

## Studie

### ***Untersuchung der Auswirkungen des Kabelzubaus auf die Sternpunktterdung anhand eines für Brandenburg typischen 110-kV-Modellnetzes***

#### **Kurzfassung**

Mit dem am 05. August 2011 in Kraft getretenen „Gesetz über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze“ vom 28.07.2011 hat sich die Rechtslage bezüglich der Verlegung von Hochspannungskabeln in Erde im 110-kV-Hochspannungsbereich weitgehend geändert. Hochspannungsleitungen auf neuen Trassen sind zukünftig unter bestimmten Voraussetzungen als Kabel in Erdverlegung auszuführen. Dadurch ist zu erwarten, dass sich das Verhältnis Kabel zu Freileitung in den 110-kV-Verteilnetzen zukünftig erhöhen wird.

Die 110-kV-Verteilnetze, insbesondere in den ostdeutschen Bundesländern, werden resonanzsternpunktgeerdet betrieben. Bedingt durch den steigenden Kabelzubau und die elektrotechnisch unterschiedlichen Eigenschaften von Kabeln gegenüber Freileitungen wird der kapazitive Erdschlussstrom deutlich ansteigen. Damit wird die Grenze der Anwendbarkeit der Resonanzsternpunktterdung schnell erreicht. Diese Beschränkung kann durch unterschiedliche Maßnahmen gelöst werden. Hierzu zählen:

- Bildung von Teilnetzen unter Beibehaltung der Resonanzsternpunktterdung,
- Einsatz von Trenntransformatoren unter Beibehaltung der Resonanzsternpunktterdung,
- Umstellung der Resonanzsternpunktterdung auf die niederohmige Sternpunktterdung.

Die Studie beschäftigt sich maßgeblich mit der Untersuchung von Aspekten, die im Zusammenhang mit einer Umstellung der Sternpunktterdung stehen. Dazu wurde ein für Brandenburg typisches 110-kV-Modellnetz erstellt, mit dem die erforderlichen Netzberechnungen durchgeführt werden konnten. Der Schwerpunkt lag dabei hauptsächlich auf dem Zusammenhang zwischen Sternpunktterdung, Schutztechnik, einpoligen Fehlerströmen sowie den daraus resultierenden Schritt- und Berührungsspannungen.

Die rechnerischen Untersuchungen am Modellnetz haben ergeben, dass zur Einhaltung der zulässigen Schritt- und Berührungsspannungen die einpoligen Fehlerströme, welche im Kiloampere-Bereich liegen, im unteren hundert Millisekundenbereich abzuschalten sind. Dies führt in der Praxis dazu, dass eine neue Schutztechnik in Form eines Differenzialschutzes (Hauptschutz) und eines Distanzschutzes mit Signalvergleich (Reserveschutz) aufzubauen ist. Der Signalvergleich setzt den Aufbau bzw. das Vorhandensein von Signalübertragungsstrecken zwischen den Schutzrelais voraus.

Anhand des untersuchten Modellnetzes wird deutlich, dass die neue Schutztechnik und der Aufbau von Signalübertragungsstrecken einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der

Kosten haben. In der Studie wurden Kostenbetrachtungen anhand des Modellnetz durchgeführt. Die ermittelten Gesamtkosten für eine Sternpunkterdungsumstellung liegen im Bereich zwischen 135 Mio. € und 166 Mio. €. Die Kostenspanne ergibt sich aufgrund verschiedener Szenarien und einer gewissen Bandbreite für zugrunde gelegte Einzelkosten. Über einen Analogieschluss auf Basis der Systemkilometer an Freileitungen und Kabel sind als Orientierungswert die zu erwartenden Gesamtkosten für die Brandenburger Verteilnetze mit circa 432 Mio. € bis 531 Mio. € ermittelt worden. Davon sind alleine 163 Mio. € für den Aufbau von Signalübertragungsstrecken veranschlagt. Je nach Vorhandensein entsprechender Signalübertragungsstrecken reduziert sich der zu erwartende Kostenaufwand in diesem Bereich mitunter deutlich. Daher bietet die Kostenkalkulation für die Brandenburger Verteilnetze nur eine grobe Approximation für die zu erwartenden Gesamtkosten bei den jeweiligen Verteilnetzbetreibern. Im realen Netz ist eine individuelle Kostenkalkulation unausweichlich.

Im Einzelnen sind eine Vielzahl von Maßnahmen erforderlich, die über einen beträchtlich langen Zeitraum umzusetzen sind. Für das repräsentative Modellnetz ist mit einem Zeitaufwand von 16 Jahren bei paralleler und 23 Jahren bei sequenzieller Arbeitsweise unter Berücksichtigung von 230 Arbeitstagen pro Jahr zu rechnen.

Die Studie zeigt anhand eines Konzeptvorschlages, wie eine Umstellung auf eine niederohmige Sternpunkterdung vollzogen werden kann. Bis zu einer vollständigen Umstellung der Sternpunkterdung entstehen zwischenzeitlich aufgrund des schrittweisen Vorgehens kleinere Teilnetze mit bisheriger Resonanzsternpunkterdung bzw. Teilnetze mit niederohmiger Sternpunkterdung, die bereits umgestellt wurden. Da Teilnetze mit unterschiedlicher Sternpunkterdung nicht gekuppelt betrieben werden dürfen, ergibt sich für den Zeitraum der Umstellung eine geringere Versorgungszuverlässigkeit.

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass eine vollständige Umstellung der Sternpunkterdung möglich ist und eine technische Lösungsmöglichkeit im Hinblick auf die vorhandenen Grenzen des Kabelzubaus in den gegenwärtig resonanzsternpunktgeerdeten Netzen darstellt. Allerdings zeigt der immense Umfang an durchzuführenden Maßnahmen, dass eine Sternpunkterdungsumstellung im laufenden Netzbetrieb eine sehr große technische und betrieblich-organisatorische Herausforderung darstellt. Die Umstellungsmaßnahmen müssten zudem mit anderen Baumaßnahmen in den Netzen aufwendig koordiniert werden. Trotzdem ist mit einer markanten Schwächung der Netze während der Umstellung zu rechnen.

Angesichts des mit der Umstellung verbundenen langfristigen Zeitrahmens im Bereich von Jahrzehnten und den zu veranschlagenden Kosten im dreistelligen Millionenbereich ist eine genaue Abwägung dieser Maßnahme unter Einbeziehung der organisatorischen und netzbetrieblichen Aspekte durch den jeweiligen Verteilnetzbetreiber erforderlich. Es wird empfohlen, die anderen Lösungsmöglichkeiten zur Beherrschung des kapazitiven Erdschlussstromes bei Beibehaltung der derzeitigen Resonanzsternpunkterdung in einer ähnlichen Detailtiefe zu untersuchen, um eine breitere Ergebnisbasis für eine abschließende Beurteilung und Entscheidungsfindung zu bekommen.