



Master Thesis

Literature research, Programming and Simulation

Entwicklung eines Energiequartierssimulators

Stichworte: Modellierung, Energiemanagementsysteme, Energiequartier, Erneuerbare Energien.

Rahmenbedingungen:

Dauer: 6 months, end by 31st March 2026, full-time on site (40 h/week, Mon–Fri)
Voraussetzungen: MATLAB/Simulink Kenntnisse, Erfahrung im Umgang mit CodeSys und OPC
Sprache: Deutsch/English
Zielgruppe: Masterstudierende

Inhalt:

Der Übergang von der dezentralen Energieerzeugung in Gas-, Kohle- oder Kernkraftwerken zur lokalen Erzeugung aus erneuerbaren Quellen erfordert ein strukturelles Umdenken in den heutigen Energienetzen. Die Bündelung einzelner Haushalte zu einem Energiequartier ermöglicht die gemeinsame Nutzung der erzeugten und gespeicherten Energie mit dem Ziel, die Energieflüsse zwischen dem Quartier und dem Netz zu minimieren.

In dieser Arbeit wird ein Prüfstand entwickelt, der den Betrieb eines Energiequartiers simuliert. Der Prüfstand besteht aus drei Modulen:



1. Photovoltaik (PV) mit Batteriespeicher

Der PV-Prüfstand ermöglicht eine umfassende Analyse und Optimierung von PV-Anlagen sowohl in Insel- als auch in On-Grid-Topologien. Er ermöglicht die Untersuchung von Solarmodulen, einschließlich der Aufzeichnung von Tages- und Jahreserzeugungsprofilen, der Bestimmung der optimalen Ausrichtung und der Messung von Kennlinien. Zu den wichtigsten Funktionen gehören die Messung der erzeugten Energie, die Bewertung des Wechselrichterwirkungsgrads, die Beurteilung des Regelverhaltens wie MPP-Tracking und das Testen von Leistungsbegrenzungsstrategien wie Wechselrichter-Derating. Das System unterstützt Untersuchungen zur Spannungsregelung in Mikronetzen, zum Betrieb regelbarer Verteiltransformatoren und zur Integration von Energiespeichern mit dem Ziel, den Eigenverbrauch zu erhöhen, die Erzeugung verbrauchsgerecht zu lenken und durch SCADA-basiertes Monitoring einen zuverlässigen Betrieb bei Netzstörungen zu gewährleisten.



Supervisor: Jonathan Liebeton, Imene Benrabia
Office: MB 351
E-Mail: jonathan.liebeton@uni-due.de,
imene.benrabia@uni-due.de

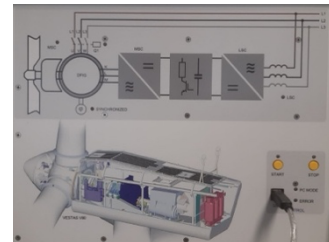
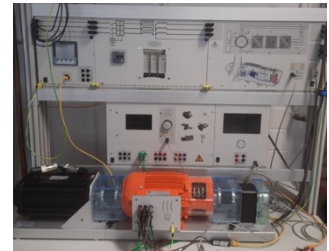
Univ.-Prof. Dr.-Ing. D. Söffker
MB 341
0203/379-3429
soeffker@uni-due.de



Lehrstuhl Steuerung, Regelung und Systemdynamik

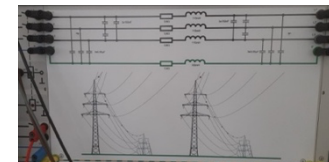
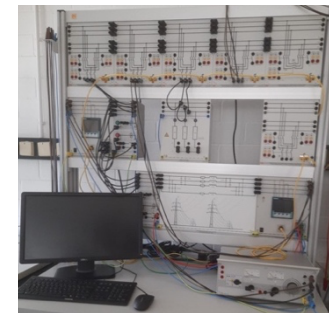
2. Windenergie

Der Windgeneratorstand erleichtert die Untersuchung moderner Windkraftanlagentechnologien, insbesondere solcher mit doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren. Er ermöglicht eine realistische Simulation der Windverhältnisse durch einen Generatöraufbau in Kombination mit der Software WindSim und ermöglicht so kontrollierte Experimente bei variablen Windgeschwindigkeiten. Das System unterstützt Studien zu Aufbau, Funktionsprinzipien und verschiedenen Designkonzepten von Windkraftanlagen sowie die Inbetriebnahme und Leistungsanalyse von Systemen mit doppelt gespeisten Asynchrongeneratoren (DFIG). Zu den wichtigsten Funktionen gehören die Regelung von Ausgangsspannung und -frequenz, die Bestimmung optimaler Betriebspunkte und die Bewertung des Systemverhaltens bei Netzfehlern, einschließlich der Fehlerüberbrückung (FRT). Darüber hinaus ermöglicht der Stand die Bewertung der Kleinwindkraftherzeugung, der dezentralen Stromversorgung, der Integration von Batteriespeichern und des Einflusses von Windkraftanlagen auf Stromnetze.



3. Smart Grid

Diese Stand dient als zentrale Integrationsplattform und verbindet PV, Windgenerator, Last und Speichersysteme. So können erneuerbare Systeme in einem vernetzten Energietechniklabor untersucht werden. Er erleichtert den Energie- und Informationstransfer von Erzeugungs, Übertragungs, Verteilungs, Schutz und Energiemanagement- systemen und ermöglicht die Analyse des Einflusses erneuerbarer Energien auf das Gesamtverhalten von Mikronetzen. Der Aufbau unterstützt Bedarfssteuerung, koordiniertes Energiemanagement und Netzschutzmechanismen wie Überstrom- und Sammelschienen-Differentialschutz. Er ermöglicht die Aufzeichnung und Auswertung elektrischer Ströme im Normalbetrieb und bei verschiedenen Fehlerzuständen, einschließlich ein-, zwei- und dreipoliger Kurzschlüsse sowie Fehler innerhalb und außerhalb des Schutzbereichs.



Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Prüfstands, der die Simulation eines Energiequartiers ermöglicht. Die Funktionen der verschiedenen Prüfstände sollen einzeln getestet werden. Anschließend werden die einzelnen Module zu einem kombinierten Prüfstand verbunden. Die SCADA-Daten der jeweiligen Module sollen von einer SPS ausgelesen, verarbeitet und gegebenenfalls visualisiert werden. Die SPS soll zudem Zugriff auf die Regelparameter der jeweiligen Module ermöglichen, um diese verbrauchs- und erzeugungsabhängig anzupassen. Anschließend muss ein Regelungskonzept entwickelt werden, das die Energieflüsse zwischen Netz, Verbrauchern, Erzeugern und Speichern regelt.

Die Ziele/Schritte dieser Arbeit sind:

- Prüfung von PV-, Batterie-, Windenergie- und Smart-Grid-Anlagen
- Zusammenführung der einzelnen Module zu einem kombinierten Prüfstand
- Programmierung des Datenerfassungssystems mittels SPS
- Entwicklung und Programmierung eines Reglerkonzepts zur Regelung der Energieflüsse
- Entwicklung und Test einer (internetbasierten) Kopplung zu anderen Simulatoren
- Vollständige und detaillierte Dokumentation/Präsentation der Ergebnisse
- Evaluierung und Validierung der entwickelten Methoden anhand realer Datensätze
- Vollständige und detaillierte Dokumentation und Präsentation der Forschungsergebnisse