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: 74 (1983)

Heft: 21

Artikel: Erdung - Potentialausgleich - Blitzschutz - Korrosion

Autor: Sutter, H. R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904886

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

induktiven und der zweitöffnende einen kapazitiven Strom auszuschalten.

R. Minkner: Durchführungen

In gasisolierten Schaltanlagen sind Durchführungen nötig beim Leitungseingang als Übergang GIS-Freiluft, beim Anschluss von Transformatoren als Übergang GIS-Öl/Transformator sowie als Kabelendverschluss beim Übergang-GIS-Kabel. Bei den Freiluft-Durchführungen werden Konstruktionen mit SF_6-Gas als Hauptisolation (Doppel- und Eindruckprinzip) wie auch mit gasimprägnierten Folien und imprägniertem Papier als Isolation ausgeführt. Steuerelektroden bzw. Steuerbeläge sorgen für eine gleichmässige Feldverteilung.

Beim direkten Anschluss der Transformatoren an die SF_6-gasisolierte Sammelschiene ist eine zuverlässige Trennung des SF_6-Raumes vom Ölsystem von ausschlaggebender Bedeutung, wozu u. U. besondere Vorkehren getroffen werden.

Der Vortrag gab eine umfassende Übersicht über die heute für die genannten Verwendungszwecke gebräuchlichen Konstruktionsarten.

P. Vis: Prüfung von gasisolierten Schaltanlagen und deren Baugruppen

Diesen Prüfungen kommt besondere Bedeutung zu, sind sie doch massgebend für das zuverlässige und störungsfreie Funktionieren der GIS mitbeteiligt. Die Typenprüfungen, umfassend Erwärmung, dielektrisches Verhalten, Schaltleistung, mechanische Funktionssicherheit, um nur die hauptsächlichsten zu nennen, sind in internationalen Normen festgelegt. Darüber hinaus werden aber von den Herstellern zusätzliche Prüfungen durchgeführt, die als notwendige Bedingung für die Betriebssicherheit erachtet werden. Darunter gehören z. B. sog. Mischprogramme, die sich u. U. über Jahre erstrecken können und Auskunft über das Langzeitverhalten von Materialien geben. Mit einer bestimmten Zeitraffung erreicht man, dass gewisse Ergebnisse rascher zur Verfügung stehen.

Die Werkprüfungen umfassen solche am Rohmaterial sowie die Prüfung von Einzelteilen, Komponenten und Transporteinheiten. Dabei wird speziell für die Prüfung der Kapselung als «elektrischer Druckbehälter» eine Harmonisierung der Normen dringend notwendig, denn diese Kapselung kann nicht einem Dampfkessel oder einem Kessel der chemischen Verfahrenstechnik gleichgestellt werden.

Die Prüfung vor Ort wird in der fertigmontierten Schaltanlage durchgeführt, um allfällige Mängel, wie Beschädigungen durch den Transport oder Montagefehler, auszuschliessen. Eine Gegenüberstellung der Vor-Ort-Hochspannungsprüfungs-Methoden zeigt, dass nicht alle die gleiche Aussagekraft haben und dass je nach beabsichtigtem Zweck der Prüfung sich die eine oder andere besser eignet.

M. Fischer: Betriebserfahrungen

Anhand der gasisolierten Schaltanlagen für 150 kV beim Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) wurde die Entwicklung des Anlageschemas von der konventionellen Freiluftanlage zur heutigen normalisierten gasisolierten Anlage eindrücklich aufgezeigt. Während z. B. bei den ersten GIS noch Umgehungsschienen angeordnet waren, wurde später auf solche auf Grund der gesammelten Erfahrungen verzichtet. Auf interessante Weise erklärte der Vortrag einige Entwicklungen aus der Sicht des Anwenders seit der Inbetriebnahme der ersten GIS, der Anlage Sempersteig, bis zur heutigen Technik und zur heutigen Betriebsphilosophie. Von Bedeutung ist z. B., dass auf Grund der Betriebserfahrungen – beim EWZ sind dies rund 130 «Feldjahre» – die Wartungs- und Revisionsintervalle wesentlich verlängert werden konnten.

Die Inbetriebsetzung war bei allen Anlagen mit gewissen Anfangsschwierigkeiten behaftet, die jedoch behoben werden konnten oder durch die Vor-Ort-Prüfungen entdeckt wurden. Zwei Störungen im Betrieb hatten dank den vorgesehenen richtig arbeitenden Überwachungssystemen keine nachteiligen Auswirkungen. Der Referent erwähnte, dass die wenigen Schwierigkeiten mit gasisolierten Schaltanlagen getreu dem Motto «only bad news are good news» ein übermässiges Gewicht erhalten. Es darf deswegen nicht übersehen werden, dass die in SF_6-Technik ausgeführten Anlagen vorzügliche Betriebsergebnisse aufweisen und grosse Sicherheit gewährleisten.

Die Informationstagung gab eine sehr gute Übersicht über die Technik der SF_6-isolierten Schaltanlagen, deren Probleme, Vorteile und Betriebserfahrungen, dies nicht zuletzt dank den ausgezeichneten Referaten.

Erdung – Potentialausgleich – Blitzschutz – Korrosion

Der Potentialausgleich ist als Schutzmassnahme im Oktober 1981 in die Hausinstallationsvorschriften des SEV (HV) aufgenommen worden. Im Bulletin SEV/VSE 15/1983, Seiten 891...895, sind die für die HV bestimmten Beispiele und Erläuterungen ausgeschrieben.
Der vorliegende Aufsatz ist als Beitrag zu diesem Thema gedacht. Es handelt sich um Vorschläge und Gedanken, die an einer Tagung am 23. November 1982 in Bern vorgetragen und diskutiert worden sind. Ein ähnlicher Aufsatz ist in der Zeitschrift Elektrotechnik 9/1983 erschienen.

La liaison équipotentielle, en tant que moyen de protection, a été introduite, en octobre 1981 dans les Prescriptions de l'ASE sur les installations électriques intérieures (PIE). Dans le Bulletin ASE/UCS 15/1983, aux pages 891 à 895, ont été mis à l'enquête les Exemples et commentaires relatifs aux PIE. Le présent exposé est une contribution à ce sujet. Il s'agit de propositions et idées traitées lors d'une Journée de discussion, le 23 novembre 1982, à Berne.

Adresse des Autors
H. R. Sutter, Projektleiter, Bering AG, Funkerstrasse 25, 3000 Bern 25.

Nach neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Erdung, des Potentialausgleichs und der Korrosionsvorgänge sind die im Titel genannten Begriffe notwendigerweise als ein System zu betrachten. Der Problemkreis ist im generellen immer derselbe, die Lösungen sind jedoch den verschiedenen örtlichen Gegebenheiten und der Situation anzupassen.

Der elektrochemischen Korrosion als Verursacher vieler Schäden an erdverlegten metallenen Systemen (z. B. Wasserleitungen) ist besonderes Augenmerk zu schenken. Daher sind alle weiteren Betrachtungen auch nach diesen physikalisch gegebenen Vorgängen zu richten. Dabei muss aber die Priorität der Erdungs- und Schutzmassnahmen im elektrischen Hoch- und Niederspannungsnetz sowie des Blitzschutzes auf den Personenschutz ausgerichtet bleiben.

Zu den aufgeführten Problemkreisen sind Ausführungsbestimmungen und Vorschriften vorhanden, deren Beachtung als selbstverständlich vorausgesetzt wird.

Den Ausgangspunkt der folgenden Gedanken bildet das als Vorschlag gedachte Installationssystem nach Figur 1. Das Schema ist in Zusammenarbeit zwischen dem Eidg. Starkstrominspektorat (ESTI), dem SEV, der Gebäudeversicherung Bern (GVB) und der Bering AG, Bern, entstanden. Darnach erfolgt die Erdung nicht durch die Wasserleitung, sondern mittels des Fundamenterders. Bei grösseren Anlagen wird eine dezentrale Vermaschung bevorzugt. Die Zuleitung zu den Unterverteilern erfolgt im 4-Leiter-System (3 P + PEN). Der Neutralleiter N wird im Übergang zum 5-Leiter-System gebildet, dies in der Hauptverteilung oder einer Unterverteilung.

1. Erdung durch die Wasserzuleitung oder Fundamenterdung

Der Frage, ob die Wasserzuleitung weiterhin als Erder benützt werden kann, wird zurzeit in einer Spezialgruppe innerhalb der Erdungskommission des SEV nachge-

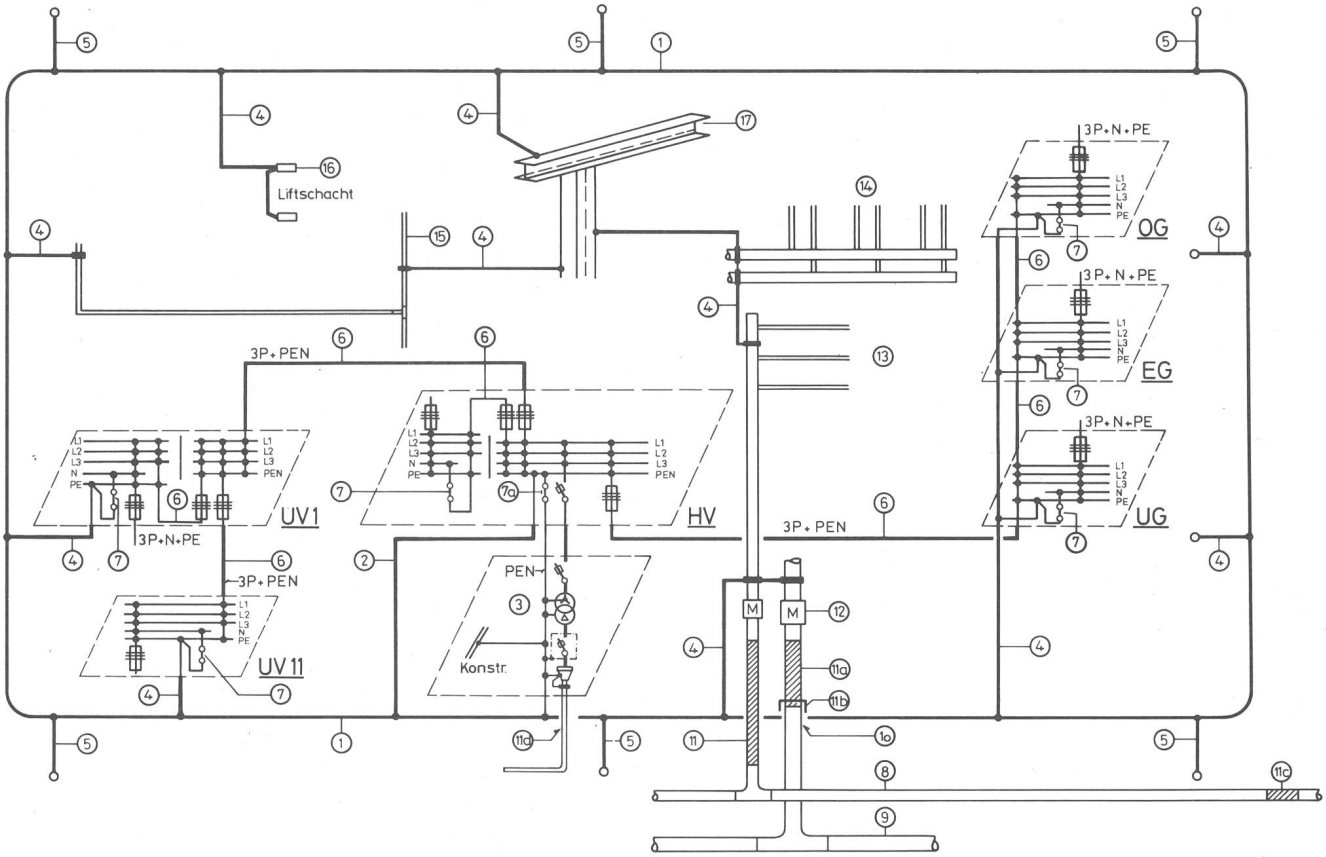

Fig. 1 Installationssystem eines Gebäudes

① Fundamenterder 30×3 mm aus unverzinktem Eisen, etwa alle 12 m mit der Armierung verbunden (geklemmt). Dieser Fundamenterder, als Ringleiter verlegt, ist zugleich der Haupt-Potentialausgleichsleiter.

② Nullungserdleitung NE; Bemessung so, dass ein Fehlerstrom, unter Berücksichtigung des Kurzschlussstromes, innerhalb 5 s ohne wesentliche Erwärmung abgeleitet werden kann. Die parallelen Verbindungen ④ unterstützen diese Ableitung.

③ Kombinierte Anlageerdung und geerdeter System-Nullpunkt in der Trafostation (nach örtlichem EW).

④ Potentialausgleichsleiter bis 25 mm²; möglichst kurz via ㉒ und ㉔ (Fig. 2) an ① (oder ⑰) anschliessen; siehe auch Text unter 2. Metallkanäle (Trasse) können für die Vermaschung benützt werden. Die Verbindungen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein. Für EMP-Schutz, Bahn- und Tankanlagen, gelten besondere Bestimmungen.

⑤ Anschlüsse für Ableitungen der Blitzschutzanlage oder Blechfassaden (auftrennbar).

⑥ Speisungen der Unterverteilungen UV mit PEN-Leiter ($A_{PEN} \geqq 10$ mm², HV 41 222). Nach einer 5-Leiter-Verteilung darf auf keinen Fall auf ein 4-Leiter-System zurückgewechselt werden; auch für grössere Querschnitte nicht! Die Verbraucher müssen in jedem Fall mit dem 5-Leiter-System (Schema I) gespeist werden.

⑦ Trenner als Verbindung PE-N; Übergang vom 4-Leiter- zum 5-Leiter-System.

⑦a Lösbare Verbindung NE–PEN zu Messzwecken.

⑧ Wasserzuleitung; im Bereich von Neubauten wenn möglich mit Eternitrohr.

⑨ Gaszuleitung; wenn möglich mit Kunststoffrohr.

⑩ Kontrollierte Einführung, z. B. Aussparung; keine metallische Verbindung zur Armierung, Kontrollmessung mit dem Ohmmeter > 12 Ω nass, > 200 Ω trocken.

⑪ Kunststoff- oder Eternitrohr bis zum aussenliegenden T-Stück.

⑪a Isolierstück 0,5–1 m im Gebäudeinnern.

⑪b Isolation der Metalleitung (Abdeckung) zur Vermeidung von Potentialdifferenzen.

⑪c Aussenliegendes Isolierstück an der Grundstücksgrenze, wenn die Trafostation auch andere Liegenschaften speist (Rückwirkung NE-Wasserleitung).

⑪d Isolierte Einführung nur in Sonderfällen und nach Rücksprache mit dem EW.

⑫ Messung

⑬ Wasserverteilung

⑭ Heizungsverteilung

⑮ Druckluftleitungen / Metallkanäle (Trasse)

⑯ Laufschienen und Konstruktionen von Liften und Maschinen

⑰ Eisenkonstruktionen; Gebäude-Stahlkonstruktion. Letztere wird zudem vorteilhafterweise direkt mit der Fundamentarmierung verbunden.

gangen. Die zu erfüllende Forderung kann vereinfacht so umschrieben werden:

«Die Berührungs- und Schrittspannung an Starkstromanlagen darf im Erdschlussfall bestimmte Werte nicht überschreiten. Dabei soll die ‹zulässige› Einwirkungsspannung bei einer Einwirkzeit von > 5s 50 V nicht überschreiten.» (Für kürzere Einwirkzeiten enthält das Erdungsdokument Nr. 75/30 des SEV eine Grenzkurve.)

Dieser Forderung kommt auch der Potentialausgleich entgegen, indem mit dem Spannungsverlauf auf dem Boden die Potentiallinien so gesteuert werden, dass die Schritt- und Berührungsspannungen in der zulässigen Grenze bleiben.

Die Frage, ob die Fundamentarmierung in Kombination mit dem Potentialausgleich als Erder genügt, darf in den allermeisten Fällen positiv beantwortet werden, dies aus folgenden Gründen:

- In grösseren Anlagen, wo Kurzschlussströme von > 20 kA möglich sind, existieren in der Regel auch ausgedehnte Fundamentarmierungen.
- Der Potentialausgleich (Potentialsteuerung, Vermaschung) ermöglicht innerhalb eines Systems zusammen mit der Bodenarmierung und den berührbaren Metallteilen «homogene» Verhältnisse.
- Die Forderung an die Längsarmierung (mindestens 50 mm²) kann überall erfüllt werden (durch den SIA festgelegt).
- Aus praktischen Überlegungen der Durchführbarkeit werden heute zusätzliche (bzw. spezielle) Leiter in das Fundament verlegt. Diese haben Anschlusspunkte nach aussen für den Blitzschutz und nach innen für den Potentialausgleich und die Nullungserdleitung (Fig. 2).

Im weiteren ist zu beachten, dass in einem derart vermaschten Erdungssystem (Fig. 1) im Kurzschlussfall das «Gebäude» spannungsmässig angehoben werden kann, ohne einen in diesem System befindlichen Menschen zu gefährden.

2. Potentialausgleich (Vermaschung)

In jedem Gebäude muss ein Potentialausgleich (PA) erstellt werden. Dieser PA bezweckt eine besondere elektrische Verbindung, um Körper (Masse) und fremde leitfähige Teile auf (annähernd) gleiches Potential zu bringen. Er besteht aus dem Fundamenterder und den Vermaschungen bzw. Verbindungen von Rohrleitungen, Metallkonstruktionen, Wasser, Gas untereinander und mit dem PEN- bzw. PE-Leiter. Sein Querschnitt beträgt $A_{PA} = \frac{1}{2} A_{PE}$, mindestens aber 6 mm² und maximal 25 mm².

Die Nullungserdleitung NE ist so zu bemessen, dass ein Fehlerstrom unter Berücksichtigung des Kurzschlussstromes innerhalb 5s ohne wesentliche Erwärmung abgeleitet werden kann.

Der freien, dezentralen Vermaschung ist vor allem in grösseren Gebäuden der Vorzug zu geben. Der ringförmige Fundamenterder bildet hier den Haupt-Potentialausgleichsleiter. Zusätzlich können dauerhaft installierte Metallkanäle, selbstlockerungssicher miteinander verschraubt, als PA-Leiter benützt werden (Fig. 2).

Ein zusätzlicher Potentialausgleich ist notwendig

a) wenn die Bedingungen für Nullung oder Schutzerdung nicht eingehalten werden können,
b) in explosionsgefährdeten Anlagen (HV 41 340),
c) in Ställen (landwirtschaftlichen Siedlungen) und Schwimmbädern.

Dieser zusätzliche PA verbindet alle gleichzeitig berührbaren, leitfähigen Teile einer Anlage, einer Teilanlage oder einzelner Objekte. Dazu gehören die Körper (Masse) fest installierter Objekte, die nicht zur elektrischen Installation gehörenden Metallteile (Rohre, Rahmen, Gitter, Konstruktionen, Schienen, Schwellen usw.) und die PE aller Apparate und Steckdosen. Der Querschnitt ist in HV 41 422 vorgeschrieben.

Sofern eine Blitzschutzanlage nach kantonaler Vorschrift notwendig ist, ist diese an die Erdung anzuschliessen. Dabei genügt der Anschluss an den Fundamenterder. Der Metallkäfig von Stahlkonstruktionen, Armierungseisen, Blechfassaden und -dächern kann dabei als Teil der Blitzschutzanlage verwendet werden.

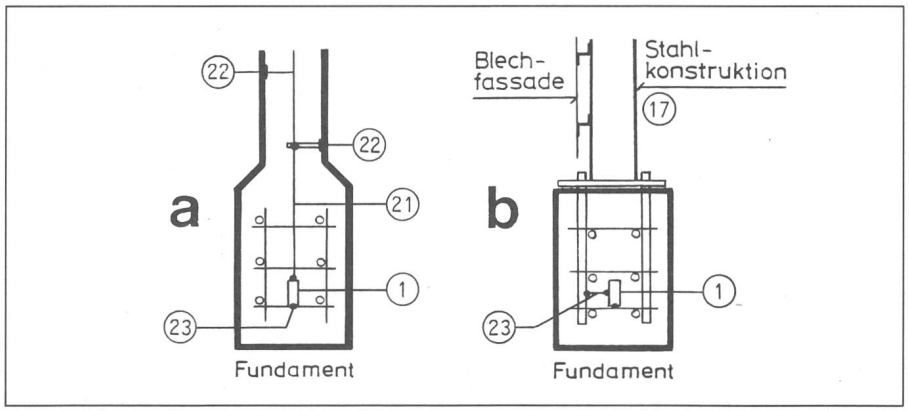

Fig. 2 Streifenfundament mit eingelegtem Fundamenterder, der für die Anschlüsse hochgezogen wird

a im konventionellen Betonbau

b im modernen Skelettbau

㉑ Fe-Band 30×3 mm analog dem Fundamenterder (FE) als Verbindung vom FE zu den Anschlussstellen ④ und ⑤ oder als Dilatationsüberbrückung.

㉒ Anschlussstelle für aussenliegenden Blitzschutz ⑤ oder innenliegenden Potentialausgleich ④ mit Anschlussgarnitur.

㉓ Klemmverbindung für FE, alle 12 m an die Armierung.

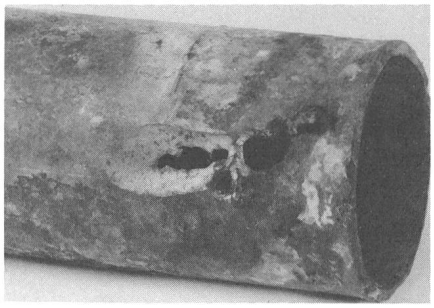

Fig. 3 Die korrodierte Guss-Wasserleitung

Die elektrochemische Zerstörung ist durch scharf begrenzte, meistens blanke Angriffsstellen gekennzeichnet.

3. Korrosion

Stahl- und Gussleitungen korrodieren im Erdboden so langsam, dass ohne besondere Schutzmassnahmen eine Lebenserwartung von 30 bis 50 Jahren erreicht wird, unter der Bedingung, dass die Einwirkung von Gleichströmen ausgeschlossen werden kann. Diese ist aber heute in vielen Gebieten praktisch nicht mehr zu vermeiden. Sie hat folgende Hauptursachen:

- Streuströme, verursacht durch Gleichstromanlagen wie z. B. Bahnen.
- Galvanische Ströme, verursacht durch Potentialunterschiede zwischen verschiedenen Metallen im Erdboden.
- Galvanische Ströme, die auf unterschiedliche Boden- oder Bettungsarten zurückzuführen sind.

Die Korrosion von Metallen ist ein elektrochemischer Vorgang (Fig. 3), bei dem als anodische Teilreaktion Eisen aufgelöst wird und kathodisch das Angriffsmittel, der im Boden gelöste Sauerstoff, reduziert wird.

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^- / O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

Korrosionspotential

In einer korrosiven Umgebung nimmt die Metalloberfläche ein Mischpotential an, da die lokalen Anoden und Kathoden kurzgeschlossen sind. Dieses Mischpotential nennt man Korrosionspotential E_K. Die Korrosionspotentiale sind stark von der Umgebung abhängig. Für Eisen werden in verschiedenen Bettungsarten folgende Korrosionspotentiale gemessen:

- Gleichgewichtspotential der O_2-Elektrode + 500 mV

- E_K in Beton	- 100 bis -200 mV
- E_K in Sand	- 400 mV
- E_K in Mischböden	- 600 mV
- E_K in Lehm	- 800 bis -900 mV
- Gleichgewichtspotential der Fe-Elektrode	- 1000 mV
- Bereich des kathodischen Schutzes	< - 1000 mV

Verursacht durch die unterschiedlichen Normalpotentiale haben die verschiedenen Metalle und Legierungen ebenfalls unterschiedliche Korrosionspotentiale im Erdboden. In Mischböden werden z. B. folgende E_K-Werte gemessen:

- Nichtrostender Stahl	etwa -100 bis -200 mV
- Kupfer	etwa -50 mV
- Gusseisen	etwa -500 mV
- Stahl	etwa -600 mV
- Zink	etwa -1050 mV

Schutzmassnahmen gegen Korrosion

Die Makroelementbildung kann verhindert werden, wenn der Gesamtstromkreis (Elektronen-Ionen-Stromkreis) irgendwo unterbrochen oder der Erdübergangswiderstand erhöht werden kann. Dazu bestehen folgende Möglichkeiten:

- Einbau eines Isolierstückes, das die Rohrleitung bei der Hauseinführung unterbricht. Bei Wasserleitungen kann z. B. auch ein etwa 1 m langes Asbestzementrohr (Eternit) oder ein Kunststoffrohr eingebaut werden, falls es die Druckverhältnisse zulassen.
- Isolation der Kathode (armiertes Fundament) mit einer Beschichtung. Auch durch eine fehlerhafte Beschichtung kann der Korrosionsstrom vermindert werden, da die Menge des angreifenden Sauerstoffes zur nackten Metalloberfläche der Kathode direkt proportional ist. Wenn z. B Cu-Erder an Wasserleitungen angeschlossen werden, sollen diese grundsätzlich isoliert und mit einem PVC-Rohr, wie sie für Hausinstallationen verwendet werden, geschützt im Erdboden vergraben werden.
- Isolation der Anode (zu schützende Leitung oder Konstruktion) mit einer Beschichtung. Bei diesen Isolationen darf folgender Umstand nicht übersehen werden: An kleinen Fehlerstellen in der Beschichtung konzentriert sich der Stromaustritt. Dadurch erhöht sich die Korrosionsgeschwindigkeit um ein Vielfaches. An derartige Beschichtungen ist deshalb die Bedingung zu knüpfen, dass sie absolut porenfrei verlegt werden und keine Druckstellen eine spätere Verletzung ermöglichen. Die Isolation der Anode ist also nur bedingt zu empfehlen!
- Verkleinerung des Ionenstromes im Boden durch Erhöhung des Erdübergangswiderstandes. Je nach Zusammensetzung weisen die Böden verschiedene spezifische Widerstände auf:

- Gewaschener Sand, Betonkies	100 bis 300 Ωm
- Mischböden	50 Ωm
- Lehm	10 Ωm

Durch Einbetten einer Leitung in Betonkies (ringsum 20 cm) kann also der im Makroelement fliessende Strom und damit auch die Korrosionsabtragung gegenüber Mischböden um den Faktor 2 bis 6 und gegenüber Lehm um den Faktor 10 bis 30 verkleinert werden.

4. Verantwortlichkeiten

Die Planung des Systems «Erdung - Potentialausgleich - Blitzschutz - Korrosion» ist Aufgabe des Elektro-Ingenieurbüros oder bei kleineren Anlagen und genügenden Kenntnissen des Elektro-Installateurs. Diese haben im Einvernehmen mit dem Elektrizitätswerk und der Fernmeldekreisdirektion die Ausführung zu überwachen. Dem Elektro-Installateur oder einer spezialisierten Firma auf diesem Gebiet obliegt die Konzessions-Verantwortung und die Einhaltung der Schutz- und Ausführungsbestimmungen.

5. Begriffe

Erdung

ist die Gesamtheit aller miteinander verbundenen Erder und Erdungsleitungen einschliesslich metallene Wasserleitungen, metallene Umhüllungen von Kabeln, Erdseile und andere metallische Leitungen.

Erder

sind leitende Körper, die zum alleinigen Zweck des Erdens im Erdreich oder in Betonfundamenten eingebettet sind und mit dem Erdreich in gut leitender Verbindung stehen. Sie vermitteln den Übergang des Stromes vom Erder in das Erdreich. Es handelt sich also um nackte elektrische Leiter wie Platten, Bänder, Pfähle und Fundamenteisen.

Fundamenterder

sind Leiter (leitende Körper, Armierungseisen oder speziell verlegte Leiter), die in Beton eingebettet sind, welcher mit der Erde grossflächig in Verbindung steht.

Erden

heisst einen leitfähigen Gegenstand über eine Erdungsleitung mit Erdern oder an deren Stelle tretenden metallenen Wasserleitungen, metallenen Umhüllungen von Kabeln und dergleichen zu verbinden.

Erdungsleitung

ist ein elektrischer Leiter, der von den zu erdenden Teilen zu Erdern oder an deren Stelle tretende Wasserleitungen, Rohrleitungen, Kabelmänteln, Erdseilen usw. führt.

Potentialausgleich

ist eine besondere elektrische Verbindung, um Körper (Masse) und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential zu bringen.

Anlagenerdung

ist die Erdung einer Hochspannungsanlage, an der alle Metallteile angeschlossen werden.

Sondererdung

ist eine von der Anlageerdung getrennte (isolierte) und von ihr nur wenig beeinflusste Erdung. Sie dient zur Erdung des Systemnullpunktes. Sie wird heute auch mit der Anlagenerdung verbunden und nicht mehr isoliert geführt.

Wie ist die Erdung anzuordnen?

Im Gegensatz zur früheren Praxis wird heute auf eine Sondererdung des Sternpunktes in Transformatorenstationen verzichtet. Wird der Sternpunkt des über den Erdbereich hinausgehenden Niederspannungssystems über eine Sondererde geerdet, so entsteht innerhalb der Transformatorenstation ein Isolationsproblem. Neu werden deshalb alle nicht zur Stromführung dienenden Metallteile und der Sternpunkt des Transformators an eine Sammelerdleitung, die als Ringleitung auszubilden ist, angeschlossen. Damit erreicht man eine gleiche Potentialebene innerhalb der Transformatorenstation.

Erdungsspannung

ist die im Erdschlussfall zwischen der Erdung und einer Bezugserde im neutralen Bereich auftretende Spannung. Bei kleineren Anlagen wie Ortsnetz-Transformatorenstationen, kleineren Schaltanlagen, soll die Bezugserde mindestens 200 m von der Erdung weg liegen.

Berührungsspannung

ist jener Teil der Erdungsspannung, dem ein Mensch beim Berühren eines Anlageteils zwischen seinen Händen, den Füssen oder anderen Körperteilen ausgesetzt ist. Sie darf dauernd 50 V erreichen. Wird dieser Wert überschritten, so muss das fehlerhafte Netz innerhalb von 5 s abgeschaltet werden. Dies gilt für Niederspannungsnetze.

Schrittspannung

ist der Teil der Erdungsspannung, der mit einer Schrittweite von 1 m auf dem Boden abgegriffen werden kann.

Erdungsstrom

ist der gesamte über die Erdung fliessende Strom.

Erdungsimpedanz

ist der Wechselstromwiderstand bei Netzfrequenz. In vielen Vorschriften findet man auch den ungenaueren Ausdruck Erdungswiderstand.

Schutzleiter PE

ist der im normalen Betrieb stromlose, ausschliesslich zum Schutz gegen Berührungs- und Schrittspannungen dienende Leiter in Niederspannungsanlagen (PE = Protection Earth).

Neutralleiter N

ist der von einem Mittelpunkt oder Sternpunkt der Niederspannungswicklung eines Transformators oder Generators ausgehende Leiter. Er dient zu Rückführung des Betriebsstromes; er wurde früher als Nulleiter bezeichnet.

Neutralleiter PEN

ist ein zur Rückführung des Betriebsstromes und gleichzeitig zur Nullung dienender Leiter (PEN = Protection Earth Neutral).

Polleiter L

sind die den normalen Betriebsstrom führenden Leiter eines Drehstromnetzes. Sie werden mit L1, L2 und L3 bezeichnet.

Literatur

[1] Schutz gegen gefährliche Berührungs- und Schrittspannung. Verfasst durch die Erdungskommission des SEV. Dokument Erd.-K. Nr. 75/30. 2. Entwurf – Juni 1976. Zürich, SEV, 1976.

[2] Schutz gegen gefährliche Berührungs- und Schrittspannung. Beispiele und Erläuterungen. Verfasst durch die Erdungskommission des SEV. Dokument Erd.-K. Nr. 75/31, 1977 (Stand November 1979). Zürich, SEV, 1979.

[3] Weisungen für elektrische Anlagen in militärischen Untertagbauten (WeU). ESTI Nr. 501.0281 d. Zürich, SEV, 1981.

[4] Sicherheitsvorschriften des SEV: Erdverbindungselemente. Publikation des SEV 1078.1980 (SNV 411078).

[5] Leitsätze des SEV: Verwendung von Fundamenterdern als Erder in elektrischen Installationen. Publikation des SEV 4113.1979 (SNV 414113).

[6] Verwendung von armiertem Beton oder von Fundamenterdern als Erder in elektrischen Hausinstallationen. Neue Leitsätze: SEV 4113.1979. Bull. SEV/VSE 71(1980)12, S. 661...662.

[7] Leitsätze für Blitzschutzanlagen. 5. Auflage. Publikation des SEV 4022.1967 (SNV 414022).

[8] Blitzschutzanlagen. Auszug aus den Brandschutzvorschriften 602. Bern, Gebäudeversicherung des Kantons Bern, 1977.

[9] Hausinstallationsvorschriften des SEV. HV. 2. Auflage. Publikation des SEV 1000.1974 (SNV 411000).

[10] *E. Homberger:* Schutzmassnahmen in elektrischen Anlagen. 2. Auflage, Aarau, Verlag Elektrotechnik, 1983.

[11] Richtlinien zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen. Publikation C 3. Zürich, Korrosionskommission, 1981.

[12] Weisungen für Schutzmassnahmen gegen gefährdende Wirkungen des elektrischen Stromes in autonomen Tankanlagen sowie in allen Tankanlagen mit Bahnanschluss (WeT). ESTI 503.07.82 d. Zürich, SEV, 1982.

[13] *H. Böhni* und *F. Staldér:* Korrosionsprobleme erdvergrabener Metalle. Schweizer Ingenieur und Architekt (Schweiz. Bauzeitung) 99(1981)33–34, S. 703...706.

[14] Richtlinien zum Korrosionsschutz erdverlegter metallischer Anlagen bei Bauwerken oder anderer Installationen mit Fundamentarmierungen oder Fundamenterdern. Zürich, Korrosionskommission, 1976.