

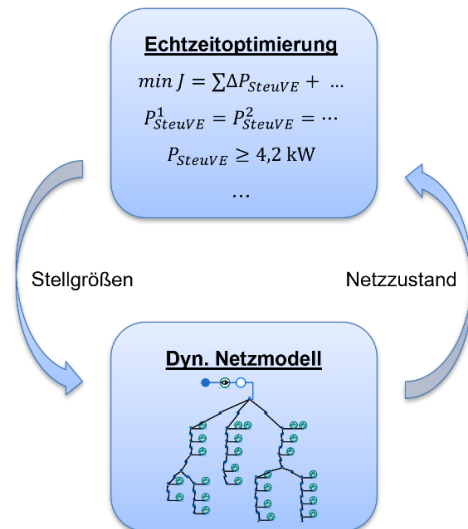
Netzorientierte Steuerung nach EnWG §14a für dynamische Niederspannungsnetze mittels rückkopplungsbasierter Echtzeit-Optimierung

Im Zuge der Energiewende soll die Energieerzeugung nachhaltig und unabhängig von fossilen Energieträgern sein. Ein Großteil der mit diesen Erneuerbaren-Energie-Anlagen erzeugten Leistung wird im Mittel- und Niederspannungsnetz generiert. Gleichzeitig werden Bedarfe aus dem Mobilitäts- und Wärmesektor, in Form von Elektroautos und elektrischen Wärmepumpen immer stärker in den Stromsektor integriert. Da die historisch gewachsenen Verteilnetze, besonders auf der Niederspannungsebene, nicht für diese Art der Nutzung ausgelegt sind, werden Netzengpässe zukünftig wahrscheinlicher. Um die Verteilnetzbetreiber (VNB) zu entlasten und die Versorgungssicherheit der Endkunden sicherzustellen, hat die Bundesnetzagentur mit Wirkung zum Beginn des Jahres 2024 die Regelungen zum §14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) beschlossen. Demzufolge dürfen VNBs in Netzgefährdungssituationen den Verbrauch von sogenannten steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) einschränken. Spätestens ab 2029 sind Steuerungseingriffe ausschließlich kurativ auf Basis einer Netzzustandsermittlung zulässig, die auf minutenscharfen Messwerten beruht (*netzorientierte Steuerung*). Ein optimaler Einsatz der netzorientierten Steuerung in Netzgefährdungssituationen ist allerdings weitgehend unerforscht. Dabei scheinen Verfahren aus der Klasse der rückkopplungsbasierten Echtzeit-Optimierung (engl. *Online Feedback Optimization*), die sich unter anderem durch eine hohe Robustheit gegenüber Modellgenauigkeiten auszeichnen, vielversprechende Ansätze für die Entwicklung von Steuerungsalgorithmen zu liefern.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Entwicklung, Implementierung und simulative Untersuchung einer rückkopplungsbasierten Echtzeitoptimierung für ein diskriminierungsfreies, kuratives Netzengpassmanagement im Sinne der netzorientierten Steuerung nach EnWG §14a. Das Verfahren soll anhand eines realistischen dynamischen Netzmodells getestet werden.

Folgende Strukturierung der Arbeit wird vorgeschlagen:

- Literaturrecherche und Einarbeitung in Verfahren zur Echtzeit- bzw. Online-Optimierung im Kontext der Steuerung von Stromnetzen sowie die regulatorischen und netztechnischen Rahmenbedingungen zur Steuerung von EnWG §14a.
- Einarbeitung in die TransiEnt Library, die Simulationsumgebung Dymola und den Export geeigneter Netzmodelle als Functional Mock-Up Unit (FMU) zur gekoppelten Simulation in Python
- Auswahl, Aufbau und Evaluation geeigneter Netzmodelle und Szenarien anhand der Daten von Stromnetz Hamburg GmbH.
- Formulierung der Engpasskorrektur als Optimierungsproblem unter besonderer Berücksichtigung der Gesamtsystemeffizienz und Robustheit gegenüber Modellgenauigkeiten



- Entwicklung und Implementierung eines Steueralgorithmus basierend auf Literaturverfahren zur Lösung des Optimierungsproblems in Echtzeit
- Test und Bewertung des Verfahrens anhand geeigneter Testszenarien hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Robustheit, inklusive eines Vergleichs mit einem einfachen heuristischen Verfahren

Im Anschluss an diese Arbeit ist in einem Vortrag über die Ergebnisse zu berichten.

Ansprechpartner: Hanko Ipach, Tel.: 0151 17650034, Email: hanko.ipach@stromnetz-hamburg.de

Tom Steffen, Tel.: 040 428 78 2734, Email: tom.steffen@tuhh.de