

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 106 (2015)

Heft: 2

Artikel: Messungen an Erdungsanlagen

Autor: Pikisch, Moritz / Luxenburger, Rainer / Valtin, Gerd

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856604>

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: 12.01.2026

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

Messungen an Erdungsanlagen

Elimination der Stör- und Fremdspannungen

Messungen an Erdungsanlagen werden gewöhnlich nach der Fertigstellung der Anlage und nach wesentlichen Änderungen durchgeführt, um die Personen- und Anlagensicherheit nachzuweisen. Für die Messung der Erdungsanlage von Schaltanlagen hat sich die sogenannte Strom-Spannungs-Methode etabliert. Die Strom-Spannungs-Methode wird vielfach angewendet, ist bei grösseren Erdungsanlagen praktisch alternativlos und wird in DIN EN 50522 [1] für die Messung von Berührungsspannungen gefordert.

Moritz Pikisch, Rainer Luxenburger, Gerd Valtin, Sirk Böhme

Bei der Strom-Spannungs-Methode wird ein Strom eingespeist, der über die Erdungsanlage in die Erde fliesst. Durch diesen Erdungsstrom können unter anderem die Erdungsspannung U_E , die Erdungsimpedanz Z_E und die Berührungsspannungen gemessen werden.

Die Einspeisung des Erdungsstromes erfolgt normalerweise, indem man eine Spannungsquelle zum einen mit der gemessenen Erdungsanlage und zum anderen mit einem ausreichend weit entfernten Gegenerder verbindet. Als Gegenerder wird normalerweise die Erdungsanlage einer anderen Anlage verwendet. Als Verbindungsleitung zwischen der gemessenen Erdungsanlage und dieser Station wird dann eine bestehende Freileitung oder ein bestehendes Kabel verwendet. In **Bild 1** ist das Prinzip der Messung dargestellt.

Zur Bestimmung der Erdungsspannung wird mit einer Sonde die Spannung zwischen der Erdungsanlage und verschiedenen Punkten im Abstand d von der Erdungsanlage gemessen. Die Erdungsspannung kann aus dieser Messung ermittelt werden (**Bild 2**).

Zur Messung der Berührungsspannung wird ebenfalls ein Strom über den Gegenerder in die Anlage eingespeist. Gemessen wird während dieser Einspeisung die Spannung zwischen metallischen Gegenständen und einer im Abstand von $d = 1 \text{ m}$ auf dem Boden platzierten Messelektrode. Durch diese Messung wird die mögliche Gefährdung eines Menschen, der den Gegenstand im Fehlerfall berührt, nachgeblendet.

Die gemessenen Spannungen U_{Em} und U_{Tm} liegen normalerweise im Bereich kleiner als 10 V, teilweise sind sie noch deutlich kleiner. Diese kleinen Messspannungen werden durch Fremd- und Störspannungen verfälscht.

Diese Störgrössen können das Messergebnis erheblich beeinflussen, beispielsweise da die Messungen in der Nähe sich im Betrieb befindender Hochspannungsanlagen stattfinden. Eine Elimination der Fremd- und Störspannungen ist deshalb erforderlich.

Störspannungselimination

Zwei klassische Möglichkeiten zur Unterdrückung der Störreinflüsse sind die Umpolungsmethode (UpM) und die Schwebungsmethode (ScM). Sie verwenden Prüfströme exakt bzw. nahe der Netzfrequenz.

Durch eine frequenzselektive Messung (FsM) mit Frequenzumrichter können Störreinflüsse ebenfalls eliminiert werden. Dieses Messverfahren wird hier in Bezug auf Messtechnik und der praktischen Anwendung den beiden klassischen Methoden gegenübergestellt.

Umpolungsmethode (UpM)

Bei der Umpolungsmethode werden drei Messungen vorgenommen:

■ **Messung 1:** Mithilfe eines Stelltransformatoren wird ein Prüfstrom bei Nennfrequenz (bis 150 A) eingespeist. Dieser Prüfstrom wird nun der Störung überlagert. Bei der Messung des einge-

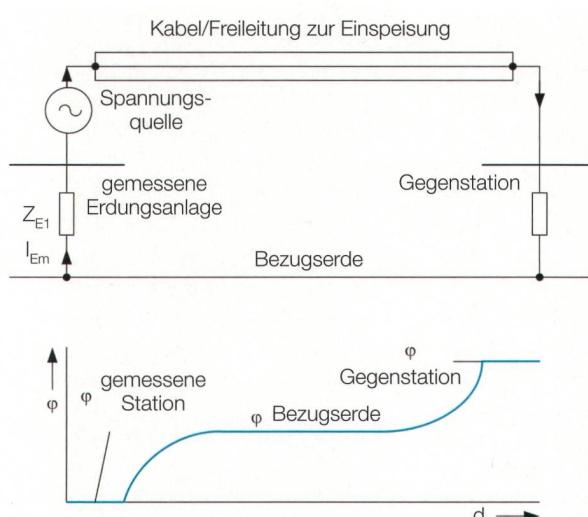


Bild 1 Prinzip des Messaufbaus und des Potenzialverlaufs.

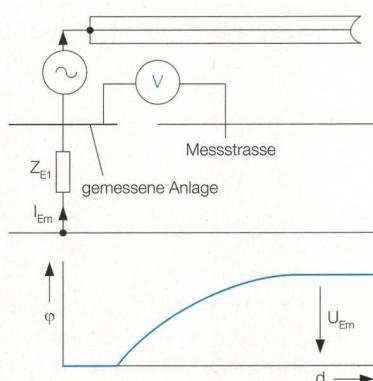


Bild 2 Prinzip der Messung der Erdungsspannung, Verlauf der gemessenen Spannung und Erdungsspannung U_{Em} .

speisten Stroms und der daraus resultierenden Spannung wird somit die Überlagerung aus Einspeisung und Störung gemessen (Spannung U_1).

■ **Messung 2:** Die Polarität der Einspeisung wird umgekehrt und erneut der Strom und die daraus resultierende Spannung wie in Messung 2 ermittelt (Spannung U_2).

■ **Messung 3:** Nur die durch die Störung verursachte Spannung wird gemessen (Störspannung U_s).

Durch Verwendung von True-RMS-Multimetern werden hierbei die Effektivwerte für Spannung und Strom ohne Winkelbezug gemessen.

Es ergibt sich das in **Bild 3** dargestellte Zeigerdiagramm für die drei genannten Messungen. Aus den Messspannungen U_1 , U_2 und U_s kann der Effektivwert der Spannung U_M bestimmt werden mit

$$U_M = \sqrt{\frac{U_1^2 + U_2^2}{2} - U_s^2}$$

Schwebungsmethode (ScM)

Bei der Schwebungsmethode wird zunächst, wie bei der Umpolungsmethode, die durch die Einkopplung verursachte Störspannung U_s gemessen. Dann wird ein Prüfstrom mithilfe eines Leistungsaggregats mit geringfügig von der Nennfrequenz abweichender Frequenz eingespeist. Durch Überlagerung des Prüfstroms und der Störung bei Nennfrequenz ergibt sich eine Schwebung mit einer Schwebefrequenz $< 1 \text{ Hz}$. Durch die Schwebung schwankt die Spannung zwischen einem Minimal- und Maximalwert. Der Maximalwert U_{\max} und der Minimalwert U_{\min} der Spannung werden gemessen. Dies geschieht normalerweise mit herkömmlichen Multimetern (Messung des Effektivwertes).

tivwertes). **Bild 4** veranschaulicht das Zustandekommen des Minimal- und des Maximalwerts.

Unter der Voraussetzung $2U_s < U_{\max}$ ergibt sich die durch den Prüfstrom verursachte Spannung U_M zu

$$U_M = \frac{U_{\max} + U_{\min}}{2}$$

Frequenzselektive Methode (FsM)

Bei der frequenzselektiven Methode wird mit einem statischen Frequenzumrichter ein Prüfstrom bei einer von der Nennfrequenz abweichenden Frequenz eingespeist. Üblicherweise werden nacheinander Prüfströme bei $f_{M1} = 30 \text{ Hz}$ und $f_{M2} = 70 \text{ Hz}$ verwendet (**Bild 5**). Spannung und Strom werden nun mit einer Abtastrate von $f_A = 3 \text{ kHz}$ aufgezeichnet und bei Prüffrequenz digital gefiltert.

Bild 6 zeigt die Charakteristik des digitalen Filters der CPC 100 (Gerät zur frequenzselektiven Einspeisung und Messung). Bereits bei einer Abweichung von $\Delta f = 10 \text{ Hz}$ von der Nennfrequenz wird der Beitrag des Störanteils um den Faktor $f = -54 \text{ dB} = 0,002$ reduziert.

So werden Störungen unter- und oberhalb der Prüffrequenz wirksam unterdrückt und haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Messung, obwohl kleinere Ströme als bei den beiden anderen Prüfmethoden verwendet werden.

Die von der Nennfrequenz abweichenden gemessenen Spannungen und Ströme liefern Impedanzen, die sich auf die jeweilige Prüffrequenz beziehen.

Bild 7 zeigt hierzu exemplarisch den Verlauf des Wirk- und Blindanteils der Erdungsimpedanz eines Messpunktes für 30, 70, 90, 110 und 130 Hz. Durch lineare Interpolation der Teilergebnisse bei $f_{M1} = 30 \text{ Hz}$ und $f_{M2} = 70 \text{ Hz}$ werden die Messwerte ermittelt, d.h. es wird verwendet

$$R_{50Hz} = \frac{R_{30Hz} + R_{70Hz}}{2}$$

$$X_{50Hz} = \frac{X_{30Hz} + X_{70Hz}}{2}$$

$$Z_{50Hz} = R_{50Hz} + jX_{50Hz}$$

Die zugehörigen Gleichungen ergeben eine sehr gute Näherung des 50-Hz-Wertes (**Bild 7**).

Vergleich der Messverfahren

Die verschiedenen Verfahren zur Elimination der Störgrößen werden in diesem Abschnitt zunächst theoretisch verglichen.

Netzfrequente Störungen und 16,7-Hz-Einkopplungen

Das in **Bild 8** gezeigte Frequenzspektrum entspricht der Spannung zwischen zwei im Abstand von $d = 2 \text{ m}$ ins Erdreich getriebenen Messsonden in unmittelbarer Nähe der zu messenden Anlage. Hieraus wird ersichtlich, dass nicht nur Störanteile bei $f_n = 50 \text{ Hz}$ auftreten. Mit ähnlich grosser Amplitude treten auch Störungen bei $f_B = 16,7 \text{ Hz}$ auf.

Bild 9 veranschaulicht das unter diesen Umständen zustande kommende Frequenzspektrum bei der Umpolungsmethode. Mit einer Effektivwertmessung wird hierbei auch die Störung bei $f_B = 16,7 \text{ Hz}$ ebenfalls gemessen. Allerdings gilt das Zeigerdiagramm in **Bild 3**

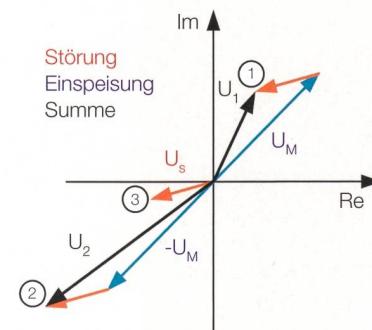


Bild 3 Zeigerdiagramm der Umpolungsmethode.

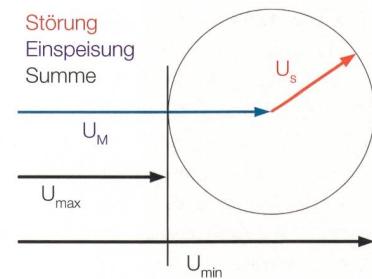


Bild 4 Diagramm zur Veranschaulichung der Schwebungsmethode.

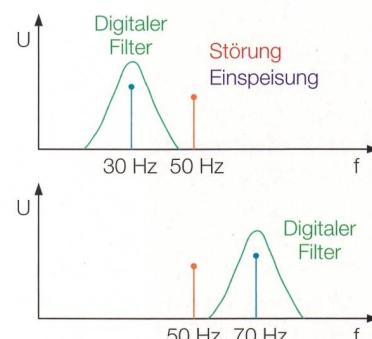


Bild 5 Störgrößenelimination der frequenzselektiven Methode.

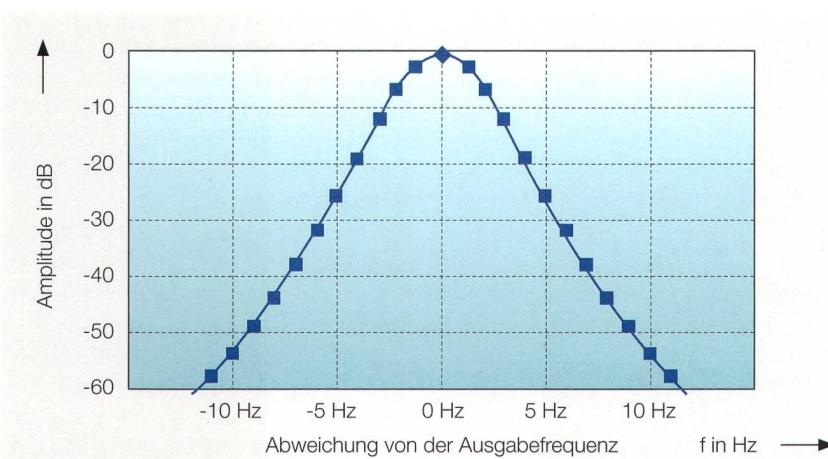


Bild 6 Filtercharakteristik CPC 100.

nur für die Nennfrequenz. Somit werden die Anteile bei $f_B = 16,7$ Hz nicht vollständig eliminiert.

Wie bei der Umpolungsmethode können auch mit der Schwebungsmethode Störungen bei $f_B = 16,7$ Hz nicht eliminiert werden. Die auf dem Multimeter erkennbare Schwebung resultiert aus der Differenz zwischen der Nennfrequenz und der Messfrequenz. Die Störung bei $f_B = 16,7$ Hz vergrößert den gemessenen Effektivwert.

Bei der Umpolungsmethode und bei der Schwebungsmethode werden deshalb für die Störungsunterdrückung relativ hohe Prüfströme benötigt.

Durch den bei der frequenzselektiven Messmethode eingesetzten Digitalfilter werden durch eine günstige Wahl der Prüffrequenz auch Störungen abweichend von der Netzfrequenz unterdrückt, wie es in **Bild 10** zu sehen ist. Auch bei einer Prüffrequenz von $f_{M1} = 30$ Hz können Störer bei $f_B = 16,7$ Hz immer noch effektiv unterdrückt werden (**Bild 6**).

Schwankende Störungen

Die Umpolungs- und die Schwebungsmethode setzen voraus, dass die Fremd- und Störspannungen während der Messung konstant sind. Die frequenzselektive Methode setzt dies nicht voraus, da die Störgrösse durch die Messung und nicht durch die Berechnung eliminiert wird. Im Umfeld von Bahnanlagen können die Störungen bei $f_B = 16,7$ Hz im Sekundenbereich schwanken. Da die Einzelmessungen relativ kurz sind, ist die Annahme konstanter Störgrössen jedoch zulässig. Dennoch sollte darauf geachtet werden, dass beispielsweise vorbeifahrende Züge abgewartet werden, um unnötige Störbeeinflussungen zu vermeiden.

tanz X) und bei einer fehlenden Frequenzabhängigkeit (Annahme für die Resistanz R).

Standardisierung der Verfahren

Die Norm DIN EN 50522 (VDE 0101-2):2011-11 fordert im informativen Anhang L.4 die Elimination der Fremd- und Störspannungen. Als Beispiele für die Elimination werden die Umpolungs- und die Schwebungsmethode angegeben. Die frequenzselektive Methode wird nicht aufgeführt, da dieser Anhang L von älteren Versionen der Norm übernommen wurde. Die frequenzselektive Methode ist trotzdem zulässig, da nicht alle zulässigen Methoden als Beispiele aufgeführt werden müssen. Es sollte zusätzlich beachtet werden, dass sich einige Einschätzungen in Anhang L auf die Umpolungs- und die Schwebungsmethode beziehen. Hierzu gehört z.B. die Empfehlung eines Mindestprüfstromes von 50 A.

Winkelbezug der Messergebnisse

Da bei der Umpolungs- und Schwebungsmethode meist Multimeter zur Messung von Strom und Spannung verwendet werden, kann hier kein Winkelbezug zwischen Spannung und Strom hergestellt werden. Bei der frequenzselektiven Methode ist dies mit dem CPC 100 durch die Aufzeichnung der Phasenlage möglich.

Vergleichsmessungen

Zum Nachweis der Gleichwertigkeit wurden mehrere Vergleichsmessungen

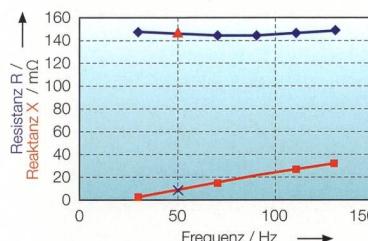


Bild 7 Frequenzverlauf der Ergebnisse und Interpolation.

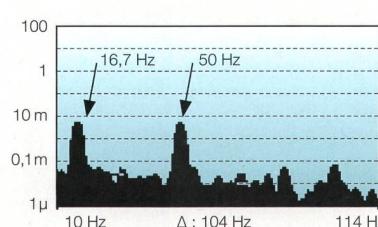


Bild 8 Relevanten Frequenzanteile der Spannung im Erdreich.

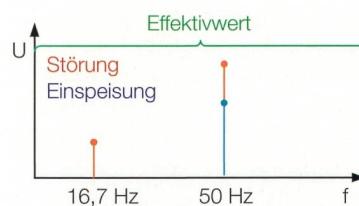


Bild 9 Messung bei der Umpolungsmethode und der Schwebungsmethode.

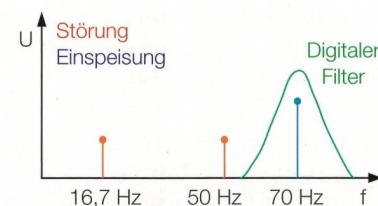


Bild 10 Messung bei der frequenzselektiven Methode.

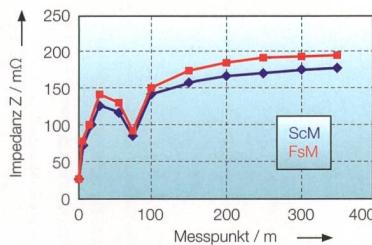


Bild 11 Verlauf der bezogenen Potenzialtrichter bei Vergleichsmessung 2.

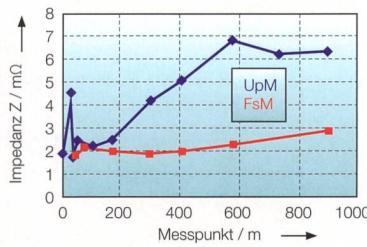


Bild 12 Verlauf der bezogenen Potenzialtrichter bei Vergleichsmessung 3a.

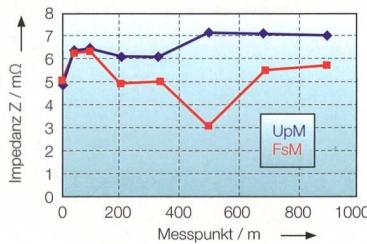


Bild 13 Verlauf der bezogenen Potenzialtrichter bei Vergleichsmessung 3b.

zwischen der Umpolungs- und der frequenzselektiven Methode sowie zwischen der Schwebungs- und der frequenzselektiven Methode durchgeführt. Im Besonderen wurden jeweils die Vermessung des Potenzialrichters um eine Erdungsanlage sowie Berührspannungen an ausgewiesenen Punkten in und ausserhalb der Anlage gegenübergestellt.

Um möglichst gleiche Randbedingungen für die beiden Messungen zu erhalten, wurden – falls möglich – die nachfolgenden Forderungen eingehalten:

- Messung am selben Tag, unmittelbar hintereinander,
- Einspeisepunkt in die Erdungsanlage und zur Einspeisung verwendete Leitung sind identisch,
- die Ergebnisse beziehen sich auf den jeweils gleichen Reduktionsfaktor,
- Messsonden zur Vermessung des Potenzialrichters wurden zwischen den Messungen nicht herausgezogen,

- die Messergebnisse der Berührungs- spannung beziehen sich auf den gleichen potenzialanhebenden Fehlerstrom (massgebenden Strom nach **Tabelle 1** [1]).

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn zusätzlich bei der Messung der Berührungs- spannungen gleiche Bedingungen vorgelegen hätten. Dies war aus organisatorischen Gründen jedoch nur eingeschränkt möglich. Es ist deshalb zu beachten:

- Die Berührungs- spannungen wurden unabhängig voneinander aufgenommen. Die Lage der Fusselektrode und der Messspitze ist somit nicht exakt identisch.

In den Diagrammen dieses Abschnittes werden die gemessenen Potenzialverläufe bezogen auf den Strom I_{Em} , der bei der Messung über die Erdungsanlage floss, angegeben. Dadurch kann auch die Erdungsimpedanz (Maximalwert) abgelesen werden.

Vergleichsmessung 1

Eine grössere Erdungsanlage im unbauten Gebiet wurde mit der Umpolungsmethode und der frequenzselektiven Methode gemessen. Die Ergebnisse der beiden Messungen sind nahezu identisch. Die Erdungsimpedanz dieser Anlage beträgt $Z_E \approx 25 \text{ mΩ}$.

Vergleichsmessung 2

Eine weitere Erdungsanlage im unbauten Gebiet wurde mit der Schwebungsmethode und der frequenzselektiven Methode gemessen. **Bild 11** zeigt die Verläufe der bezogenen Potenzialtrichter für die beiden Messungen. Der Einbruch des Potenzialverlaufs bei $d = 75 \text{ m}$ ist auf die Beeinflussung eines Mastes zurückzuführen, der sich an der Messstrasse befand. Die Erdungsimpedanz dieser Anlage beträgt $Z_E \approx 190 \text{ mΩ}$.

Das Verhältnis der aus der Schwebungs- und frequenzselektiven Methode ermittelten Erdungsimpedanz bei $d = 350 \text{ m}$ beträgt $v(Z_E) = 0,92$.

In dieser Anlage wurde auch die Berührungs- spannung mit beiden Methoden gemessen. Die Ergebnisse sind in **Bild 14** dargestellt. Die Werte für die Berührungs- spannungen beziehen sich hier auf einen maximalen Fehlerstrom von 1061 A. Die zulässige Berührungs- spannung ist in diesem Fall 80 V.

Die Ergebnisse der beiden Messungen führen zur gleichen Bewertung der Erdungsanlage, da für die Berührungs- spannung U_T alle Messpunkte $U_T < 80 \text{ V}$ gilt.

Beim Vergleich der Berührungs- spannungen einzelner Messpunkte ist zu beachten, dass die Messungen in einem zeitlichen Abstand durchgeführt wurden und damit eine identische Lage der Fusselektrode und der Messspitze nicht gewährleistet war. Deshalb können auch bei einer Wiederholung der Messung mit derselben Methode an einem Messpunkt unterschiedliche Messergebnisse ermittelt werden.

Vergleichsmessung 3 – Anlagen in bebautem Gebiet

Zwei weitere Erdungsanlagen in bebautem Gebiet wurden mit der Umpolungsmethode und der frequenzselektiven Methode gemessen. **Bild 12** und **Bild 13** zeigen die Verläufe der Potenzialtrichter für die beiden Messungen. Für die Erdungsimpedanz dieser Anlagen gilt $Z_E < 8 \text{ mΩ}$.

Die verschiedenen Verfahren führen bei diesen Anlagen zur gleichen Bewertung der Anlage. Es ergeben sich Erdungsspannungen von $U_E < 4 \text{ V}$ unter der Annahme eines Erdungsstromes $I_E = 436 \text{ A}$. Für die Überprüfung der Auslegung mittels Erdungsspannung wird aber nur $U_E \leq 160 \text{ V}$ gefordert.

Die unterschiedlichen Potenzialverläufe sind durch die geringe Erdungsimpedanz zu erklären. Dies verdeutlicht eine Extremwertbetrachtung.

Wenn die Erdungsimpedanz Z gegen 0 Ω geht, wird auch für die durch eine Einspeisung erreichte Potenzialanhebung $U_E = 0 \text{ V}$ gelten. Die gemessene Erdungsspannung U_{Em} und die gemessenen Berührungs- spannungen U_{Tm} bestehen dann aus nicht eliminierten Fremd- und Störspannungen. Sie unterscheiden sich natürlich, wenn verschiedene Verfahren zur Störgrössenelimination verwendet werden. Sie führen aber zur gleichen Bewertung der Erdungsanlage, da die ermittelten Werte sehr klein sind.

Die Ergebnisse der Berührungs- spannungsmessung bestätigen diese Überlegung. In der Anlage mit dem Potenzialverlauf nach **Bild 12** wurde diese Messung ebenfalls durchgeführt. Die Ergebnisse sind in **Bild 15** dargestellt. Die Werte für die Berührungs- spannungen beziehen sich hierbei auf einen maximalen Fehlerstrom von 436 A. Die zulässige Berührungs- spannung ist in diesem Fall 80 V. Die auf den massgebenden Strom I_E bezogenen Berührungs- spannungen sind alle kleiner als 0,7 V. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die beiden Berührungs- spannungsmessungen unabhängig voneinander durch-

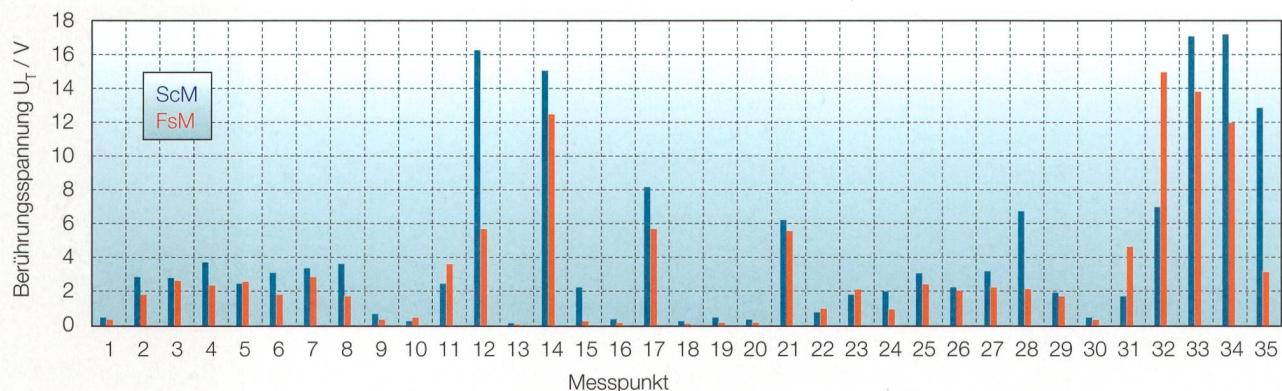


Bild 14 Bezugene Berührungsspannung verschiedener Messpunkte bei Vergleichsmessung 2.

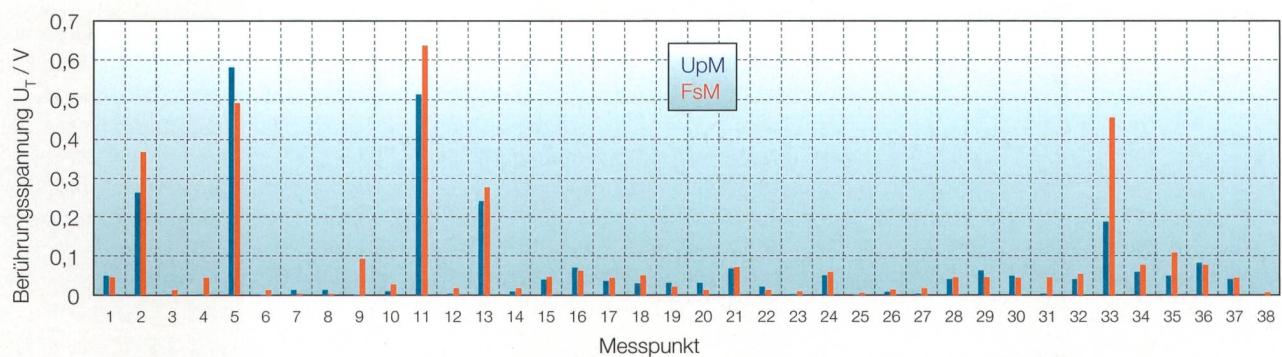


Bild 15 Bezugene Berührungsspannung verschiedener Messpunkte bei Vergleichsmessung 3a.

geführt wurden. Wenn man dies und die geringe Erdungsimpedanz berücksichtigt, sind die Ergebnisse der beiden Messverfahren sehr ähnlich.

Zusammenfassung

Die hier gezeigten Vergleichsfälle kommen alle zur gleichen sicherheitsrelevanten Aussage.

Die gemessenen Potenzialtrichter von Anlagen in ländlicher Lage stimmen sehr gut überein. Die grössten Unterschiede sind bei der Vermessung des Potenzialtrichters von Anlagen in bebauter Umgebung zu erkennen. Diese Unterschiede können durch die geringe Erdungsimpedanz erklärt werden.

Die Ergebnisse der Berührungsstrommessung fallen unter den genannten Bedingungen gleichwertig aus und führen aus sicherheitsrelevanter Sicht ebenso zum gleichen Ergebnis.

Die Umpolungs- und die Schwebungsmethode haben sich als robuste und kaum störanfällige Messverfahren erwiesen.

Die frequenzselektive Messung mit dem CPC 100 und der CP CU1 stellt eine verlässliche Alternative zu beiden Prüfmethoden dar. Das geringe Gewicht von insgesamt zirka 70 kg ermöglicht eine hohe Flexibilität vor allem im internatio-

nalen Einsatz. Zudem wird das Prüfen durch eine automatisierte Datenverarbeitung und Erstellen von Prüfberichten erleichtert.

Referenz

[1] DIN EN 50522 (VDE 0101-2):2011-11: «Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV»

Autoren

Moritz Pikisch ist Elektroingenieur und Produkt-Manager bei Omicron, wo er für Leitungsimpedanzmessungen und Erdungs-Testsysteme zuständig ist.

Omicron Electronics, DE-91054 Erlangen
moritz.pikisch@omicron.at

Rainer Luxenburger ist Projektingenieur.
Omicron Electronics, DE-91054 Erlangen
rainer.luxenburger@omicron.at

Prof. Dr. **Gerd Valtin** ist seit 2010 Professor für elektrische Energieversorgung an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der HTWK Leipzig.
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, DE-04107 Leipzig, gerd.valtin@eit.htw-leipzig.de

Sirko Böhme, Elektromeister, koordiniert seit 2013 Erdungsmessungen bei DNV GL. Er ist an der Entwicklung von Messgeräten beteiligt.

DNV GL, DE-01217 Dresden, sirko.boehme@dnvgl.com

Résumé

Les mesures des installations de mise à la terre

Élimination des tensions parasites et externes

Les mesures des installations de mise à la terre sont habituellement réalisées une fois l'installation achevée et les modifications essentielles effectuées. De plus, en Allemagne, il faut procéder tous les quatre ans à des mesures conformément aux prescriptions BGV A3. La méthode dite courant-tension s'est établie dans le domaine de la mesure des installations de mise à la terre des appareillages électriques. Fréquemment utilisée, cette dernière ne dispose guère d'alternative en ce qui concerne les installations de mise à la terre de plus grande envergure et la norme DIN EN 50522 l'exige pour la mesure des tensions de contact.

Les méthodes par inversion de polarité et par battement se sont avérées être des procédés de mesure robustes qui ne sont guère sensibles aux parasites. La mesure sélective en fréquence effectuée avec les systèmes CPC 100 et CP CU1 représente une alternative fiable aux deux méthodes d'essai mentionnées. Pour finir, un traitement automatisé des données et l'établissement de rapports de test permettent de faciliter la réalisation d'essais.

No

SKD

Die beste Lösung
beim Hausanschluss



- Modernste NH-Sicherungslasttrennschalter
- Zusätzlicher Berührungsschutz
- Variable Schaltmöglichkeiten

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS

skd.schurter.ch

EMOTIONALE GESCHICHTEN PACKEND IN SZENE SETZEN.

www.somedia-production.ch

somedia
PRODUCTION
PRINT VIDEO WEB

PFISTERER



**Anschluss- und
Sicherheitstechnik
für Trafostationen und
Verteilkabinen.**

Steigern Sie die Effizienz und Sicherheit Ihrer Kontakttechnik durch den Einsatz bewährter Verbindungstechnologien von PFISTERER.

Wir bieten Ihnen ein breites Sortiment an Produkten für Ihre spezielle Anwendung – und das alles aus einer Hand.

- Trafoanschlussklemmen
- Lastschaltleisten
 - TRIVER+
 - EUROSITCH
- Verteilkabinen (Beton)
FILENIT
- Sechskant-Presstechnik und Werkzeuge
- Schraubtechnik SICON
- Sicherheitstechnik
 - Spannungsprüfer
KP-Test 5, 1..420kV
 - Erdgarnituren
- MV-CONNEX
Kabelstecksystem



+41 41 499 72 72
www.sefag.ch

the power connection