

NEUE BERECHNUNGSMETHODE FÜR DEN DISTANZSCHUTZ ZUR ANWENDUNG BEI ZWISCHENSYSTEMFEHLERN AUF DOPPELEITUNGEN

Jakob Francesco LEIDE^(*)¹, Carlo LIEBERMANN²³, Jörg MEYER⁴,
Peter SCHEGNER²⁵

Einleitung

Durch die wachsende Einspeisung regenerativer Erzeugerleistung stößt das heutige Energieversorgungsnetz zunehmend an seine Belastungsgrenze. Daraus resultiert die Notwendigkeit das Hoch- und Höchstspannungsnetz an die künftig zu erwartende Leistungsauslegung anzupassen. Da lange Planungs- und Genehmigungsverfahren die Errichtung neuer Freileitungstrassen verzögern, wird für das schnellere Umsetzen auf bestehende Trassen zurückgegriffen. Dabei werden mehrere Stromkreise auf gemeinsamen Mastgestängen geführt. Infolgedessen steigt die Wahrscheinlichkeit von Zwischensystemfehlern, welche durch Leiterberührungen oder Leiterseilrisse hervorgerufen werden können. Beim einsystemigen Distanzschutz wird diese Fehlerart nicht ausgewertet, weshalb eine detaillierte Analyse zum Schutzverhalten und zu selektiven Klärungsmöglichkeiten notwendig wird.

Im vorliegenden Beitrag wird eine neue Berechnungsmethode vorgestellt, mit der auch bei Zwischensystemfehlern auf einer Doppelleitung die Fehlerdistanz korrekt berechnet werden kann. Dies ermöglicht einen zuverlässigen Zonenentscheid und eine selektive Abschaltung durch den Distanzschutz.

Problemstellung

Der einsystemige Distanzschutz wertet für die Impedanzberechnung Messwerte eines Stromkreises aus [1]. Bei einem Zwischensystemfehler auf einer Doppelleitung mit der Parallelschaltung beider Stromkreise sind jedoch zwei Stromkreise vom Fehler betroffen. So fließt beispielsweise bei einer Berührung von Leiter a (Stromkreis I) mit Leiter B (Stromkreis II) der Kurzschlussstrom auch über die Gegenstation zur Fehlerstelle (siehe Abbildung 1). Der Distanzschutz eines Stromkreises erfasst folglich nicht den vollständigen Kurzschlussstrom, was zu einer Abweichung in der Berechnung der Fehlerdistanz führt.

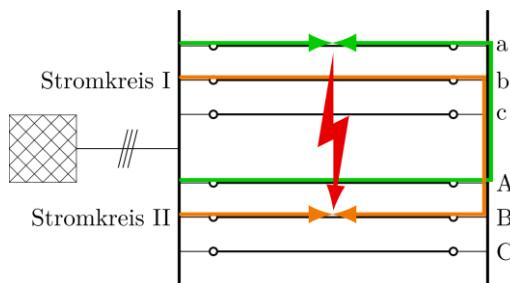


Abbildung 1: Fehlerstrompfade bei dem Fehlerfall a-B auf einer Doppelleitung

Methode

Die korrekte Berechnung der Fehlerschleifenreaktanz ist die Grundvoraussetzung für den Zonenentscheid, welcher ausschlaggebend für die Abschaltung der Leitung ist. Bei einer Überschätzung der

¹ Technische Universität Darmstadt, Landgraf-Georg-Straße 4, 64293 Darmstadt, +49 6151 1624666, jakob.leide@tu-darmstadt.de, [Webauftritt](#)

² Technische Universität Dresden, Professur für Elektroenergieversorgung, Toepler Bau, Mommsenstraße 12, D-01069 Dresden, [Webauftritt](#)

³ +49 351 463-43204, carlo.liebermann@tu-dresden.de

⁴ Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden, +49 351 4622642, joerg.meyer@htw-dresden.de, [Webauftritt](#)

⁵ +49 351 46333202, peter.schegner@tu-dresden.de

Fehlerdistanz kommt es zu einer Unterreichweite des Distanzschutzes und somit zu einer zu verzögerten Fehlerklärung. Die Güte der Reaktanzberechnung ist damit ein geeignetes Maß zur Beurteilung der Zuverlässigkeit des Zonenentscheids. Da der Distanzschutz bei Leiter-Leiter-Fehlern auch bevorzugt Leiter-Leiter-Schleifen auswertet [1], wird in diesem Beitrag der Fokus auf die korrekte Berechnung der Mitsystemreaktanz fehlerbetroffener Leiter-Leiter-Schleifen bei Zwischensystemfehlern gelegt.

Zur Untersuchung des Distanzschutz-Verhaltens wird das Dynamische Netzmodell (DNM) des Instituts für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik der TU Dresden (IEEH) verwendet. Das DNM besteht aus einer parametergetreuen physikalischen Nachbildung eines 220 kV-Teilnetzabschnitts, u. a. mit einer 150 km langen Doppelleitung. Diese bildet das Übertragungsverhalten mit 30 konzentrierten Π -Elementen ab, wobei ein Element 5 km Leitungslänge nachbildet.

Eine neue Berechnungsmethode wird aufgezeigt, die zur Berechnung der Schleifenreaktanz Messwerte aus den beiden fehlerbetroffenen Stromkreisen nutzt. Zudem zeigt sich, dass die Mitsystemkopplung nicht vernachlässigt werden kann, weshalb sie in der vorgestellten Berechnungsmethode berücksichtigt wird. Die Genauigkeit der Berechnungsmethode wird anhand von simulierten Zwischensystemfehlern am digitalen Zwilling des DNM bewertet.

Ergebnisse

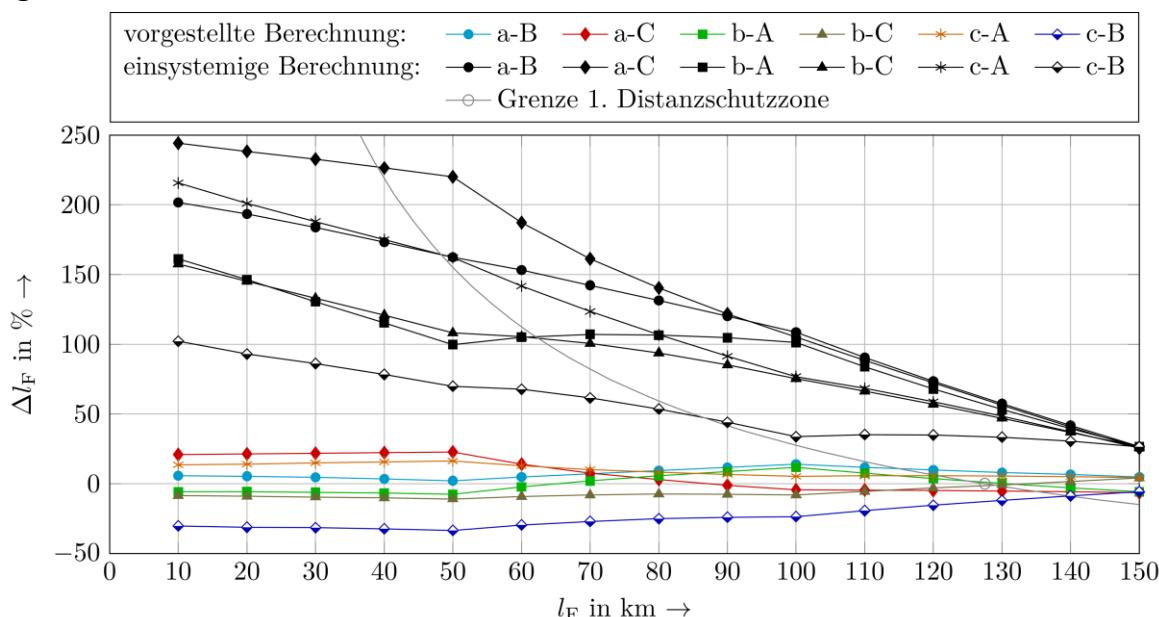


Abbildung 2: Abweichung Δl_F der Distanzberechnung bei Leiter-Leiter-Zwischensystemfehlern in Abhängigkeit vom Fehlerort l_F bei Berechnung der Mitsystemreaktanz mit der vorgestellten Berechnungsmethode und dem einsystemigen Distanzschutz wie in [1]

Aus Abbildung 2 ist zu erkennen, dass die vorgestellte Berechnungsmethode die Genauigkeit der Distanzberechnung bei Zwischensystemfehlern auf Doppelleitungen deutlich verbessert. Mit dem Verfahren können um bis zu 250 % vom Fehlerort abweichende Distanzen am Leitungsanfang auf $\pm 40\%$ reduziert werden. Abweichungen von bis zu 25 % am Leitungsende werden auf $\pm 6,5\%$ reduziert. Die verbleibenden Abweichungen können auf die geometrische Unsymmetrie im Verlauf der Verdrillungsabschnitte zurückgeführt und mit dem in [2] vorgestellten Verfahren korrigiert werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass die vorgestellte Berechnungsmethode auch auf Zwischensystemfehler unter Beteiligung von Stromkreisen unterschiedlicher Spannungsebenen übertragbar ist.

Referenzen

- [1] G. Ziegler, Digitaler Distanzschutz: Grundlagen und Anwendung, 2. Aufl. Erlangen: Publicis Corp. Publ, 2008, 392 S., ISBN: 978-3-89578-320-3.
- [2] C. Liebermann und P. Schegner, „Kompensation der Messunschärfe durch Leitungsunsymmetrien bei der Distanzberechnung,“ präsentiert auf dem 18. Symposium Energieinnovation, Graz, Feb. 2024.