Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 71 (1980)

Heft: 2

Artikel: Berechnung und Messung der Erdung von Hochspannungsanlagen

Autor: Bircher, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905213

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Berechnung und Messung der Erdung von Hochspannungsanlagen

Von P. Bircher

1. Einleitung

Das Ziel der optimalen Dimensionierung einer Erdungsanlage ist es, die Beeinflussung der Umwelt durch Erdkurzschlußströme und die dabei auftretenden Einwirkspannungen auf ein erträgliches Minimum zu reduzieren. Dabei müssen die Forderungen des Revisionsentwurfes des Abschnittes «Erdung» der Eidgenössischen Starkstromverordnung [1] eingehalten werden.

2. Grundlagen für die Berechnung der Erdung von Hochspannungsanlagen

Eine massgebende Grösse für die Beurteilung der Erdung einer Hochspannungsanlage ist der spezifische Erdbodenwiderstand. Er ist von der Bodenzusammensetzung, der Bodenfeuchtigkeit und der Temperatur abhängig und kann in einem weiten Bereich schwanken. Die Messung des spezifischen Erdwiderstandes erfolgt mit einem Erdungsmesser. Der Messung liegt das Schlumberger-Wenner-Verfahren [2] zur Bestimmung der Leitfähigkeit des Erdreiches zugrunde. Zur Auslegung des Erdnetzes wird anhand der Anlagendisposition das Maschenerdnetz mit den Hauptelektroden und den Steuerelektroden festgelegt. Bei schlechten Erdungsverhältnissen und an besonders exponierten Stellen werden noch zusätzlich senkrechte Erderstäbe ins Erdreich eingeschlagen und mit den Maschenerdern verbunden. Ausgehend vom einphasigen Erdkurzschlußstrom, welcher mit einem Netzberechnungsprogramm ermittelt wird, lässt sich der Erderstrom der Anlage im Erdungsschema berechnen.

3. Berechnung von Erdpotentialfeldern

Für die Berechnung der Erderwiderstände der Erder stützen sich unsere Grundlagen auf die in [3] abgeleiteten Formeln für Banderder. Für die vorangehend erwähnten Berechnungsgrundlagen kann nun ein Computerprogramm entwickelt werden, welches den Potentialverlauf zwischen Anlagenerdung und Bezugserde ermittelt und gleichzeitig mit Hilfe eines Plotters einen Äquipotentialkurvenplan erstellt. Unter Beachtung der Potentiale der Äquipotentialkurven kann an den interessierenden Stellen auf den Potentialverlauf und daraus auf die Schrittspannung geschlossen werden. Die Differenz zwischen dem Wert des Potentials an der Erdoberfläche und der Erderspannung ergibt die zu erwartende Berührungsspannung für geerdete Anlageteile.

4. Messung von Erdpotentialfeldern

Mit Hilfe einer Erdungsmessanlage, welche im wesentlichen aus einem Einphasen-Stufentransformator besteht, wird ein Meßstrom über eine ausser Betrieb gesetzte Hochspannungsleitung in eine benachbarte Anlage gespeist. Die dreiphasig kurzgeschlossene Hochspannungsleitung wird in der Gegegenstation geerdet. Mit hochohmigen und hochempfindlichen Voltmetern kann nun der Potentialverlauf in verschiedenen von den Hochspannungsanlagen ausgehenden Ebenen gemessen werden. Ferner werden die Berührungsspannungen an metallischen Teilen inner- und ausserhalb der untersuchten Anlage gemessen.

5. Vergleich zwischen Messung und Berechnung

Die berechneten Werte basieren auf absolut homogenem Erdboden mit idealer Verteilung des Erdkurzschlußstromes. Bei der Berechnung wird die Erdwirkung von am Maschenerdnetz unbeteiligten Elementen innerhalb der Anlage nicht berücksichtigt. Auch wird die Mitwirkung am Erdungseffekt durch die übrigen Erder, welche nicht zum alleinigen Zweck des Erdens im Erdreich eingebettet sind, nicht in die Rechnung einbezogen. Bei der Messung hingegen machen sich diese Zusatzerder bemerkbar. Dies erklärt, wieso generell die Messwerte immer günstiger liegen müssen als die berechneten Grössen.

Beim Vergleich über das bereits ausgewertete Anlagenspektrum mit unterschiedlichen Verhältnissen zeigt sich, dass der Faktor zwischen den berechneten und gemessenen Werten bei kleineren Anlagetypen in den meisten Fällen gering ist. Bei Anlagen von mittlerer Ausdehnung wird dieser Faktor etwas grösser zuungunsten der Berechnungsergebnisse. Bei den grossen Unterstationen senkt sich dieser Faktor wieder. Durch die Messungen konnte erkannt werden, dass die zusätzliche Verbesserung der Erdung durch die Umgebung bei Unterstationen in dicht bebauten Gebieten tatsächlich den Faktor wesentlich vergrössert. Bei Anlagen in ausgesprochen ländlichen Gebieten werden durchwegs kleine Unterschiede zwischen der Berechnung und der Messung festgestellt. Aus den Potentialabbaukurven ist ersichtlich, dass bei kleineren und mittelgrossen Anlagetypen bereits nach wenigen Metern ausserhalb der äussersten Erdelektroden das Potential auf ungefährliche Werte abgeklungen ist. Bei grösseren Unterstationen liegen diese Werte etwas weiter entfernt. Dafür verflacht sich der Potentialabbau bei grossflächigen Anlagen wesentlich. Nicht zuletzt dürfte auch die unterschiedliche Leitfähigkeit in den einzelnen Erdschichten die Resultate merkbar beeinflussen.

Die von uns gefundenen Erfahrungsfaktoren lassen sich im heutigen Zeitpunkt noch nicht eindeutig quantifizieren. Sicher hingegen ist, dass eine nach den Berechnungen richtig ausgelegte Anlage den Anforderungen in jedem Fall genügt, d. h., dass nach wie vor im gesamten Werk- und Übergangsbereich einer nach den Berechnungen richtig dimensionierten Anlage keine gefährlichen Schritt- und Berührungsspannungen auftreten können.

Literatur

[1] Erdungskommission des SEV: Revisionsentwurf des Abschnittes «Erdung». Dok. Nr. Erd.-K.75/30 vom 31. Oktober 1975.

[2] *W. Baeckmann:* Messung des spezifischen Bodenwiderstandes nach dem Schlumberger-Wenner-Verfahren. Mitteilungsorgan des Deutschen Verbandes des Gas- und Wasserfaches (GFW) 101(1960), Heft 49, S. 1265–1273.

[3] *W. Koch:* Erdung in Wechselstromanlagen, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg (1955).

Adresse des Autors

P. Bircher, dipl. Ing. ETHZ, Bernische Kraftwerke AG, Viktoriaplatz 2, 3000 Bern.