

Vernetztes Kompensationssystem zur Netzstabilisierung (KOSYNET)

Teilprojekt: Model Ortsnetz

Projekt: Vernetztes Kompensationssystem zur Netzstabilisierung (KOSYNET)

Laufzeit: 01.05.2015 bis 31.07.2018

Gesamtprojektkosten: 252.363,00 €

Davon Förderung: 252.363,00 €

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß

Institut ELSYS

Technische Hochschule Nürnberg

Georg Simon Ohm

Deutschland wird weltweit als Vorreiter im Umbau der Energieversorgungssysteme hin zu erneuerbaren Energien angesehen. Mit der Energiewende in Deutschland wird ein Umbau der gesamten Netz-Infrastruktur erforderlich. Eine zwangsläufige Erhöhung der Strompreise bei gleicher Versorgungssicherheit soll laut Bundesregierung vermieden werden. Die erforderlichen Investitionen in neue Versorgungsleitungen werden auf 30 - 60 Mrd € bis zum Jahr 2022 geschätzt. Dies wird zwangsläufig zu einer Erhöhung der Strompreise in Deutschland führen. Die dezentrale Energieversorgung birgt jedoch auch Risiken. So ist zum Beispiel kein kontinuierlicher und gerichteter Energiefluss vom Erzeuger zum Verbraucher vorhanden und aufgrund der räumlichen Trennung von Erzeuger und Verbraucher ist eine lange Anschlussleitung notwendig, welche eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung mit sich bringt.

Das Verbundprojekt KOSYNET kann dazu beitragen, die Investitionen für den notwendigen Ausbau der Netze möglichst gering zu halten und Belastungen für die Volkswirtschaft zu verringern. Es wird erwartet, dass sich bis zu 20% des Investitionsbedarfes für den Ausbau eines Ortsnetzes einsparen lassen. Die TH Nürnberg hat im Teilprojekt „Model Ortsnetz“ ein Rechenmodell für den aktuellen Betrieb eines gewählten Versuchsnetzes entwickelt, welches einen geschlossenen und räumlich verteilten Regelkreis für die Blindleistung im Netz ermöglicht und somit zur Verbesserung des Übertragungsverhaltens und der Spannungsqualität von Stromnetzen beiträgt.

Ziele

Zielsetzung war es, ein vernetztes Kompensationssystem zur Netzstabilisierung zu entwickeln und Erkenntnisse für einen flächendeckenden Einsatz zu gewinnen. Zunächst galt es, die Betriebszustände des Netzes zu erfassen und mit zu entwickelnden Messstellen sollten die Betriebszustände in einem ausgewählten Ortsnetz und dessen übergeordneten Mittelspannungsnetz ermittelt werden. Ausgehend von den dadurch gewonnenen Erkenntnissen sollten die Komponenten und Software für das Kompensationssystem wie eine neue Kompensationsanlage, ein Steuerrechner und ein adaptives cybernetisches Modell (Steuerung und Regelung von Maschinen, lebenden Organismen und sozialen Organisationen) sowie die Regel- und Steuer-Algorithmen entwickelt werden. Die Ergebnisse des Projektes sollten als Grundlage für die Entwicklung von Pilotanlagen für weitere Versorgungsnetze dienen.

Projektverlauf

Zu Beginn des Projekts erstellten die Projektpartner eine Spezifikation der Anforderungen an die Kompensationsanlagen für den Blindleistungseinsatz zur Spannungssenkung und der Kompensation von Blindleistung und Oberschwingungen. Auf der Grundlage vorliegender Daten beim Netzbetreiber wurde das Ortsnetz Ettwiesen gewählt, das laut vorliegenden Daten deutliche Spannungsüberhöhungen bei Schwachlast und gleichzeitiger Photovoltaik-Einspeisung (PV) zeigte (siehe Abbildung 1). Die Messanlagen wurden anschließend installiert und anhand der Messdaten ein Netzmodell erstellt. Weiter wurden Lastflussberechnungen durchgeführt, die Wirksamkeit der Beeinflussung der Spannungsqualität an Anschlusspunkten diskutiert und Aufstellorte für die Kompensationsanlagen festgelegt. Durch Simulationen des Netzmodells wurden die

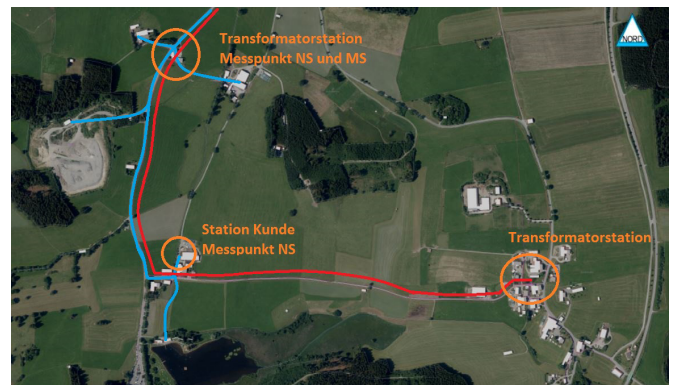


Abb.1: Luftaufnahme Ortsnetz Ettwiesen

Einflüsse der Kompensationsanlagen schrittweise bestimmt und ein lineares Optimierungsverfahren angewendet. Die Zielsetzung war hier, Spannungsüberhöhungen in vorgegebenen Grenzen zu halten mit möglichst wenig Blindleistungsaufwand und damit geringen Verlusten. Der entwickelte Regelalgorithmus wurde dann verifiziert. Der Vorteil des entwickelten Algorithmus ist die Adaptierbarkeit auf andere Ortsnetze, da das Verfahren beliebig um Messstellen und Kompensationsanlagen erweiterbar ist. Für den Feldversuch wurde ein 3-Level Steuerungssystem ausgearbeitet. Die Applikation zur Berechnung der Regelalgorithmen aufgrund der Netztopologie und der Messwerte sowie die Bedienoberfläche und die Visualisierung sind mit dem Betriebssystem auf einem Windows-Industrie PC (Level 3) kompatibel. Der Datenaustausch zwischen Kompensationsanlagen und Messstellen (Level 2)

wird über Modbus-Protokoll TCP/IP durch einen aufgesetzten Kommunikationsserver (Linux) realisiert. Für die Datenübertragung zwischen Level 2 und Level 3 wird das Protokoll TCP/IP verwendet, so dass auch in den Controllern für die Steuerung der Stromrichter (Level 1) Standardobjekte verwendet werden können. Für die wissenschaftliche Auswertung und Visualisierung wurde eigens eine Software entwickelt und vor Ort auf dem PC installiert. Anschließend galt es, für das Ortsnetz ein formales Modell zu erstellen und mittels Optimierungsverfahren die optimale Lösung für den Regelalgorithmus unter Einbeziehung aller Einschränkungen zu erarbeiten. Die Blindleistungswerte der einzelnen Kompensationsanlagen waren dabei die bestimmende Größe des dort vorliegenden Optimierungsproblems. Im sonnenreichen Frühjahr / Sommer 2018 konnte die Wirkung und Funktion des Systems im Feldversuch ausreichend getestet und verifiziert werden (siehe Abbildung 2-4).

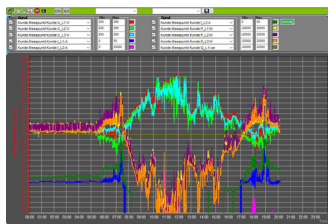


Abb.2: Verlauf der Spannungen und Leistungen an sonnigem Tag, Regelung inaktiv

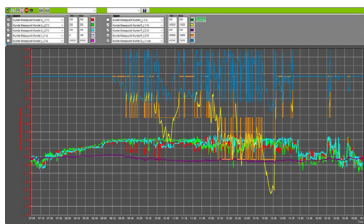


Abb.3: Spannungsbegrenzung durch Blindleistungsbetrieb



Abb.4: Spannungsbegrenzung durch Blindleistung in höherer zeitlicher Auflösung

Der automatische Betrieb wurde eingerichtet und die Spannungsregelung mit allen verfügbaren Komponenten durchgeführt. Weiter wurden die Messwerte aller relevanten Größen aufgezeichnet sowie ausgewertet und die Regelung im Betrieb noch optimiert. Die eingebaute Hysterese verhindert, dass die geschalteten Kompensationsanlagen zu häufig umschalten. Damit kann ein Verschleiß der Schaltelemente verhindert werden. Es zeigte sich, dass die Spannung im Netz auch bei sehr

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Norbert Graß

Telefon: 0911/ 5880-1392

E-Mail: norbert.grass@th-nuernberg.de

Institut ELSYS

Technische Hochschule Nürnberg

Georg Simon Ohm

www.th-nuernberg.de

hohen Einspeiseleistungen wirksam begrenzt werden konnte und dadurch auch eine höhere PV Leistung in das Netz eingespeist werden konnte. Dies ist auf die PV-Wechselrichter, die nicht an der Spannungsgrenze arbeiten mussten und damit auch nicht in die Leistungsbegrenzung kamen, zurückzuführen. Das System lief im automatischen Betrieb störungsfrei und die Regelung beherrschte alle Betriebspunkte, die im Laufe der Betriebszeit auftraten, ohne dass manuell eingegriffen werden musste.

Ergebnisse

Die gewonnenen Erkenntnisse können sehr gut in Forschungsgebieten im Institut für Leistungselektronische Systeme ELSYS weiter genutzt werden. Ein Forschungsschwerpunkt sind die steuerbaren Verteilnetze, deren Leistungsflüsse durch intelligente Algorithmen, wie in KOSYNET erarbeitet, optimiert werden sollen. Durch die Schaffung einer Linux-basierten Rechnerplattform können nun auch weitere Verfahren im Bereich der künstlichen Intelligenz zur Lösung von Multiparameter Problemen entwickelt und erprobt werden. In diesem Bereich sind weitere Forschungsprojekte in Planung. Darüber hinaus werden die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse auch in die Lehre einfließen. Insbesondere in den Masterstudiengängen, speziell im Fach „intelligente Netze“, kann damit die Aktualität gesteigert werden und über erfolgreiche Verfahren berichtet werden. Studentische Projekt- und Abschlussarbeiten werden in diesem Themenbereich durch die Projektergebnisse präziser und durch Übertragung der Ergebnisse auf weitere Problemstellungen effizienter durchgeführt werden können. Für ihre Masterarbeit „Optimierungsverfahren zur Stabilisierung von Verteilnetzen mit datentechnisch vernetzten Stromrichtern zur Blindleistungssteuerung“ erhielt Anja Wölfel zum Ende ihres Studiums an der Technischen Hochschule Nürnberg den VDE-Absolventenpreis 2017.

Fördergeber

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektpartner aus der Wissenschaft



ENERGIE
CAMPUS
NÜRNBERG



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
INSTITUT ELSYS

Projektpartner aus der Industrie

VWEV Vereinigte Wertach-Elektrizitätswerke GmbH

KBR Kompensationsanlagenbau GmbH