

AUTOMATISIERTE SCHUTZFUNKTIONSPRÜFUNGEN

**Christian GERERSTORFER¹, Georg STIX¹, Simon STUKELJ¹,
Wolfgang GAWLIK¹**

Motivation und zentrale Fragestellung

Das elektrische Energiesystem befindet sich im Wandel von zentralen hin zu dezentralen Strukturen. Ein wichtiger Treiber für diese Entwicklung ist das Ziel, CO₂-Emissionen zu reduzieren, weshalb dezentrale Erzeuger die Energie meist aus regenerativen Quellen beziehen. Solche Anlagen speisen ihre Leistung größtenteils in das Verteilnetz ein. Daraus folgt, dass es im Gegensatz zum unidirektionalen Leistungsfluss eines zentralen konventionellen Energiesystems zu einem bidirektionalen Leistungsfluss zwischen den Spannungsebenen kommt. Die Einspeisung aus erneuerbaren Erzeugungsanlagen weist im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken auch eine höhere Volatilität auf.

Daraus folgende Auswirkungen auf den Netzbetrieb müssen untersucht und berücksichtigt werden. Die dezentrale Einspeisung im Verteilnetz hat jedoch nicht nur Folgen für den regulären Betrieb. Im Fehlerfall wird von heutigen dezentralen Anlagen verlangt, dass diese während der Dauer eines Fehlers am Netz bleiben, um einen Beitrag zum Kurzschlussstrom zu liefern.

Die Fähigkeit sich bei Spannungseinbrüchen nicht vom Netz zu trennen wird Fault-Ride-Through (FRT) genannt. Dabei gelten länderspezifische Mindestanforderungen bis zur erlaubten Netztrennung der dezentralen Erzeugungsanlage bei Eintritt einer Störung [1].

Des Weiteren speisen dezentrale Erzeuger mit unterschiedlichen Einspeisetechnologien in das Verteilnetz ein, wobei sich das Kurzschlussverhalten eines Synchrongenerators stark von jenem einer umrichterbasierten Einspeisung unterscheidet [2].

Die korrekte Funktion der verwendeten Schutzkonzepte bzw. der eingesetzten Schutzgeräte für die neu auftretenden Bedingungen während eines Fehlerfalles kann durch Simulationen und analytische Betrachtungen überprüft werden. Dafür sind Simulationsmodelle von dezentralen Erzeugern, Schutzfunktionen sowie Netzen, in denen die zu untersuchenden Fehlerfälle auftreten, notwendig. Um die erzeugten Simulationsergebnisse beziehungsweise die erlangten Erkenntnisse verifizieren zu können, werden diese an realen Schutzgeräten getestet. Da die manuelle Prüfung von vielen Fehler Szenarien eine große Zeitspanne in Anspruch nimmt, wird eine automatisierte Schutzfunktionsprüfung verwendet.

Methodische Vorgangsweise

Der automatisierte Prüfprozess ist in Abbildung 1 dargestellt und zeigt, dass dieser als VBA-Programm (Visual Basic for Applications) in Microsoft Excel implementiert ist und mittels der Programmierschnittstelle OMICRON CM Engine mit dem Schutzprüfgerät OMICRON CMC356 kommuniziert. Dem Prüfprozess stehen als Eingangsgrößen die simulierten Spannungs- und Stromverläufe der Fehler Szenarien, unter Berücksichtigung von Spannungs- und Stromwandlerverhältnissen, zur Verfügung.

Folgende Parameter der Automatisierung können durch den Benutzer vor der Prüfung definiert werden:

- Anzahl der Prüfungswiederholungen eines Fehlerfalles (Ermittlung statistischer Kenngrößen).
- Angenommene Eigenzeit des Leistungsschalters (hat Auswirkungen auf Zeitspanne, die zur Fehlerortung zur Verfügung steht).

Mit den eingestellten Parametern wird der Automatismus gestartet, bei dem alle in einer Ordnerstruktur vorliegenden simulierten Spannungs- und Stromverläufe in Form von .xls-Dateien nacheinander geprüft werden.

¹ Technische Universität Wien, Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, Gußhausstraße 25-29/370-1, 1040 Wien, www.ea.tuwien.ac.at
{Tel.: +43 1 58801 370136, gererstorfer@ea.tuwien.ac.at},
{Tel.: +43 1 58801 370139, georg.stix@tuwien.ac.at},
{Tel.: +43 1 58801 370131, stukelj@ea.tuwien.ac.at},
{Tel.: +43 1 58801 370111, wolfgang.gawlik@tuwien.ac.at}

Nach jeder Prüfung werden die Anrege- und Auslösezeiten des geprüften Schutzgerätes aus dem Speicher des OMICRON CMC356 ausgelesen und verarbeitet.

Nach einer definierten Anzahl von Prüfungen werden die Störfallmeldungen vom Fehlerspeicher des Schutzgerätes abgefragt, wobei das Ausleseintervall abhängig vom geprüften Schutzgerät angepasst werden muss. Die Ergebnisse der Störfallmeldungen sind herstellerspezifisch, weshalb der Auslesealgorithmus einer herstellerspezifischen Adaptierung unterliegt.

Der vorgestellte automatisierte Prüfablauf ist beispielhaft für Schutzgeräte der Siemens SIPROTEC 5 Reihe konzipiert und den Störfallmeldungen können somit folgende Informationen entnommen werden:

- Anrege- und ausgewählte Fehlerschleife
- Fehlerrichtung
- Fehlerort: Fehlerdistanz, X- und R-Werte

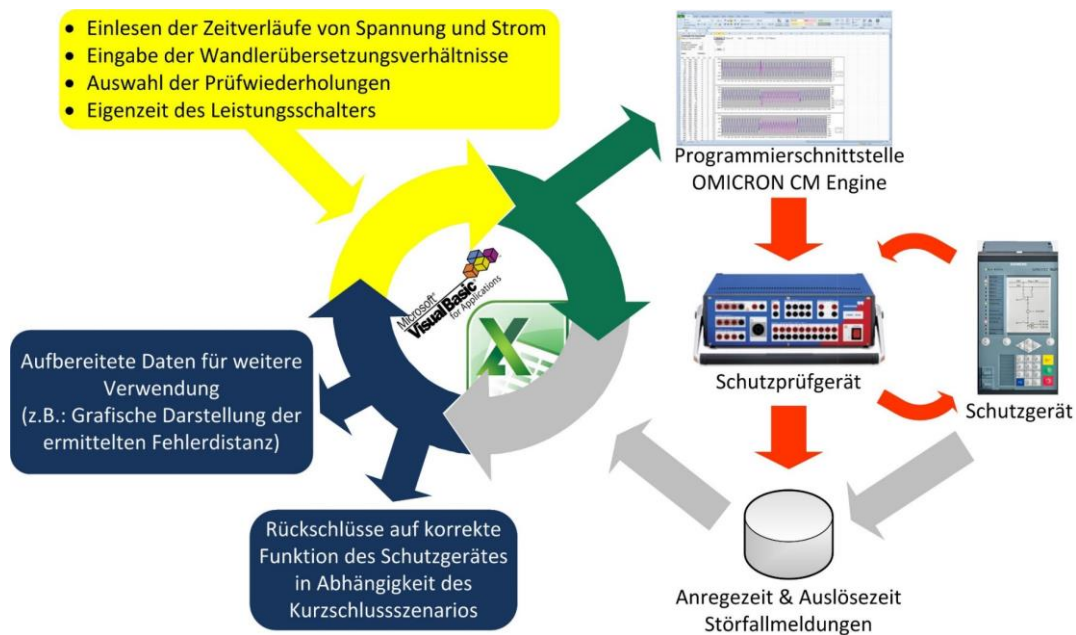


Abbildung 1: Automatisierte Schutzfunktionsprüfungen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In Matlab®Simulink wurde anhand eines Modellnetzes eine Simulationsreihe mit 2-poligen Kurzschlüssen durchgeführt. Dabei wurden der Fehlerort sowie der Fehlerwiderstand variiert und die Ergebnisse dem Prüfablauf zugeführt. Die in Matlab®Simulink für jeden Fehlerfall berechnete Schleifenimpedanz wurde mit den gemessenen Impedanzwerten des automatisierten Prüfprozesses verglichen. Dabei konnten die Ergebnisse der Simulation verifiziert werden.

Literatur

- [1] F. Iov et al., „Mapping of grid faults and grid codes“, Tech. Rep. Risø-R-1617(EN), 2007, ISBN 978-87-550-3622-2
- [2] Gevorgian, V.; Muljadi, E., „Wind Power Plant Short Circuit Current Contribution for Different Fault and Wind Turbine Topologies“, Power and Energy Society General Meeting, IEEE, 2010