

POWER SYSTEM SIMULATOR – EIN DYNAMISCHES SIMULATIONSSYSTEM FÜR DIE HERAUSFORDERUNGEN DER ZUKÜNFTIGEN NETZBETRIEBSFÜHRUNG

Nico BROSE¹, Harald SCHWARZ², Przemyslaw JANIK³, Benjamin BUCKOW⁴

Kurzzusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein Simulationssystem zur Abbildung dynamischer Vorgänge in Netzleitwarten für die Netzbetriebsführung unter derzeitigen und zukünftigen Anforderungen sowie Herausforderungen der Transport- und Verteilnetze vorgestellt. Dabei wird kurz das Konzept des Systems, das Zusammenspiel zwischen Simulationskern und Visualisierungsoberfläche sowie der Einsatz des Systems beschrieben.

Einordnung in die Themenblöcke: Transport- und Verteilnetze; Methoden, Instrumente und Modelle

Motivation

Das elektrische Energiesystem in Europa, speziell in Deutschland, befindet sich seit circa 25 Jahren im Wandel. Beginnend mit einem über mehrere Jahrzehnte historisch gewachsenen, mit konventionellen Kraftwerken betriebenen Versorgungssystem hin zu einer liberalisierten Energieversorgung mit dem Fokus auf erneuerbaren Energieträgern.

Dies führt zu einer grundlegenden Neustrukturierung der Elektrizitätswirtschaft und ist gekennzeichnet durch eine sukzessive Zunahme des Stromhandels, steigendem Leistungsaustausch mit den benachbarten Stromnetzen sowie einen massiven Ausbau der Windenergie und der Solarenergie in Europa. Weiterhin ist die Neustrukturierung charakterisiert durch eine stetig zunehmende Integration von Energiespeicher (aller Art) und Elektroautomobilen in die Verteilungsnetze. Für Deutschland ist besonders zu berücksichtigen, dass die Kern- und Kohlekraftwerkskapazitäten geplant stillgelegt werden.

Diese technischen sowie wirtschaftlich gestiegenen Herausforderungen und die neuen Anforderungen sowie regulatorischen Rahmenbedingungen müssen auch vom Netzbetriebspersonal umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang ist der jeweilige Netzbetreiber dazu angehalten, gem. der EU-Verordnung 2017/1485 Artikel 58 seine Mitarbeiter ausreichend auszubilden und zu trainieren [1, Art. 58]. Dies umfasst gemäß EU-Verordnung 2017/1485 Artikel 59 neben einem praktischen Training am Arbeitsplatz ein simulatorgestütztes Training [1, Art. 59], welches das Umfeld und die Funktionalitäten einer Leitwartenumgebung im Echtzeitbetrieb nachempfinden sowie eine ausreichend detaillierte Netzmodellierung umfassen soll.

Die hinreichende, den Anforderungen gerechte Schulung und das Training des Betriebspersonals sollte daher auch die aktuellen und zukünftigen Gegebenheiten in der Simulation des Netzbetriebes widerspiegeln. Dies beinhaltet Forschungstätigkeiten in dem Bereich besserer Funktionalitäten, Modelle und didaktischer Methoden zur angemessenen Schulung und Training in der Netzbetriebsführung. Es muss daher für das simulatorgestützte Training eine Leitwartenumgebung aufgebaut werden, welche die vorgenannten Aspekte abdeckt.

¹ BTU Cottbus-Senftenberg – Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik, Siemens-Halske-Ring 13, 03046 Cottbus, Deutschland, +49 (0) 355 69 26 66, nico.brose@b-tu.de, <https://www.b-tu.de/fg-evh/>

² BTU Cottbus-Senftenberg – Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik, Siemens-Halske-Ring 13, 03046 Cottbus, Deutschland, +49 (0) 355 69 45 02, harald.schwarz@b-tu.de,

³ Wrocław University of Science and Technology - Department of Electrical Engineering Fundamentals, Faculty of Electrical Engineering, 50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, Poland, przemyslaw.janik@pwr.wroc.pl

⁴ Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG) – Technisches Kraftwerksmanagement, Von-Stein-Straße 39, 03050 Cottbus, Deutschland, +49 (0) 355 28873227, benjamin.buckow@leag.de

Konzept des Systems

Das System ist auf eine realitätsnahe Abbildung der komplexen Zusammenhänge zwischen Erzeugung, Übertragung und Abnahme in Elektroenergieversorgungssystemen ausgerichtet. Hierzu wurde die Netzleittechnik PRINS des Unternehmens BTC AG (heute PSI Software AG) verwendet, die über einen Fernwirkserver mit dem RMS-Echtzeit-Simulationskern PowerFactory der Firma DlgSILENT GmbH zur dynamischen Netzsimulation gekoppelt ist. Der Simulationskern übernimmt die Berechnung der dynamischen Netzvorgänge einschließlich der regelungstechnischen Prozesse in Echtzeit.

Die Konfiguration des Trainingssimulators ist angelehnt an die Organisationsstruktur eines Energieversorgungssystems mit mehreren Netzbetreibern und umfasst 14 Leitstände. Dabei wird im System das ostdeutsche Transport- und Verteil- sowie die Randnetze und die darin enthaltenen Einspeiser und Abnehmer mit ihren Aufgaben und Funktionen dargestellt. Hierbei kann das System auch zukünftige oder geplante Veränderungen des ostdeutschen Elektroenergieversorgungssystems wiedergeben. Derzeit umfasst das Netzmodell rund 180 Umspannwerke mit 13250 Leistungs- und Trennschalter sowie 600 Transformatoren, 1250 Leitungen, 250 Kraftwerksblöcke, 200 EEG-Sammeleinspeisungen und 1000 aggregierte Verbraucher. Über dieses Netzmodell hinaus können weitere Netze im System je nach Anforderung erstellt und erweitert werden.

Module und Funktionen

Über die Standardfunktionalitäten der Netzleittechnik (SCADA und HEO) hinaus wurden weitere Funktionen und Module aufgebaut, angepasst und entwickelt.

- RMS-Echtzeit-Simulationsberechnung, Netzsicherheits-, Kurzschlussstromberechnung
- Kraftwerksmodelle (Thermische Kraftwerke, Gaskraftwerke, GuD-Anlagen, Laufwasser- und Pumpspeicherkraftwerke)
- Verschiedene EEG-Modelle auch basierend auf meteorologischen Daten (Wind, Photovoltaik, Biomasse, Speicher)
- Dynamische Verbraucher (Lasten, aggregierte Lasten und Ladeinfrastruktur für Elektromobilität)
- Ganglinienverwaltungen (z. B. sonnig/windig, Sommer/Werktag)
- Auswertungs- und Analysefunktionen speziell für Schulungen und Trainingssitzungen
- Regelleistungserbringung und Einspeisemanagement
- Transformatoren (Zweiwickler, Dreiwickler, in Längs-, Quer- und Schrägregelung mit der Möglichkeit der automatischen Trafostufung)

Mit dem System lassen sich eine Vielzahl von Trainingssituationen abdecken:

- Grundlagen Netz- und Systemführung sowie des Kraftwerksbetriebes
- Zusammenspiel konventioneller Kraftwerke mit EEG-Anlagen
- Netzbetriebsführung des ostdeutschen Stromnetzes
- Beherrschung von derzeitigen und zukünftigen kritische Netzsituationen
- Zerfall und Synchronisation von mehreren Netzinseln
- Netzwiederaufbaumaßnahmen

Ergebnis

Das Trainingssystem kann auf Basis der entwickelten Betriebsmittel- und Netzmodelle die dynamischen Vorgänge für den Netz-Normalbetrieb, wie auch für den gestörten Netzbetrieb unter Einbeziehung der durch die Netzcodes definierten Kraftwerkseigenschaften betriebsrealistisch simulieren.

Zielgruppe für das System sind Dispatcher für wiederkehrende Trainingseinheiten und die Anwendung in der universitären Lehre und Ausbildung.

Referenzen

- [1] Verordnung zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb (2017): VERORDNUNG (EU) 2017/1485 DER KOMMISSION vom 2. August 2017 zur Festlegung einer Leitlinie für den Übertragungsnetzbetrieb (Abl. (EU) L 220 S. 1).