

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 42 (1951)

Heft: 23

Artikel: Richtlinien für die Erdung der aus den Verteilnetzen der Elektrizitätswerke gespeisten elektrischen Apparate auf Bahngebiet

Autor: Sibler, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061034>

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: 22.01.2026

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEM VEREINS

Richtlinien für die Erdung der aus den Verteilnetzen der Elektrizitätswerke gespeisten elektrischen Apparate auf Bahngebiet

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (F. Sibler)

621.316.99

Einleitung

Seitdem die Niederspannungsnetze der Elektrizitätswerke mehr und mehr für die Erdung der angeschlossenen Energieverbraucher über den geerdeten Netznulleiter [Apparatennullung gemäss § 18, Ziffer 1 der Hausinstallationsvorschriften des SEV (HV)] eingerichtet wurden, stellte sich immer wieder die Frage, wie die aus genullten Niederspannungsnetzen gespeisten Apparate auf Bahngebiet zu erden seien. Werden sie nämlich entsprechend den Bestimmungen von Ziff. 5 in Art. 26 der bundesrätlichen Starkstromverordnung vom 7. Juli 1933 (StV) genullt, so lässt sich nicht vermeiden, dass leitende Verbindungen zwischen Ortsnetz und Bahnspeisenetz entstehen, indem die Metallteile von Kranen, Schiebebühnen und dgl. zur Vermeidung von Potentialdifferenzen nach Ziff. 1 von Art. 5 der bundesrätlichen Verordnung über die elektrischen Einrichtungen von Bahnen vom 7. Juli 1933 auch mit den Bahngleisen zu verbinden sind. Nun wurde aber befürchtet, dass solche Verbindungen sich schädlich auswirken und unter Umständen in den Hausinstallationen zu Brandausbrüchen Anlass geben könnten, wenn z. B. Bahnkurzschlußströme durch Hausinstallationsleitungen sowie anschliessend über Wasserleitungen zum Speisepunkt des Bahnnetzes zurückkehren und dabei ungesicherte Nulleiter von geringem Querschnitt, die mit natürlicherweise geerdeten Objekten verbunden sind, beispielsweise die Nullungsleiter von kleinen Heisswasserspeichern, übermäßig belasten. Diese Befürchtungen haben das Starkstrominspektorat veranlasst, die tatsächlichen Verhältnisse mit den Organen der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) abzuklären, um die Erdungsverhältnisse auf Bahngebiet eindeutig zu regeln.

Versuchsergebnisse

Wie aus den Erfahrungen der SBB hervorgeht, fliessen beim normalen Bahnbetrieb in den Schienen Ströme bis zu 200 A. Die Schienenströme bilden indessen nur ungefähr 50 % des Betriebsstromes; die andern 50 % nehmen ihren Weg durch die Erde und die Wasserleitungen. Die eigentlichen Bahnkurzschlußströme können, wie Versuche ge-

zeigt haben, Werte von 2000 bis 10 000 A erreichen, je nach der Entfernung des speisenden Bahnunterwerkes von der Kurzschlußstelle. Schon die ältern Schalter, die bisher zum Schutz der Fahrleitungen dienten, lösten bei Kurzschläüssen im Zeitraum von 0,6 bis 0,8 s aus. Seit einiger Zeit werden indessen überall Schnellschalter eingebaut, die nach den vorliegenden Versuchsergebnissen Ausschaltzeiten von nur noch 0,1 bis 0,15 s aufweisen; in den nächsten Jahren werden die SBB auch die alten Anlagen damit ausrüsten. Hätten nun Kurzschlüsse an der Fahrleitung in einem durch solche Schalter geschützten Bahnnetz, das durch genullte Motoren oder andere Apparate mit dem an die Wasserleitung geerdeten Netznulleiter eines 50-Hz-Niederspannungsnetzes verbunden ist, so grosse Bahnströme zur Folge, dass z. B. durch den Nullungsleiter eines Heisswasserspeichers von 1 mm² Querschnitt ein Bahnstrom in der Grössenordnung von 100...200 A (ein so grosser Strom wird in Wirklichkeit kaum erreicht) fliessen würde, so wären trotzdem keine schädlichen Folgen zu befürchten. Bei Versuchen der Materialprüfanstalt des SEV, die in Zusammenhang mit einem bedeutenden Fabrikbrand (siehe Bulletin SEV 1949, Nr. 14, S. 439...441) durchgeführt wurden, hat sich nämlich gezeigt, dass in einem Isolierrohr, das 4 isolierte Kupferdrähte von 1,5 mm² Querschnitt enthielt, der eine Draht, der mit 500 A belastet wurde, erst nach etwa 1,2 s durchschmolz. Spätere Versuche erstreckten sich auf frei gespannte, etwa 1 m lange isolierte Drähte. Cu-Drähte mit Gummischlauch-Isolation (Gi) von 1 mm² Querschnitt schmolzen bei 100 A Belastung nach 45 s, bei 250 A nach etwa 2,4 s durch, ohne dass ihre Isolation zu brennen anfing. Bei Drähten mit thermoplastischer Kunststoffisolation (T) wurden kürzere Zeiten benötigt, offenbar deshalb, weil sich der Thermoplastmantel bei der Erwärmung ziemlich rasch abhebt und damit die Wärmeabfuhr des Drahtes verschlechtert wird. Die für den vorliegenden Fall interessantesten Versuchsergebnisse bestehen wohl aber darin, dass 1-mm²-Drähte, sowohl mit Gi- als auch mit T-Isolation, bei einer Belastung mit 100 A an der Oberfläche nicht einmal handwarm wurden, wenn die Belastung 1 s dauerte, nach 3 s etwa handwarm waren und nach

weitern 4 s Belastung aus dem warmen Zustand äusserlich nur 55...60 °C aufwiesen. Mit 150 A wurde die Drahtisolation nach 2,5 s (vom kalten Zustand ausgehend) handwarm und nach kurz darauf anschliessenden weiteren 2 s etwa 60 °C warm. Als nach einer Pause von etwa 2 Minuten 150 A während 3 s durch den 1-mm²-Draht flossen, stieg die Aussentemperatur der Drahtisolation auf etwa 75°; der Draht liess sich noch anfassen. Diese Resultate zeigen, dass sogar der kleinste vorkommende Querschnitt von Nullungsleitern, d. h. 1 mm² Cu, während 3 s mit Strömen bis zu 150 A oder sicher während 1 s mit 200 A belastet werden darf, ohne eine gefährliche Temperatur anzunehmen.

Folgerungen und Empfehlungen

Betrachtet man diese Versuchsergebnisse, so lässt sich füglich bezweifeln, ob wirklich die Nullung von Apparategehäusen, die gleichzeitig mit dem Bahngeleise verbunden sind, so grosse Gefahren in sich schliesst, wie bisher angenommen wurde. Dabei waren zum vornherein nur die Brandgefahren in Betracht zu ziehen, denn personengefährdende Potentialdifferenzen an den Geleisen sind bei ordnungsgemässen Bahninstallatoren überhaupt nicht zu befürchten. Nach den Erhebungen der Bauabteilung der Generaldirektion der SBB bestehen übrigens Dutzende von Fällen, wo die Starkstromapparate auf Bahngebiet genullt sind, ohne dass bisher Schäden gemeldet wurden. Diese Erfahrungstat- sache darf über die theoretischen Überlegungen hinaus als praktischer Beweis dafür gelten, dass der Zusammenschluss von Werknetzen mit elektrischen Bahnanlagen keine eigentlichen Gefahren in sich schliesst, wenn man von den Tankanlagen und von Bahnhöfen in der Nähe von 66/15-kV-Bahnunterwerken grosser Leistung absieht. In diesen beiden Fällen sind besondere Schutzmassnahmen erforderlich, wie dies in den folgenden Abschnitten näher gezeigt wird.

Trotzdem also erwiesen ist, dass die gleichzeitige Verbindung von elektrischen Apparaten mit den Bahngeleisen und den Nullungsleitern von Werknetzen keine erhebliche Gefahr bietet, sollen solche Verbindungen in der Regel doch vermieden werden, damit die beiden elektrischen Netze möglichst getrennt bleiben. Diese elektrische Trennung ist sogar, wie bereits erwähnt, für alle mit Bahnanschluss versehenen Abfüllanlagen von Behältern mit feuergefährlichen Flüssigkeiten oder Gasen (*Tankanlagen*) eine absolute Notwendigkeit. Für diese Tankanlagen gibt es nur eine Regelung, die geeignet ist, Funkenbildung oder lokale Überwärmungen durch allfällige Bahnnebenströme, die auch bei geringem Ausmass eine grosse Gefahr bilden würden, zu verhindern. Diese Regelung besteht darin, die elektrischen Installationen und, durch den Einbau von geeigneten Isolierstücken, die Rohre zur Zufuhr der Flüssigkeiten von den Bahngeleisen zuverlässig zu trennen. Dadurch wird verhindert, dass Bahnnebenströme durch die Rohrleitungen und ihre Verbindungsstücke entweder von den Geleisen

durch die Tanks zur Erde übertreten, oder von den Tanks aus der Erde aufgenommen werden und zu den Eisenbahngeleisen bzw. zu den Bahnspeisepunkten zurückkehren.

Aber auch bei den *allgemeinen Bahnhofinstal- lationen* kann als besondere Vorsichtsmassnahme die vollständige Trennung nicht nur von den speisenden Niederspannungsnetzen, sondern ebenso von allen an kommenden Wasser-, Gasleitungen und dgl. dann nötig sein, wenn sich die Bahnhöfe in der Nähe von Bahnunterwerken befinden. Werden nämlich an solchen Stellen die Bahngeleise mit dem geerdeten Netznulleiter sowie mit den von aussen kommenden metallischen Leitungsrohren zusammengeschlossen, so ist damit zu rechnen, dass nennenswerte Bahnbetriebsströme aus dem Erdreich über diese leitenden Verbindungen und die Bahngeleise zum Speisepunkt zurückkehren. Über die tatsächlichen Verhältnisse können aber nur Kontrollmessungen in den Bahnhöfen Aufschluss geben. Zeigen die Messungen, dass beträchtliche Bahnströme durch die genannten Verbindungsleitungen fliessen, so muss unter Umständen, wie bei den Tankanlagen, für das Bahnhofgebiet eine sog. elektrische Insel geschaffen werden. Zu diesem Zweck hat man jede metallische Verbindung der Bahngeleise mit dem Netznulleiter zu vermeiden, aber auch die übrigen, von aussen kommenden Rohrleitungen durch Isolierstücke von den Bahn- anlagen zu trennen. Beim Anschluss an ein Niederspannungsnetz lässt sich eine solche Isolierung einwandfrei durch einen *Schutztransformator* mit getrennten Wicklungen und dem Übersetzungsverhältnis 1:1 erreichen. Dort wo die Bahnanlagen aus einem besonderen Hochspannungstransformator gespeist werden, wie z. B. in grossen Bahnhöfen, ist sie ohne weiteres vorhanden.

In kleineren Bahnhöfen, wo kein eigener Hochspannungstransformator nötig ist und man auch keinen Isoliertransformator für den Anschluss an ein der Allgemeinversorgung dienendes Niederspannungsnetz installieren möchte, lässt sich die Trennung trotzdem erreichen, indem man für die Bahn- installationen auf die Nullung verzichtet und jene Apparate, für die eine Schutzmassnahme vorgeschrieben ist, lediglich mit dem Bahngeleise verbin- det. Ein solcher Verzicht auf die Nullung der Bahn- apparet ist allerdings nur da zulässig, wo die Nullleiter der 50-Hz-Werknetze an ausgedehnte Wasser- leitungsnetze von sehr geringem Widerstand ange- schlossen sind. Im allgemeinen wird diese Bedin- gung in Städten und grossen Ortschaften mit met- tallenen Wasserleitungsnetzen, die überbrückte Schraubmuffen besitzen, ohne weiteres erfüllt sein, da solche Wasserleitungen in der Regel, gleich wie die Bahngeleise, einen Erdübergangswiderstand von weniger als 1 Ω ergeben. Weisen dagegen die Erdungen des Netznulleiters gesamthaft einen erhöhten Übergangswiderstand gegen Erde auf (2...20 Ω), so sollen auch auf Bahngebiet die Starkstromapparate genullt werden. Damit entstehen zwar leitende Ver- bindungen zwischen Bahngeleise und Werknetz; der Widerstand der Nulleitererddung verhindert aber

das Fliessen von nennenswerten Bahnbetriebströmen durch den Netznulleiter, solange man sich nicht in der Nähe von Bahnspeisepunkten befindet.

Rechtliche Erwägungen

Der Verzicht auf die Nullung von elektrischen, aus genullten Werknetzen gespeisten Apparaten auf Bahngebiet bildet nun allerdings einen Widerspruch mit den Nullungsbestimmungen von Ziff. 5 in Art. 26 StV. Nach diesen Bestimmungen müssen nämlich in genullten Netzen alle Metallteile, für die eine Schutzmassnahme vorgeschrieben ist, ausnahmslos mit dem Netznulleiter verbunden werden. Damit will man verhindern, dass bei Isolationsdefekten an nicht genullten, sondern mit einer künstlichen Erdelektrode verbundenen Apparaten der Netznulleiter oder der nur schutzgeerdete Apparat unter eine gefährliche Berührungsspannung gegen Erde gelangt. Vor allem könnte sich dies am Netznulleiter verhängnisvoll auswirken, weil seine Spannung auf alle genullten Apparate übertragen würde. Der Zweck der Nullungsbestimmung in Art. 26 StV wird nun aber in Bahnanlagen von grossen Ortschaften, wo die Übergangswiderstände der Geleise und der Nulleitererden der Starkstromnetze zusammen in der Regel weniger als 1Ω betragen, ohne Zweifel erreicht, auch wenn man die Bahninstalltionen nicht nullt, sondern nur mit dem Bahngleise verbindet, indem Nulleitererde und Bahngleise zusammen über Erde im allgemeinen einen Leiter von ebenso geringem Widerstand bilden wie ein direkter Nullungsleiter. Durch Messungen in den Bahnanlagen mit einem geeigneten Instrument (z. B. Erdungsprüfer der Trüb, Täuber & Co. A.-G., Zürich, Typ EWT, oder der EMA, Meilen, Typ EP) lässt sich übrigens für jeden einzelnen Fall leicht praktisch nachweisen, ob bei einem direkten Erdschluss genügend grosse Fehlerströme fliessen, um die vorgeschalteten Sicherungen in der Hausinstallation innert längstens 5 s zum Ansprechen zu bringen. In Wirklichkeit dürfte unter den genannten Voraussetzungen der Fehlerstrom eines direkten Erdschlusses beim Anschluss der Apparategehäuse an das Bahngleise ungefähr gleich gross sein wie beim Anschluss an den geerdeten Netznulleiter.

Wenn also das Starkstrominspektorat es als zulässig erachtet, dass für die Bahnanlagen die Nullungsbestimmungen unter bestimmten Voraussetzungen nicht vollinhaltlich angewendet werden, so lässt sich dies damit begründen, dass kein neues Gefahrenmoment geschaffen, der in Art. 26 StV angestrebte Zweck aber gleichwohl erreicht wird. Darüber hinaus ergibt sich durch den Verzicht auf die Nullung ein ganz beachtlicher Vorteil für die Starkstromnetze der Werke, indem eine saubere Trennung zwischen Werknetz und Bahnnetz erreicht wird; damit verhindert man nicht nur den Übertritt von Kurzschlußströmen, sondern ebenso sehr

das unter Umständen gefährlichere, dauernde Fließen von Bahnbetriebströmen durch den Netznulleiter und seine Verbindungen mit Wasserleitungen, wie sie bei starker Zugbelastung und in der Nähe von Bahnspeisepunkten auftreten können.

Zusammenfassung

Für die aus den 50-Hz-Verteilnetzen der Elektrizitätswerke mit Energie versorgten elektrischen Apparate auf Bahngebiet ergeben sich also zusammenfassend *je nach der Art der Speisung folgende Schutzmassnahmen:*

1. Für Anlagen auf Bahngebiet, die über einen Hochspannungstransformator oder einen Niederspannungs-Isoliertransformator an ein Werknetz angeschlossen sind:

Sowohl der bahnseitige Niederspannungssternpunkt als auch die Schutzerde der Transformatorenstation sind mit dem Bahngleise zu verbinden (Art. 13, Ziff. 2, StV). Die Starkstromapparate können direkt genutzt oder an das Bahngleise, das den verlängerten Netznulleiter bildet, geerdet werden.

2. Für Anlagen auf Bahngebiet, die direkt, d. h. ohne Isoliertransformator an genullte Niederspannungsnetze angeschlossen werden:

Für diese Speisungsart bestehen zwei verschiedene Möglichkeiten der Erdung von Starkstromapparaten.

a) Hauptsächlich in mittelgrossen Bahnhöfen, die in Ortschaften mit ausgedehnten Wasserleitungsnetzen von sehr geringem Erdübergangswiderstand liegen, sind die Starkstromapparate, für die eine Schutzmassnahme erforderlich ist, nicht zu nullen, sondern dürfen an das Bahngleise geerdet werden. Der Netznulleiter muss aber an das Ortswasserleitungsnets geerdet sein.

b) An Orten, wo die Voraussetzungen für das Erden des Niederspannungssternpunktes über einen sehr geringen Widerstand fehlen, sollen die Starkstromapparate an den Netznulleiter geerdet, d. h. genutzt werden, trotzdem auf diese Weise metallische Verbindungen zwischen Bahngleisen bzw. Bahnnetz und Werknetz entstehen.

3. Für Anlagen auf Bahngebiet, die aus schutzgeerdeten Niederspannungsverteilnetzen gespeist werden:

Alle Starkstromapparate, für die eine Erdungspflicht besteht, sind an die Bahngleise zu erden, da diese die beste Schutzelektrode darstellen und so das Auftreten zu hoher Berührungsspannungen bei Erdschluss am sichersten verhindert wird.

Allgemeine Richtlinien:

a) Die Speisung von Bahninstalltionen aus Niederspannungsnetzen von Elektrizitätswerken über Isoliertransformatoren kommt hauptsächlich in der

Nähe von Bahnunterwerken in Frage, wenn Kontrollmessungen ergeben, dass bei einer leitenden Verbindung zwischen Netznulleiter und Bahngeleise nennenswerte Bahnrückströme über das Werknetz und die Bahnschienen in das Unterwerk zurückfliessen würden.

b) Die elektrischen Installationen und Rohrleitungen von Tankanlagen für leicht brennbare Flüssigkeiten und Gase müssen von den Bahngeleisen stets metallisch vollständig getrennt werden, da jedes Fliessen von Bahnströmen in solchen Rohrlei-

tungen und an ihren Verbindungsstellen Erwärmungen, Funkenbildung sowie allenfalls Korrosion bewirken und damit zu ganz erheblichen Gefährdungen führen könnte.

Den in dieser Veröffentlichung enthaltenen Richtlinien für den Anschluss von Bahninstallatio-nen an Werknetze hat auch die Brandversicherungs-anstalt des Kantons Bern zugestimmt, nachdem sie Gelegenheit hatte, in die Untersuchungsergebnisse und die bisherigen Erfahrungen Einsicht zu nehmen.

Von der Berechnung eines Zweigliedtarifes

Von Ch. Morel, Feldmeilen

621.317.8

In früheren Studien¹⁾ wurde an Beispielen aus dem Tarifwesen versucht, die Grundzüge der mathematischen Statistik und den Begriff der Kollektivität herauszuschälen. Auch die Beziehungen zwischen einer Grundgesamtheit und den daraus entnommenen Stichproben wurden dabei gestreift. In der vorliegenden Arbeit soll der Begriff der Kollektivität auf die Berechnung eines Zweigliedtarifes angewendet werden. Die für die Berechnungen gebrauchten Bezeichnungen mögen auf den ersten Blick kompliziert erscheinen. Sie sind jedoch notwendig, um Verwechslungen zu vermeiden, und bleiben im Rahmen des in der mathematischen Statistik Üblichen.

Die Rechnungsmethode ist nicht neu, sie hat sich in der Praxis bereits bewährt. Sie soll jedoch in ein mathematisches Gewand gekleidet und so festgehalten werden.

Dans une étude précédente¹⁾, nous avons essayé de dégager les grandes lignes des méthodes statistiques modernes, en exposant les principes mathématiques qui régissent les calculs. Nous avons fait ressortir l'idée de la collectivité ou population et montré les relations entre les caractéristiques d'un échantillon et celles de la population dont il est tiré. Nous allons essayer, dans la présente étude, d'appliquer cette idée de la collectivité au calcul d'un tarif binôme. La notation utilisée pour les calculs peut paraître compliquée. Elle est cependant nécessaire pour éviter des confusions et ne sort pas du cadre usuel en statistique mathématique.

La méthode de calcul exposée ci-après n'est pas nouvelle. Elle a déjà fait ses preuves dans la pratique. La présente étude cherche seulement à la fixer par un exposé mathématique.

Aufgabenstellung

Ein Elektrizitätswerk wünscht, seine Tarife (z. B. für den Haushalt) zu ändern durch Übergang vom differenzierten System (mehrere Einfach- oder Mehrfachtarife) zum Einheitstarif (Zweiglied- oder Grundpreistarif). Zu diesem Zwecke hat es eine statistische Voruntersuchung durchgeführt, so dass es über die nötigen Angaben über eine Stichprobe von n Abonnenten, für das gewählte Bezugsjahr, verfügt.

Ausgangslage

Im Bezugsjahr hat ein beliebiger Abonnent i im ganzen v_i kWh bezogen. Dieser Einzelverbrauch ist die Summe der bei jedem der Einfach- oder Mehrfachtarife erfolgten Bezüge:

$$v_i = v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \dots$$

Der Gesamtverbrauch aller Abonnenten der Stichprobe ist gleich der Summe aller Einzelverbräuche:

$$V = \sum_{i=1}^n v_i$$

Der Durchschnittsverbrauch pro Abonnent ist

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} = \frac{V}{n}$$

Der Rechnungsbetrag r_i des Abonnenten i setzt sich zusammen aus Teilbeträgen, von denen jeder einzelne gleich ist dem Produkte des Verbrauchs v mit dem in Frage kommenden Ansatz g . Hinzu kommt die Miete c_i der Tarifapparate.

$$r_i = c_i + v_{i1} g_1 + v_{i2} g_2 + v_{i3} g_3 + \dots$$

Dieser Ausdruck kann auch geschrieben werden:

$$r_i = c_i + v_i g_i$$

wenn

$$v_i = v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \dots$$

und

$$g_i = \frac{v_{i1} g_{i1} + v_{i2} g_{i2} + v_{i3} g_{i3} + \dots}{v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \dots}$$

gesetzt werden.

Der Ausdruck g_i entspricht also dem Durchschnittsansatz, ohne die Miete der Tarifapparate. Ähnlich kann für die Gesamteinnahmen

$$R = \sum_{i=1}^n r_i$$

und für den durchschnittlichen Rechnungsbetrag pro Abonnent

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} = \frac{R}{n}$$

gesetzt werden.

Neue, erstrebte Lage

Der neue Zweigliedtarif wird die allgemeine Form

¹⁾ siehe Bull. SEV, Bd. 38(1947), Nr. 6, S. 141...149, und Bd. 39 (1948), Nr. 6, S. 161...174.