**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens
**Band:** 13 (1922)
**Heft:** 11

**Rubrik:** Leitsätze betreffend Schutzmassnahmen zur Verminderung der Korrosion an Rohren und Kabeln durch Erdströme elektrischer Bahnen

**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:** 22.08.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich,
im Januar dazu die Beilage „**Jahresheft**".

Alle den **Inhalt** des „Bulletin" betreffenden Zuschriften sind zu richten an das

Generalsekretariat
des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins
Seefeldstrasse 301, Zürich 8 — Telephon: Hottingen 7320,
welches die Redaktion besorgt.

Alle Zuschriften betreffend **Abonnement, Expedition** und **Inserate** sind zu richten an den Verlag:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G.
Stauffacherquai 36/38 Zürich 4 Telephon Selnau 7016

Ce bulletin paraît mensuellement. — „**L'Annuaire**" est distribué comme supplément dans le courant de janvier.

Prière d'adresser toutes les communications concernant la **matière** du „Bulletin" au

Secrétariat général
de l'Association Suisse des Electriciens
Seefeldstrasse 301, Zurich 8 — Telephon: Hottingen 7320
qui s'occupe de la rédaction.

Toutes les correspondances concernant les **abonnements, l'expédition** et les **annonces,** doivent être adressées à l'éditeur

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.
Stauffacherquai 36/38 Zurich 4 Téléphone Selnau 7016

Abonnementspreis (für Mitglieder des S. E. V. gratis)
für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft:
Schweiz Fr. 20.—, Ausland Fr. 25.—
Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 2.— plus Porto.

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de l'A. S. E.), y compris l'Annuaire Fr. 20.—
pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.
L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 2.—, port en plus.

XIII. Jahrgang
XIII^e Année

Bulletin No. 11

November
Novembre 1922

## Leitsätze betreffend Schutzmassnahmen zur Verminderung der Korrosion an Rohren und Kabeln durch Erdströme elektrischer Bahnen.

Bearbeitet vom Generalsekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.

Beschluss einer gemeinsamen Kommission der Verbände:
Schweizerischer Verein von Gas- und Wasserfachmännern,
Verband Schweizerischer Sekundärbahnen und
Schweizerischer Elektrotechnischer Verein.

### A. Allgemeine durch Erfahrung festgestellte Tatsachen.

1. Die an einer Rohrleitung oder an einem Kabel aufgetretene Schädigung ist nicht in allen Fällen die Folge fremder Erdströme. Die Zusammensetzung des Erdbodens ermöglicht bei Anwesenheit von Feuchtigkeit auch chemische oder rein elektrochemische Ursachen der Zerstörung.

2. Beobachtungen an Rohrnetzen haben ergeben, dass Zerstörungen durch den natürlichen Rostvorgang, oder solche rein chemischer Natur, im allgemeinen den durch Bahnerdströme bedingten nachstehen.

3. Für die Korrosionsgefährdung kommen nur Gleichstrombahnen mit Rückleitung des Stromes durch die Schienen in Betracht. Nach den bis heute gewonnenen Erfahrungen scheinen die Erdströme von Wechselstromanlagen mit gebräuchlichen Periodenzahlen elektrochemisch ohne schädlichen Einfluss auf die im Erdboden liegenden Metallteile zu sein.

4. Liegt die Schienenanlage einer Gleichstrombahn von jedem Teile eines Rohr- oder Kabelnetzes mehr als ca. 200 m weit ab, so ist praktisch keine Gefährdung der Rohr- oder Kabelanlage durch Bahnerdströme zu erwarten.

5. Wir unterteilen das Strassenbahnnetz in bezug auf Gefährdung von unterirdisch verlegten Rohren und Kabeln in ein Gebiet, in welchem die Rohre und

Kabel ein niedrigeres Potential als die Schienen aufweisen und in welchem infolgedessen Strom in dieselben eintritt und in ein anderes, in welchem die Rohre in bezug auf die Schienen ein höheres Potential besitzen und wo daher der Strom die Rohre wieder verlässt. In bezug auf Rohre und Kabel nennen wir das erstere Gebiet *Einzugsgebiet* der Erdströme, das letztere *Austritts-* oder *Korrosionsgebiet.*

6. Sind die Bedingungen für die Beeinflussung der Rohr- oder Kabelleitung durch Bahn-Erdströme erfüllt, so müssen zur Vermeidung gefährlicher Korrosionserscheinungen besondere Massnahmen beim Bau und Betrieb der Bahn- und Rohranlage getroffen werden.

7. Die Schutzvorkehrungen können nicht jede Korrosionserscheinung überhaupt verhindern, sie sind vielmehr wirtschaftlich nur soweit gerechtfertigt, als sie verhüten, dass an irgend einem Punkte der Anlage eine Gefährdung auftritt, durch welche Rohre oder Kabel in wesentlich kürzerer Frist unbrauchbar gemacht werden, als durch andere, vorhandene Einflüsse (Abrostung, Verkalkung von Rohren, chemische Angriffe, mechanische Beschädigungen usw.).

## B. Allgemeiner Bereich der Schutzvorkehrungen.

8. Schutzmassnahmen sind in erster Linie beim Bau und Betrieb der Bahnanlage als eigentlicher Urheberin der Erdströme zu treffen. Diese sind technisch im allgemeinen leichter durchzuführen, als gleichwertige Vorkehrungen an Rohren und Kabeln.

9. Schutzmassnahmen an Rohren und Kabeln können mit Aussicht auf Erfolg im allgemeinen nur bei Neuanlagen oder bei grösseren Reparaturarbeiten in Frage kommen. Werden Kabel- und Rohrleitungen im Bereich bestehender, oder neu zu erstellender Bahnanlagen verlegt, so sollen auch an ersteren geeignete Schutzvorkehrungen zur Verminderung der Korrosionsgefährdung getroffen werden, soweit solche wirtschaftlich eher gerechtfertigt sind, als gleichwertige Massnahmen an den Anlagen der Bahn.

10. Bahnen, die mindestens 200 m von Rohrleitungen oder Kabeln entfernt sind, fallen nicht unter die Bestimmungen dieser Leitsätze. Müssen später Rohrleitungen oder Kabel der Bahnanlage näher als 200 m verlegt werden, so sollen auch an der Bahn geeignete Schutzvorkehrungen gegen das Abweichen des Bahnstromes in die Erde vorgenommen werden unter Vorbehalt von Ziff. 9.

Unter die Bestimmungen dieser Leitsätze fallen ferner nicht Landbahnen (siehe Ziff. 11), deren Geleise von der Erde verhältnismässig gut isoliert ist (z. B. Bahnen auf eigenem Bahnkörper mit Vignolschienen auf Holzschwellen und besondere Isolierung des Geleises bei Strassenkreuzungen).

## C. Schutzvorkehrungen an der Bahnanlage.

11. Die Erfahrung lehrt, dass betreffend die Korrosionsgefährdung zu unterscheiden ist zwischen *Bahnen auf städtischen Gebieten* mit ausgedehnten und weitverzweigten Rohr- und Kabelnetzen und im Stadtgebiet oder dessen unmittelbarer Umgebung liegenden Stromwerken einerseits (Stadtbahnen), und *Vororts- und Ueberlandbahnen,* die im wesentlichen ausserhalb der Stadtgebiete liegen und ausserdem von ausserhalb des Stadtgebiets liegenden Stromwerken gespiesen werden andererseits (Landbahnen).

12. Im Bereiche von Stadtbahnen sollen *zwischen Schienen und Rohren* bezw. *Kabelmänteln* im Korrosionsgebiet nirgends *zeitlich mittlere Spannungsdifferenzen* auftreten, die grösser sind als 0,8 Volt. Dieser zeitliche Mittelwert ist der, bei der „mittleren Leistung" (in kW) auftretende. Die „mittlere Leistung" bestimmt sich durch Division der an einem gewöhnlichen Werktage im Mittel an den Fahrdraht abgegebenen Energie in kWh durch die *ganzen* 24 Stunden des Tages. Während des Betriebes

soll ausserdem während keiner Periode von vier aufeinanderfolgenden Stunden der zeitliche Mittelwert der Spannungsdifferenz an irgend einem Orte 2 Volt übersteigen.

13. An keinem Orte einer Stadtbahn darf der in oben angegebener Weise ermittelte, zeitlich mittlere spezifische Spannungsabfall zwischen den Enden einer beliebig herausgegriffenen 10 m langen Schienenstrecke, in welcher mindestens ein Stoss einzubegreifen ist, grösser sein als 0,001 Volt pro m. Für Weichen und Kreuzungen gelten besondere Bestimmungen.

14. Bei Landbahnen ist als örtlich maximaler, zeitlich mittlerer, spezifischer Spannungsabfall zwischen den Enden einer 10 m langen Schienenstrecke, in welcher mindestens ein Stoss einzubegreifen ist, 0,0012 Volt pro m zulässig an Strecken, an denen die Bahn öffentliche Strassen mitbenützt, und 0,0014 Volt pro m an Strecken mit eigenem Bahnkörper.

15. Von grosser Bedeutung für die Verminderung der Erdströme ist das Vorhandensein der bestmöglichen Leitfähigkeit der Geleise. Das Schienenprofil und -Material und damit die Leitfähigkeit der Schiene ist durch deren mechanische Beanspruchung und die zu erwartende Lebensdauer bestimmt. Von wesentlichem Einfluss bleibt die elektrische Leitfähigkeit der Schienenstossverbindung, wie auch die Aufrechterhaltung möglichst gleicher Leitfähigkeit für alle Stossverbindungen der Bahnanlage.

Der Widerstand der Stossverbindungen soll, sowohl bei Stadt-, wie auch bei Landbahnen, mit Ausnahme von Stössen in Weichen und Kreuzungen, denjenigen der Schiene samt Stössen im Mittel um nicht mehr als 10 % erhöhen gegenüber demjenigen stossloser Schienen. Als höchst zulässiger Widerstand für einzelne Stösse ist ein solcher gleich demjenigen von 3 m Schiene zu betrachten.

Verwendet man *Draht- oder Lamellenverbinder,* so sollte der Widerstand der Verbinder für Rillenschienen nicht grösser sein als 0,03 Milliohm; bei Verbindern an Vignolschienen nicht grösser als 0,06 Milliohm.

16. In Weichen und Kreuzungen sind mehr Stösse vorhanden und diese erhöhen den Widerstand in höherem Masse, als im übrigen Geleise. Ausserdem sind diese Stösse auch grösseren mechanischen Beanspruchungen unterworfen. Es ist daher nicht möglich, dieselben Anforderungen an Stösse in Weichen und Kreuzungen zu stellen, wie in den übrigen Teilen des Geleises. Da aber eine lokale Vergrösserung des Geleisewiderstandes Korrosionsschäden zur Folge haben kann, sind trotz bestehender Schwierigkeiten möglichst hohe Anforderungen an die genannten Stossverbindungen zu stellen, nämlich:

*a)* Schienenstösse in Weichen oder Kreuzungen sollen unmittelbar nach Erstellung oder grösseren Reparaturen keinen grösseren Widerstand aufweisen, als denjenigen von 3 m Schiene.

*b)* Einzelne Stösse, die bei einer späteren Kontrolle einen höheren Widerstand als denjenigen von 20 m Schiene besitzen, sind baldmöglichst instand zu setzen.

*c)* Weisen mehr als 20 % der Stösse einen grösseren Widerstand als 10 m Schiene auf, so ist die ganze Weiche instand zu setzen.

17. Um die dauernde Aufrechterhaltung der bestmöglichen Leitfähigkeit der Geleise zu sichern, sind jährlich einmal alle diejenigen Stosswiderstände zu messen, in deren Schienen ein grösserer, zeitlich mittlerer, spezifischer Spannungsabfall auftritt als 0,0005 Volt pro m, ebenso alle Stosswiderstände in Weichen und Kreuzungen, die regelmässig Strom führen. Alle drei bis fünf Jahre sind sämtliche Stosswiderstände zu messen. Ergeben sich bei diesen Messungen grössere Widerstände, als in Ziffer 15 und 16 als höchstens zulässig angegeben, so sind diese Stösse baldmöglichst instand zu stellen.

Von diesen Messungen ausgenommen sind geschweisste Stossverbindungen. Dieselben sollen aber mindestens jährlich einmal auf Vorhandensein von Rissen nachgesehen und fehlerhafte Stösse instand gestellt werden.

18. Zur Herbeiführung möglichst gleicher Strombelastung aller Schienen paralleler Geleise sind elektrisch leitende Querverbindungen zwischen den Geleisen je nach höchstens 5 Stössen anzuordnen und mit sämtlichen Schienen zu verbinden. Der Widerstand dieser Verbindungen (ohne Uebergangswiderstände) soll pro Meter zu überbrückender Länge höchstens 0,4 Milliohm betragen.

In Weichen und Kreuzungen sind Querverbinder zwischen allen Schienen vor und nach der Weiche bezw. Kreuzung zu verlegen, ausserdem soll jedes einzelne Geleise je durch einen Längsdraht überbrückt werden. Der Widerstand dieser Verbinder soll, pro Meter zu überbrückender Länge, je höchstens 0,4 Milliohm betragen.

19. Die Einhaltung der in Ziffern 12, 13 und 14 angegebenen Werte erfordert meist die Abstimmung der Widerstände der Schienenspeisekabel. Die einfachste Lösung besteht in der Einschaltung passend bemessener Zusatzwiderstände. Bei hohen Werten dieser Widerstände treten als nachteilige Folgen grössere Energieverluste in denselben auf. Die Konstanthaltung der Spannung der Schienenspeisepunkte durch automatisch regulierte Zusatzmaschinen rechtfertigt sich nur selten.

20. Alle Schienenspeisekabel sind als isolierte Leiter zu verlegen. Blank verlegte Leitungen geben, wie die Schienen, zu Erdströmen Anlass und verhindern die wirkungsvolle Anordnung der in Ziffer 19 genannten Massnahmen. Es ist daher der Bleimantel von Schienenspeisekabeln nicht mit der Sammelschiene in leitende Verbindung zu bringen. Der mit den Schienen verbundene Pol der Sammelschiene soll auf keine andere Weise mit der Erde verbunden werden.

21. Werden die Schienen an den negativen Pol der Maschinen gelegt, so ist darnach zu trachten, die Schienenspeisepunkte, von denen in diesem Falle das Korrosionsgebiet ausgeht, soweit möglich im Gebiet trockenen Bodens und nicht in die Nähe besonders wichtiger Rohr- oder Kabelzüge zu verlegen.

In erster Linie sind aber die wirtschaftlichen Bedingungen zur Anordnung der Schienenspeisepunkte massgebend.

22. Zur Einschränkung der von den Schienen in die Erde eintretenden Erdströme ist neben der Einhaltung geringer Spannungsdifferenzen die Erhöhung des Uebergangswiderstandes zwischen Schiene und Erde anzustreben. Zu diesem Zweck ist das Geleise auf möglichst schlecht leitende Bettung zu legen und für deren wirksame Entwässerung zu sorgen. Bei Anwendung von Rillenschienen ist es empfehlenswert, darauf zu achten, dass die Fugen zwischen Strassenoberfläche und Schienenkopf nicht zu gross werden.

23. Das entgegengesetzte Prinzip: die Verminderung des Widerstandes zwischen Schiene und Rohr, bezw. Kabelmantel an Stellen negativer Schienenspeisepunkte kann an sich zwar ebenfalls eine Verkleinerung der Erdstromdichte im Korrosionsgebiet zur Folge haben. Damit wird aber zugleich eine entsprechende Erhöhung des totalen Rohrstroms und der in die Erde übertretenden Streuströme überhaupt herbeigeführt, d. h. eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Gefährdung irgend einer Stelle im Rohrleitungsnetz.

Es ist daher von der Verwendung besonderer Erdplatten an negativen Speisepunkten abzusehen und besonders auch von jeder leitenden Verbindung der Schiene mit den im Erdboden verlegten Metallmassen.

24. Ueber die Wahl des an die Schienen zu legenden Maschinenpols kann eine allgemein gültige Aussage nicht gemacht werden. Bei Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse wird immerhin bestimmt werden können, welcher Pol vorteilhafterweise mit dem Geleise zu verbinden ist.

25. Die Befolgung der unter C enthaltenen Massnahmen bietet noch keine absolute Sicherheit für die Leitungen im Sinne von Ziffer 6.

Treten daher in gewissen Fällen einzelne, die Rohr- oder Kabelleitung gefährdende Korrosionserscheinungen auf, so sollen den lokalen Verhältnissen entsprechend besondere Massnahmen getroffen werden. Diese Fälle erfordern hinsichtlich ihrer Folgen eine besondere, sorgfältige Prüfung.

### D. Schutzvorkehrungen an den Rohr- und Kabelleitungen.

26. Im Einklang mit Ziffer 23 ist im allgemeinen von allen solchen Schutzvorkehrungen abzusehen, welche die Rohrströme erhöhen.

Hierzu gehören Anordnungen, die zur Verminderung oder Aufhebung der Spannungsdifferenz zwischen Rohr und Schiene im Korrosionsbereich ein besonderes Absaugen des Rohrstromes bezwecken; sei es durch Verbindungskabel zwischen Rohr und Schiene, oder direkt zwischen Rohr und Sammelschiene im Kraftwerk.

Solche Methoden können nur für wenig verzweigte Rohr- und Kabelnetze, oder für eine vereinzelte Bahnstrecke zweckmässig sein, wo mit Sicherheit ausser dem bekämpften Korrosionsbereich keine anderweitigen Gefährdungen zu erwarten sind.

27. Die Anwendung des Prinzips möglichst geringer Rohrströme führt im Gegenteil, wie Ziffer 22 zeigt, dazu, Vorkehrungen zur Vergrösserung des Widerstandes zwischen Geleise und Rohr und des Widerstandes des Rohres selbst zu empfehlen.

28. Isolierende Anstriche und Rohrhüllen zur Erhöhung des Uebergangswiderstandes haben sich im allgemeinen den Erdströmen gegenüber auf die Dauer nicht als widerstandsfähig erwiesen. Solche Anstriche und Hüllen haben sich im Korrosionsgebiet oft als schädlich gezeigt, da nach kürzerer oder längerer Zeit durch stellenweise Blosslegung der Metalloberfläche intensiver Lochfrass auftritt.

Die Beschränkung der isolierenden Schicht auf Rohrstrecken im Einzugsgebiet verspricht grösseren Erfolg.

29. Die Anwendung isolierender Rohr- und Kabelverbindungen bietet besser Gewähr für dauerhaften Rohrschutz gegen Korrosion durch Erdströme. Zur Vermeidung lokaler Korrosionsgebiete längs der Rohrleitung sollte mindestens alle $20 \div 25$ m ein Rohrstoss mit isolierender Einlage versehen werden. Bei Anwendung dieser Massnahme ist immerhin zu untersuchen, ob nicht an benachbarten, nicht auf diese Weise geschützten Rohr- und Kabelleitungen schädliche Rohrströme auftreten.

In erster Linie ist die Isolierung kleiner Abzweigungen zu empfehlen.

30. Sind Rohrleitungen und Kabel an gewissen Stellen aussergewöhnlicher Gefährdung ausgesetzt, so können, den lokalen Verhältnissen entsprechend, besondere Vorkehrungen getroffen werden. Die Vornahme solcher Massnahmen erfordert eine besonders sorgfältige Prüfung ihrer Folgen auf die übrige Rohrleitungs- und Kabelanlage.