

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band:	3 (1912)
Heft:	7
Rubrik:	Mitteilungen SEV

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: 16.02.2026

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

Miscellanea.

Inbetriebsetzung von schweizerischen Starkstromanlagen. (Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S. E. V.) In der Zeit vom 20. Mai bis 20. Juni 1912 sind dem Starkstrominspektorat folgende wichtigere neue Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden.

Hochspannungsfreileitungen.

Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau, Arbon. Leitung nach Hagenwil, Drehstrom, 5000 Volt, 50 Perioden.

Kraftwerke Beznau-Löntsch, Baden. Leitungen nach Bernhardsried, Arni, Islisberg, Braunau (Thurgau) und nach Oberwil bei Bremgarten, Drehstrom, 8000 Volt, 50 Perioden.

Bernische Kraftwerke A. G. Bern. Leitung zur Transformatorenstation hinter der Kindermehlfabrik in Belp, Drehstrom, 16000 Volt, 40 Per. Leitung zur Bern-Zollikofen-Bahn in der Tiefenau, Steinibach, Drehstrom, 16000 Volt, 40 Perioden.

Bernische Kraftwerke A.-G. Biel. Zuleitung zur Transformatorenstation für das Arbeiterheim, „Tannenhof“ bei Gampelen, Drehstrom, 16000 Volt, 40 Perioden.

Elektrizitätswerk Lonza A.-G. Basel. Leitung zur Stangentransformatorenstation in Stalden (Wallis), Einphasenstrom, 15000 Volt, 25 Per.

A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal. Leitung zur Transformatorenstation II in Önsingen, Drehstrom, 8000 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk Rathausen, Luzern. Leitungen nach Buchs und Uffikon, Drehstrom, 11000 Volt, 42 Perioden.

Elektra Baselland, Liestal. Leitung Frenkendorf-Bad Schauenburg, Drehstrom, 6800 Volt, 50 Perioden.

Società Elettrica Locarnese, Locarno. Leitung zur Transformatorenstation Monti della Trinità, Locarno, Drehstrom, 6000 Volt, 50 Perioden.

Melchior Zopfi, Kalkwerk, Schwanden (Glarus). Leitung zum Kalkwerk in Netstal, Drehstrom, 2000 Volt, 50 Perioden.

Commune de Sion, Sion. Ligne à haute tension partant de la Brasserie Hofer et aboutissant au poteau No. 8 de la ligne Sion-Conthey-Vétroz, courant triphasé 8000 volts, 50 pér.

Genossenschafts-Elektrizitätswerk, Sirnach. Leitung zur neuen Transformatorenstation in Sirnach, Drehstrom, 8000 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk des Kantons, St. Gallen. Leitung für Lenggenwil-Zuckenriet, Drehstrom, 10000 Volt, 50 Perioden. Zuleitung zum Pumpwerk „Teufen“ beim Sommerhaus, Drehstrom,

10000 Volt, 50 Perioden. Leitung zwischen Krummacker und Zentrale Bazenheid, Drehstrom 10000 Volt, 50 Perioden. Leitung zur Transformatorenstation Brauerei Lochers Erben in Oberegg, Drehstrom, 10000 Volt, 50 Per. *Société de l'Usine des Clées, Yverdon.* Ligne à haute tension à la station transformatrice au Mont-Riant (Commune d'Yverdon), courant triphasé, 5000 volts, 50 périodes.

Transformatoren- und Schaltstationen.

Kraftwerke Beznau-Löntsch, Baden. Station in Oberwil (Aargau).

Elektrizitätswerk Basel, Basel. Schaltkiosk an der Margarethenstraße, Basel. Station Floretspinnerei B. de B. Stähelin & Cie. in St. Jakob. Regler- und Transformatorenstation Dreispitz, an der Reinacherstraße, Basel. Überführungsstation in Augst.

Bernische Kraftwerke A.-G. Bern. Station in Belp.

Bernische Kraftwerke A.-G. Biel. Stat. „Tannenhof“ bei Gampelen.

Elektrizitätsgenossenschaft Bernhardsried (Thurgau). Station in Bernhardsried (Thurgau).

Elektrizitätswerke Davos A.-G. Davos-Platz. Stationen Belvedere, Heierle, Crestalta, National, Ruheleben.

Licht- und Wasserwerke Interlaken. Stangentransformatorenstation und Blitzschutzkasten an der Rügenstraße in Matten.

Società Elettrica Locarnese, Locarno. Stangentransformatorenstation in Monti della Trinità (Roccolo Zezi).

Elektrizitätswerk Rathausen, Luzern. Station für die S. A. de Filatures de Schappe, Emmenbrücke. Station in Buchs (Luzern). Station in Uffikon.

Elektrizitätswerk der Stadt Luzern. Stationen in der Himmelreichmatte, Luzern.

Melchior Zopfi, Netstal. Station im Kalkwerk in Netstal.

Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel. Station de distribution à l'Ecluse.

Elektrizitätswerk Oltén-Aarburg, Olten. Schalt- und Transformatorenstation im „Steinacker“ in Olten.

Licht- und Wasserwerke, Seebach. Station bei der Krone in Seebach.

Elektrizitätswerk des Kantons, St. Gallen. Station Geretswil. Stangentransformatorenstation in Ötwil. Stangentransformatorenstation in Bumberg (Bez. Kirchberg). Station in Zuckenriet. Station Oberegg.

Elektra Stetten, Stetten (Aargau). Station Stetten.

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Wädenswil. Station in der Au bei Wädenswil.

Société de l'Usine des Clées, Yverdon. Station transformatrice sur poteaux Mont-Riant, Yverdon.

Niederspannungsnetze.

Städtisches Elektrizitätswerk, Aarau. Netz im Quellhölzli (Gemeinde Rohr), Einphasenstrom, 2×120 Volt, 38 Perioden.

Elektra Arni-Islisberg, Arni-Islisberg. Netz in Islisberg, Drehstrom, 250/145 Volt, 50 Per.

Bernische Kraftwerke A.-G. Biel. Netz für das Arbeiterheim „Tannenhof“ bei Gampelen, Einphasenstrom, 2×125 Volt, und Drehstrom, 3×250 Volt, 40 Perioden.

Elektra Hagenwil, Hagenwil bei Amriswil. Netz in Hagenwil bei Amriswil, Drehstrom, 250/145 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk Rathausen, Luzern. Netz in Buchs (Luzern), Drehstrom, 3×145 Volt, 42 Per. Netz in Uffikon bei Dagmersellen, Drehstrom, $3 (2 \times 145$ Volt), 42 Per.

Elektrizitätswerk der Stadt Luzern. Netz an der Bruchmattstraße in Luzern, Einphasenstrom, 2×135 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätskorporation Scherzingen-Münsterlingen. Netz in Münsterlingen (Thurgau), Drehstrom, 250/144 Volt, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk des Kantons St. Gallen. Netze Rieslen und Freudenberg (Roßreute). Netz in Roßrüti, Drehstrom, 500/250/145 Volt, 50 Per. Netz in Zuckenriet, Drehstrom, 250/145 Volt, 50 Per. Netz in Lenggenwil, Drehstrom, 250/145 Volt, 50 Perioden.

Communications des Organes de l'Association.

Protokoll
der
Diskussions-Versammlung
des
Schweizerischen Elektrotechnischen
Vereins
Sonntag den 14. April 1912
im
Bernullianum in Basel.

Traktanden:

1. Vortrag des Herrn Direktor *H. César*: Mitteilungen betreffend den Überspannungsschutz im Elektrizitätswerk Wangen.
2. Vortrag des Herrn Direktor *H. Maurer*: Die wirtschaftliche Entwicklung der Elektrizitätswerke unter Berücksichtigung rationeller Ausnützung der Wasserkräfte.
3. Vortrag des Herrn Ingenieur *K. P. Täuber*: Das Moorelicht, mit Vorführung einer Anlage.

Anwesend sind etwa 100 Mitglieder, meistens solche des Verbandes Schweizerischer Elektrotechniker.

Der Präsident Herr Ing. *K. P. Täuber* eröffnet die Versammlung. Er erblickt in dem, trotz der etwas verspäteten Einladung, zahlreichen Besuch einen Beweis dafür, dass diese Diskussions-

Versammlungen den beabsichtigten Zweck der gegenseitigen Aussprache über gemeinsame Interessenfragen erfüllen. Er bedauert, dass bei den Mitgliedern immer noch eine gewisse Zurückhaltung vorhanden zu sein scheint, an diesen Versammlungen über gewisse Thematik zu referieren. Auch für die Spalten des Bulletin fliessen die Beiträge recht spärlich. Er hofft für die Zukunft auf regere Mitarbeit in beiden Beziehungen.

Kurze Auszüge aus den Vorträgen, die heute gehalten werden, sind gedruckt dem Einladungsbulletin beigelegt worden in der Meinung, dadurch die Beteiligung an der Diskussion zu erleichtern und diese fruchtreicher zu gestalten.

Herr Täuber verdankt noch der Bernullianum-Kommission die Liebenswürdigkeit, mit der sie dem Verein den Hörsaal zur Verfügung gestellt hat und erteilt das Wort Herrn Direktor *César* zu seinem Vortrage.

1. Vortrag über den Überspannungsschutz im Elektrizitätswerk Wangen.¹⁾ Der Präsident dankt dem Vortragenden für seine Ausführungen und eröffnet die Diskussion.

Herr Schenker, Kraftwerke Beznau-Löntsch, will im Anschluss an die Ausführungen über das Elektrizitätswerk Wangen kurz diejenigen der Werke Beznau-Löntsch angeben. Er führt aus:

¹⁾ Siehe Seite 161 dieser Nummer.

Die Einrichtungen dieses Werkes, die zum Teil schon ein Jahrzehnt bestehen, haben im Laufe der Jahre viele Veränderungen durchgemacht. Es würde zu weit führen, auf dieselben einzutreten. Es soll nur das jetzt Bestehende behandelt werden. Beznau-Löntsch hat bekanntlich zwei Werke, das eine ein Niederdruckwerk an der Aare (Beznau), das andere das Hochdruckwerk Löntsch, das vom Klöntalersee gespeist wird. Die Verteilung der elektrischen Energie von diesen beiden Werken aus, geschieht unter Spannungen von 8000, 25000 und 45000 Volt in Dreiphasenstrom. In den Transformatorenstationen von 8000 Volt sind als Blitzschutz Siemens-Hörner mit 6 mm Horndistanz eingebaut. Die Erdleitungen enthalten Widerstände, bestehend aus einer in einem senkrecht stehenden Steingut- oder Porzellanrohr eingebrachten Kiesfüllung mit einer Lösung von Wasser und Glyzerin mit dem spezifischen Gewicht der Mischung von 1,13. Einige Siemenshörner sind im Freien angebracht und auf eine Horndistanz von 8 mm eingestellt.

Für 25 bis 27000 Volt Spannung werden ebenfalls Siemens-Hörner verwendet mit 26 bis 28 mm Horndistanz, wenn die betreffenden Apparate regelmäßig bedient werden können, andernfalls beträgt die Horndistanz 30 bis 32 mm. Die Erdwiderstände sind hier Steingutwannen mit Elektroden in einer Distanz von 1 m in der oben beschriebenen Lösung. Es werden pro Feeder 4 Trogwiderstände verwendet, nämlich je einer pro Leiter und einer in der gemeinschaftlichen Erdleitung. Auf diese Weise hat eine Entladung zur Erde zwei Widerstände zu passieren, dasselbe ist der Fall für einen Spannungsausgleich von Leiter zu Leiter. Der Widerstand beträgt in beiden Fällen 4500 bis 6000 Ohm. Zum Teil wurde bei der gleichen Disposition der Trogwiderstände ein Grob- und Feinschutz eingerichtet, wobei der erforderliche geringere Widerstand für den Grobschutz durch die Einschaltung einer weiten Elektrode in je einer der 3 Tröge erreicht wurde.

Für die Spannung von 45000 Volt wurde in einer provisorischen Anlage die ganz gleiche Anordnung, wie die unter 25000 Volt beschriebene, angewendet, mit dem Unterschied jedoch, dass jeweilen statt ein Trogwiderstand, deren zwei in Serie geschaltet waren.

Die Siemens-Blitzschutzhörner in Verwendung mit Widerständen haben den Kraftwerken Beznau-Löntsch bei der Spannung von 8000 Volt keine besonderen Schwierigkeiten bereitet. Bei 45000 Volt waren anfänglich die ohmschen

Widerstände zu gering und ergaben sich daraus statt eines Schutzes eher Störungen, welche nahezu beseitigt wurden, nachdem der ohmsche Widerstand auf $4\frac{1}{2}$ bis 6 Tausend Ohm gebracht wurde.

Die Kraftwerke haben auch elektrolytische Blitzschutzapparate verschiedener Provenienz in Verwendung. Diesen Widerständen ist bekanntlich immer ein Siemens'sches Horn vorgeschaltet. Die Disposition der elektrolytischen Widerstandstöpfe selbst ist die ganz gleiche wie bei den Siemenshörnern mit ohmschen Widerständen, d. h. es sind für 27000 Volt 4 Töpfe so geschaltet, dass jede Entladung zur Erde oder von Leiter zu Leiter je 2 Töpfe zu passieren hat. Die elektrolytischen Apparate bedürfen einer zeitweisen Formierung und werden in diesem Falle durch eingebaute Schalter oder Trennmesser so geschaltet, dass zwei Töpfe in Serie zwischen zwei Leitern in die Leitungsspannung eingeschaltet werden. Die Formierung geschieht täglich einmal und beträgt die beobachtete Formierungsstromstärke bei 27000 Volt 3 bis 4 Amp. Die Westinghouse-Apparate sind für diese Spannung auf 22 bis 24 mm, die A. E. G.-Apparate auf 22 mm Horndistanz eingestellt. Die Vorschrift für letztere lautet auf eine bedeutend grössere Entfernung.

In den Zentralen und in allen Unterzentralen, in welchen Wasser zur Verfügung steht, sind zur Ableitung statischer Ladungen Wasserstrahlerder in der Regel an die Sammelschienen angeschlossen. Sie konsumieren bei 27000 Volt etwa 0,3 Ampère; ihr Widerstand beträgt mithin etwa 50000 Ohm.

Als weiteres Mittel zur Abführung statischer Ladungen sind zu nennen die Erdung des Nullpunktes der Hochvoltseite der Transformatoren in beiden Werken durch Wasserwiderstände mit durchfließendem Wasser. Der Widerstand beträgt mindestens 500 Ohm.

Mit sehr gutem Erfolge wurden ferner Kondensatoren in Zentralen und Unterzentralen, sowie die Transformatorenstation bei 8000 und 25000 Volt Spannung angewendet. Für das Löntschwerk ist eine solche Anlage für 45000 Volt in Arbeit begriffen. Die Kondensatoren haben auch bei Durchschlag der Röhren zu keinen Störungen Anlaß gegeben. Die Unterhaltungskosten betragen pro Feeder etwa Fr. 40. —, wobei zu berücksichtigen ist, dass mehrmals nachweisbar direkte Blitzschläge eintraten.

Wurzapparate haben zweimal arge Störungen bewirkt. Seitdem solche aber mit Widerständen in Reihe geschaltet wurden und seitdem für

Staubfreiheit der Rollen peinlichst Sorge getragen wird, geben dieselben zu keinen Klagen mehr Anlaß.

Die Erfahrungen der Kraftwerke Beznau-Löntsch berechtigen dieselben zu der Annahme, dass funkenlose Blitzschutzapparate eher befreien sind, zuverlässigen Schutz zu bieten und ohne zu Störungen Anlaß zu geben als Apparate mit Funkenstrecken.

Herr Schenker macht noch darauf aufmerksam, daß es sich als zweckmäßig gezeigt hat, zur Gewitterzeit das automatische Nachregulieren der Turbinenregulatoren auf die normale Tourenzahl künstlich etwas zu beschränken, damit bei Entladungen der Blitzschutzapparate die Spannung etwas abfällt, statt genau auf der gleichen Höhe erhalten zu bleiben. Auf diese Weise wird die Dauer der Entladungen herabgemindert und es verlaufen solche glatt und störungsfrei.

Dr. Tissot berichtet, daß nach seinen Erfahrungen bei Spannung von 10 000 und 20 000 Volt die Kondensatoren sich als zuverlässige Schutzapparate bewährt haben. Auch die Unterhaltungskosten halten sich in normalen Grenzen in Anlagen mit 10 000 und 20 000 Volt (weniger als 3% der Anlagekosten), während in einer Anlage mit 37 000 Volt die Unterhaltungskosten infolge des Zersplitters der Glasröhren bedeutend höher sind. Es scheint dies nach Aussage der Firma auf eine schlechte Lieferung von Glasröhren zurückzuführen zu sein, so daß anzunehmen ist, dass auch für 35 bis 40 000 Volt die Unterhaltungskosten sich auf niedrigere Werte reduzieren lassen.

Herr Direktor Ringwald will nicht als Präsident der Kommission für Ueberspannungsschutz sprechen, sondern nur seine persönliche Meinung über die bisher gefallenen Aeußerungen zur Kenntnis bringen. Er hätte von Herrn Direktor César zunächst gerne gehört, welche Störungen hauptsächlich das Elektrizitätswerk Wangen zu einer Ergänzung seines Hochspannungsschutzes veranlassen. Es wäre interessant gewesen, auf Grund dieser Erscheinungen die Anlagen des Wangnerwerkes heute einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Ohne diese Anhaltspunkte ist es nicht leicht, sich über die Zweckmässigkeit der vorhandenen Einrichtungen auszusprechen. Die Vermehrung von Hörnerblitzschutzapparaten ist mit aller Vorsicht zu betreiben, denn jeder Apparat wird oft statt Schutz zu bieten, Ursache von Störungen. Letzteres namentlich dann, wenn der Unterhalt und die Bedienung nur im Geringsten zu wünschen übrig lassen. Das Gutachten, von dem Herr Direktor

César gesprochen hat, und welches den weiteren Einbau von weiteren Blitzschutzapparaten für den Dreieckschutz vorsieht, muss von diesem Gesichtspunkt aus sorgfältig geprüft werden. Dasselbe scheint nicht genügend die Ursache der bisherigen Störungen zu berücksichtigen. Herr Direktor Ringwald ist der Meinung, dass es für die Schaffung eines guten Ueberspannungsschutzes, ebenso wichtig oder wichtiger ist, die konstruktive Ausgestaltung der Anlagen aufs Sorgfältigste durchzuführen als den Einbau von allen möglichen Blitzschutz- und Ueberspannungssapparaten vorzunehmen. Vor allem aus müssen die empfindlichen Anlageteile, in Bezug auf Dimensionierung und Distanzierung auf das Sorgfältigste bemessen werden, und es ist auf einen fortlaufend äußerst sorgfältigen Unterhalt zu achten. Die eigentlichen Blitzschutzapparate, die Erdleitungen, die Freileitungsschalter sind auf das kleinst mögliche Mass zu beschränken. Das gleiche gilt auch von den Schutzdrähten über der Leitung. Herr Ringwald führt ein interessantes Beispiel an, wo in einer Hochspannungsübertragungsanlage bei 6 verlegten Leitungen die zwei obersten zunächst nur als Spannungsdrähte verwendet wurden, während die darunter gelegenen unter Strom standen. Die oberen erhielten sehr oft Ueberspannungen. Von dem Moment an jedoch, da diese beiden obersten Drähte auch unter Strom gesetzt wurden, hörten die Erscheinungen auf. Daraus wurde dann gefolgt, dass die vorherigen Entladungen nicht einzig auf die höhere Lage der beiden Drähte zurückzuführen waren. Es ist also durchaus nicht sicher, dass immer die obersten Drähte die Blitzfänger sind; anderseits aber bilden die zahlreichen Erdungen einer solchen Blitzleitung eine ganz bedeutende Verschlechterung der Isolation und sind ohne allen Zweifel Störungsquellen, ebenso der Schutzdraht selbst bei Schneefall, also Schlussfolgerungen: Fort mit allen irgendwie überflüssigen Apparaten in einer Hochspannungsanlage.

Auf die für die Diskussion gestellten Fragen äussert sich Herr Direktor Ringwald kurz wie folgt:

1. Wie groß wählen andere Werke die Vorschaltwiderstände, halten sie bei 10 000 Volt etwa 300 oder solche bei bis 2000 Ohm für richtiger?

Blitzhörner mit Wasserwiderständen kommen immer mehr ab. Im ganzen genommen ist die Wirkung der Hörner eine geringe, man kann dies durch Anbringen von Papierfähnchen an den Hörnern kontrollieren. Der Widerstand der

Vorschaltwiderstände ist beim Elektrizitätswerk Rathausen etwa 2500 Ohm bei 11 000 Volt.

2. Sind in andern Werken in Stationen ohne regelmäßige Bedienung Wasserstrahlerdungen oder Widerstände direkt an Erde angeschlossen?

Es sollten eigentlich soviel staatische Ableitungen wie möglich angebracht werden. Es ist aber auch hier wieder im Auge zu behalten, dass jeder Apparat eine Störungsquelle ist; also ist im Einbau von Schutzapparaten Mass zu halten, und solche nur dort anzubringen, wo man empfindliche Anlageteile schützen muss, Wassererdung nur da, wo Bedienung vorhanden ist.

3. Halten andere Werke in längeren Leitungen über gebirgisches Terrain Blitzstationen für nötig?

In gewissen Fällen. Die Frage kann nicht allgemein beantwortet werden. Bedenklich sind bei diesen Stationen die vielen Ein- und Ausführungen, Schalter u. Isolatoren, während eine durchgehende Freileitung mit guten Isolatoren eben doch ungleich weniger Störungsquellen birgt.

Die Fragen

- 4 u. 5. Welche Erfahrungen wurden mit Carbolisitwiderständen und mit Carborundumstäben gemacht? und

Welche Werke können über Dreieckschutz Auskunft geben? möchte Herr Ringwald nicht beantworten.

6. Bewähren sich Kondensatoren und Ventile in Freileitungsnetzen gut und wie hoch belaufen sich die Unterhaltungskosten?

Mit Kondensatoren wurden sehr gute Erfahrungen gemacht und zwar bei Spannungen von 4000, 15 000 und 40 000 Volt. Der Unterhalt derselben ist abhängig von der Gewitterhäufigkeit und beträgt etwa 5 bis 10 %. Beim Altdorfer Werk im Jahre 1911 nur 3 %.

7. Was für Erfahrungen liegen vor über Rollenblitzableiter und über Aluminiumzellen?

Hier verweist Herr Direktor Ringwald auf die Ausführungen von Direktor Schenker (Beznau-Löntsch).

8. Schützen die über den Leitungen verlegten Erddrähte diese gegen Ueberspannungen?

Ist durch obige Mitteilung bereits besprochen.

9. Kann bei länger in Betrieb befindlichen Werken das Erden des neutralen Punktes der Transformatoren und Maschinen empfohlen werden?

Diese Frage ist eigentlich durch die allgemeinen Ausführungen der bisherigen Diskussion bereits in bejahendem Sinne erledigt.

Die ganze Blitzschutzfrage sollte, wie eingangs gesagt, mehr vom Gesichtspunkte der konstruktiven Einrichtung der Anlageteile behandelt werden. Es ist ein guter Blitzschutz ebenso sehr eine Frage der guten Isolation, der reichlichen Dimensionierung, Distanzierung und des Unterhaltes, wie eine solche der Anbringung aller möglichen Apparate.

Präsident Täuber gibt zu bedenken, daß eine solche Isolation nur bei Anlagen mit Hochspannung mit Vorteil angewendet werden kann, nämlich da, wo im Betriebe selbst Spannungen auftreten, die eine sehr hohe Isolation verlangen.

Herr Dir. Capart macht die Mitteilung, dass die geringe Wirksamkeit der bis jetzt angewandten Schutz-Systeme darauf zurückzuführen ist, dass man die gefährlichen Erscheinungen, welche in elektrischen Installationen auftreten, noch nicht zu klassifizieren gewußt hat, um für jeden einzelnen Fall einen geeigneten Ableitungsapparat vorsehen zu können.

Er teilt die zerstörenden Wirkungen in zwei Klassen ein:

Die statischen Ladungen und die Induktionserscheinungen. Er weist nach, daß Apparate mit Funkenstrecken wertlos sind, auf welche Art und Weise sie auch konstruiert sein mögen, weil solche Apparate erst bei einer Spannung funktionieren, welche höher ist als die Netzspannung. Um Installationen gegen die erwähnten Erscheinungen zu schützen, ist es gar nicht notwendig, die Entladeenergie in der Blitzschutzvorrichtung aufzuspeichern, es genügt, die Wellenstirne auf eine größere Strecke der Linie auszudehnen, um so die Potentialdifferenz, welche zwischen zwei benachbarten Punkten vorhanden ist, zu vermindern. Dies wird erreicht durch den Kondensator, welcher die gleiche Rolle spielt wie ein Luftreservoir am oberen Ende einer hydraulischen Druckleitung, der die Wucht der Wasserschläge vermindert, indem er momentan Energie absorbiert, um sie hierauf in die Druckleitung zurück zu geben. Er weist ferner auf Ueberspannungen hin, welche ihre Ursachen in innern Vorgängen im Verteilungsnetz haben, die ihren Grund entweder auf Resonanz oder auf plötzliche Störungen in der Gegend des Verteilungsnetzes haben. Das Mittel zur Beseitigung dieser Erscheinungen besteht in der Verwendung eines Apparates, welcher Widerstände einschaltet, die ihrerseits nach und nach abnehmen im gleichen Maße wie sich die Ueber-

spannung entwickelt und nach Ableitung derselben wieder zunehmen, bis von neuem der ganze verhältnismäßig hohe Widerstand in den Stromkreis eingeschaltet ist. Dies wird erreicht mit Spannungssicherungen genannt „Elektrische Ventile“. Diese bestehen aus einer Anzahl parallel geschalteter Elemente, von denen jedes aus einer regulierbaren Funkenstrecke besteht, in Serie mit andern, festen Funkenstrecken geschaltet. Im Stromkreis des Elementes befindet sich ein ohmscher Widerstand, der so groß ist, dass durch seine Einschaltung in den Stromkreis keine gefährlichen Störungen hervorgerufen werden. Andererseits ist die Zahl der parallel geschalteten Elemente groß genug, um eine sichere Ableitung der Ueberspannung in allen Fällen zu ermöglichen.

Herr Direktor Capart verliest noch einige Mitteilungen über praktische Erfahrungen mit den Blitzschutz-Apparaten seiner Konstruktion (Kondensatoren und Ventile), die sich alle in günstiger Weise über deren Wirksamkeit aussprechen und stellt die schriftliche Beantwortung der Fragen des Herrn César in Aussicht, zu Handen des Protokolls. Der betreffende Brief hat den folgenden Wortlaut:

„1. La fixation de la valeur à donner à la résistance en série avec un parafoudre à distance explosive peut se définir comme suit: Si elle est faible, 300 ohms par exemple, elle donnera lieu à des perturbations dangereuses au moment du fonctionnement, comme cela a été démontré

surabondamment au cours même de la discussion. Si elle est forte, 2000 ohms par exemple, la réduction de la valeur absolue de la surtension sera insignifiante, 10 à 15 % environ et l'efficacité du parafoudre devient illusoire. Ce fait a été prouvé expérimentalement par Creighton et Steinmetz (Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers, Mars 1911).

2. Je suis convaincu qu'il y a intérêt à ce que les lignes hors circuit, c'est à dire non sous tension, soient protégées contre les effets des décharges statiques. On a pu remarquer fréquemment que des lignes non en service avaient eu des isolateurs claqués. Plutôt que de brancher aux extrémités de ces lignes des appareils pour écoulement des charges statiques, je crois préférable de prévoir plus simplement des couteaux de sectionnement avec contacts de mise à la terre quand la ligne est ouverte et de ne placer les appareils pour charges statiques que sur les barres collectrices.

3. Dans les lignes de grande longueur, j'estime qu'il est inutile de prévoir des postes de protection intermédiaires dans la ligne, s'il n'existe pas de postes de transformation à protéger. Par exemple, on a pu se rendre compte dans le transport de force Niagara-Syracuse de l'inconvénient qu'il y a à couper une ligne de grande longueur par un trop grand nombre de cornes (voir Nicholson, P. A. I. E. E. 1901 p. 241; Petersen, Hochspannungstechnik p. 162). L'examen du tableau suivant en fait foi:

314 Km 11078 isolateurs 60.000 Volts 50 périodes.

	1907 avec 750 cornes en ligne	1908 avec 750 cornes en ligne	1909 avec Suppression des cornes
Nombre des isolateurs claqués	59	139	1
Nombre des isolateurs endommagés mais n'entrant pas un arrêt dans l'exploitation	16	35	13
Interruptions de service par suite d'accidents aux isolateurs entraînant un arrêt durable	12	26	1
Interruptions assez courtes dans l'exploitation	32	38	19
Jours d'orage	41	54	44

On arrive donc à cette constatation que la suppression des cornes pure et simple conduit à une diminution considérable du claquage des isolateurs et des interruptions de service. En ce qui concerne les lignes de montagne, il est certain que, par suite de fortes différences d'altitudes, on obtienne en certains points du

réseau des charges statiques très fortes, pour les points éloignés de la centrale et des postes de transformation, il n'y aura pas de protection directe efficace à envisager, mais il y aura avantage à adopter des coefficients de sécurité élevés pour les isolateurs.

Comme protection indirecte de la ligne, il

serait avantageux alors d'envisager le placement d'un fil de terre en acier au dessus de la ligne comme nous le dirons plus loin.

4. A votre question sur l'application des résistances en carborundum, je crois qu'il est possible de répondre, sans être contredit par personne, que les résultats ont été négatifs partout.

5. La protection en triangle est intéressante dans certains cas, mais bien entendu avec des appareils de construction différente que celle des cornes, rouleaux, etc.

Il est évident en effet que dans les phénomènes à moyenne fréquence, variations de régime, résonances, court-circuits, etc. les surtensions se font plus souvent sentir de phase à phase que de phase à la terre. Toutefois, nous croyons préférable de substituer à la disposition en triangle la disposition en triangle étoile que nous réalisons par exemple avec nos soupapes. Nous avons eu l'occasion d'appliquer avec succès ce montage dans un grand nombre de nos installations, surtout dans les réseaux à câbles souterrains.

6. Au sujet de l'efficacité des condensateurs et soupapes Giles dans les lignes aériennes, je crois qu'il serait superflu d'ajouter un seul mot après les discours louangeux de Messieurs Schenker, Ringwald, Tissot, que vous avez entendus au cours de la discussion qui suivait la conférence.

En ce qui concerne les frais d'entretien de ces appareils, nous avons pu vous démontrer qu'ils étaient loin d'être aussi élevés que vous le supposiez. Vous avez entendu vous-même l'ingénieur en chef Monsieur Thut des Bernische Kraftwerke, après la conférence, vous déclarer que les frais de remplacement dans la centrale de Kandergrund (4800 Kw) avaient consisté, en tout, dans le remplacement de 15 coupe-circuits à fr. 1.50 pour l'année 1911.

Pour vous donner toute assurance au sujet de la question des frais d'entretien de nos appareils, notre Société est prête à prendre à sa charge, en cas de commande éventuelle de votre part, tous les frais d'entretien qui seraient supérieurs à 5% des frais d'établissement, la question des coups de foudre directs étant toutefois exclue.

Si vous voulez faire une comparaison entre le fonctionnement de nos appareils et ceux des autres systèmes, nous vous engageons à relire la conférence de M. Frank (Kreisingenieur) dans l'E. T. Z. du 7 décembre 1911 dans laquelle il affirme qu'en substituant nos condensateurs et

soupapes aux cornes à relais, il a pu faire tomber le nombre des accidents de 70%. Vous reconnaîtrez que le rebobinage d'un transformateur coûte plus cher que nos coupe-circuits même quand leur prix est de fr. 1.50 comme ceux que nous fabriquons.

7. Vous avez pu entendre que les expériences faites avec les rouleaux dans les lignes aériennes ont été en général désastreuses. Il est intéressant d'en donner la raison. Nous avons pu expérimenter que des appareils à rouleaux prévus pour 45 000 volts alternatif s'amorçaient déjà à 27 000 volts en courant continu. Dès lors, comme les décharges statiques se font sous forme de courant continu, vous comprendrez immédiatement la facilité avec laquelle ces appareils peuvent être mis hors service. En ce qui concerne les condensateurs électrolytiques (Westinghouse, General Electric, A. E. G.), vous avez pu entendre que leur fonctionnement laisse à désirer et que l'entretien de ces appareils est difficile et qu'en tout cas ces appareils présentent encore l'inconvénient d'avoir une corne en série, avec la capacité du condensateur, ce qui donne lieu à des phénomènes de résonance certains. Les Américains eux-mêmes s'en sont bien vite rendus compte (Discussion à Chicago, P. A. I. E. oct., nov. 1911) et Steinmetz et Creigthon ont insisté déjà sur la supériorité évidente du condensateur sec sur le condensateur électrolytique.

8. La protection des lignes aériennes de grande longueur par une ligne de terre en acier est très efficace, comme j'ai eu l'occasion de l'expliquer moi-même dans la Technique Moderne, Nos. février, mars, avril 1912.

En effet, l'application d'un fil d'acier au dessus de la ligne, protège cette dernière contre les coups de foudre directs et élimine une partie des phénomènes statiques. J'insisterai même ici sur ce qu'on n'a pas assez attiré l'attention des exploitations sur la question de la répartition des surfaces équipotentielles autour des lignes. Cette répartition présente plusieurs singularités. Alors que par temps serein la différence de potentiel d'une couche à l'autre peut varier de 150 à 200 volts par mètre sur les premiers cent mètres au dessus du sol, elle peut au contraire avoir des valeurs de 6000 volts à — 6000 volts par mètre et même davantage pendant des périodes d'orage (Mache et Schweidler-Gockel l'affirment, voir également Vialay: contribution à l'étude des circulations atmosphériques 1911 p. 129). Un point important à signaler est également le renversement du potentiel statique au

voisinage du sol entre 4 et 16 mètres généralement (Vialay op. cit.) dont nous croyons inutile de devoir souligner l'importance, du fait que les lignes peuvent passer simultanément dans l'une ou l'autre de ces deux zones. Le fait d'appliquer un fil de terre au dessus de la ligne constitue autour de ceux-ci une zone régulière à potentiel zéro la mettant à l'abri de perturbations dues aux positions relatives que peuvent prendre les surfaces équivalentes au dessus du sol.

9. La question de la mise à la terre du neutre a toujours préoccupé les installateurs et exploitants. La mise directe du neutre à la terre a toutefois 3 sérieux inconvénients: a) augmentation du danger d'accidents au cas où quelqu'un vient à toucher les fils; b) mise en court-circuit directe sur la machine lorsque la phase correspondante est à la terre; c) perturbations téléphoniques dans les réseaux de ville, par exemple, à câbles souterrains.

La mise à la terre du neutre ne sera avantageuse que si elle se fait par l'intermédiaire d'une résistance hydraulique, par exemple comme le rappelait après votre conférence Monsieur Schenker, ce qui supprime une partie des inconvénients que nous citions plus haut ou par d'autre artifices du même genre."

Herr Täuber frägt Herrn Direktor Capart unter Hinweis auf Publikationen, ob Messungen über den Wattverbrauch der Kondensatoren in den Laboratorien der Fabrik angestellt worden sind und Resultate vorliegen, indem die Beantwortung dieser Fragen wichtig sei zur Beurteilung der Wirksamkeit der Kondensatoren, die von gewisser Seite nur dem Wattverbrauch und nicht etwa der eigentlichen Kondensatorwirkung zuzuschreiben seien.

Herr Direktor Capart antwortet, er könne diese Angaben momentan nicht machen.

Damit wird die Diskussion über den Vortrag des Herrn Direktor César geschlossen und der Präsident erteilt das Wort an Herrn Direktor Maurer zu seinem Vortrag.

2. Vortrag über die wirtschaftliche Entwicklung der Elektrizitätswerke unter Berücksichtigung rationeller Ausnutzung der Wasserkräfte.¹⁾ Der Vortrag wird vom Präsidenten verdankt und die Diskussion eröffnet.

An der Diskussion beteiligt sich zuerst Herr Ingenieur A. Härry, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschafts-Verbandes. Er betont namentlich den Mangel einer zuverlässigen Statistik über die in der Schweiz schon ausgenutzten und ausnutzbaren Wasserkräfte. Wie

unzuverlässig die bisherigen Statistiken sind, zeigen die weit auseinandergehenden Resultate derjenigen von Ingenieur Lauterburg. Er begrüßt die Anregung des Herrn Maurer, alle Aufmerksamkeit einer kompletten und zuverlässigen Statistik zuzuwenden, und teilt mit, daß der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband sich namentlich jetzt mit dieser Frage intensiv befasse. Er habe eine Kommission bestellt, die das Studium der Talsperren und die durch diese zu gewinnenden Wasserkräfte betreibt; die sämtlichen schweiz Elektrizitätswerke seien zur Mitarbeit eingeladen worden. Er hofft, daß, wie es Herr Maurer schon ausgesprochen, alle sich recht lebhaft an dieser Arbeit beteiligen. Der Wasserwirtschaftsverband hat ferner im Interesse der Förderung der Statistik der Wasserkräfte dem eidg. Departement des Innern folgendes Gesuch eingereicht:

1. Der Bundesrat beauftragt den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband mit der Ausarbeitung einer Statistik der nutzbaren und ausgenutzten Wasserkräfte der Schweiz auf die Landesausstellung 1914 in Bern, event. unter Mitwirkung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke.

2. Das Eigentum an dem Werk geht nach seiner Vollendung in den Besitz der schweizer. Eidgenossenschaft über.

3. Zur Besprechung des Programms, der Kostenrechnung und der Arbeitsteilung ordnet das eidg. Departement des Innern eine Konferenz mit den in Betracht fallenden Interessenten an.

Herr Dr. Tissot glaubt, daß es etwas gewagt sei, die Kraftgewinnungsverhältnisse des Saanengebietes auf die ganze Schweiz zu übertragen und so auf die Gesamtproduktion dieser letztern zu schließen. Er begrüßt aber sehr die von Herrn Maurer gemachten Anregungen.

Herr Dir. Maurer erwidert hierauf, daß sehr wohl seine Schlüssefolgerungen über den Berechnungsmodus eines verhältnismäßig kleinen Flussgebietes auf die ganze Schweiz zu übertragen als nicht absolut genau gelten können; da er aber in den letzten Jahren Studien in den verschiedensten Flussgebieten der Schweiz, namentlich für Behörden und größere Gesellschaften unternommen hat, und dabei auf eine auffällige Ähnlichkeit der Grundbeziehungen stieß, glaubte er sich berechtigt, diesen Modus auch für ihn unbekannte Gebiete anzunehmen, was allerdings nur zu Annäherungsdaten führen kann.

Die Diskussion über den Vortrag des Herrn Dir. Maurer wird hiermit geschlossen und gibt Herr Täuber das Präsidium ab an Herrn Prof. J. Landry.

¹⁾ Siehe Seite 166 dieser Nummer.

Herr Prof. *J. Landry* übernimmt den Vorsitz.

Avant de donner la parole à Monsieur Täuber pour sa conférence sur la lumière Moore, Monsieur Landry montre en quelques mots tout l'intérêt que présente la question de l'éclairage par arc dans les tubes à gaz raréfié. Tout le monde connaît de nom les lampes Cooper - Hewitt, les lampes au néon, les lampes Moore etc. Mais nombreux sont ceux qui ne sont pas très au clair sur ce qui différencie ces foyers. Aussi la conférence de Mr. Täuber arrive-t-elle à son heure; elle sera d'autant plus appréciée qu'elle sera rendue plus vivante par la belle installation de démonstration dont Mr. Täuber va nous dévoiler les mystères.

3. Vortrag über das Moore-Licht.¹⁾ Der Vortrag wird vom Vorsitzenden verdankt und die Diskussion eröffnet.

Her Dr. *Tissot* macht darauf aufmerksam, daß in der letzten Zeit wieder viel von der Néon-Lampe gesprochen wird. In einem am 8. November 1911 in der Société Internationale des Electriciens in Paris von Herrn Claude gehaltenen Vortrag über die Néon-Lampe hob Herr Claude folgende Vorzüge derselben hervor:

1. Geringer Stromverbrauch: 0,7 Watt pro Kerze.
2. Das Nichtvorhandensein des Ventils.
3. Die Möglichkeit, niedrigere Spannungen zu verwenden als beim Moorelicht.

Dr. Tissot frägt sodann den Vortragenden weiter an, ob er nicht glaube, dass in der Néon-Lampe dem Moore-Licht ein gefährlicher Konkurrent erwachsen könne.

In seiner Antwort auf die Bemerkungen des Herrn Dr. Tissot, sagt Herr Täuber, dass ihm der Inhalt des Vortrages des Herrn Claude vor der Société internationale des Electriciens, in Paris, bekannt sei: daß die Zahlen, die er bereits über den Stromkonsum des Néon-Lichtes mitteilte, den Angaben des Herrn Claude entnommen seien und daß dieses Licht tatsächlich einen hohen optischen Nutzeffekt habe. Der Hauptnachteil dieses Lichtes, daß es nur rote und keine blauen und violetten Strahlen enthalte, werde aber durch diesen Vorteil nicht aufgehoben. Außerdem dürfe man noch nicht behaupten, daß Néon-Röhren ein Ventil gänzlich entbehren können. Richtig ist, daß die Néon-Röhren länger ohne Nachspeisung leuchten. Die Verwendung eines Ventils wird aber dennoch nötig werden, wenn die Röhren dauernd im Betriebe gehalten werden sollen. Diese divergierenden Eigenschaften weisen daher dem Moore-

¹⁾ Der Vortrag wird im „Bulletin“ in extenso veröffentlicht werden.

Licht und dem Néon-Licht ihre Verwendungsgebiete an, so daß von einer Konkurrenz kaum gesprochen werden könne. Zu sagen ist dann schließlich auch noch, daß nicht die bis jetzt in der Praxis hauptsächlich verwendeten Gase, Stickstoff und Kohlensäure das Charakteristikum für das Moore-Licht sind, sondern das Ventil ist es. Mag ein beliebiges Gas zur Speisung von Vakuum-Röhren verwendet werden, so fällt es unter die Erfindung und die Patente Moore, sobald ein automatisch wirkendes Ventil zur Anwendung kommt.

Ingénieur Kammerer (Mülhausen) verweist darauf, daß die rote Farbe des Néon-Lichtes dessen allgemeine Verwendbarkeit kaum beeinträchtige, indem man sich sehr rasch an diesen Lichteffekt gewöhne.

Herr Täuber betont wiederholt, daß das Moore-Licht sein spezielles Verwendungsgebiet da habe und auf demselben nicht ersetzt werden könne, wo es sich um von der Lichtquelle unbeeinflußte Farbenunterscheidung handle.

A son tour Mr. *Landry* demande quelques éclaircissements sur la signification de deux symboles dont Mr. Täuber a fait usage dans une formule relative à l'éclairement fourni par les tubes Moore. Ce point élucidé, Mr. Landry demande encore au conférencier si l'on a déjà quelques expériences sur la façon dont se comportent les tubes Moore aux différentes fréquences, en particulier aux basses fréquences. Il n'est, en effet, pas impossible que l'arc Moore ne se comporte différemment que l'arc ordinaire à cet égard. Ce point a son importance pour certaines applications.

Herr Täuber erwidert, daß abschließende Versuche über den Einfluß der Polwechselzahl und namentlich der niedrigen Frequenzen noch nicht vorliegen, daß aber angenommen werden könne, der Betrieb des Moore-Lichtes werde durch die Frequenz nicht stark beeinflußt.

Schluß der Diskussion.

Mr. Landry adresse à Mr. Täuber tous les remerciements de l'assemblée pour son intéressante communication. Au mérite de nous avoir captivés par sa parole Mr. Täuber a bien voulu ajouter celui de démonstrations fort bien réussies, qui, pour beaucoup auront été une vraie révélation. Mr. Landry l'en remercie chaleureusement.

S'adressant ensuite à l'assemblée, Mr. Landry constate la pleine réussite de cette réunion; il souhaite à chacun un bon retour dans ses foyers et lève la séance à 5 heures 50.

Der Präsident:

Täuber.

Die Sekretäre:

Brack. Landry.