and thus decrease resulting compensation costs are quantified. For this purpose, a time series-based simulation model for the year 2019 in the distribution grid area of Schleswig-Holstein Netz AG (SHN) is developed. Input data for minute- and wind turbine-specific curtailment measures are processed, and the resulting reduced energy output is simulated as a time series for onshore wind turbines in SHN. To this 1,685 HSS are modeled with given time series of photovoltaic (PV) generation, time series of household load with integration of heat pumps and electric vehicles and different battery storage parameters. In a forecast-based model, the charging of wind energy from the grid is simulated, taking into account curtailed wind and availability of the HSS.

Prioritizing the supply of the HSS with self-generated PV power, the storage potential for the whole year 2019 results in 1,784 MWh and would thus decrease the reduced energy output in SHN by around 0.08%. Both small battery storages and large battery storages with integrated heat pump and electric vehicle offer the greatest storage potential. For consumers who provide their battery storages for charging wind energy, additional costs of up to 299 EUR/year arise, taking into account losses due to storing and additional cyclical aging of their battery storage.

Scenario analyses for the expansion of HSS show that nearly every single-family house in SHN would have to be equipped with an HSS to store about 20% of the yearly reduced energy output in the distribution grid area. In the German energy system, the saved compensation costs of up to 155,524 EUR result in no savings, but in a redistribution, since the reduction of grid charges is compensated by an increased EEG levy. In order to make the provision of HSS for the charging of wind energy more attractive, monetary incentives in form of reduced electricity prices or subsidies for system-serving HSS are recommended.