

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 4 (1913)
Heft: 2

Artikel: Bericht über die Arbeiten der Kommission des S. E. V. für Schutzvorrichtungen gegen Ueberspannung
Autor: Ringwald, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059104>

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: 17.05.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen „Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz“ sowie „Jahresheft“ und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften sind zu richten an die

REDAKTIONSKOMMISSION:

Sekretariat des Schweiz. Elektr. Vereins,
Hardturmstrasse 20, Zürich III - Telefon 522

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den

Verlag: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei
A.-G., Zürich

Bahnhofstrasse 61, Zürich I (Telephon 6741)

Est publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A.S.E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la „Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse“, ainsi que l'„Annuaire“.

Toutes les communications concernant la matière du „Bulletin“ sont à adresser à la

COMMISSION DE LA REDACTION:

Sekretariat de l'Association Suisse des Electr.,
Hardturmstrasse 20, Zurich III - Téléphone 522

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les insertions sont à adresser à

l'éditeur: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei
S.-A., Zurich

Bahnhofstrasse 61, Zurich I (Téléphone 6741)

IV. Jahrgang
IV^e Année

Bulletin No. 2

Februar 1913
Février

Bericht über die Arbeiten der Kommission des S. E. V. für Schutzvorrichtungen gegen Ueberspannung

von F. Ringwald, Direktor der Elektrizitätswerke Rathausen und Altdorf A.-G.¹⁾

Meine Herren! Der gedruckte Kommissionsbericht ist etwas geschäftlich gehalten und knapp. Es hängt dies mit dem Zeitpunkt der Berichterstattung zusammen, der insofern nicht günstig ist, als wir jeweilen die Sommerresultate noch nicht verarbeitet haben. Die Kommission hat aber gerade in diesem Jahre sehr regsam gearbeitet, und da wir beständig von Interessenten dieser Studien angefragt werden, ist es vielleicht gestattet, einige Wahrnehmungen preiszugeben, die noch nicht als fertige Tatsachen hingestellt werden sollen, die aber immerhin einiges Interesse erwecken und vielleicht dazu angetan sind, Störungen vorzubeugen oder wenigstens besser zu verstehen.

Wir haben im Laufe des Jahres namentlich mit einigen Werken regere Fühlung genommen, um an Stelle von theoretischen Betrachtungen und Diskussionen mehr praktische Erfahrungen zu sammeln. Ich verdanke an dieser Stelle vorerst den Werken, die uns sehr reichhaltiges Material geliefert haben — es sind Haute-Rive, Lac de Joux, Stadt Zürich, Bernische Kraftwerke und Elektrizitätswerk Schwyz — ihre Leistungen bestens. Wir hoffen, diese Wahrnehmungen über Störungen und den Verlauf von Störungen bei atmosphärischen Entladungen periodisch zu erhalten, und werden sie dann eintragen in Tabellen und Karten, um eine gewisse Periodizität der Erscheinungen zu untersuchen und besonders exponierter Stellen der Verteilungsanlagen habhaft zu werden. Den Werken werden wir dann wieder unsere Meinungen über die Mittel zur Abhilfe bekannt geben, und so glaube ich, dürfte man nach und nach den Ueberspannungen Meister werden.

Im Berichtsjahr hat die Verwendung von Kondensatoren gegenüber Hörnern noch mehr zugenommen als früher, und es bricht sich auch bei solchen Werken, welche bisher ziemlich zähe und dogmatisch an der Verwendung von Hörnern festgehalten haben, doch die Meinung durch, dass sie mehr und mehr mit Kondensatoren arbeiten sollten. Ich

¹⁾ Erstattet in der Generalversammlung des S. E. V. am 29. September 1912 in Zürich.

möchte damit keineswegs den Kondensator als das einzigste und vernünftigste Schutzmittel hinstellen; allein es zeigt sich, je mehr wir die Vorgänge bei Blitzschlägen und atmosphärischen Entladungen verfolgen, dass eben doch dem Kondensator ein gewisses Moment innewohnt, das wir z. B. vergleichen können mit Druckregulatoren in Wasserleitungen, und das zur Folge hat, dass eine Reihe steiler Wellen, die unsere Anlagen zerstören, abgedämpft werden, während wir mit Hörnern einen relativ geringen Schutz nachweisen konnten. Es haben schlagende Beispiele für diese Annahme namentlich die Elektrizitätswerke Haute-Rive und Lacs de Joux et de l'Orbe geliefert. Es gibt kein Werk in der Schweiz vielleicht, das so systematisch wie Haute-Rive den Uebergang von Hörnern zu Kondensatoren beobachtet und chronologisch verfolgt hat, und es hat namentlich Herr Oberbetriebschef Weber ein äusserst interessantes Material zusammengebracht, das ziemlich klar nachweist, wie nach und nach in denjenigen Gebieten, welche an Stelle von Hörnern mit Kondensatoren geschützt wurden, die Störungen abgenommen haben.

Es zeigt sich auch, dass es möglich ist, in solchen Anlagen, die Hörner besitzen, successive zu Kondensatoren überzugehen und nicht auf einmal. Man muss das nur so machen, dass man zunächst die Maschinenstationen schützt und dann die exponiertesten Punkte der Hauptstränge, also die Endpunkte, und dann successive die dazwischen liegenden Stationen. Verwerflich ist aber die Verwendung von Hörnern und Kondensatoren in ein und derselben Station, also ganz nahe beisammen. Es zeigt sich aber auch, dass es nicht absolut notwendig ist, jede kleine Abzweigung, z. B. zu Stangentransformatoren und kleinen Transformatoren, die oft kaum rentieren, noch mit Kondensatoren und allen möglichen Schutzapparaten auszurüsten; denn es genügt, wenn die hauptsächlichsten Punkte im Netz kräftig geschützt sind. Ich komme später darauf zurück, dass Kondensatoren allein nicht genügen.

Ein sehr wirksames Mittel zur Vermeidung von Uebertragungen von steilen und gefährlichen Wellen, welche längs der Hochspannungsleitungen sich fortpflanzen, besteht auch darin, Zweigleitungen zu Transformatorenstationen von der Hauptleitung, gleich bei der Abzweigungsstelle mit eisernen Drosselspulen (Spiralen) zu versehen. Es ist das ein sehr billiges Schutzmittel, und wiederholen Sie eventuell die Drosselspulen noch bei der Transformatorenstation selbst, so können in diesen kurzen Zuleitungen keine sehr starken Wellen auftreten, infolgedessen kann man sich teure Schutzmittel in den Stationen ersparen. Je nach der Lage der Station wird es in vielen Fällen genügen, eine Erdschlussspule anzubringen, dagegen andere Blitzschutzapparate, Kondensatoren und Hörner wegzulassen.

Es liegt noch ein wenig im Gefühl und in der Wahrnehmung jedes einzelnen Werkes, seine besonders gefährdeten Stellen herauszubekommen, und auch die anderen Stellen, welche weniger Schutzmittel brauchen, zu ergründen. Damit kommt man von selbst dazu, im einen Falle etwas mehr zu tun, im anderen Falle etwas weniger. Ganz unwirtschaftlich halte ich es aber, dass man darauf ausgeht, jede Transformatorenstation von A bis Z in der ganz gleichen kostspieligen Weise auszurüsten.

Es hat sich ferner gezeigt, dass mit den Wasserstrahlapparaten, obschon ja sehr gute Erfahrungen damit gemacht wurden, kein grosser Wirkungskreis erreicht wird. Es stellt sich heraus, dass diese Apparate auf kaum mehr als 3—4 km im Umkreis wirksam sind. Daraus folgt, dass es nicht genügt, einfach in Zentralen Wasserstrahlapparate aufzustellen. Man muss eben wiederum an solchen Punkten, die besonders starken Ladungen ausgesetzt sind, Erdschlussapparate einführen. Nun kommt man auch in neuerer Zeit etwas von den Wasserstrahl-Apparaten ab, weil sie einen sehr hohen ohm'schen Widerstand besitzen, zudem einen gewissen Wasser- und Energiekonsum. Man wendet sich also wieder mehr den Erdschlussdrosselspulen zu, wobei ich aber gleich bemerke, dass es z. B. beim Dreiphasennetz nicht *dreipolige* Erdschlussspulen sein sollen, sondern es müssen *drei einpolige* Erdschlussspulen mit getrennten Eisenkernen sein, sonst schlagen sie durch. Daher kommt es auch, dass an manchen Orten mit Erdschlussspulen nach altem System schlechte Erfahrungen gemacht wurden. Sobald man jedoch die Spulen einzeln baut, so schwinden diese Nachteile. Natürlich kann es vorkommen, dass auch einmal eine solche Spule das Opfer ihrer Pflicht wird; aber das kommt auch bei Wasserstrahlapparaten vor. Den Spulen haftet

zwar ein hoher Preis an; es ist aber denkbar, dass bei grösserem Verbrauch auch dieser hohe Preis etwas abnimmt. Wichtig ist aber, wie schon erwähnt, vor allem, dass man sich nicht einbildet, an einer 50 km langen Verteilungsanlage genüge es, Anfang und Ende zu schützen. Denn Wolken, welche elektrisch geladen sind und sich eine Weile an irgend einem Punkte des Verteilungsnetzes aufhalten, laden jenen Teil mit einem ziemlich hohen Potential und halten die Ladung fest, selbst wenn sie auf 10 km Distanz Erdschlussspulen haben. Wenn nun durch irgend einen Umstand dieses festgehaltene Potential plötzlich frei wird, so entstehen die gefährlichen steilen Wellen, und die Folge davon sind dann Durchschlagen von primären Windungen an Transformatoren oder andere Defekte irgend welcher Art, die wir auf atmosphärische Störungen zurückführen. Wenn aber in der Nähe solcher gefährdeten Stellen des Netzes Erdschlussapparate sich vorfinden, so werden dann diese Potentiale geringer, eventuell ganz abgeleitet.

Ich habe noch erwähnen wollen, dass die Kommission namentlich etwas Forschungen anstellen wollte über die Natur der zur Erde fliessenden Ströme. Es besteht ja unter den Theoretikern immer Streit darüber, ob es Gleichströme oder Hochfrequenzströme oder niederfrequente Ströme sind. Wir haben mit einfachen Mitteln versuchen wollen, einige Anhaltspunkte zu eruieren. Ich sage Ihnen das lediglich, weil es sich um ganz einfache und betriebsmässige Apparate handelt, die jeder von Ihnen auch einführen kann. Vielleicht interessiert sich dieser oder jener dafür und wiederholt die Versuche, um uns Resultate zu liefern. Die Schema sind ja ziemlich einfach.

Schema 1 zeigt zwei Kohlen- oder Zinkstäbe mit Papierrollen dazwischen. Wir können diese Stäbe auf Distanz einstellen, wie wir wollen, und können an der Durchschlagsdistanz ungefähr auf die Spannung und indirekt auf die Frequenz schliessen. Der Papierstreifendurchschlag soll uns zeigen, ob der Durchschlag nach der einen oder anderen Richtung erfolgte; man sollte das an den Papierrändern erkennen, und auf diese Weise können wir vielleicht einen Schluss ziehen, ob es Gleichstrom war oder Wechselstrom ist. Auch können wir das Papierband fortbewegen und innerhalb eines gewissen Zeitintervalles die Reihe der Entladungen feststellen.

Schema 2 bildet nichts anderes als ein elektrolytisches Bad mit Kupfervitriol. Wenn wir Gleichstrom durchlassen, so entstehen auf der einen Seite Niederschläge, ist es Wechselstrom, so entstehen auf beiden Seiten Niederschläge oder eventuell auf keiner.

Dann kommt Schema 3. Dort ist parallel zu den Hörnern eine Drosselspule geschaltet, welcher eine ganz feine Sicherung *S* vorgeschaltet ist. Aus bekannten Gründen wird nun Wechselstrom nicht durch die Drosselspule gehen, sondern eher durch die Funkenstrecke, während Gleichstrom nicht die Funkenstrecke passieren wird sondern die Drosselspule.

Schema 4 ist ein Versuch, auf Hörnern einige feine Drähte anzubringen, um bei Entladungen einigermaßen auf die Energiemenge zu schliessen, welche sich ergeben wird.

Schema 5 endlich ist eine Kontrollschaltung. Im einen Draht haben wir die Funkenstrecke; im zweiten Draht haben wir nur eine Sicherung, und im dritten Kondensatoren und eine Sicherung. Damit wollten wir namentlich herausbringen, ob die Kondensatoren tatsächlich wirksam sind. Wenn bei atmosphärischen Entladungen die Sicherung bei dem Kondensator auch durchschmilzt, so muss angenommen werden, dass dort eben auch Strom durchgeht, und zwar wurden die beiden Sicherungen ganz genau gleich dimensioniert.

An Hand dieser Einrichtungen haben wir eine Reihe sehr interessanter Beobachtungen gemacht. Allein die Versuche müssen wiederholt werden und lassen keine bestimmten Schlüsse zu.

Vorerst erwähne ich noch, dass diese Apparate alle einer stromlosen Leitung an einer etwa 10 km langen Freileitung des Haute-Rive-Werkes eingeschaltet wurden. Wir haben die Beobachtungen zunächst an einer Leitung angestellt, die nicht im Betriebe stand. Nun haben sich bei ganz ruhigem Wetter Durchschläge ereignet (Schema 1) von 6 mm Luftdistanz. Im gleichen Augenblick hat auch das Kupferbad Niederschläge gezeigt, aber auf beiden Elektroden. Wir können also noch nicht so sicher sagen, was da für Strom durchging. Die anderen Apparate haben in jenem Momente gar nichts angezeigt. Am 1. Au-

gust entstand ein heftiges Gewitter, und da musste der Apparat von Schema 1 von 8 auf 34 mm Distanz vergrößert werden. Die Zahl der Durchschläge innert 45 Minuten war 20. Wir hatten also 20 Entladungen innert 45 Minuten auf dem Papierstreifen sehr schön registriert, und zwar war die letzte Entladung bei einer Hörnerdistanz von 32 mm. Nach Schema 2 war wiederum ein kleines Depot wahrnehmbar. Bei Schema 3 schmolz die Sicherung durch. Es ging also, und zwar war es ein ziemlich feines Drähtchen von 0,3 mm, tatsächlich Strom durch die Drosselspule. Bei Schema 4 schmolz ein Draht von 0,3 mm Durchmesser, und Schema 5 war damals nicht im Betrieb.

Wir wollten durch diese Mitteilungen, wie gesagt, keine definitiven Schlüsse ziehen. Es würde uns nur freuen, wenn auch andere diese Versuche mit anderen Apparaten — sie sind ja sehr elementar und wissenschaftlich nicht absolut zuverlässig — durchführen wollten und zwar sowohl an Leitungen, die keinen Strom führen, als an solchen, die Strom führen.

Erwähnen möchte ich noch, dass eines der Elektrizitätswerke uns mitteilte, dass die Zahl der Störungen der mit Kondensatoren geschützten Transformatoren wesentlich zurückgegangen ist, und zwar sind von 90 Störungen 19 Fälle auf solche Stationen gefallen, welche Kondensatoren hatten, und 71 Fälle auf solche Stationen, welche Hörnerblitzableiter hatten. Die Störungen haben sich meistens darin geäußert, dass die ersten Spulen an den Transformatoren defekt gingen. Ferner hat sich das Werk dahin geäußert, dass der grösste Fortschritt zur Erreichung von günstigen Betriebszuständen dadurch erreicht wurde, dass 21 trockene Transformatoren, welche bisher natürliche Luftkühlung hatten, in Oeltransformatoren umgewandelt wurden, indem man sie einfach ins Oelbad stellte. An diesen Stationen waren bis dahin stets Störungen wahrzunehmen; inzwischen, seit die Transformatoren umgewandelt wurden, seien keine Störungen mehr vorgekommen. Es würde dies einigermaßen die vom Sprechenden ja immer wieder vertretene Ansicht stützen, dass die Hauptsache zur Erreichung von guten Zuständen die Solidität der Konstruktionen ist, und ich bin immer noch auf dem Punkte, lieber einige Franken mehr für die Isolatoren, Transformatoren und Generatoren auszugeben als für Blitzschutzapparate.

Ich hoffe, Sie damit nicht gelangweilt zu haben, und wiederhole, was ich immer sagte, dass der Kommission Anregungen aus Interessentenkreisen und Mitteilungen aller Art äusserst wertvoll sind. Wir werden nun im Laufe dieses Winters doch dazu kommen, alles das, was wir bisher gesammelt und verarbeitet haben, im Bulletin zu publizieren. Wir werden im Winterhalbjahr uns namentlich mit Niederspannungsschutzeinrichtungen befassen, und vielleicht bietet sich später Gelegenheit zu sagen, was wir erreicht haben. (Lebhafter Beifall.)

Ueber das Anlassen von Wechselstrom-Kollektormotoren.

Von J. Fischer-Hinnen, Oberingenieur, Oerlikon.

Wird ein Repulsionsmotor ohne besondere Vorschaltwiderstände in Gang gesetzt, so steigt der Strom im Augenblicke des Einschaltens bei kleineren Motoren auf ungefähr den 1,6—2fachen, bei grösseren auf den 2—2,5fachen Betrag des Vollaststromes, wobei der Motor je nach der Stromstärke das 2—3fache normale Anzugsmoment zu entwickeln vermag. Genügt schon eine kleinere Anzugskraft, so hat man es in der Hand, die Anlassstromstärke niedriger zu halten, indem man die Bürsten zunächst gegen die neutrale Zone verschiebt und erst *nach* dem Anlassen in ihre endgültige Lage bringt. Umgekehrt wird man beim Anlassen von Motoren, welche für veränderliche Umdrehungszahl bestimmt sind, jedoch mit grösserer Last anlaufen müssen, gelegentlich über die der kleinsten Umdrehungszahl entsprechende Bürstenlage hinausgehen, um überhaupt die nötige Anzugskraft zu er-