

# BEITRÄGE DER STERNPUNKTSBEHANDLUNG ZUR VERSORGUNGSQUALITÄT

Lothar FICKERT<sup>1</sup>, Elisabeth HUFNAGL<sup>1</sup>

## Ausgangssituation

Der Begriff der Versorgungsqualität beinhaltet im Wesentlichen die Komponenten

- Versorgungskontinuität
- Spannungsqualität
- Sicherheit

Netzplanung und Netzbetrieb haben sicherzustellen, dass diese Kriterien innerhalb gewisser Grenzen eingehalten werden, welche zum Beispiel auch die Europanorm EN 50 160 bzw. die Europanorm EN 50 522 beschreibt. Wie umfangreiche Untersuchungen gezeigt haben (zum Beispiel durch UNIPEDE), und wie man auch anhand typischer Musternetze ableiten kann, ist in den derzeitigen in Mitteleuropa üblichen Netzen der Parameter

- Versorgungskontinuität hauptsächlich auf das Geschehen in der Mittelspannungsebene
- Spannungsqualität bezüglich des die Verbraucher maßgeblich beeinträchtigenden Parameters der Spannungseinbrüche (Dips) auf Störungen in der Höchst- und Hochspannungsebene
- Sicherheit auf Erdfehlerströme und damit maßgeblich auf die Sternpunktbehandlung

zurückzuführen.

Der Grund dafür liegt hinsichtlich der Versorgungskontinuität üblicherweise im Netzaufbau (NE1 und NE3 - vermaschte Netze mit mehreren Einspeisepunkten vs. NE5 - Strahlennetze mit einem Einspeisepunkt / Slack Generator) und im Ausbreitungsradius bei Spannungseinbrüchen für relevante Störungen (Kurzschlüsse).

Die sowohl für die Sicherheit als auch die Versorgungskontinuität relevante, übliche Betriebsform der Sternpunktbehandlung bei Mittelspannungs- und bei Hochspannungsnetzen (NE3) ist die Löschung, und bei Höchstspannungsnetzen (NE1) die starre Erdung.

In der jüngeren Vergangenheit ist aber die Diskussion der Sternpunktbehandlung wieder aufgeflammt: Die Treiber für weiterführende Überlegungen sind in der Mittelspannungsebene

- (1) in (städtischen) Kabelnetzen - die Alterung der Betriebsmittel und herabgesetzte Resilienz beim häufigsten aller Fehler, nämlich dem Isolationsdurchbruch gegen Masse (einpoliger Erdschluss)
- (2) in (ländlichen) gemischten Netzen - die zunehmende Erweiterung durch Kabelstrecken bzw. der Ersatz von bestehenden Freileitungen bzw. in manchen Regionen der starke Zubau von verkabelten Windparkanspeisungen.
- (3) in Hochspannungsnetzen (NE3) - die internationale Entwicklung (Bundesrepublik Deutschland), wo durch die Anwendungsrichtlinie VDE-AR-N 4202 „Vorgehensweise beim Einsatz von Kabeln in Hochspannungsfreileitungsnetzen“ der Verkabelungsgrad der 110-kV- Netze zunehmen wird bzw. ganz allgemein durch Netzausbau die zu löschenden kapazitive Erdschlussströme stark zunehmen.

Aufgrund dieser Entwicklungen wird auch vermehrt die Frage des Weiterbetriebes eines Netzes im Falle eines einpoligen Fehlers (Erdschlusses) hinsichtlich technischer als auch operativer/wirtschaftliche Fragestellungen gestellt.

---

<sup>1</sup> Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz,  
Fax: +43 316 873-7553, [www.ifea.tugraz.at](http://www.ifea.tugraz.at),  
{Tel.: +43 316 873-7550, [lothar.fickert@tugraz.at](mailto:lothar.fickert@tugraz.at)},  
{Tel.: +43 316 873-7552, [elisabeth.hufnagl@tugraz.at](mailto:elisabeth.hufnagl@tugraz.at)}

## Neuartige Lösungsansätze bei der Sternpunktbehandlung

Allgemein gilt, dass bei steigendem Netzausbau wegen der Zunahme des zu löschenden kapazitiven Erdschlussstroms nicht nur zusätzliche Petersenspulen oder Netzteilungen (Bau neuer Umspanwerke / Errichtung neuer Netzbezirke) erforderlich sind, sondern dass wegen der quadratischen Abhängigkeit des Doppelerdschlussgeschehens von der Netzausdehnung die Wahrscheinlichkeit von Doppelerdschlüssen und Mehrfachfehlern und in der Folge der Verletzung des (n-1)-Prinzips drastisch zunimmt. Hier wurden schon Fälle beobachtet, wo – ausgehend von einem einfachen Erdschluss – in der Folge durch immer neu hinzutretende weitere Fußpunkte so viele Kabelstrecken ausfielen, dass in der Folge selbst ein notdürftiger Netzbetrieb de facto nicht mehr möglich war.

Als Abhilfe ist daher in ausgewählten und begründeten Fällen das Verlassen der Philosophie des Weiterbetriebes eines gelöschten Netzes im Erdschlussfall zugunsten einer raschen und gezielten Abschaltung des erdschlussbehafteten Netzelementes überlegenswert und sinnvoll.

Schutztechnisch sind dazu hochselektive (zumindest abschnitts-, wenn nicht sogar punktgenaue), robuste und schnell wirkende Erdschlussortungsverfahren erforderlich, welche oft durch die Einspeisung von relativ kräftigen Ortungs-Hilfsströmen in der Größenordnung von 60 A – 200 A – 1200 A und entsprechende

- Überstromanzeiger oder Phasen-Überstromrelais mit oder ohne Richtungscharakteristik bzw.
- Summenstrom-Überstromrelais mit oder ohne Richtungscharakteristik

realisiert werden.

Diese Verfahren haben den *Vorteil* der Robustheit und eines i.A. günstigen Preis-Leistungs-Verhältnisses hinsichtlich der Gerätekonfiguration. Demgegenüber stehen die *Nachteile* der Zwangsabschaltung (Energieentzug von Verbrauchern bzw. Verhinderung von Netzeinspeisung bei regenerativen Erzeugern). Im Falle von besonders starken Ortungsströmen in der Größenordnung der Nennströme der Einspeisetransformatoren kommen als weitere kritische Punkte Fragen der Gefährdungsspannungen bzw. die Höhe der resultierenden Spannungseinbrüche der einzelnen verketteten Spannung an der Sammelschiene hinzu.

## Beurteilungsmethodik und Ausblick

Der erste Schritt einer Bewertung einer zu untersuchenden Sternpunktbehandlung besteht in der technischen Analyse hinsichtlich Strömen und Spannungen im Netz, gefolgt von einer Risikoanalyse hinsichtlich allfälliger Schritt- und Berührungsspannungen.

Gerade hinsichtlich des letzten, sicherheitsrelevanten, Kriteriums sind allfällige Diskussionsspielräume sehr gering, und je nach Höhe und Dauer der Erdschlussströme kann man allfällige entsprechende Nachrüstungskosten der Erdungsanlagen bestimmen. Da außerdem i.d.R. nicht von einem „green field approach“ ausgegangen werden kann, sondern bereits eine bestehende Infrastruktur hinsichtlich Erdungsanlagen, Schutzeinrichtungen, Kommunikations- und Warteneinrichtungen besteht, gestaltet sich die Umrüstungssituation je nach Netzbetreiber verschieden und darf nicht verallgemeinert werden.

Im Falle einer erwünschten Schnellabschaltung von Erdschlüssen gehen diese prima vista zu Ungunsten der Versorgungskennzahlen (z.B. SAIDI) ein. Allerdings wendet sich das Blatt sehr schnell, wenn man mit Doppel- und Mehrfach-Erdschlüssen rechnen muss und das in Rechnung stellt. Gerade in Hinblick auf eine vielerorts diskutierte Pönale (Q-Faktor) kann hier die Abschaltung durchaus positiv zu Buche schlagen.

Die Beurteilungsmethodik muss also individuell sowohl die technischen Möglichkeiten als auch die operativen bzw. die regulatorischen Ansätze berücksichtigen, um eine unternehmens-optimale Lösung zu finden.