

## Abstract

This thesis provides an approach for the scheduling of Energy Storage Systems (ESSs) in distribution grids and its coordination with a previously implemented real-time voltage control. A control structure containing three different components (scheduling, Model Predictive Control (MPC), real-time control) is developed and evaluated with a series of test cases.

The control is implemented in Python, along with models for different distribution grids and a power flow solver, to simulate the behavior of the control in a realistic scenario. For realistic test cases, power profiles for load and generation as well as forecasts are created by profile generators, which take into account factors like weather conditions, date and location of the simulations.

Test cases are used to evaluate the control components by comparison to other control scenarios and investigation of worst-case scenarios, to validate the functionality and necessity of each component. The scenarios are created for different seasons and additional simulations are run for further testing.

The results show, that the scheduling is capable of optimizing the operation of the ESSs, while the MPC and the real-time control are required to compensate for forecast inaccuracies or other un predicted conditions and prevent voltage violations.

## Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Entwurf für eine optimale Planung von Energiespeichersystemen in Verteilungsnetzen erstellt, die mit einer bereits vorhandenen Echtzeit-Spannungsregelung interagieren soll. Das Resultat ist eine Struktur mit drei verschiedenen Komponenten: die Planungsebene für die Optimierung des Betriebsplans, eine Model Predictive Control (MPC) als Zwischenebene und die Echtzeit Spannungsregelung. Die Regelung, sowie diverse Modelle von Verteilungsnetzen, werden in Python implementiert und in Simulationen getestet, in denen das Verhalten des Modells und der Regelung durch Lastflussberechnungen untersucht wird. Realistische Leistungsprofile für Generatoren und Last, sowie deren Vorhersagen, werden auf Basis von Parametern wie Wetter, Datum und Ort der Simulation, mit Hilfe einer Software erstellt.

Die verschiedenen Komponenten der Regelung werden in diversen Szenarien getestet und jeweils für bestimmte Tests ausgeschaltet, um durch einen Vergleich mit der vollständigen Regelung den Einfluss jeder Komponente zu untersuchen. In weiteren Tests werden die Bedingungen (z.B. Wetter, Last, Jahreszeit) variiert, um die Funktionalität der Regelung in verschiedenen Szenarien sicherzustellen.

Die Testergebnisse zeigen, dass die Planung der Energiespeichersysteme in der Lage ist, deren Betrieb zu optimieren, während die MPC und die Echtzeit-Spannungsregelung etwaige Ungenauigkeiten der Vorhersagen für Last und Erzeugung kompensieren und die Spannung innerhalb der erlaubten Grenzen halten.