

Stabilität des Versorgungsnetzes bei stetiger Zunahme der Leistungselektronik in Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie

Zielstellung des Vorhabens

Der massive Ausbau erneuerbarer Energien bzw. die Energiewende beeinflusst die Netzstrukturen und Netzteilnehmer der elektrischen Übertragungs- und Verteilnetze auf allen Spannungsebenen. Häufig muss aufgrund der resultierenden Änderungen aus technischer Perspektive Neuland betreten werden. Stellvertretend seien die Offshore-Windparks in der Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene, die neu notwendigen Energietrassen von Nord nach Süd mit dynamisch integrierten HGÜ-Systemen in der Höchstspannungsebene, sowie die massiv anwachsende dezentrale Energieeinspeisung in der Niederspannungsebene durch verteilte PV-Dachanlagen angeführt. (HGÜ=Hochspannungsgleichstromübertragung: Umformung der elektrischen Energie von Wechselstrom zu Gleichstrom mit Hilfe von Stromrichtern am Anfang und am Ende der Leitung)



Bild 1: Netz zur Übertragung und Verteilung elektrischer Energie

Im Gegensatz zu konventionellen Netzstrukturen und Netzteilnehmern besitzen die neuen Strukturen und Teilnehmer grundsätzlich unterschiedliche Eigenschaften. Unter anderem ist hierbei auf die rapide steigende installierte Leistung von Stromrichter-Anlagen sowie auf Umkehrung typischer Energieflussrichtungen hinzuweisen (so kommt

es bei Verteilnetzstrukturen, bei denen viele PV Dachanlagen zugebaut wurden, vor, dass die Einspeiseleistung der PV Anlagen viel größer ist als der lokale Verbrauch, so dass diese Verteilnetze zu Erzeugungseinheiten werden.)



Bild 2: typische PV Dachanlage im Niederspannungsverteilstromnetz

Insbesondere das Zusammenspiel der vorhandenen konventionellen Netzkomponenten mit den relativ neuen Umrichter-Anwendungen im Netz bietet breiten Raum für viele offene Fragen, vom Schutzkonzept (mit konventionell hohen Kurzschlussleistungen ggü. praktisch auf Nennstrom limitierte Stromrichter) über Stabilitätsuntersuchungen (insbesondere wenn hohe Umrichterleistungen im Netz vorhanden sind) hin zu optimierten Lastflüssen zur Erhöhung der Übertragungsleistung der Netze. Das Verhalten der Netze in diesen Topologien soll untersucht werden, aber auch der Einsatz der Stromrichter in immer weiteren Applikationen im Hoch- und Höchstleistungsbereich.

Aufgrund dieser veränderten Rahmenbedingungen ergeben sich neue technische Herausforderungen im Bereich des Schutzes, aber auch der Stabilität der elektrischen Netze, deren Analyse und Bewertung nicht ausreichend mit konventionellen Simulationen mit Lastfluss-Methoden behandelt werden kann. Daher besteht eine inhärente Gefahr für die Versorgungssicherheit (black out) der elektrischen Netze, da bisher das Verhalten der Stromrichter in den Netzen nicht so detailliert analysiert werden konnte.

Geplanter Forschungsansatz

Daher soll mit einem neuen ganzheitlichen Ansatz zur modernen Netzberechnung die Integration der Stromrichter in den Netzen in neuen Simulationsverfahren erarbeitet und erprobt werden, da die zur Zeit eingesetzten Verfahren das Verhalten der Stromrichter

nur stark vereinfacht abbilden. Damit werden die dynamischen Betriebssituationen (Kurzschluss an einem Punkt, Lastabwurf, hochvolatile Veränderung der Einspeiseleistung der erneuerbaren Energiequellen), aber auch das ungewollte Zusammenwirken verschiedener Stromrichter mit gegenseitiger, ungünstiger Beeinflussung (bis hin zu Leistungsschwingungen zwischen diesen) stark verbessert simuliert und daher auch prognostiziert, was in den Netzen dabei passiert. Dann können Gegenmaßnahmen entwickelt werden, die wiederum in der Simulation erprobt und damit auf ihre Wirksamkeit geprüft werden.

Um die Ergebnisse der neuen Simulationsmethoden abzusichern soll ein Labornetz beschafft und aufgebaut werden, das mit seiner Größenordnung von 200 kW bei 690 V einerseits die Übertragung der an diesem Labornetz gewonnen Ergebnisse auf hohe und höchste Netzleistungen erlaubt, andererseits aber noch zur vorhandenen Infrastruktur mit Maschinenbetten und Einspeiseleistung des Labors des Lehrstuhls Leistungselektronik und Antriebssysteme der BTU Cottbus – Senftenberg passt.

Dabei soll eine Größenordnung für das Labornetz gewählt werden, die deutlich über den zur Zeit verfügbaren Laboraufbauten hinausgeht. Diese haben insbesondere den Nachteil, dass der resistive Anteil und damit die Dämpfung deutlich größer sind als in technischen Großanwendungen. Um die Ergebnisse in Netzapplikationen übertragbar zu halten muss eine Größenordnung gewählt werden, bei der die Dämpfungseffekte durch parasitäre Widerstände praktisch keine Rolle spielen.

Mögliche Themen für Masterarbeiten im Projekt

Folgende Schwerpunkte sollen mit der verbesserten Prognose und Abschätzung des Verhaltens der Stromrichter (also Leistungselektronik) in den Netzen untersucht werden:

- Netzschutzkonzepte, können die existierenden Schutzkonzepte (basierend auf Kurzschlussstrom) bei hohem Stromrichteranteil die Netze noch schützen, oder brauchen wir neue angepasste Schutzkonzepte?
 - o Z.B. die Veränderung der Kurzschlussleistung und Untersuchung der dynamischen Folgen im 380 kV Übertragungsnetz von 50 Hertz bei zunehmendem Ersatz der Großkraftwerke des Braunkohletagebaus durch Wind Einspeisung.
- Welche Rolle für die Stabilität der Netze spielt die Strukturänderung, das die konventionellen Synchrongeneratoren Spannungsquellen (im Inselbetrieb) bzw. Leistungsquellen (am starren Netz) sind, während Stromrichter im allgemeinen als Stromquellen programmiert sind, die ihre Primärleistung (Sonne/Wind) ins Netz liefern. Ist hier eine Änderung in Richtung Spannungsquellen nötig?

- Primärregelung: Müssen Stromrichter (also auch die Erneuerbaren) an der Primärregelung teilnehmen? Ab welchem Stromrichteranteil an der Gesamterzeugung?
- Verhalten der 110 kV Verteilnetze im ländlichen Raum Brandenburgs bei sehr hoher Einspeiseleistung von Wind und/oder PV und hochdynamischen Betriebszuständen (Kurzschluss, Lastabwurf etc.)
- Herausforderungen an das Niederspannungs-Verteilnetz, das durch den Einsatz der vielen Stromrichter in Photovoltaik-Dachanlagen zunehmende Anzahl von Stromrichtern erhält.
 - o Untersuchung eines Ortsnetzes in Brandenburg und Vergleich des Schutzverhaltens bei hoher PV Leistung und ohne PV Einspeisung (etwa nachts)



Bild 3: Umrückerwerk wie in Cottbus, nahe Bahnhof

Lokaler Bezug

In der Region Cottbus wird die Umstellung der elektrischen Energieversorgung auf regenerative Energie, der Einsatz des neuen Umrückerwerks zur Bahnstromversorgung mit 2 x 15 MW in Cottbus und die immer häufigere Abschaltung der Großkraftwerke des Braunkohletagebaus zu denselben Veränderungen in den Strukturen der Netze der elektrischen Energieversorgung führen wie in fast der gesamten Republik, daher ist es auch im Interesse der Region und des Landes Brandenburg, hier vertieft zu forschen um unliebsame Überraschungen oder gar black-outs zu verhindern.