Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 29 (1938)

Heft: 17

Artikel: Störanfälligkeit der Rundspruch-Empfangsanlagen im Nahbereich von Trambahnen

Autor: Gerber, W. / Kölliker, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058993

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

Störanfälligkeit der Rundspruch-Empfangsanlagen im Nahbereich von Trambahnen.

Von *W. Gerber* und *H. Kölliker*, Bern.

621.396.823

Auf Grund von Messungen über die Aufnahmevermögen der Empfangsanlagen, im Nutzfeld und im Störfeld, werden die Störbeziehungen im Nahbereich von Tramlinien für ein Stadtgebiet statistisch untersucht und damit eine erste Grundlage geschaffen für künftige Diskussionen über die zulässige Störspannung an Fahrleitungen von Trambahnen.

Se basant sur des mesures du pouvoir d'absorption des installations réceptrices dans le champ utile et dans le champ perturbateur, les auteurs étudient par des méthodes statistiques les rapports de perturbation dans le voisinage des lignes de tramways urbaines, créant ainsi une première base de discussion sur les tensions perturbatrices admissibles dans les lignes de contact de tramways.

Die praktische Störbekämpfung verwendet als bewährtes Mass der Störfähigkeit von Trambetrieben, im Frequenzbereich von 150 bis 1500 kHz, die zwischen Fahrleitung und Erde erzeugte Störspannung. Ihre Bestimmung erfolgt mit einem Störmessplatz, welcher nach den Empfehlungen des «*Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques*» (CISPR) der CEI gebaut ist.

Im folgenden wird nun der Zusammenhang zwischen der Störspannung am Fahrdraht und dem Störungsgrad von der Trambahn benachbarten Rundspruch-Empfangsanlagen untersucht. Die messtechnische Statistik erstreckt sich, streng definiert, auf Empfangsanlagen von Radioabonnenten, deren Adressen auf die von der Trambahn durchfahrenen Strassen lauten. Insgesamt wurden fünfzig solcher Anwohneranlagen untersucht. Damit das Ergebnis auf das gesamte Stadtgebiet verallgemeinert werden darf, wurden die fünfzig Trambahn-Anwohner in alphabetischer Reihenfolge aus dem Radioabonnentenverzeichnis herausgegriffen. Die Untersuchungen ergeben gleichzeitig einen Einblick in die heutigen Antennenverhältnisse in Stadtgebieten.

Untersuchungen über die Störanfälligkeit von Empfangsanlagen erfordern grundsätzlich Messungen über ihre Aufnahmevermögen im Nutzfeld und im Störfeld. Das

Aufnahmevermögen im Nutzfeld

wird praktisch durch die *wirksame Antennenhöhe* h_w angegeben:

$$h_w = \frac{U_{AN}}{|\mathfrak{E}_N|} \tag{1}$$

U_{AN} ist die vom Nutzfeld erzeugte Leerlaufspannung zwischen Antennen- und Erdklemmen der Empfangsanlage;
$\mathfrak{E}_N$ ist die elektrische Feldstärke des unbeeinflussten Nutzfeldes am Empfangsort.

Fig. 1 zeigt die gemessene Verteilung von h_w. Für die drei Messfrequenzen betragen demnach die Merkmalsgrenzwerte für $50\,\Sigma(\%)$, d. h. die *Zentralwerte:*

f	h_w
200 kHz	0,34 m
700 kHz	0,56 m
1200 kHz	0,81 m

Die mit der Frequenz zunehmende Aufnahmefähigkeit im untersuchten Bereich folgt auch aus einer von *J. Grosskopf* [1]) verwendeten Formel für die Nutzspannung U_0 von Empfangsantennen, welche am Fuss mit dem Wellenwiderstand belastet sind:

$$U_o = \left| \frac{\mathfrak{E}}{\gamma} \cdot \frac{\mathfrak{Cos}\,\gamma l - 1}{\mathfrak{Cos}\,\gamma l + \mathfrak{Sin}\,\gamma l} \right| \tag{2}$$

$\gamma = \beta + j\alpha$ ist die Fortpflanzungskonstante und l die Länge des homogenen Antennenleiters.

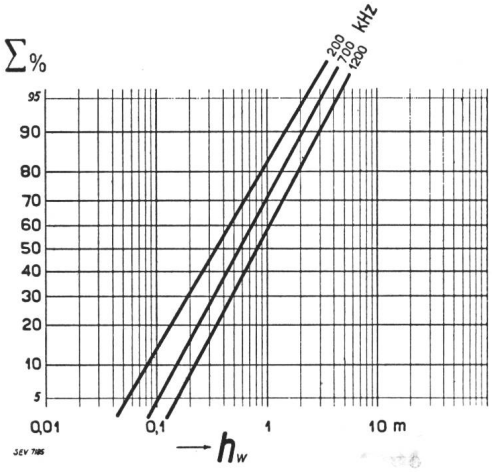

Fig. 1.
Prozentsummenkurven für die Grössen der wirksamen Antennenhöhen von Anwohner-Empfangsanlagen.

Werden die Dämpfungskomponenten in Gl. (2) in erster Annäherung vernachlässigt, so gilt:

$$\frac{U_o}{|\mathfrak{E}|} \simeq \frac{1 - \cos \alpha\, l}{\alpha} \tag{3}$$

d. h.: Bei den heutigen Rundspruch-Empfangsanlagen erreicht das Aufnahmevermögen im Nutzfeld, mit zunehmender Frequenz, ein erstes Maximum im Kurzwellengebiet.

Es sei noch kurz erwähnt, dass die Einzelwerte von h_w im Nahbereich von Trambahnen mehr oder weniger inkonstant sind, infolge von Intensitäts- und Phasenschwankungen des Sekundärfeldes der Fahrleitung, hervorgerufen durch den Tramverkehr. In diesem Zusammenhang sind auch schon tonfrequente Sekundärmodulationen beobachtet worden.

Aufnahmevermögen im Störfeld.

Im betrachteten Frequenzbereich von 150 bis 1500 kHz liegen die Empfangsanlagen der Anwohner im Nahfeld der Fahrleitung. Entsprechend der vorwiegend kapazitiven Kopplung zwischen Empfangsanlage und Fahrleitung wird die Aufnahmefähigkeit im Störfeld gekennzeichnet durch das Verhältnis $d_{ü}$, der Leerlaufstörspannung U_{AF} der Antenne gegen Erde, zur Störspannung U_F am Fahrdraht:

[1]) *J. Grosskopf.* Empfangsantennen, TFT 1938, S. 129.

$$d_{ü} = \frac{U_{AF}}{U_F} \qquad (4)$$

Aus der gemessenen Verteilung von $d_{ü}$ erhält man nach Fig. 2 die *Zentralwerte:*

f	$d_{ü}$
200 kHz	0,0015
700 kHz	0,0022
1200 kHz	0,0031

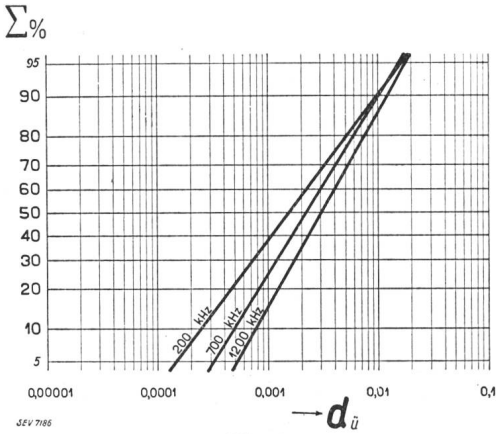

Fig. 2.
Prozentsummenkurven für das Verhältnis der Störspannung in Anwohner-Antennen zur Störspannung am Fahrdraht.

Es ist naheliegend, dass $d_{ü}$ auch von der Verlegungsart des Licht- und Kraftnetzes abhängig ist. Die angegebenen Zahlenwerte gelten für die in unseren Städten üblichen Verhältnisse, wo das elektrische Licht- und Kraftnetz vorwiegend in Kabel verlegt ist.

Ferner sei noch bemerkt, dass die Fahrleitung, zur Bestimmung von $d_{ü}$, gegenüber der Empfangsanlage mit einer gemessenen HF-Spannung U_F erregt wurde. Infolge der nicht stationären Strom- und Spannungsverteilung entlang der Fahrleitung, welche durch den Tramverkehr dauernd mehr oder weniger verändert wird, sind auch die Einzelwerte von $d_{ü}$ nicht ganz eindeutig.

Störanfälligkeit.

An den HF-Klemmen der Empfangsanlage ist das Verhältnis der Nutzspannung zur Störspannung:

$$k = \frac{h_w}{d_{ü}} \cdot \frac{|\mathfrak{E}_N|}{U_F} \qquad (5)$$

Die für den Leerlaufzustand streng gültige Gl. (5) darf im vorliegenden Fall ohne Bedenken auf den Betriebszustand der Empfangsanlagen angewendet werden.

Auf sämtliche Anwohner-Empfangsanlagen einzeln angewendet, ergibt nun Gl. (5) den gesuchten statistischen Zusammenhang zwischen der Störspannung am Fahrdraht und der störenden Beeinflussung des Rundspruchempfanges. Die graphische Auswertung zeigt dabei, dass der die Empfangsanlagen kennzeichnende Quotient $h_w/d_{ü}$ im Bereich von 150 bis 1500 kHz praktisch frequenzunabhängig ist, und dass der Logarithmus dieses Quotienten angenähert eine Gaußsche Verteilung befolgt.

Das *zentrale Verhältnis* der *Nutzspannung zur Störspannung* an den HF-Klemmen der Anwohner-Empfangsanlagen beträgt:

$$k = 265 \frac{|\mathfrak{E}_N|}{U_F} \qquad \begin{matrix} \mathfrak{E}_N \text{ in mV/m} \\ U_F \text{ in mV} \end{matrix} \qquad (6)$$

Der *Zentralwert* der *Störempfindlichkeit* der Anwohner-Empfangsanlagen ist dann, in Anlehnung an die *Dennhardt*sche Ausdrucksweise: [2])

$$S_e = \frac{d_{ü}}{h_w} k = \frac{k}{265} \qquad S_e \text{ in m}^{-1} \qquad (7)$$

Nach ihrer Bauart verteilen sich diese Anwohner-Antennen im Stadtgebiet auf 84 % Innenantennen und 16 % Aussenantennen; der Anteil der abgeschirmten Aussenantennen beträgt 6 %. Aus den einzelnen Messwerten folgt, in gewissem Gegensatz zu den Verhältnissen bei gewöhnlichen Hausstörquellen, dass Aussenantennen gegenüber Innenantennen erst dann merkbare Vorteile bieten, wenn sie von der Fahrleitung weitgehend distanziert werden [3]).

Zur Bezeichnung *unzulässiger Störungen* können die Grössen $\mathfrak{E}_N$ und k auch als *kritische Parameter* aufgefasst werden. In dieser Weise zeigt Fig. 3 in allgemeiner Form das statistische Ergebnis der vorliegenden Untersuchung.

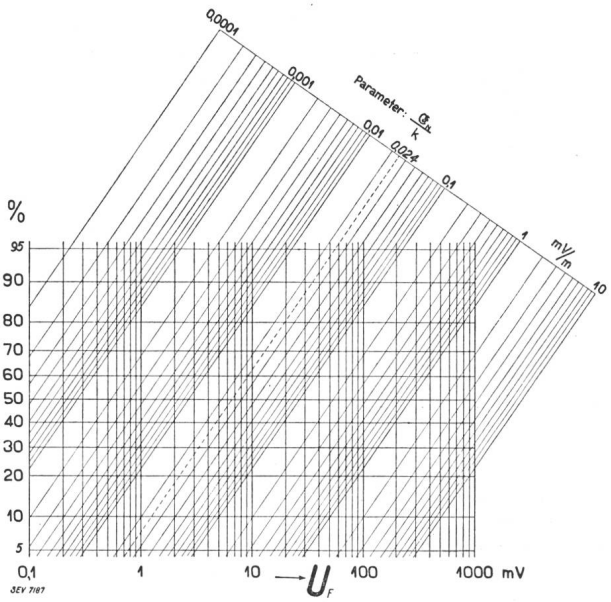

Fig. 3.
Prozentsatz der Anwohner-Empfangsanlagen, welche durch die Fahrdrahtstörspannung U_F unzulässig gestört werden.

Nach der Definition unzulässiger Radiostörungen [4]) gelten für schweizerische Verhältnisse die kritischen Werte:

[2]) *A. Dennhardt.* Ueber die Störempfindlichkeit von Empfangsanlagen und ihre quantitative Beurteilung, Elektrizitätswirtsch. 1935, 25. März.

[3]) Vgl. auch: *F. Eppen* u. *H. Seiberth.* Rundfunkstörungsmessungen an Strassenbahnen. ETZ 1938, S. 629.

[4]) Art. 7 der *Verfügung des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartements* für den Schutz der Radioempfangsanlagen gegen radioelektrische Störungen, hervorgerufen durch Stark- und Schwachstromanlagen. 29. Januar 1935.

$$\left.\begin{array}{l}|\mathfrak{E}_N| = 1 \text{ mV/m} \\ k = 42^{5)}\end{array}\right\} \quad \frac{|\mathfrak{E}_N|}{k} = 0{,}024 \text{ mV/m} \qquad (8)$$

Der *Zentralwert* der *kritischen Störspannung* am Fahrdraht beträgt dann nach Gl. (6):

$$U_F = 265 \frac{|\mathfrak{E}_N|}{k} = 265 \cdot 0{,}024 \simeq 6 \text{ mV} \qquad (9)$$

Der weitere Zusammenhang zwischen U_F und dem Prozentsatz unzulässiger Beeinflussungen ist in Fig. 3 durch die gestrichelte Gerade angegeben; so werden z. B., nach der schweiz. Definition gemessen, durch eine Störspannung von 1 mV am Fahrdraht, rund 7 % der heutigen Anwohner-Empfangsanlagen unzulässig gestört.

Das vorliegende Zahlenmaterial gibt nun einen Einblick in die Störbeziehungen im Nahbereich von Trambahnen und schafft damit eine erste Grundlage für künftige Diskussionen über die Grösse der zulässigen Störspannung an Fahrleitungen von Trambahnen.

Die Untersuchungen wurden im Netz der Berner Strassenbahn von der Telegraphen- und Telephonverwaltung ausgeführt.

Transformation d'un secteur d'éclairage public existant au moyen de couplages en cascade et d'une commande unifiée par cellule photo-électrique.

Communication du *Service de l'Electricité de Genève (D. Burger).*

621.398.2 : 628.971

Die Steuerung eines Teils der öffentlichen Beleuchtung von Genf wurde umgebaut, um die Spannung und die Schaltzeiten zu vereinheitlichen. Dabei wurde eine photoelektrische Zelle verwendet, welche erlaubt, der natürlichen Beleuchtungsstärke Rechnung zu tragen. Ferner wurde das Einschalten der Beleuchtung der verschiedenen Strassenzüge in Kaskaden eingeführt, wodurch viele Schaltuhren, die die Lampengruppen bisher individuell steuerten, überflüssig wurden. Eine besondere Vorrichtung mit Synchronmotor erlaubt, die Beleuchtung der Quais, auf denen am Morgen der Engros-Markt abgehalten wird, um eine Stunde zu verlängern.

L'auteur expose les transformations d'un secteur d'éclairage public de la ville de Genève. L'emploi d'une cellule photo-électrique permet de tenir compte de l'éclairement général à l'enclenchement et au déclenchement, tandis que l'allumage des différents tronçons en cascade a entraîné la suppression des nombreux interrupteurs-horaires qui commandaient individuellement les lampes ou groupes de lampes. Un dispositif spécial à moteur synchrone permet de prolonger d'une heure l'éclairage des quais servant le matin au «marché de gros».

I.

Le secteur d'éclairage public faisant l'objet de cet exposé se trouve au centre de la ville: il s'agit donc d'une distribution par câbles souterrains alimentant des candélabres à commande individuelle, des lampes suspendues et quelques circuits où les lampes étaient déjà groupées. Suivant les points d'alimentation, la tension utilisée est de 125 volts ou 250 volts et, pour la partie la plus ancienne remontant à l'époque des lampes à arc, 550 volts abaissés à 125 volts par transformateurs montés dans le fût des candélabres. L'allumage et l'extinction des lampes de ce secteur étaient assurés par 35 interrupteurs-horaires à réglage astronomique.

II.

A l'occasion de la construction, à proximité d'une station transformatrice, d'un coffret de distribution pour la tension normalisée 3×220/380 volts, le Service de l'électricité entreprit l'étude d'une amélioration de l'état de choses existant dans le but d'unifier les heures d'allumage et d'extinction et de mieux satisfaire à certaine exigence locale d'une part, tout en diminuant la valeur du capital investi en appareils automatiques et les frais d'entretien d'autre part. Les données du problème étaient les suivantes:

1° Utiliser la tension normalisée 3×220/380 volts en équilibrant les charges sur les phases partout où le matériel existant le permet.

2° Unifier — pour ne pas dire synchroniser — les heures d'allumage et d'extinction pour l'ensemble du secteur.

3° Maintenir, en l'améliorant, la prolongation d'éclairage pour les foyers lumineux éclairant l'emplacement des quais réservé au «marché de gros». Ce troisième point résulte d'un contrat aux termes duquel l'éclairage est prolongé d'une heure le matin, chaque jour ouvrable, sur les emplacements occupés de très bonne heure par les marchands de primeurs en gros.

4° Recherche de la solution la plus économique.

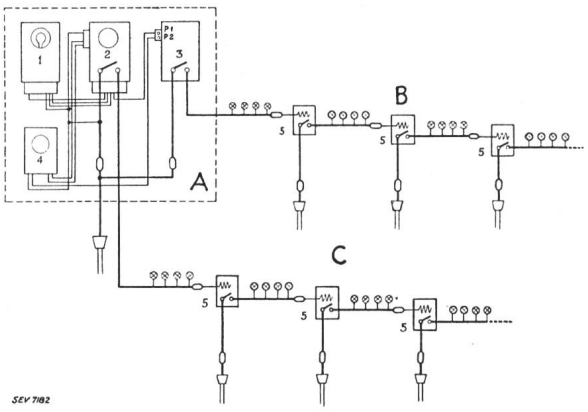

Fig. 1.
Schéma de l'installation.
A tableau de commande. *B* circuit dit «Marché de gros». *C* circuit d'éclairage dit à «horaire normal». *1* cellule photo-électrique, *2* interrupteur-horaire, *3* interrupteur à distance, *4* horloge synchrone, *5* interrupteur à distance en cascade.

III.

Nous ne donnons pas de détails concernant le premier point du problème, qui préoccupe à l'heure actuelle chaque chef d'exploitation. De même, le principe d'une commande en cascade est connu et

5) Experimentell abgeleiteter Zahlenwert aus Art. 7 der erwähnten Verfügung.