

# Messungen an Erdungsanlagen

Autor(en): **Pikisch, Moritz / Luxenburger, Rainer / Valtin, Gerd**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **106 (2015)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.07.2024**

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

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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.

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.

Moritz Pikisch, Rainer Luxenburger, Gerd Valtin, Sirko 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, nachgebildet.

### Umrechnung und Notwendigkeit der Störgrössenelimination

Die gemessene Erdungsspannung  $U_{Em}$  und die gemessenen Berührungsspannungen  $U_{Tm}$  müssen noch umgerechnet werden, da im Fehlerfall meist grössere Ströme als während der Messung fliessen. Es gilt

$$U_E = \frac{I_E}{I_{Em}} U_{Em} \quad U_T = \frac{I_E}{I_{Em}} U_{Tm}$$

Hierbei ist

- $U_E$  die Erdungsspannung,
- $U_T$  die Berührungsspannungen,
- $I_E$  der Strom, der im Fehlerfall über die Erdungsanlage fliesst und
- $I_{Em}$  der Strom, der bei der Messung über die Erdungsanlage fliesst.

Die im Abschnitt «Vergleichsmessungen» dargestellten bezogenen Werte der Berührungsspannungen sind bereits mit dem Verhältnis  $I_E/I_{Em}$  umgerechnet.

### Störspannungselimination

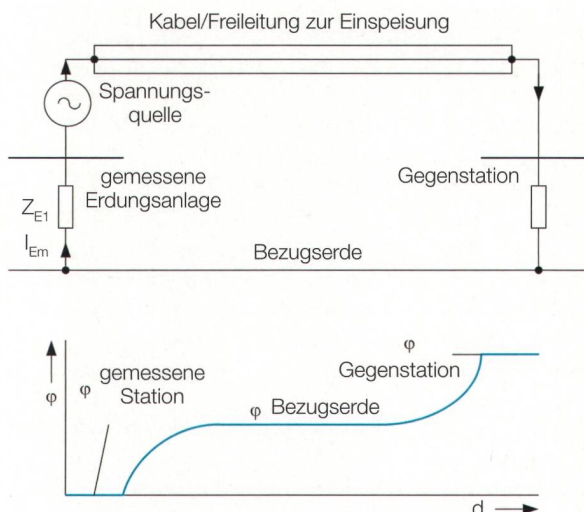
Zwei klassische Möglichkeiten zur Unterdrückung der Störeinflüsse sind die Umpolungs- (UpM) und die Schwebungsmethode (ScM). Sie verwenden Prüfströme exakt bzw. nahe der Netzfrequenz.

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

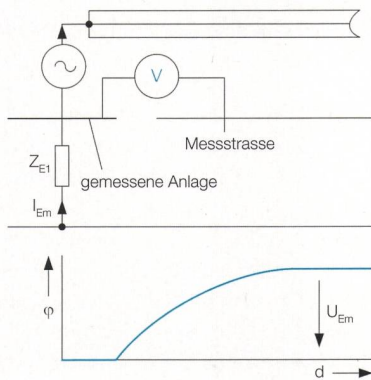
### Umpolungsmethode (UpM)

Bei der Umpolungsmethode werden drei Messungen vorgenommen:

- **Messung 1:** Mithilfe eines Stelltransformators 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

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

**Schwegungsmethode (ScM)**

Bei der Schwegungsmethode 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 Schwegung mit einer Schwefrequenz  $< 1$  Hz. Durch die Schwegung 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).

**Bild 4** veranschaulicht das Zustandekommen des Minimal- und des Maximalwertes.

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  $f_{M1} = 30$  Hz und  $f_{M2} = 70$  Hz verwendet (**Bild 5**). Spannung und Strom werden nun mit einer Abtastrate von  $f_A = 3$  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  $\Delta f = 10$  Hz von der Nennfrequenz wird der Beitrag des Störanteils um den Faktor  $f = -54$  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 Prüfmethode 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  $f_{M1} = 30$  Hz und  $f_{M2} = 70$  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**).

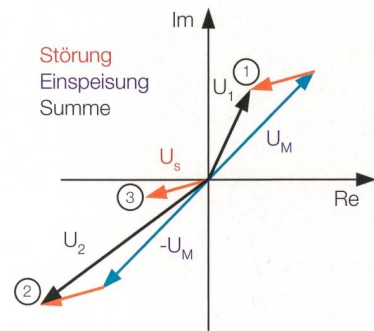
**Vergleich der Messverfahren**

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

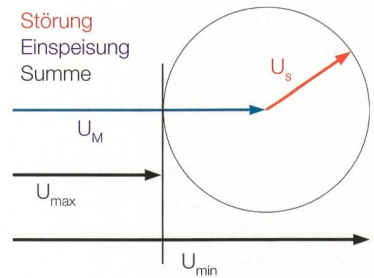
**Netzfrequente Störungen und 16,7-Hz-Einkopplungen**

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

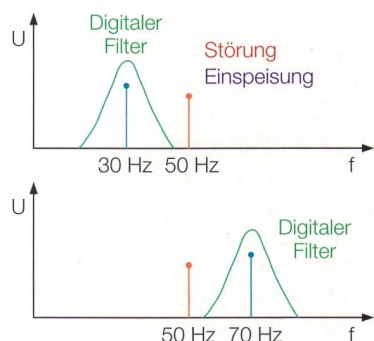
**Bild 9** veranschaulicht das unter diesen Umständen zustande kommende Frequenzspektrum bei der Umpolungsmethode. Mit einer Effektivwertmessung wird hierbei auch die Störung bei  $f_B = 16,7$  Hz ebenfalls gemessen. Allerdings gilt das Zeigerdiagramm in **Bild 3**



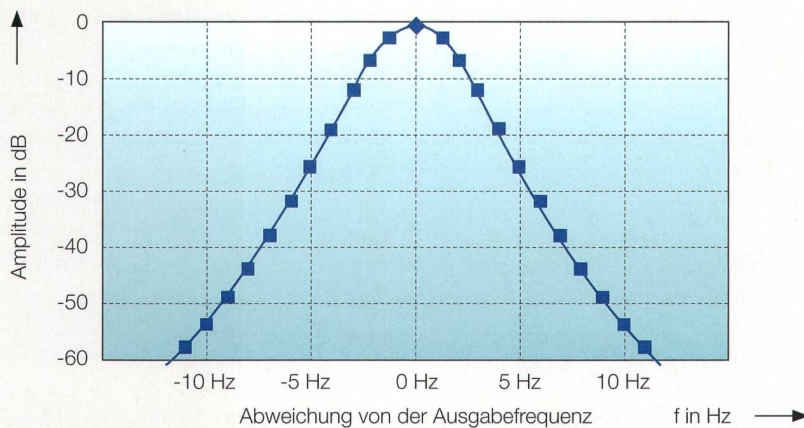
**Bild 3** Zeigerdiagramm der Umpolungsmethode.



**Bild 4** Diagramm zur Veranschaulichung der Schwegungsmethode.



**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**).

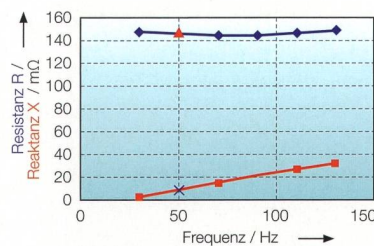
### Schwankende Störungen

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.

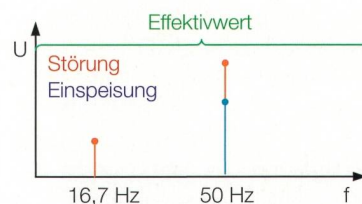
### Prüffrequenz

Die Umpolungs- und die Schwebungsmethode verwenden einen Prüfstrom exakt bzw. nahe bei der Netzfrequenz. Somit werden die erforderlichen Werte direkt aus den Messdaten gewonnen und müssen nicht mehr umgerechnet werden.

Bei der frequenzselektiven Methode werden typischerweise Frequenzen  $f_m = f_n \pm 20$  Hz verwendet. **Bild 7** zeigt den Verlauf der Impedanz eines Messpunktes über der Frequenz. Die Frequenzabhängigkeit der Reaktanz ist zu erkennen. Die auf die Netzfrequenz bezogene Erdungsimpedanz wird durch lineare Interpolation ermittelt. Die Berechnung ist fehlerfrei bei einer linearen Abhängigkeit (Annahme für Reak-



**Bild 7** Frequenzverlauf der Ergebnisse und Interpolation.



**Bild 9** Messung bei der Umpolungsmethode und der Schwebungsmethode.

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

### Standardisierung der Verfahren

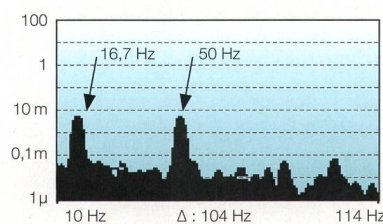
Die Norm DIN EN 50522 (VDE 0101-2):2011-11 fordert im informativen Anhang L.4 die Elimination der Fremd- und Störspannungen. Als Beispiele für die Elimination werden die Umpolungs- und die Schwebungsmethode angegeben. Die frequenzselektive Methode wird nicht aufgeführt, da dieser Anhang L von älteren 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

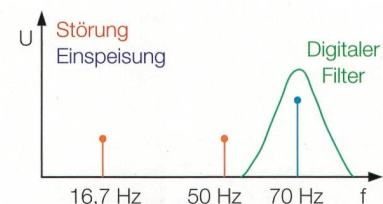
Da bei der Umpolungs- und Schwebungsmethode meist Multimeter zur Messung von Strom und Spannung verwendet werden, kann hier kein Winkelbezug zwischen Spannung und Strom hergestellt werden. Bei der frequenzselektiven Methode ist dies mit dem CPC 100 durch die Aufzeichnung der Phasenlage möglich.

### Vergleichsmessungen

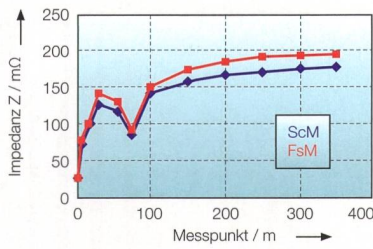
Zum Nachweis der Gleichwertigkeit wurden mehrere Vergleichsmessungen



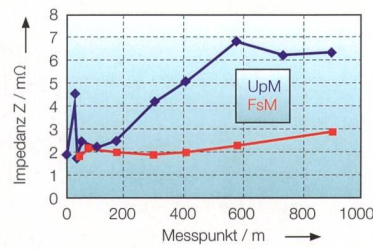
**Bild 8** Relevante Frequenzanteile der Spannung im Erdreich.



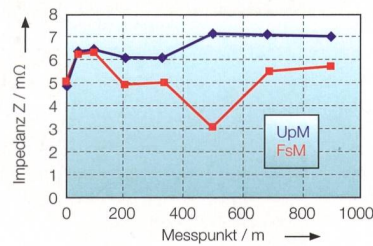
**Bild 10** Messung bei der frequenzselektiven Methode.



**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 Potenzialtrichters um eine Erdungsanlage sowie Berührungsspannungen 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 Potenzialtrichters wurden zwischen den Messungen nicht herausgezogen,

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

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

- Die Berührungsspannungen 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 unbebauten Gebiet wurde mit der Umpolungsmethode und der frequenzselektiven Methode gemessen. Die Ergebnisse der beiden Messungen sind nahezu identisch. Die Erdungsimpedanz dieser Anlage beträgt  $Z_E \approx 190 \text{ m}\Omega$ .

### Vergleichsmessung 2

Eine weitere Erdungsanlage im unbebauten 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  $Z_E \approx 190 \text{ m}\Omega$ .

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 Berührungsspannung mit beiden Methoden gemessen. Die Ergebnisse sind in **Bild 14** dargestellt. Die Werte für die Berührungsspannungen beziehen sich hier auf einen maximalen Fehlerstrom von 1061 A. Die zulässige Berührungsspannung ist in diesem Fall 80 V.

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

Beim Vergleich der Berührungsspannungen 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

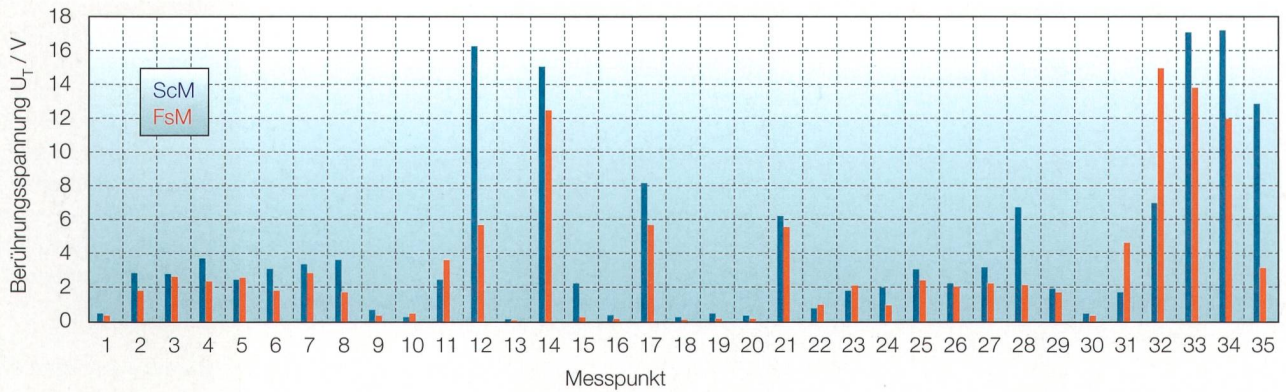
Zwei weitere Erdungsanlagen in bebautem Gebiet wurden mit der Umpolungsmethode und der frequenzselektiven Methode gemessen. **Bild 12** und **Bild 13** zeigen die Verläufe der Potenzialtrichter für die beiden Messungen. Für die Erdungsimpedanz dieser Anlagen gilt  $Z_E < 8 \text{ m}\Omega$ .

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.

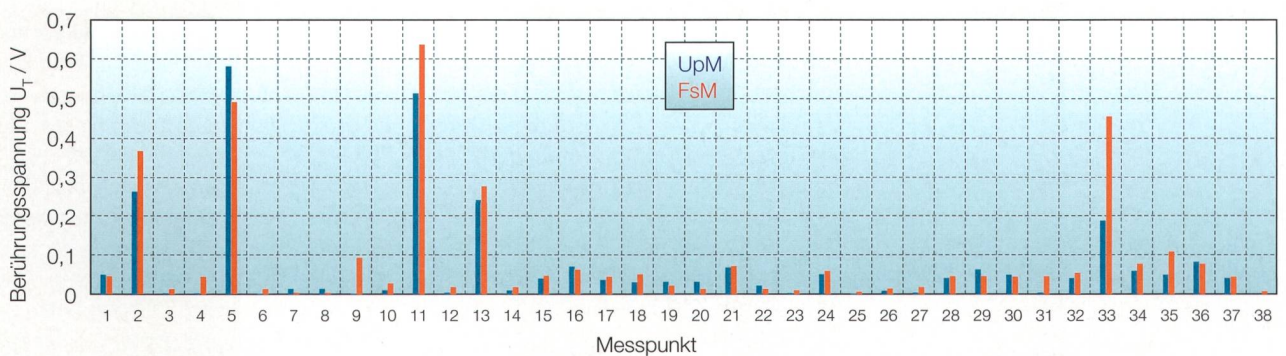
Die unterschiedlichen Potenzialverläufe sind durch die geringe Erdungsimpedanz zu erklären. Dies verdeutlicht eine Extremwertbetrachtung.

Wenn die Erdungsimpedanz  $Z$  gegen  $0 \Omega$  geht, wird auch für die durch eine Einspeisung erreichte Potenzialanhebung  $U_E = 0 \text{ V}$  gelten. Die gemessene Erdungsspannung  $U_{Em}$  und die gemessenen Berührungsspannungen  $U_{Tm}$  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 Berührungsspannungsmessung 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 Berührungsspannungen beziehen sich hierbei auf einen maximalen Fehlerstrom von 436 A. Die zulässige Berührungsspannung ist in diesem Fall 80 V. Die auf den massgebenden Strom  $I_E$  bezogenen Berührungsspannungen sind alle kleiner als 0,7 V. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die beiden Berührungsspannungsmessungen unabhängig voneinander durch-



**Bild 14** Bezogene Berührungsspannung verschiedener Messpunkte bei Vergleichsmessung 2.



**Bild 15** Bezogene 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 Berührungsspannungsmessung 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 stör anfällige 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.htwk-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 Schalmöglichkeiten

skd.schurter.ch

**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS

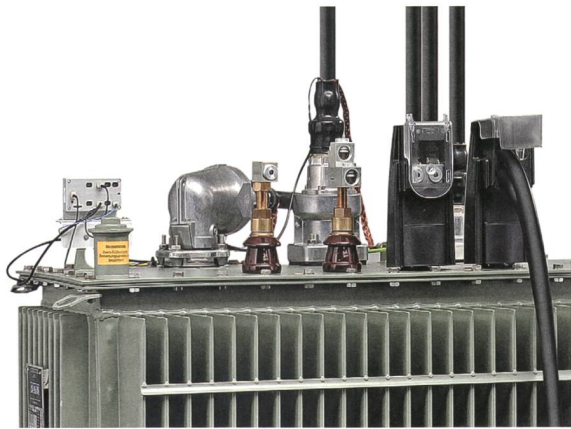
# EMOTIONALE GESCHICHTEN PACKEND IN SZENE SETZEN.

**somedia**  
PRODUCTION

www.somedia-production.ch

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-Pressetechnik  
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