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: 65 (1974)

Heft: 26

Artikel: Aussprache über Beeinflussungsfragen vom 11. November 1974 in Zürich

Autor: Homberger, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915493

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: 09.07.2025

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

Aussprache über Beeinflussungsfragen vom 11. November 1974 in Zürich

Von E. Homberger

061.3 : 621.391.823 : 621.3.013.7

Vorgängig der Informationstagung des SEV «Beeinflussung in Netzen durch Einrichtungen der Leistungselektronik» fand in geschlossenem Kreise eine Aussprache über Beeinflussungsprobleme im Bereiche der Netzfrequenz statt. Genauer ausgedrückt, wurden Fragen behandelt, die sich durch induktive, kapazitive oder Ohmsche Kopplung von Hochspannungsleitungen und -anlagen auf die in der Nähe verlaufenden Fernmeldeleitungen, von Erde isolierten Rohrleitungen und in beschränktem Masse auch auf die in der Nähe befindlichen Personen ergeben. An der Aussprache nahmen vor allem Spezialisten der Elektrizitätswerke, der PTT-Verwaltung und der Industrie teil, die die Beeinflussung rechnerisch und messtechnisch zu erfassen oder zu beurteilen haben. Währenddem in der Schweiz noch eine klare Regelung, welche Kriterien der Berechnung zugrunde zu legen und welche Anforderungen an beeinflussende Anlagen zu stellen sind, fehlt, bestehen vielerorts im Ausland, vor allem in Deutschland und Österreich, bereits seit Jahren Leitsätze oder Vorschriften. Es lag deshalb nahe, die entsprechenden Organisationen der vorerwähnten Nachbarländer zur Veranstaltung des SEV einzuladen und in gemeinsamem Gespräch die Probleme zu erörtern. Es sind dies:

a) *die Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen in der Bundesrepublik Deutschland* und

b) *das Technische Komitee für Beeinflussungsfragen in Österreich*

Im nachstehend wiedergegebenen Einführungsreferat sind die Gründe, die zu einer Aussprache über Beeinflussungsfragen Anlass gegeben haben, noch näher erläutert.

«Es ist mir eine grosse Freude, Sie zu einer erstmals in der Schweiz zur Durchführung gelangenden Tagung über Beeinflussungsfragen begrüssen zu dürfen. Wie Sie dem Programm entnehmen konnten, beschränkt sich die heutige Aussprache auf Probleme der *betriebsfrequenten Beeinflussung.* Die durch Oberwellen verursachten Störungen kommen in der Haupttagung zur Behandlung. Diese Zweiteilung hat sich dadurch ergeben, dass in der Schweiz keine Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen nach deutschem oder österreichischem Vorbild besteht.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein (SEV) unterhält jedoch *eine Kommission zum Studium niederfrequenter Störeinflüsse,* die sich grundsätzlich mit allen möglichen störenden Einflüssen elektrischer Einrichtungen, mit Ausnahme der hochfrequenten sog. Radio- und Fernseh-Empfangsstörungen, befasst. Ihre Aufgabe besteht darin, die Störursachen zu erkennen, die Störgrössen qualitativ und quantitativ festzulegen und Massnahmen zur Begrenzung auf einem zumutbaren Bereich vorzuschlagen. Dementsprechend ist die Zusammensetzung der Kommission paritätisch, d. h. es gehören ihr Vertreter der Elektroindustrie, der Elektrizitätsverteilwerke (EVU), der technischen Lehrinstitute, der PTT sowie der Behörden an.

Fragen der *betriebsfrequenten Beeinflussung* wurden in der erst vor einigen Jahren gegründeten Kommission einstweilen nicht behandelt, dafür um so intensiver jene durch Oberwellen. Es lag deshalb nahe, die Kommission und ihre ersten Resultate einem grösseren Kreis von Interessierten vorzustellen.

Natürlich ist auch bei uns mit Störungen und Schädigungen *durch betriebsfrequente Beeinflussung* zu rechnen, doch befasst sich damit nur ein kleiner Kreis von Spezialisten, was ja wohl auch für andere Länder zutreffen dürfte. Aus diesem Grunde wurde der freie Meinungsaustausch mit einführenden Referaten unter 'Gleichgesinnten' gewählt. Ich darf wohl erwarten, dass Sie die Gelegenheit nützen und durch Fragen und Beiträge mithelfen, die noch vorhandenen Probleme einer Lösung entgegenzuführen.

Zur Beschränkung der betriebsfrequenten Beeinflussung bestehen in der Schweiz einstweilen keine Wegleitungen oder Vorschriften. Die Ausführungsbestimmungen der schweizerischen Elektrizitätsgesetzgebung, die sog. bundesrätlichen Verordnungen, enthalten lediglich die grundsätzliche Forderung, die Starkstromanlagen so zu erstellen, dass sie auf benachbarte Schwachstromanlagen eine möglichst geringe störende Fernwirkung ausüben. Sind Störungen nicht zu vermeiden, so haben sich die Inhaber der störenden und gestörten Anlagen über die zur Beschränkung der Störungen geeigneten Massnahmen zu verständigen. Praktisch spielt diese Grundsatzregelung so, dass sich die PTT mit den Betriebsinhabern der Starkstromanlagen berät, welche Massnahmen in jedem einzelnen Fall vorzukehren sind. Da in der Schweiz alle Hochspannungsanlagen vorlagepflichtig sind, erhält die PTT via Starkstrominspektorat – eine typisch schweizerische Institution des SEV – von allen Bauvorhaben Kenntnis. Bis vor kurzem hatten sich die EVU wenig um die Beeinflussung zu kümmern, gelang es doch *Herrn Hans Meister, Adjunkt der Abteilung Forschung und Versuche der PTT,* den ja viele unter Ihnen näher kannten, durch persönliche Kontakte stets allseits befriedigende Vereinbarungen zu treffen. Herr Meister ist am 11. Februar 1974 ganz unerwartet einem Herzversagen erlegen, so dass nun überraschend eine neue Situation entstanden ist. Immerhin scheint es einstweilen nicht nötig zu sein, eine Schiedsstelle zu schaffen.

Seit Jahren wurden die schweizerischen Fachleute in freundnachbarschaftlicher Weise zu den abwechslungsweise in Deutschland und in Österreich stattfindenden Tagungen eingeladen. Ich glaube feststellen zu dürfen, dass manche dort erhaltene Anregung hierzulande nutzbringend verwertet worden ist. Besonders wertvoll haben sich aber die persönlichen Kontakte ausgewirkt. Ich erinnere nur an die im Dreieck geführten Aussprachen über seriöse Wahrscheinlichkeitsüberlegungen bei der Gestaltung von Vorschriften und Richtlinien.

Vor einigen Jahren erhielt ich den Eindruck, dass die Probleme der betriebsfrequenten Beeinflussung abschliessend behandelt worden seien. Die Schiedsstellen wandten sich denn auch der Beeinflussung von Signal- und Fernmeldeeinrichtungen durch thyristorgesteuerte Lokomotiven zu. In dieser Sparte bestehen nach wie vor offene Fragen, die aber nicht an der gegenwärtigen Aussprache, sondern im Hauptteil der Tagung behandelt werden sollen. Wenn sich

heute gleichwohl ein Referent mit der Thyristorsteuerung befasst, so nur deshalb, um zu zeigen, dass sich die Interessenbereiche von Grund- und Oberwelle überschneiden.

Im eigentlichen Grundwellenbereich hat sich mit der Einführung elektronischer Rechenmaschinen wieder vermehrter Diskussionsstoff ergeben. Ausserdem führten sich verschiedene technische Neuerungen ein, über deren erste Erfahrung wohl allerhand Interessantes zu hören ist. Bekanntlich besteht in der Schweiz bezüglich der Sternpunktsbehandlung der Netze eine etwas andere Praxis als in unseren Nachbarländern. Im unteren Hochspannungsbereich findet man vorwiegend isolierte Netze, während vom 50-kV-Bereich an aufwärts die starre Nullpunktserdung vorherrscht. Es ergeben sich somit auch besondere Verhältnisse bezüglich der Beeinflussung. Vor einigen Jahren hat ein grosses schweizerisches EVU begonnen, ein 132-kV-Netz mit starrer Nullpunktserdung und reduzierter Isolation, also für eine höchste Betriebsspannung von 145 kV, auf Betonmasten aufzubauen. Mit Rücksicht auf die relativ hohe Zahl von Annäherungen an PTT-Anlagen, steht wiederum das Beeinflussungsproblem im Vordergrund. Da unter Umständen in absehbarer Zeit auch die Nullpunktserdung bei den im Ausland bekannten 110-kV-Netzen in Betracht gezogen werden muss, sollte das abschliessende Referat unseres schweizerischen Vertreters ebenfalls allgemeines Interesse finden.

Es würde mich freuen, wenn die heutige Tagung zu neuen Lösungen und Verfahren anregen, aber vor allem die kollegialen Verbindungen erneuern und vertiefen würde. In diesem Sinne erkläre ich die Aussprache als eröffnet.»

Die einzelnen Sachreferate beinhalteten folgendes:

1. Der Erwartungsfaktor bei der Beeinflussungsrechnung,
von Prof. dipl. Ing. Dr. Richard Muckenhuber,
Technische Hochschule, Graz

Bei der Beurteilung der Gefährdungsmöglichkeit muss nicht in allen Fällen mit einem Zusammentreffen aller ungünstigsten Voraussetzungen gerechnet werden. Vielfach lässt sich mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine Gefährdung ausschliessen. Es ist somit zwecklos, im deterministischen Sinn eine Beeinflussungsspannung unter Berücksichtigung aller extremen Grössen zu berechnen und mit der vorgeschriebenen Spannungsgrenze zu vergleichen, ohne auf die Wahrscheinlichkeit einzugehen. Vielmehr ist die unter ungünstigsten Voraussetzungen berechnete maximale Beeinflussungsspannung $U_{B\,max}$ mit einem Reduktionsfaktor zu multiplizieren, so dass sich folgende Beziehung ergibt:

$$U_{B(w)} = r_w\, U_{max} \leqq U_{B\,zul.}$$

Zur Bestimmung von r_w ist auf eine Häufigkeits-Verteilungskurve zurückzugreifen, die angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Spannungswert U_B überschritten wird.

Bei der elektrischen Beeinflussung wird zwischen Gefährdung und Störung und im weiteren bei der Gefährdung zwischen einer Personengefährdung und einer Materialgefährdung unterschieden. Dabei ist mit verschiedenen unabhängigen Teilwahrscheinlichkeiten, deren Produkt die Gesamtwahrscheinlichkeit W_B ergibt, zu rechnen, also:

$$W_B = W_1\, W_2\, W_3 \ldots W_x$$

Zur Ermittlung der Teilwahrscheinlichkeiten müssen nun verschiedene theoretische Betrachtungen angestellt und statistische Unterlagen berücksichtigt werden. Daraus resultierten Unterlagen, die in Form von Erwartungsfaktoren in den neuesten Vorschriftenentwürfen des VDE und des ÖVE Berücksichtigung fanden.

2. Berechnung und Messung der Schutzwirkung von Kompensationsleitern, von dipl. Ing. M. Illgen,
Fernmeldetechnisches Zentralamt, Darmstadt

Unter Kompensationsleitern versteht man die parallel zu einer beeinflussenden Starkstromleitung laufenden metallenen und mit Erde in Verbindung stehenden Konstruktionsteile, wie metallene Aussenmäntel von Kabeln, Wasser- und Gasleitungen, Eisenbahnschienen, Erdungsleiter usw. Diese Teile üben eine reduzierende Wirkung auf die Beeinflussungsspannung aus. Zur rechnerischen und messtechnischen Erfassung der Reduktionswirkung war eine sorgfältige Studie aller entsprechenden Spannungen und Ströme nötig. Dabei zeigte es sich, dass mit Rücksicht auf verschiedene unbekannte oder wenigstens schwer erfassbare Grössen ohne wesentliche Beeinträchtigung des Endergebnisses die Einführung vereinfachender Annahmen möglich ist. Man gelangt deshalb auch zu einem stark vereinfachten Ersatzschaltbild.

Auf Grund dieser Vorabklärungen wurden nun die Auswirkungen der verschiedenen Einflussgrössen näher untersucht. Es wird anhand von Beispielen gezeigt, wie man zu vertretbaren Reduktionsfaktoren gelangt. Die durchgeführte Untersuchung soll als Grundlage für eine neue Technische Empfehlung Nr. 8 der Schiedsstelle für Beeinflussungsfragen dienen. Sie stellt eine wertvolle Hilfe für die Beurteilung der Beeinflussungsprobleme dar, die sich durch die Verflechtung verschiedener Anlagen ergeben.

3. Die Verwendung von Kompensationsleitern zur Verminderung von Beeinflussungsspannungen,
von Dr. E. Hönninger, dipl. Ing., Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts AG, Graz

Zur Verminderung der Beeinflussung durch eine 110-kV-Kabelleitung zwischen zwei Umspannwerken bei Graz wurde ein Aluminiumseil mit einem Querschnitt von 300 mm² als Kompensationsleiter gemäss Fig. 1 gezogen. Nach Fertigstellung dieser Anlage überprüfte man die Wirkung des Kompensationsleiters, indem man die Ergebnisse einer umfangreichen Messung mit einer Rechnung verglich, die unter Zugrundelegung der tatsächlichen technischen Daten durchgeführt wurde. Die Messung ergab einen Reduktionsfaktor von 0,14; die Rechnung liess auf einen Reduktionsfaktor von 0,11 schliessen. Wird die reduzierende Wirkung des Kompensationsleiters nach der in VDE 0128, Teil 1/1973, angegebenen Methode ermittelt, so ergibt sich ein Reduktionsfaktor von 0,21 und unter Berücksichtigung der

Ein Sonderdruck dieser Aussprache ist zum Preise von Fr. 32.– beim Administrativen Sekretariat des SEV, Postfach, 8034 Zürich, erhältlich.

Un tirage à part de cette conférence peut être obtenu au Secrétariat administratif de l'ASE, case postale, 8034 Zürich, au prix de fr. 32.–.

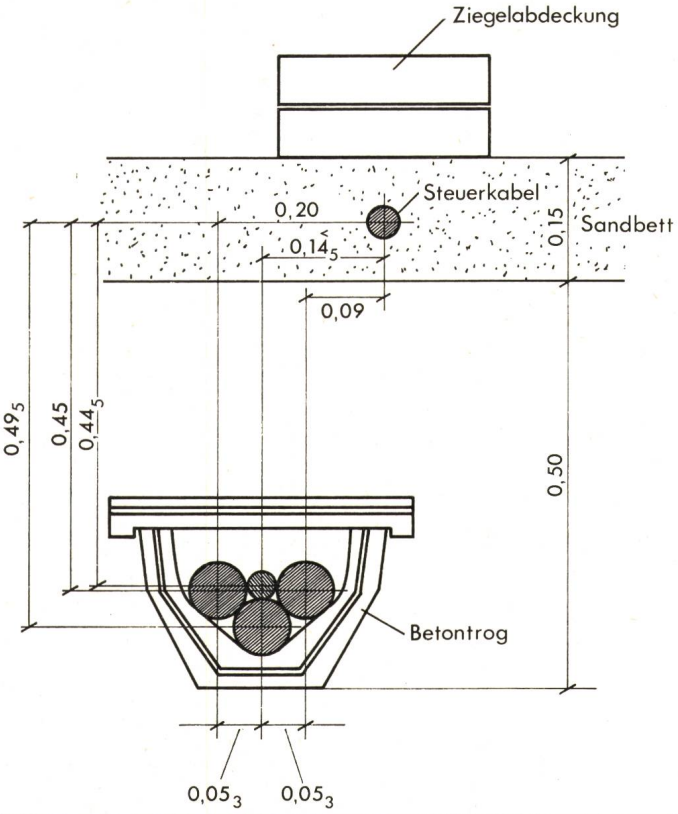

Fig. 1 Kabelgrabenquerschnitt

reduzierenden Wirkung des mitgeführten Steuerkabels ein solcher von 0,13.

Da, wie aus dem Referat von dipl. Ing. *Illgen* hervorgeht, gegenwärtig Berechnungs- und Messmethoden zur Erfassung der reduzierenden Wirkung von Kompensationsleitern zur Diskussion stehen, sind die vorstehenden Untersuchungen an einer bestehenden Anlage bedeutungsvoll.

4. Kritische Betrachtung der mit Hilfe elektronischer Rechenmaschinen ermittelten Koppelkapazitäten und Gegenüberstellung der errechneten Beeinflussungsgrössen mit praktischen Messwerten, von Dipl.-Ing. Leonhard Werner, Wiener Stadtwerke, Rechenzentrum, Wien

Als Einleitung wird ein Überblick über die physikalischen und mathematischen Grundlagen zur Bestimmung von Koppelkapazitäten zwischen Starkstrom- und Fernmeldefreileitungen vermittelt. Die Betrachtung beschränkt sich alsdann auf praktisch vorkommende Fälle, besonders im Hinblick auf verschiedene Betriebsarten der beiden Leitungsarten. Trotz der Beschränkung ergeben sich bei der Bestimmung der Koppelkapazitäten zahlreiche mögliche Parameter. Es war deshalb nötig, eine kritische Auswahl zu treffen und die Zahl der Parameter nach praktischen Gesichtspunkten zu reduzieren. Eine kurze Beschreibung des Rechenprogrammes sowie der dafür notwendigen Maschinenkonfiguration ermöglicht es, die Rechenzeit zu bewerten.

Die Wiedergabe der bisher in Österreich erhaltenen Rechenergebnisse erfolgt in Form von Grenzkurven, die für die Praxis verwertbar sind. Im übrigen werden die Mess- und Rechenergebnisse an einem praktischen Beeinflussungsfall einander gegenübergestellt und abschliessend die Folgerungen gezogen.

5. Die Beurteilung der Störwirkung der Thyristor-Steuerung von S-Bahn-Zügen auf Fernsprechverbindungen durch Hörversuche, von dipl. Ing. J. Schulz, Siemens AG, München

Bei Bahntriebfahrzeugen mit Thyristor-Steuerung entsteht in der Anfahrtphase ein Fahrleitungsstrom mit besonders grossem Oberwellengehalt, der eine entsprechend hohe Geräuschspannung in beeinflussten Fernsprechleitungen zur Folge hat. Während der Anfahrt besteht daher die erhöhte Gefahr, dass die für Dauergeräusche zugelassenen Grenzwerte überschritten werden.

Zur Klärung der Frage, ob für Geräuschspannungen dieses Typs in gewissen Prozentsätzen der Zeit höhere Grenzwerte als die für Dauergeräusche vorgeschriebenen zulässig sind, wurde ein Hörversuch durchgeführt. Mit Hilfe einer 5stufigen Qualitätsskala war die Wirkung von Thyristor-Geräuschen und zum Vergleich bandbegrenztem Rauschen auf die Sprachübertragungsqualität von simulierten Fernsprechverbindungen zu beurteilen. Die Ergebnisse zeigen, dass Thyristor-Dauergeräusche signifikant störender wirken als Rauschen. Die übliche Geräuschbewertung (A-Filter) reicht daher in diesem Falle nicht zu einer genauen Einschätzung der subjektiven Störwirkung der induzierten Fremdspannungen aus.

6. Das wirksam geerdete Hochspannungsnetz und damit zusammenhängende Beeinflussungsfragen,
von dipl. Ing. R. Burkhard, Bernische Kraftwerke AG, Bern

Es wird das im Aufbau begriffene 132-kV-Verteilnetz mit starr geerdetem Nullpunkt und mit reduzierter Isolation der Bernischen Kraftwerke (BKW) vorgestellt. Die Struktur dieses Netzes bringt es mit sich, dass relativ viele Parallelführungen mit Schwachstromleitungen entstehen. Es war deshalb erforderlich, die induktive Beeinflussung sorgfältig zu prüfen und gegebenenfalls geeignete Schutzmassnahmen vorzusehen. Nebst der Leiteranordnung auf den Masten – es handelt sich hier vornehmlich um Betonmasten – spielen die an die Nullpunkterdung und das Erdseil gestellten Anforderungen eine besondere Rolle. Zur Ermittlung der Erdrückströme ist ferner die Kenntnis der Phasenströme sehr wichtig. Der Höchstwert, der bei nahen Fehlern im Erdsystem von jedem Feld zurückfliessen kann, wird mit etwa 11 kA angegeben, wobei zum Erdsystem das Erdreich, das Erdseil und die dazwischenliegenden Masten gehören. Da mit relativ kleinen Reduktionsfaktoren gerechnet werden kann, verbleiben die induzierten Längsspannungen auf relativ kleinen Werten.

Abschliessend darf festgestellt werden, dass die Anwesenden den einzelnen Referaten mit grossem Interesse folgten. In der Diskussion zeichnete sich die Ansicht ab, es wäre möglich, mit etwas kleineren Erwartungsfaktoren als bis anhin zu rechnen.

Die Sammlung der Referate, die rechnerische Unterlagen und zahlreiche Kurvenblätter enthalten, kann beim administrativen Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Postfach, 8034 Zürich, zum *Preise von Fr. 32.–* bezogen werden.

Adresse des Autors:
E. Homberger, Oberingenieur, Eidg. Starkstrominspektorat, Seefeldstrasse 301, 8008 Zürich.