

Netzschutz im Kontext der Energiewende

Grundlagen, Herausforderungen und praktische Umsetzung eines Generatorschutzes

Student



Philip Brun

Aufgabenstellung: Im theoretischen Teil der Arbeit werden die zentralen Schutzkonzepte moderner Energieversorgungsnetze aufgearbeitet. Diese lauten: Überstrom-, Distanz-, Differential-, Generator-, Frequenz- sowie Spannungs- und Leistungsschutz. Zudem werden die Auswirkungen der Energiewende auf bestehende Schutzsysteme untersucht, insbesondere die Reduktion von Fehlerströmen in Netzen mit hohem Umrücker Anteil und die daraus entstehenden zukünftigen Herausforderungen für den Netzschutz.

Aufbauend auf diesen Grundlagen erfolgt im praktischen Teil die Umsetzung eines Generatorschutzes für einen rotierenden Umformer. Dazu werden geeignete Schutzfunktionen ausgewählt, ein vorhandenes Schutzgerät vom Typ SIPROTEC 4 mit DIGSI 4 parametrisiert und in Betrieb genommen. Abschliessend werden gezielte Tests durchgeführt, um die Wirksamkeit der konfigurierten Schutzfunktionen zu verifizieren.

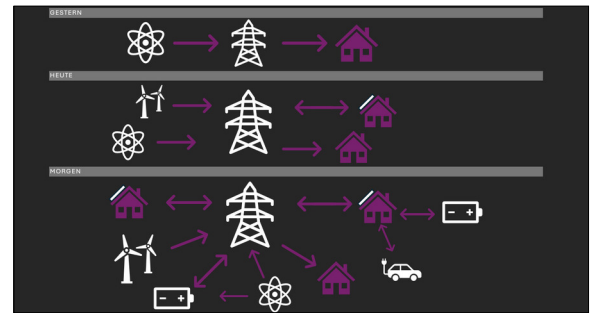
Ausgangslage: Die Energiewende führt zu einem tiefgreifenden strukturellen Wandel in elektrischen Energieversorgungsnetzen. Während konventionelle, zentralisierte Kraftwerke über Jahrzehnte die Netzstabilität prägten, steigt heute der Anteil dezentraler, erneuerbarer Erzeuger wie Photovoltaik- und Windkraftanlagen stetig an. Diese Einspeiser sind häufig leistungselektronisch gekoppelt, erzeugen geringere Kurzschlussströme und beeinflussen damit die grundlegenden Schutzbedingungen im Netz. Gleichzeitig wächst die Dynamik im Energienetz stetig an. Die Komplexität des Schutzkonzepts wird durch bidirektionale Leistungsflüsse, stark schwankende Einspeisung und neue Lastprofile, durch beispielsweise Elektromobilität, erheblich gesteigert.

Diese Veränderungen stellen vorhandene Schutzsysteme vor neue Herausforderungen. Klassische Schutzverfahren, die auf hohen Kurzschlussleistungen und klar definierten Lastflüssen basieren, stossen zunehmend an ihre Grenzen. Damit die Versorgungssicherheit weiterhin gewährleistet bleibt, müssen Schutzstrategien angepasst und neue Lösungen entwickelt werden. Insbesondere der Generatorschutz erhält eine zentrale Bedeutung, da dezentrale Erzeugungsanlagen künftig einen wesentlichen Beitrag zur Netzstabilität leisten müssen.

Vorgehen: Um einen Spannungsschutz mit dem SIPROTEC 4-Gerät zu realisieren, muss die Netzspannung gemessen werden. Eine direkte Einspeisung in das Gerät ist jedoch nicht möglich, da dessen Spannungsaufnahme begrenzt ist. Daher ist eine Reduzierung der Netzspannung erforderlich, die auf unterschiedliche Weise erfolgen kann. In realen Netzen werden hierfür üblicherweise

Spannungswandler eingesetzt, diese sind jedoch kostenintensiv und für die vorliegende Anwendung überdimensioniert. Deshalb wurde für das Projekt ein ohmsch-kapazitiver Spannungsteiler ausgewählt. Die Auslegung dieses Teilers war mit erheblichem Aufwand verbunden und führte zu diversen Herausforderungen während der Umsetzung.

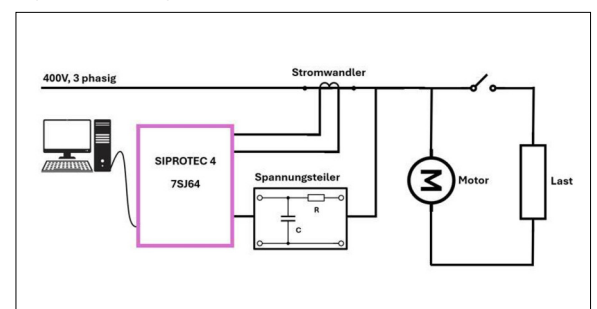
Photovoltaik und dezentrale Erzeuger führen dazu, dass der früher einseitige Energiefluss zunehmend bidirektional wird. Eigene Darstellung



SIPROTEC 4 Schutzrelais mit DIGSI 4 parametrisiert. Messaufbau mit Stromwandlern und Spannungsquelle für das Schaltrelais. Eigene Darstellung



Blockschaltbild: Verifizierung der Spannungs- und Stromschutzfunktionen mittels einer Asynchron Maschine. Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Michael Schueller

Themengebiet

Elektrische Maschinen, Energiesysteme

Projektpartner

IET Institut für Energietechnik, OST - Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil, SG / Siemens Schweiz AG, Zürich, ZH