

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 20

Artikel: Zum Brand des Kurzwellensenders Schwarzenburg
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060885>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.04.2025

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

Zum Brand des Kurzwellen-Senders Schwarzenburg.

Mitteilung der Telegraphen- und Telephonabteilung der PTT, Bern.

621.396.712.0046

Es werden einige Betrachtungen allgemeiner Art mit Bezug auf die Feuergefährdung von HF-Anlagen angestellt. Einzelheiten vom Aufbau des Sender-Antennensystems Schwarzenburg werden mitgeteilt. Die Brandursache bleibt unabgeklärt. Der Wiederaufbau wird beschleunigt durchgeführt.

Après quelques considérations générales sur le danger d'incendie des installations à haute fréquence, l'auteur communique quelques détails de construction du système émetteur et de l'antenne de Schwarzenburg. La cause de l'incendie reste inconnue. La reconstruction se fait dans un rythme accéléré.

Der Brand der Sendehalle in Schwarzenburg wirft die Frage der grundsätzlichen Feuergefährdung von Hochfrequenzanlagen auf. Versucht man nach gleichen Gesichtspunkten wie bei gewöhnlichen Starkstrom- und Hochspannungsanlagen zu urteilen, so ergeben sich sofort prinzipielle Schwierigkeiten. Im einen Fall hat man es mit quasistationären Vorgängen, im andern Fall aber mit Vorgängen zu tun, bei denen die zeitliche Aenderungsgeschwindigkeit so gross ist, dass sie neben der Ausbreitungsgeschwindigkeit nicht mehr vernachlässigt werden darf. Physikalisch findet diese Tatsache ihren Ausdruck in der Kontinuitätsgleichung $\operatorname{div} i + \frac{dq}{dt} = 0$, welche zeitliche Aenderungen der Ladung mit räumlichen Aenderungen des Stromes verknüpft. Niederfrequenztechnisch rechnet man im allgemeinen einfach mit $\operatorname{div} i = 0$ und meint

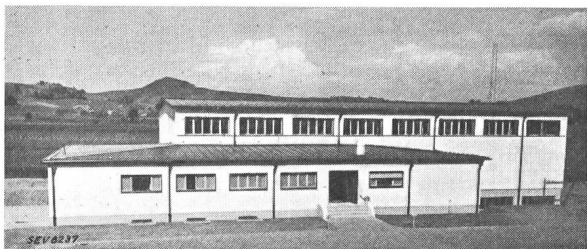


Fig. 1.
Kurzwellensender Schwarzenburg, Aussenansicht, vordere Front.

mit i den Leitungsstrom. Die Kontinuität, die aus den Feldgleichungen folgt, bezieht sich aber auf den sogenannten wahren Strom, der sich aus Leitungs- und Verschiebungsstrom zusammensetzt, jedoch ist der Verschiebungsstrom wegen der geringen Aenderungsgeschwindigkeit bei niedern Frequenzen so klein, dass seine Auswirkungen nicht mehr wahrnehmbar sind.

Anders bei Hochfrequenz. Hier sind es gerade die Verschiebungsströme, die Anlass zu so vielen eigenartigen, dem NF-Techniker ungewohnten Erscheinungen geben. Bestimmungen über die Sicherheit von HF-Anlagen gegen Personengefährdung und gegen Feuergefährdung werden deshalb von den Starkstromvorschriften erheblich abweichen und Artikel enthalten, die der NF-Starkstromtechnik fremd sind.

Hochfrequenzvorschriften, in deren Gebiet Sendehallen und Antennenanlagen, medizinische und HF-Apparate aller Art fallen, bestehen noch keine. In der Schweiz hat sich aber im Schosse des SEV das Fachkollegium 12 des Comité Electrotechnique

Suisse bereits Aufgaben in dieser Richtung vorgenommen.

Zum Brandunglück von Schwarzenburg, dem eine neue, in der Schweiz hergestellte Hochfrequenzanlage zum Opfer fiel, sind bis heute nur wenig sachliche Kommentare erschienen. Es ist nötig, nachdem die Untersuchungen vorläufig abgeschlossen sind, in dieser Beziehung einiges nachzuholen.

Die Tatsache, dass die Sendehalle, wo der Brandherd lag, vollständig abgebrannt ist, hat die Untersuchung sehr erschwert bzw. auf Anlageteile beschränkt, die indirekt am Entstehen des Feuers beteiligt sein konnten. Dies betrifft die ganze unversehrt gebliebene Hochspannungs-, Mutator-, Maschinen- und Pumpenanlage im Untergeschoss des Gebäudes. Man hat in diesen Anlageteilen keinerlei Anzeichen von aufgetretenen Kurzschlüssen finden können. Eine nächste Vermutung weist auf den Hochfrequenzteil, der beim Brand der Halle vernichtet wurde. Die Unmöglichkeit, in dieser Richtung konkrete Anhaltspunkte zu finden, hat leider den wildesten Hypothesen ein Feld geöffnet. So hat die Phantasie z. B. von glühenden Taschenmessern berichtet, welche die Kleider der Angestellten durchbrannten und zu Boden fielen; sogar auf den Spezial-Feuerlöschern selbst lastete der Verdacht der Brandstiftung, weil sie aus Eisen bestanden und dgl. mehr.

In der Tat lassen sich mit geeigneten Versuchsanordnungen durch Hochfrequenz überraschende Wirkungen demonstrieren. Hochfrequente elektrische und magnetische Felder wirken erhitzend auf Halbleiter und magnetisierbare Metalle. Im konzentrierten HF-Spulenfeld können z. B. an Holz Feuererscheinungen auftreten. Die diathermische Wirkung von Verschiebungsströmen, ein reiner Stromwärmeeffekt, wird zu Heilzwecken benutzt. Man kann auch Metallteile bei genügend grossen Feldgradienten «aufladen» und daraus Lichtbogen ziehen.

Gegen alle diese unter Umständen gefährlichen Erscheinungen gibt es wirksamen Schutz. Man hat einfach dafür zu sorgen, dass das fragliche Material der Feldwirkung nicht ausgesetzt ist, mit anderen Worten, man muss Streufelder beseitigen oder, wo solche unvermeidbar sind, durch wirksame Metallschirme abschliessen und dadurch unschädlich machen. Nicht nur aus feuerwehrtechnischen Gründen wird man in HF-Sendeanlagen alles in dieser Richtung tun, sondern auch deshalb, um Energieverluste zu vermeiden. Der etwas banale Vergleich mit einer Gasleitung drängt sich fast auf.

Besonders ausgeprägte Wirkungen sind an Metallteilen (mit meist linearer Erstreckung) festzustellen, wenn ihre Abmessung in bestimmtem Verhältnis zur erregenden Wellenlänge steht, d. h. im Resonanzfall. In dieser Hinsicht wurden in Schwarzenburg Massnahmen getroffen, die hauptsächlich die Vermeidung von kritischen Längen zum Ziele hatten.

Eine Skizzierung des prinzipiellen Zusammenbaus der Anlage Schwarzenburg, wenigstens was die HF-Leitungsführung betrifft, mag von Interesse sein. Vorauszuschicken ist, dass beim Neubau dieselben Verhältnisse, die sich hochfrequenztechnisch als einwandfrei erwiesen haben, wieder hergestellt werden. Die Sendeenergie wird mittels einer konzentrischen Rohrleitung von der Ausgangsstufe auf das sog. Transformatorpodest geführt. Dort erfolgt über Resonanztransformatoren die Impedanzanpassung der Rohrleitung an die Zweidrahtenergieleitungen, welche ihrerseits zu den Richtstrahlern hinausführen. Die Kopplungsstelle wurde HF-technisch sehr sorgfältig durchstudiert, da hier Streufelder entstehen können. Es ist z. B. bekannt, dass die Enden von Rohrleitungen starke Streufelder erzeugen. (Der Rohrdurchmesser beträgt ca. 13 cm.) Die Strahlung solcher Enden ist von Schelkunoff berechnet worden¹⁾.

Bei den ersten Sendeversuchen vom vergangenen Mai zeigten sich an diesen Gestellen wegen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes lokale Erwärmungen als Folge direkter Feldwirkung im Bereich einer Transformatorspule, bzw. eines Rohrendes. Die Erwärmung leitete einen Austrocknungsvorgang ein, nach dessen Ablauf am Holz keinerlei Feldwirkung mehr zu beobachten war. Die anschliessenden Zweidrahtleitungen ergeben wegen der grösseren Impedanz entsprechend grössere Spannungen; sie erlauben andererseits eine genaue Kontrolle der Energiefortleitung. Gestörte Energiefortleitung kann schädliche Distanzwirkungen zur Folge haben.

Den Abschluss dieser Leitungen bilden die Richtstrahler, deren Eingangswiderstand dem Wellenwiderstand der zuführenden Leitung entspricht. Dadurch fallen Anpassungsglieder weg. Der spätere Ersatz der Leitungen durch Kabel ist vorgesehen.

Normalerweise führen die Antennenzuleitungen rein forstschreitende Wellen und ihre Berechnung erfolgt nach bekannten Regeln. Die Distanzierung der Leitungsdrähte bedingt einen, allerdings vernachlässigbar geringen, Strahlungsverlust. Für eine Kupferdrahtleitung von 30 cm Drahtdistanz bei 5,0 mm Drahtdurchmesser errechnet sich andererseits bei $f=20$ MHz ($\lambda=15$ m) aus dem ohmschen Verlust eine kilometrische Dämpfung von 0,13 Neper.

Zweierlei Arten von Uebertragungsstörungen können an HF-Energieleitungen auftreten:

a) unrichtiger Abschluss hat stehende Wellen zur Folge,

b) elektrische Unsymmetrie der Drähte gegen Erde, ungleiche Ströme in den beiden Leitern mit erhöhten Strahlungsverlusten.

Die Leitungs- und Antennenanordnung in Schwarzenburg gestattet die Strommessung und damit die Kontrolle der richtigen Energiefortleitung an einer Anzahl von über das ganze System verteilten Punkten.

Bei der versuchsweisen Inbetriebnahme der Anlage im Mai ergaben sich erwartungsgemäss beiderlei Arten von Störungen. Durch systematische Versuche konnten in der Folge die stehenden Wellen überhaupt, die Unsymmetrien bis auf einen unbedeutenden Restbetrag beseitigt werden.

Auftretende äussere Einflüsse können an einer normal arbeitenden Anlage Störungen hervorrufen. Solche nimmt der überwachende Beamte aus den Instrumentanzeigen sofort wahr.

Zu den Kontrollpflichten der Ueberwachung nach Emissionsschluss gehört u. a. die sorgfältige Ueberprüfung aller in der gefährdeten Zone (im vorliegenden Fall also hauptsächlich das Transformatorpodest und die Antennenzuleitung) gelegenen Anlagenteile. Diese Kontrolle wurde auch in der kritischen Nacht ausgeführt und ergab keinerlei abnormale Feststellungen.



Fig. 2.
Brand des Kurzwellensenders Schwarzenburg.
Gesamtansicht. 6. Juli 1939.

Wenn man noch bedenkt, dass während der Vorversuche im Mai absichtlich grosse elektrische Unsymmetrien über längere Zeit bei voller Leistung auf dem Ausgangssystem zur Beobachtung des allgemeinen Verhaltens der Anlage belassen wurden, so hält es schwer, einen Zusammenhang solcher Wirkungen mit der Brandursache anzunehmen, um so mehr, als der augenscheinliche Brandherd jedenfalls nicht auf dem Weg der Energieausführung, d. h. in der am ehesten gefährdeten Zone lag und überdies die Anlage sich bei dieser Probesendung in normalem Zustand befand.

Die Brandursache bleibt unabgeklärt. Mit Sicherheit darf aber, wenn man von der unwahrscheinlichen Annahme eines Sabotageaktes absehen will, behauptet werden, dass das Zusammentreffen von ausserordentlichen Umständen mitgespielt hat. Vielleicht ist das den Probesendungen kurz vorausge-

¹⁾ BSTJ Bd. XV (1936): «Some equivalence theorems of electromagnetics and their application to radiation problems.»

gangene heftige Gewitter mitbeteiligt. Tatsache ist z. B., dass die beim Austritt der Energieleitungen aus dem Gebäude angebrachten Hörnerableiter ständig angesprochen haben, worauf durch den anwesenden Techniker die Horndistanz verändert werden musste.

Im Zeitpunkt des Brandes waren von den 6 Strahlrichtungen erst 3 im Versuchsbetrieb und vom ganzen Wellenkomplex (die Anlage benützt für Rundspruch und Telephonie je ca. 8 Wellen) waren ebenfalls erst 3 Wellen benützt.

Die Holzkonstruktion der Sendehalle hat nach dem Brande viel Anlass zur Kritik gegeben. Die eidg. Baubehörden entschlossen sich seinerzeit für die Trockenbauweise einerseits wegen der kürzeren Bauzeit, anderseits um den Ansprüchen der heimischen Bauholzindustrie Rechnung zu tragen.

Grundsätzlich gab die Feuergefährlichkeit der Holzhalle, eine Eigenschaft jedes Holzbaues, Anlass zu vielen Erörterungen unter den am Bau beteilig-

ten Organen. Insbesondere wurde die Ansicht der Lizenzgeberin, einer Firma, die einen grossen Teil der heute in Betrieb befindlichen KW-Sendeanlagen auf der ganzen Welt erstellt hat, eingeholt, worauf man erst, nachdem von dieser Seite keine grundsätzlichen HF-technischen Bedenken geäussert wurden, an die definitive bauliche Ausführung schritt. Empfehlungen der Lizenzgeberin zur Vermeidung von HF-Einflüssen wurden weitgehend berücksichtigt.

An Löschmaterial standen 9 Spezialfeuerlöscher zur Verfügung, mit denen ein Lokalbrand in Anlageteilen leicht hätte gemeistert werden können.

Eine Hydrantenanlage war ungünstiger Wasserhältnisse wegen in der Gegend nicht erstellt worden.

Heute ist die Halle bereits wieder unter Dach und in den Werkstätten sind neue Sendeeinheiten im Werden begriffen. Nach Neujahr ist wieder mit der Aufnahme von Probesendungen zu rechnen.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die Elektrifizierung der Staatsbahnstrecke Paris-Le Mans.

621.331 : 625.1(44)

1. Baukosten und Materiallieferungen.

Der Beschluss, eine der Hauptverkehrsadern nach der Bretagne, die 211 km lange Staatsbahnstrecke von Paris nach Le Mans, zu elektrifizieren, wurde im November 1934 gefasst und sollte vor allem der Arbeitsbeschaffung dienen. Die bei der Projektierung durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen hatten ergeben, dass der elektrische Betrieb unter Berücksichtigung der Kapitalkosten eher ein wenig teurer zu stehen käme als der bisherige Dampftrieb. Nachdem dann aber für die Ausführung das Kapital inklusive Amortisationsquote für eine Amortisationsdauer von 44 bis 50 Jahren von der Staatskasse zu 5,7 % statt wie im Projekt vorgesehen zu 6,75 % zur Verfügung gestellt wurde, kamen Dampf- und elektrischer Betrieb rechnungsmässig gleich teuer. Seit her sind die Kohlenpreise in Frankreich stärker gestiegen als die Preise für elektrische Energie, so dass nun praktisch der elektrische Betrieb, abgesehen von den vielen zahlenmässig nicht erfassbaren Vorteilen, auch rechnungsmässig günstiger ist. Die Elektrifizierung der im Mai 1937 in Betrieb gesetzten Linie kostete 403 Millionen frz. Fr., wovon 228 Millionen auf die ortsfesten Anlagen und 175 Millionen auf das Rollmaterial entfallen. Es soll bei dieser Gelegenheit auch erwähnt werden, dass die Staatsbahnen als Auftraggeber nicht mit den einzelnen Lieferfirmen, sondern mit dem «Office pour le Développement de la Traction électrique en France», der Zentralstelle aller französischen Lieferanten für Bahnelektrifizierung, verhandeln mussten. Der bis dahin wenigstens scheinbar aufrecht erhaltene freie Wettbewerb war ganz verschwunden. Die Zentralstelle setzte die Preise fest und verteilte die Lieferungen auf die einzelnen Verbandsmitglieder. Im Interesse grösstmöglicher Einheitlichkeit des Materials wurde allerdings unter dem Drucke der Bahnverwaltung die Lieferung der Hauptteile (mech. und elektr. Teil der Fahrzeuge, Hauptausrüstung der Unterwerke) auf wenige führende Firmen beschränkt und die übrigen Verbandsmitglieder mussten sich mit der Lieferung der immerhin zahlreichen Zubehöerteile begnügen.

2. Energieversorgung und Unterwerke.

Die Elektrifizierung wurde nach dem französischen Normalsystem, also 1500 V Gleichstrom, durchgeführt. Verschiedene Stationen der Linie liegen in der Nähe von Hochspannungsleitungen des französischen Landesnetzes. Die Energielieferung erfolgt bis zu den Einführungen der Gleichrichterwerke durch die Inter-Paris (Société parisienne d'Interconnexions électriques, vgl. Bull. SEV 1937, S. 431). Ins-

gesamt sind für die Energielieferung an die Fahrleitungen 13 Gleichrichterwerke vorhanden, die die Drehstromenergie je nach der Spannung der benachbarten Fernleitung mit einer Spannung von 15, 30, 60 oder 90 kV erhalten. Jedes Unterwerk kann auf der Drehstromseite von zwei Seiten gespeist werden. Die Unterwerke haben einen mittleren Abstand von 17,8 km. In jedem Unterwerk stehen zwei Mutatoren, von denen normalerweise der eine als Reserve dient. Die Schaltanlagen für Drehstrom inklusive die Transformatoren sind durchweg als Freiluftanlagen ausgeführt, während die Mutatoren und die Gleichstromschaltanlagen für 1500 Volt in einem Gebäude untergebracht sind. Als Neuerung im Bahnbetriebe wurde bei allen Unterwerken die *Spannungsregulierung in Abhängigkeit von der Belastung* mit Hilfe der Gittersteuerung eingeführt. Die Gittersteuerung wird ebenfalls für die Abschaltung von Kurzschlüssen verwendet. Eine andere wesentliche Neuerung ist die *vollständige Fernsteuerung sämtlicher Unterwerke* der Bahnlinie durch eine Lastverteilerstelle in Paris. Bisher waren bei Vollbahnen die Gleichrichterstationen meist halbautomatisch, d. h. es war wohl noch ein Schaltwärter für die Ueberwachung und Störungsbehebung anwesend, aber gewisse häufige Schaltmanöver, wie Inbetriebnahme eines zweiten Mutators bei starker Lasterhöhung oder die Erdschlussprüfung nach Abschaltungen und das nachfolgende Wiedereinschalten bei befriedigendem Isolationszustande der Strecke, wurden bereits vollautomatisch ausgeführt. Ausserordentliche Schaltungen hingegen, wie Abschaltungen einzelner Fahrleitungsteile bei vorübergehendem einspurigem Betriebe oder bei Störungen oder Revisionen an der Fahrleitung wurden von dem sonst nur noch schwach beschäftigten Schaltwärter vorgenommen. Auf der Strecke Paris-Le Mans wurden nun alle 13 Unterwerke durch die Lastverteilerstelle in Paris mit Hilfe einer aus den Schaltelementen der automatischen Telephonie aufgebauten Fernsteuerung vollständig geleitet. Der Beamte der Lastverteilerstelle hat vor sich ein grosses Steuerschema der ganzen Anlage und führt mit der Fernsteuerung je nach den Erfordernissen des Betriebes nach vorhergehender Verständigung mit dem Bahnbetriebsbureau und den Bureaus für Hochspannungsleitungen und Fahrleitungsunterhalt sämtliche Schaltungen durch, die vorher durch die Wärter der Unterwerke von Hand besorgt wurden, wie z. B. Umschaltung eines Unterwerkes auf die andere Hochspannungsleitung oder vorübergehende Abschaltung eines bestimmten Fahrleitungsabschnittes. Die Ausführung einer Schaltung wird sofort an die Zentralstelle rückgemeldet. In dem längs der Bahnlinie neu verlegten Signal- und Fernmeldekabel sind pro Unterwerk nur zwei Drähte für die Fernsteuerung und zwei Drähte für die Fernmessung vorhanden. Die gesamte