

EIN BEITRAG ZU SICHERHEITSBETRACHTUNGEN AN ERDUNGSANLAGEN IN NOSPE-MITTELSPANNUNGSNETZEN MITTELS EINEN ERDKURZSCHLUSSVERSUCH

Christin SCHMOGER¹

Zielstellung

Die Integration von Erneuerbaren Energien bei gleichzeitig geänderten Bezugskundenverhalten im Gesamtenergiesystem stellt die Planung von Verteilnetzen vor eine Vielzahl neuer Aufgabenstellungen, um auch künftig ein zukunftssicheres Netz zu gewährleisten. Der EEG-bedingte Netzausbau beeinflusst durch den Zubau von Kabelstrecken in Hochspannungs- und Mittelspannungsnetzen auch rein energietechnische Themen erheblich, wie den Umgang mit der Sternpunktbehandlung respektive auch der Personensicherheit. Die deutsche Fassung der DIN EN 50522 [1] legt dabei die Rahmenbedingungen zur Auslegung von Erdungsanlagen fest, die in der Praxis vor allem in NOSPE (niederohmig geerdet)-Mittelspannungsnetzen zu Fragestellungen hinsichtlich der korrekten Anwendung und Interpretation führen. Erstmals im deutschsprachigen Raum wurden Erdkurzschlussversuche in der brandenburgischen Uckermark (Deutschland) durchgeführt. Die Darstellung realer Strom- und Spannungsverteilungen liefert einen Aufschluss über die korrekte Interpretation der theoretischen Modellansätze nach der DIN EN 50522 sowie eine Diskussion über die Anwendung möglicher weiterführender Modelle (nach der TU Graz wie in [2] diskutiert). Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Motivation zur Durchführung bis zur Konzeption und Auswertung solcher Versuche. Diese wurden in einem gemeinsamen Forschungsprojekt der E.DIS Netz GmbH, der TU Graz (unterstützt durch Prof. Fickert) und der OMICRON electronics GmbH durchgeführt und in [3] ausführlich dargestellt.

Motivation zur Durchführung von Erdkurzschlussversuchen

Die DIN EN 50522 [1] legt Rahmenbedingungen für die Auslegung von Erdungsanlagen hinsichtlich der Berührungs- und Schrittspannung fest. Wesentliche Idee des dort verwendeten Modells ist dabei, den Anteil des Fehlerstroms zu bestimmen, der zu einer möglicherweise personengefährdenden Potentialanhebung führt, für die in Abhängigkeit der Zeit Grenzwerte vorgegeben werden. Für die praktische Auslegung sind die Planungsparameter Erdungsimpedanz und Reduktionsfaktor relevant. Über den Fehlerstrom und den Reduktionsfaktor, der die Stromaufteilung des Fehlerstroms definiert, sowie die max. mögliche Berührungsspannung (resultierend aus dem Schutzkonzept) wird ein Grenzwert für die jeweilige Erdungsanlage als Erdungsimpedanz festgelegt und dieser messtechnisch geprüft. Vorrangig in Mittelspannungsnetzen bestehen dabei gegenwärtig während des Planungsprozesses Unsicherheiten hinsichtlich der geeigneten Wahl von Parametern zur technisch und wirtschaftlich optimierten Auslegung einer Erdungsanlage:

Im Vergleich zu den theoretischen Modellen trifft man in der Praxis oft auf ein über viele Jahre gewachsenes inhomogenes MS-Netz mit unterschiedlichen Kabeltypen und Querschnitten. In diesem Zusammenhang existieren die unterschiedlichsten Interpretationen, wie der Reduktionsfaktor zu bilden ist. Anhand der theoretischen Analysen zur Stromverteilung nach dem Modell von [1] und den praktischen Versuchen soll die Fragestellung geklärt werden, wie der Reduktionsfaktor in MS-Netzen zu interpretieren und ermitteln ist.

In der Praxis kommen zur Bewertung von Erdungsanlagen unterschiedliche Messverfahren zum Einsatz. Praktische Untersuchungen zeigen auf, dass teilweise deutliche Messabweichungen zwischen den Verfahren zustande kommen. Es stellt sich die Frage, welche Aussagekraft diese in Bezug auf die Bewertung der Erdungsimpedanz besitzen und wie künftig die Ergebnisse für den messtechnischen Nachweis der Erdungsimpedanz zu werten sind.

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurde erstmals im deutschsprachigen Raum eine Methodik zur Auswertung der Parameter in einem Erdkurzschlussversuch entwickelt und an einem Beispielnetz real

¹ Schmoger: E.DIS Netz GmbH, Langewahlerstr. 60, 15517 Fürstenwalde (Spree), +49 3361 702452, christin.schmoger@e-dis.de

im Oktober 2018 in der brandenburgischen Uckermark (Deutschland) durchgeführt. Es konnte damit erstmals mittels eines verteilten Messsystems die Stromverteilung in einem einpoligen Erdkurzschluss aufgenommen werden. Die Versuchsergebnisse wurden mit Berechnungsverfahren (auf Basis bereits entwickelter Modelle) und Messverfahren verglichen und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Methodik

Wichtiger Ausgangspunkt für die Konzeption und Auswertung von Erdkurzschlussversuchen zur Darstellung der Stromverteilung und resultierenden Bewertung der Berührsituation ist ein Verständnis zum Modell der (DIN) EN 50522. Für eine leichteres Verständnis wurde dieses in [3] auf den Fall eines vollverkabelten Mittelspannungskabelnetzes übertragen und neue Begriffsdefinitionen auf Basis des Modells vorgeschlagen. Anhand dieses Modells können einerseits die praktischen Herausforderungen des Planers diskutiert werden. Andererseits wird auf die Herausforderung eingegangen, dass aufgrund von Überlagerungseffekten an der Fehlerstelle das Modell der EN 50522 nicht eindeutig durch eine Messung nachzubilden ist mit Messwerten. Es wurde daher eine Methodik zur (messtechnischen) Auswertung dieses Überlagerungseffekts in [3] zur normgerechten Bewertung von Reduktionsfaktor und Erdungsimpedanz entwickelt. Ebenfalls musste eine Auswertungslogik entwickelt werden, um entsprechend die Forschungsfragen beantworten zu können.

Die Darstellung der Stromverteilung im Erdkurzschluss und deren Forschungsfragen stellt resultierend einige besondere Herausforderungen an den Versuchsaufbau und seine Durchführung, welche ebenfalls kurz im Beitrag dargestellt werden. Ebenso sei auf die Ergebnisse und fortführende Handlungsempfehlungen einzugehen.

Ergebnisse

Es konnte erstmals mittels eines verteilten Messsystems die Stromverteilung in einem einpoligen Erdkurzschluss aufgenommen und entsprechend der Randbedingungen der EN 50522 interpretiert werden. Die Auswertung liefert einen Diskussionsbeitrag, wie sich künftig die Auslegung der Erdungsanlagen unter Betrachtung geeigneter Mess- und Berechnungsverfahren weiterentwickeln kann.

Die Betrachtungen zum Reduktionsfaktor verdeutlichen, dass die Ermittlung für inhomogene Kabelstrecken (d. h. unterschiedliche Kabeltypen) in einem MS-Stich nicht hinreichend genau nach der DIN EN 50522 beschrieben ist, sodass Unklarheiten über den Planungsprozess entstehen. Theoretische und aufbauend praktische Analysen entwickeln in Hinblick auf diese Problemstellung die bestehenden Berechnungsverfahren weiter und schlagen u. a. auf Basis des Versuchs entsprechende Sicherheitsaufschläge vor. Ebenso wird aufgrund der vielfältigen Interpretationen des Reduktionsfaktors in der Praxis unter Verifikation realer Versuche eine eindeutige Definition vorgeschlagen.

Die Dissertation zeigt mittels einer theoretischen Analyse der Stromflüsse auf den Erdrückleitungspfaden im Versuch (Erdkurzschluss) und Messverfahren auf, dass in Messverfahren wie der „*Strom-Spannungsmethode mit Einspeisung über die Gegenstation*“ die klassische Erdungsimpedanz lt. EN 50522 nur näherungsweise bestimmt wird.

Die Interpretation der Erdungsimpedanz wirkt sich unmittelbar auf die Bestimmung des Reduktionsfaktors aus. Anhand der Ergebnisse aus dem Erdkurzschlussversuch und den Vorgaben aus der DIN EN 50522 könnten beide Kombinationen (nach dem klassischen Modell und dem Modell der TU Graz) praktische Anwendung finden.

Referenzen

- [1]] DIN EN 50522: VDE 0101-2:2011-11: Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1kV.
- [2] Mallits, T.: Fehlerstromaufteilung und Potentialverhältnisse in komplexen (Globalen-) Erdungssystemen und deren Einfluss auf die Beurteilung. Dissertation. TU Graz, 2018.
- [3] Schmogger, C.: Sicherheitsbetrachtungen im Fall von stromstarken Erdfehlern in NOSPE-Netzen und bei Netzkopplung. Dissertation. BTU Cottbus-Senftenberg, 2019.