

# Ueber die Blitzschutzvorrichtungen für Starkstromanlagen

Autor(en): **Denzler, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **23/24 (1894)**

Heft 13

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18724>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Ueber Blitzschutzvorrichtungen für Starkstromanlagen. II. — Aus der Kantonalen Gewerbe-Ausstellung in Zürich. I. — Miscellanea: Elektrische Untergrundbahn in Paris. — Elektrische Untergrundbahn Budapest. — Der internationale permanente Strassenbahn-Verein. — Wagenheizung mittels Elektrizität. — Der Schweizerische Elektrotechniker-Verein.

— Wasserdichter Leinenstoff. — Elektrische Strassenbahn in Königsberg i. Pr. — Elektrische Hochbahn Berlin. — Ein bedeutendes Vermächtnis zur Förderung des Studiums der Architektur. — Bau einer Kathedrale in London. — Eiger-Bahn. — Konkurrenzen: Postgebäude in Lausanne. — Nekrologie: Giovanni Battista de Rossi.

## Ueber Blitzschutzvorrichtungen für Starkstromanlagen.

Von Dr. A. Denzler, Ingenieur,

Dozent für Elektrotechnik am eidgenössischen Polytechnikum.

### II.

#### 3. Vorrichtungen zur Verhinderung und Beseitigung von Maschinen-Kurzschlüssen durch die Erde.

Bei sehr starken Entladungen kann es vorkommen, dass gleichzeitig an den Blitzplatten der Hin- und Rückleitung Funken überspringen; ist die abfliessende Elektrizitätsmenge gross genug, so werden sich zwischen den Spitzen der Blitzkämme förmliche Lichtbogen bilden, welche noch kurze Zeit fortbestehen.

Während die Isolierschicht zwischen den Blitzkämmen bei normaler Betriebsspannung dem Maschinenstrom ein unüberwindliches Hindernis entgegengesetzt, werden nunmehr diese gutleitenden Flammbogen eine Brücke bilden, auf welcher der Maschinenstrom von der positiven Platte zur Erde und von der Erde durch die negative Blitzplatte zur Maschine fliessen kann. Da dieser neue Weg für einen Hochspannungsstrom nur geringen Widerstand bietet, so wird ein sogen. Kurzschluss entstehen, d. h. die Stromstärke in dieser Nebenschliessung durch die Erde wird einen für die Maschinen Gefahr bringenden Wert annehmen können, während umgekehrt die mit dem äusseren Schliessungskreis verbundenen, Strom konsumierenden Organe, Lampen und Motoren ausser Funktion gesetzt werden.

In den ersten Entwicklungsstadien der elektrischen Betriebstechnik verliess man sich auf die Hauptbleisicherungen in der Generatorstation; diesem Mittel, dessen Anwendung an und für sich schon äusserst bedenklich ist, weil es eine plötzliche Entlastung der ganzen Maschinenanlage in der Centrale bewirkt, haftet der weitere Nachteil an, dass es jeweilen eine vollständige Betriebsunterbrechung in der ganzen Anlage herbeiführt, welche so lange andauert, bis wieder neue Hauptbleisicherungen eingesetzt sind. Da nun aber bei anhaltenden Gewittern solche simultane Entladungen in kurzen Intervallen wiederholt eintreten können, so ist man gezwungen, Dispositionen zu suchen, welche nicht jedes Mal die ganze Installation in Mitleidenschaft ziehen.

Bei den meisten älteren Lösungen dieser Aufgabe findet

man das Prinzip verwertet, den starken Strom, welcher während des Kurzschlusses die Erdleitung durchfliesst, zur Hervorbringung elektromagnetischer Anziehungen zu verwenden, unter deren Einwirkung die Funkenstrecke selbstthätig bis zum Auslöchen des Lichtbogens vergrössert wird.

Eine typische, in mannigfaltigster Weise variierte Form eines solchen Apparates ist in Fig. 4 schematisch veranschaulicht. Die an die Luftleitung angeschlossene, untere geriffelte Blitzplatte sitzt fest auf einem Porzellansockel, während die obere, mit der Erde in Verbindung stehende

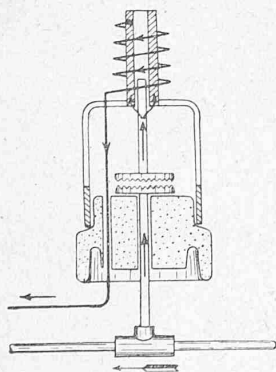


Fig. 4.

Blitzplatte mit automatischer Kurzstrom-Unterbrechung.

Platte in regulierbarem Abstand an einem Eisenkern hängt, welcher in ein Solenoid eintaucht, dessen Windungen in die Erdleitung eingeschaltet sind. Dieses Solenoid ist für gewöhnlich stromlos; tritt dann unter den oben geschilderten Verhältnissen ein Kurzschluss ein, so durchfliesst ein stationärer Strom die Windungen, wodurch der Solenoidkern

angezogen und so weit in die Höhe gehoben werden soll, bis der zwischen den Platten vorhandene Flammbogen erlischt; damit ist auch der Kurzschluss aufgehoben, die anziehende Kraft des Solenoids verschwindet, der Kern sinkt in seine frühere Ruhelage zurück, und der Apparat ist wieder für eine weitere Entladung dienstbereit.

So einfach und zweckentsprechend solche Apparate auf den ersten Blick erscheinen mögen, so haften ihnen doch stets mehr oder weniger grosse Uebelstände an. Einmal bietet die mechanische Ausführung hinreichend empfindlicher und für Gleichstrom und Wechselstrom verwendbarer Apparate erhebliche Schwierigkeiten. Mit zunehmender Betriebsspannung wird auch der Weg rasch grösser, den der Kern zurücklegen muss, um eine Unterbrechung des Lichtbogens zu bewirken; entweder wird das Solenoid sehr lang und damit der scheinbare Widerstand der Erdleitung gross oder man ist genötigt, den Kurzschlussstrom nur zur Auslösung eines Hebels zu benützen, welcher unter dem Einfluss der Schwere herunterfällt und so die an seinem freien Ende befestigte, bewegliche Blitzplatte von der feststehenden entfernt. Dieses letztere Mittel gestattet allerdings die Funkenstrecke beliebig zu vergrössern, allein es geschieht dies auf Kosten der nachherigen Betriebsbereitschaft, weil der Hebel nicht von selbst in die Ausgangslage zurückkehrt, sondern von Hand wieder eingestellt werden muss.

Dieser Umstand beschränkt die Anwendbarkeit derartiger Apparate auf Stationen, welche über ständig anwesendes Wartpersonal verfügen.

Befindet sich die Spule wie in Fig. 4 angedeutet ist, in der Erdleitung, so sucht sie vermöge ihrer Selbstinduktion das Abfliessen variabler Entladungen nach der Erde zu hindern. Sie wirkt also schädlich und zwar in um so höherem Grade, je grösser der elektromagnetische Effekt ist, welcher von dem System verlangt wird. Um der oben diskutierten II. Konstruktionsbedingung zu genügen, muss die Erdleitung nicht nur einen kleinen galvanischen Widerstand besitzen, sondern sie soll auch möglichst induktionsfrei angelegt sein.

Die auch in Europa ziemlich verbreitete Blitzschutzvorrichtung der Thomson-Houston Company entspricht dieser Bedingung, zugleich sind bei deren Konstruktion bewegliche Teile ganz vermieden. Wie Fig. 5 erkennen lässt, sind die Elektromagnetspulen nicht in die Erdleitung, sondern vor der Maschine in die Hauptleitung eingeschaltet; sie tragen somit dazu bei, die Entladung zurückzuwerfen und

sie zu veranlassen, als Funke zwischen den beiden hornförmigen Blitzkämmen überspringen und zur Erde abzufließen. Entsteht ein Kurzschluss, so fliesst auch der Erdstrom im gleichen Sinne durch die Windungen wie der Linienstrom und bewirkt infolgedessen eine annähernd proportionale Verstärkung des Magnetismus der beiden in polschuhför-

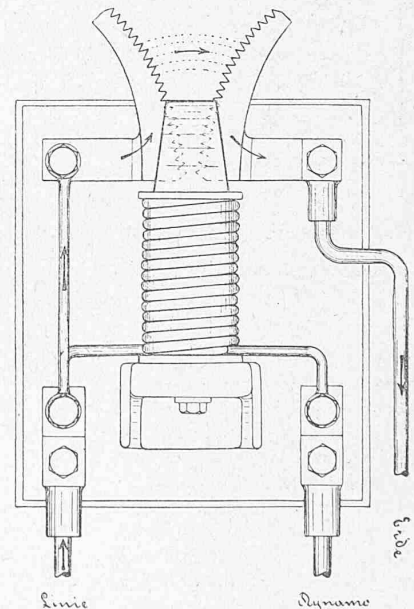


Fig. 5.

Blitzplatte der Thomson-Houston Co. Vorderansicht.

migen Ansätzen endigenden Eisenkerne; ein zwischen den Kämmen vorhandener Lichtbogen befindet sich demnach in einem starken magnetischen Feld, welches denselben wie einen frei beweglichen, von Strom durchflossenen Leiter nach oben treibt, ihn dabei streckt und zum Erlöschen bringt.

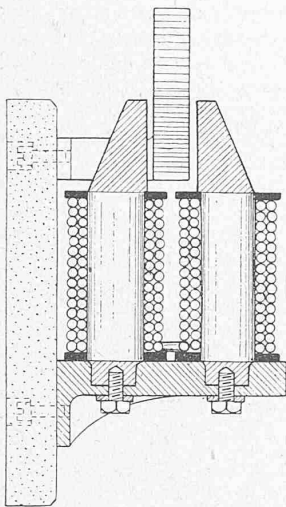


Fig. 5b  
Blitzplatte der Thomson Houston Co.  
Seitenansicht im Schnitt.

Diese Art des „Ausblasens“ des Lichtbogens durch ein magnetisches Feld hat bei manchen Gleichstromanlagen gute Dienste geleistet; für Wechselstrombetriebe eignet sich die Kombination dagegen nicht. Ein ganz anderes Prinzip hat die *Westinghouse Company* zum Schutze der Generatoren in Tramway - Centralen zur Anwendung gebracht, Fig. 6. Auf dem Boden zweier, aus feuerfestem Material bestehenden Kammern befindet sich je ein Kohlenstäbchen, welche durch ein für beide gemeinsames metallisches Leiterstück mit der Trolleylinie verbunden sind. Durch eine Oeffnung in der Decke der Kammern ragt ein zweiter, kreisförmig gebogener Kohlenstab hinein, welcher an einem zur Erde abgeleiteten, drehbaren Kupferbügel befestigt ist. Bildet sich nun zwischen den beiden Kohlen ein Lichtbogen, so treten unter dem Einfluss des Stromes abstossende Kräfte zwischen den beiden Spitzen auf, gleichzeitig dehnt sich die Luft in der Kammer stark aus, so dass die bewegliche Kohle aus der Kammer herausgetrieben wird, wobei der Lichtbogen erlischt. Der Bügel bewegt sich über die vertikale Gleichgewichtslage hinaus, bis er in eine neue Ruhelage gelangt, in welcher sich die Kohlenspitzen in der Kammer rechts gegenüberstehen; bei einer neuen Entladung, für welche der Apparat wieder funktionsbereit ist, wird der Bügel wieder in seine Ausgangsstellung zurückgeworfen.

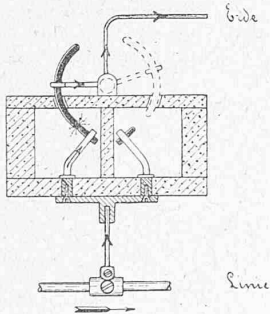


Fig. 6.  
Blitzschutzvorrichtung der Westinghouse Compagnie.

Eine von *W. A. Vail* angegebene, in Fig. 7 dargestellte Disposition benützt für die selbstthätige Erdschlussunterbrechung nur die abstossenden Kräfte, welche mit dem Lichtbogen auftreten. Ueber eine geriffelte horizontale Metallplatte, die mit der Linie in Verbindung steht, hängt frei beweglich an einer flexiblen, zur Erde gehenden Kupferdrahtschnur eine Metallkugel; dieses Pendel verlässt beim Entstehen des Kurzschlusses seine Gleichgewichtslage und kommt in Schwingung, und bei genügender Elongation wird der Lichtbogen zwischen Kugel und Platte erlöschen.

Das *Wirt'sche* System der unter der Bezeichnung „Kondensationsblitzplatten“ bekannten Apparate, beruht auf folgendem Prinzip:

Auf einer metallischen, zur Erde abgeleiteten Grundplatte, siehe Fig. 8, sind eine Reihe von Zinkscheiben säulenförmig aufeinander geschichtet, welche sämtlich unter sich durch dünne Glimmerblättchen getrennt sind; das oberste Scheibchen steht in leitender Verbindung mit dem centralen, durch eine Ebonithülse isolierten Schraubenbolzen, von welchem ein Verbindungsdraht zur Luftlinie führt. Ein atmosphärischer Entladungsfunke wird daher gezwungen sein, von der obersten Metallscheibe auf die zweitoberste überzuspringen, und so fort bis zur Grundplatte; auf diesem Weg wird ihm aber alle Wärme entzogen und damit die Entstehung eines Lichtbogens verhindert, was nicht der Fall wäre, wenn die Funkenstrecke anstatt aus beispiels-

weise 30 Intervallen von je  $\frac{1}{10}$  mm aus einer einfachen Plattendistanz von 3 mm bestehen würde. Es ist hiebei noch zu bemerken, dass die Glimmerblättchen nicht etwa zwischen den Metallscheiben durchbrochen werden. Die Funken springen vielmehr über die äusseren Ränder des Glimmers hinweg, so dass sich Schmelzspuren nur an der Aussenfläche des Cylinders und zwar hauptsächlich an der oberen Hälfte desselben bilden, wo sie leicht konstatiert und beseitigt werden können.

Die *Wirt'sche* Blitzplatte hat in dieser Ausführung den Nachteil, dass die Funkenstrecke schwer zu regulieren ist, weil sich eben ihre wirkliche Grösse infolge der Kombination von Luft und Glimmer nicht genau definieren lässt. Sie wurde deshalb unter Beibehaltung des Prinzips von *Wirt* konstruktiv modifiziert, wie aus der schematischen Fig. 9 ersichtlich ist. Die Zinkscheiben sind hier durch Röhren aus Zinkblech ersetzt, welche auf Cylindern aus isolierendem Material sitzen. Die Blechcylinder sind auf den Isolierstäben und diese letztern wieder um eine excentrische Achse drehbar, um einerseits eine gleichmässige Ausnützung der ganzen Zinkoberfläche und andererseits eine bequeme Regulierung des Luftabstandes zwischen den Cylindern zu ermöglichen. Der erste Zylinder ist an die Luftlinie, der letzte an die Erde angeschlossen, so dass ein Entladungsfunke nunmehr eine Reihe von kleinen Luftintervallen überspringen muss, deren Summe der theoretischen Funkenstrecke bei einem aus nur zwei Cylindern bestehenden Apparat gleichwertig ist. Die grossen Metallmassen, über welche hin der Funke seinen Weg nehmen muss, entziehen demselben Wärme, „kondensieren“ ihn und verhindern damit gleichfalls die Bildung eines stationären Lichtbogens.

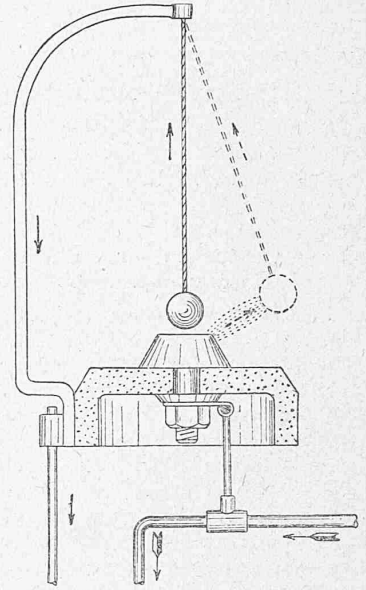


Fig. 7.  
Vail's Pendelblitzplatte.

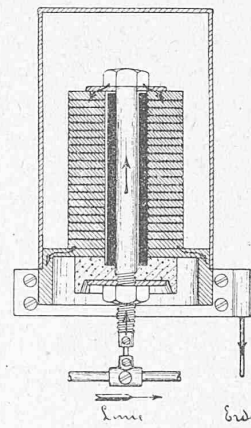


Fig. 8.  
Wirt'sche Kondensationsblitzplatte mit Lamellen.

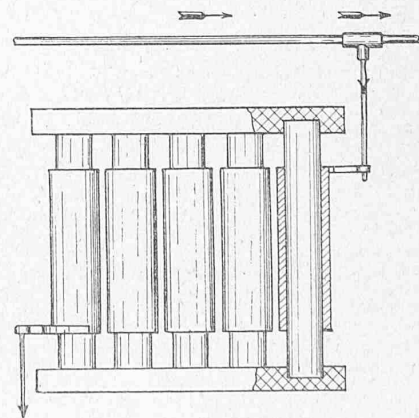


Fig. 9. Wirt'sche Kondensationsblitzplatten mit Röhren.

In neuester Zeit kommen, wie wir glauben nach dem Vorgange von *Thury*, immer häufiger einfache Bleisicherungen, welche einzeln oder gruppenweise in Parallel-

schaltung in die Erdleitung eingesetzt werden, als sehr wirksame und zuverlässige Schutzvorrichtung in Gebrauch. Wie Skizze Fig. 10 erkennen lässt, können die Abschmelzstreifen, die hinreichend lang zu wählen sind, direkt mit dem an Erde gelegten Spitzenkamm verbunden werden. Die Abstände der verschiedenen Käme einer Gruppe sind so zu regulieren, dass dieselben um kleine Beträge von einander differieren, weil alsdann die Entladungen sich weniger leicht zwischen verschiedenen Kämmen teilen, sondern

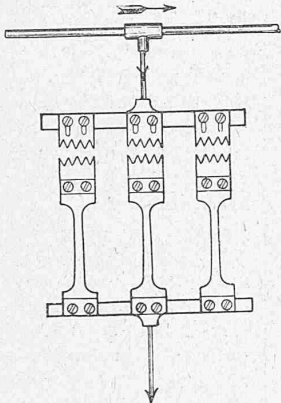


Fig. 10.  
Blitzkämme mit Abschmelzstreifen.

welchen diejenigen der noch offenen Wege zur Erde einschlagen, welcher die kleinste Luftdistanz aufweist. Auf diese Weise bleibt der Apparat für mehrere aufeinander folgende Entladungen dienstbereit; durch passende Dimensionierung der Abschmelzstreifen hat man es überdies in der Hand auch die maximale Stärke des momentanen Kurzschlussstromes auf einen, die Generatoren nicht mehr gefährdenden Wert zu reduzieren.

Ausser den hier beschriebenen Blitzschutzvorrichtungen mit selbstthätiger Funkenunterbrechung existieren noch zahlreiche andere Konstruktionen, welche sich jedoch alle auf eine oder mehrere der obigen typischen Formen zurückführen lassen.

Im Zusammenhang mit der 3. Aufgabe stehen einige als Ergänzungen nachzutragende Ausführungsdetails, welche die Konstruktion der Blitzplatten und Erdleitungen betreffen.

In älteren Anlagen begegnet man häufig Blitzplatten, bei welchen die Käme der positiven und negativen Leitung mit dem Erdkamm auf der gleichen Platte montiert sind, wie Fig. 11 a schematisch darstellt; noch zahlreicher sind die Anlagen, bei welchen wie in Fig. 11 b die positiven und negativen Leitungen an getrennte Blitzplatten führen, während die Erdleitung für beide gemeinschaftlich ist. Bei dieser Anordnung werden im Falle von gleichzeitigen Entladungen auf der Hin- und Rückleitung die Maschinen metallisch kurz geschlossen, da der Widerstand der beiden Lichtbogen nur klein ist. Heute pflegt man in normal disponierten Anlagen jeden Pol bzw. jede Phase mit einer besonderen Erdplatte zu versehen, wie dies Fig. 11 c zeigt; entsteht bei dieser Kombination ein Kurzschluss durch die Erde, so wird das resultierende Strommaximum viel kleiner sein als nach Anordnung a und b, weil hier eine Erd- oder Flüssigkeitsschicht in die Leitungsbahn eingeschaltet ist, deren Widerstand stets viel grösser sein wird als derjenige eines metallischen Verbindungsleiters.

Von Einfluss ist auch das Material, aus dem die Blitzplatten hergestellt werden; am besten eignet sich dazu stark zinkhaltiges Messing, weil die bei der Funkenbildung sich entwickelnden Zinkdämpfe, verglichen z. B. mit Kupferdämpfen, schlecht leitend sind und deshalb die Bildung eines dauernden Lichtbogens zwischen den Zacken erschwert wird.

Zum Schlusse dieses Abschnittes muss noch kurz auf eine theoretische Frage eingetreten werden, welche im Vorstehenden nur gestreift worden ist. O. Lodge hat nämlich gefunden, dass einzelne atmosphärische Entladungen oscillatorisch verlaufen und sich durch eine sehr hohe Wechselzahl auszeichnen; wäre dies regelmässig der Fall, so dürfte die Konstruktion der Stationsblitzschutzvorrichtungen nur noch auf die Gegenwirkungen durch Volta-Induktion basiert werden, da Eisen von einer gewissen Ummagnetisierungszahl an magnetisch inaktiv wird. Es liegen nun aber viele ganz zuverlässige Beobachtungen vor, welche zeigen, dass Blitzschutzapparate, welche hauptsächlich durch Magnetinduktion wirken müssen, stets in der vorgesehenen Weise funktioniert haben; daraus dürfte zunächst folgen, dass jedenfalls nicht alle durch Blitzwirkungen verursachten

Entladungen oscillierend verlaufen; andererseits deutet die Erfahrungsthat, dass ähnliche Blitzschutzapparate bei andern Anlagen sich einzelnen Entladungen gegenüber völlig wirkungslos verhielten, während sie vor- und nachher unter scheinbar gleichen Bedingungen richtig arbeiteten, zweifellos auf Unterschiede hin, welche in der Natur der abzuleitenden Entladungen begründet sein müssen.

Es fragt sich nun, ob bereits die Entladung der Gewitterwolken oscillierend ist und daher in der Fernleitung auch oscillierende Ströme induziert oder aber, ob die in den Leitungen induzierten Ströme erst dann einen oscillieren-

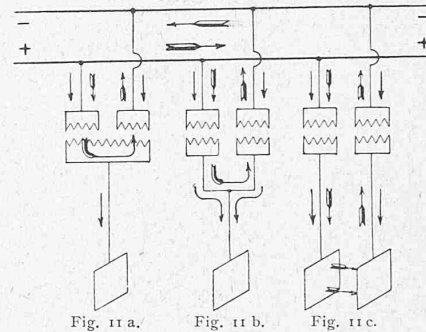


Fig. 11 a. Fig. 11 b. Fig. 11 c.

Erdverbindungen.

den Charakter annehmen, wenn die Widerstands-, Kapazitäts- und Induktionsverhältnisse der sekundären Leitungsbahn dies bedingen. Beide Fälle sind möglich; für die erstere Annahme würde u. a. sprechen, dass man, wie oben angeführt wurde, beiden gleichen Installationen abwechselnd ein gutes Funktionieren und dann wieder ein Versagen konstatierte; denn läge die Ursache in der Leitungsbahn, so müsste die Entladung immer oscillatorisch sein.

Eine sichere Entscheidung dieser wichtigen Frage kann nur durch spezielle Versuche erreicht werden. Vorläufig wird bei der Konstruktion der Blitzschutzapparate auf die Möglichkeit oscillierender Entladungsströme thunlichst Bedacht genommen werden müssen.

## Aus der Kantonalen Gewerbe-Ausstellung in Zürich.

I.

### Die Ausstellung der Maschinenfabrik Oerlikon.

In der Kantonalen Gewerbe-Ausstellung zeigt die Maschinenfabrik Oerlikon in anschaulicher Weise den Betrieb einer Werkstätte durch Kleinmotoren und bedient sich dabei des von ihr mit Vorliebe verwendeten Drehstrom-Systems. Die Hauptanlage genannter Maschinenfabrik befindet sich in der Maschinenhalle Gruppe II (eidg.) Motoren. In der unserer Nummer 11 beigegebenen Tafel ist die erwähnte Anlage links ersichtlich. Eine genauere Darstellung derselben giebt nachstehende Fig. 1.

Als Generator für diese Kraftverteilungsanlage dient eine Drehstrommaschine von 50 P. S. des bekannten Oerlikoner Typ, welche in der Kraft-Station (vide Haupt-Grundriss auf S. 84) aufgestellt und von der Transmission der fahrbaren Compound-Lokomobile von King & Cie. in Wollishofen angetrieben wird. Diese Primärmaschine arbeitet mit einer Spannung von 120 Volts zwischen Schenkel und Mittelleiter und macht 600 Umdrehungen in der Minute. Von derselben gehen zwei Leitungsstränge von je drei Drähten ab, wovon einer in der Tonhalle (Erdgeschoss, Gruppe VIII: Bekleidungswesen, Ausstellung von G. Henneberg: Seidenstoffweberei) endigt und hier vier Drehstrom-Motoren zu je  $\frac{3}{4}$  P. S. speist. Diese Motoren treiben teils durch direkte Kuppelung, teils durch Riemenantrieb drei Webstühle verschiedener Konstruktion, sowie eine Wickelmaschine der Maschinenfabrik Rütli (Kaspar Honegger). Die Einrichtung an den Webstühlen mit Riemenantrieb ist so getroffen,