

Ueber den Einfluss der Starkstromleitungen auf Schwachstromleitungen

Autor(en): **Wietlisbach, V.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **19/20 (1892)**

Heft 14

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-17396>

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 den Einfluss der Starkstromleitungen auf Schwachstromleitungen. — Wettbewerb für eine neue Tonhalle am Alpenquai in Zürich. III. — Zur Akustik kirchlicher Bauwerke. — Miscellanea: Neue Tonhalle in Zürich. Eidg. Polytechnikum. — Concurrenzen: Neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Neuenburg. Assainissement de la

ville de Sophia capitale de la principauté de Bulgarie. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architektenverein. Gesellschaft ehemaliger Studirender der eidg. polytechnischen Schule in Zürich: Generalversammlung. — Hiezu eine Lichtdrucktafel: Wettbewerb für eine neue Tonhalle am Alpenquai in Zürich.

Ueber den Einfluss der Starkstromleitungen auf Schwachstromleitungen.

Von Dr. V. Wietlisbach, Bern.

Die Ausdehnung der Starkstromleitungen hat mit einem sehr lästigen Uebelstande derselben, nämlich mit der inducierenden Einwirkung auf benachbarte Schwachstromleitungen vornehmlich Telephonleitungen, bekannt gemacht. So lange sich die Starkstromleitungen nur auf kürzere Entfernungen beschränkten, war es meistens möglich, die beiden Leitungssysteme so neben einander zu führen, dass eine hinderliche Einwirkung vermieden wurde. Nachdem aber in neuerer Zeit die Starkstromleitungen ebenfalls auf grössere Entfernungen sich ausdehnen, ist ein gegenseitiges räumliches Ausweichen schlechterdings nicht mehr möglich, und es handelt sich jetzt darum, die Grundsätze für ein gegenseitiges Nebeneinanderbestehen zu regeln.

Hauptsächlich von Seite der Starkstromtechniker wird mit einem gewissen Pathos die Lehre verkündet: Jede Leitung soll in sich selbst geschützt sein.

Der Stärkere ist gegenüber dem Schwächeren natürlich immer geschützt, und da die Starkströme 10 000 bis 100 000 Mal stärker sind als die Telegraphir- und Telephonströme, so ist leicht zu ersehen, was mit diesem Selbstschutz gemeint ist.

Da jedenfalls nicht bezweifelt werden kann, dass die Telegraphen- und Telephonleitungen für das gegenwärtige Verkehrs- und Culturleben eben so wichtig sind als die Starkstromleitungen, so möchte als billiger Grundsatz der folgende aufgestellt werden können:

Jede Leitung muss so angelegt werden, dass sie den Betrieb der andern Leitungen nicht stören kann.

Dabei soll als selbstverständlich zugegeben werden, dass für jede Leitung zum voraus alle Massregeln ergriffen werden, um sie gegen äussere Einflüsse möglichst zu schützen. Von den Schwachstromleitungen kommen in erster Linie als die empfindlicheren die Telephonleitungen in Betracht. Bekanntlich können diese dadurch gegen äussere Einflüsse erheblich geschützt werden, dass sie unter Ausschluss der Erde als Doppelleitungen betrieben werden, und es soll angenommen werden, dass alle den Starkstromleitungen ausgesetzten Telephonleitungen Doppelleitungen seien. Vielerorts sträubt man sich noch wegen der höheren Anlagekosten gegen die doppeldräftigen Telephonleitungen; dieser Widerstand wird aber in kurzer Zeit durch die Nothwendigkeit der Thatfachen gebrochen sein. Denn erstens müssen in den grossen Centren mit mehreren oder gar vielen Tausend Telephonanschlüssen unterirdische Leitungen verwendet werden; ein befriedigendes Sprechen durch Cabel ist aber nur bei Schleifenschaltung möglich. Andererseits müssen die langen Telephonlinien zwischen den verschiedenen Netzen als Schleifen angelegt werden, um zu ermöglichen, dass mehrere Leitungen dasselbe Gestänge benützen können.

Damit soll keineswegs verlangt werden, dass nun ausschliesslich und durchgehends Doppelleitungen verwendet werden sollen; dadurch würde eine unnöthige und sehr erhebliche Vertheuerung der Anlage herbeigeführt werden. Dagegen wird die Schleifenform durch die Umstände überall erzwungen werden, wo dadurch eine Verbesserung des Dienstes herbeigeführt werden kann.

Die Schleife ist das einzige bisher erprobte Mittel, um Telephonleitungen gegen äussere Einflüsse zu schützen, und es ist bisher kein anderer Vorschlag gemacht worden, welcher eine allgemeine technische Verwendung zulassen würde. Ein neulich patentirtes Verfahren will an die Telephonleitungen Abzweigungen anlegen, welche, durch Condensatoren und Selbstinductoren auf eine gewisse Schwingungs-

zahl abgestimmt, nur electrische Wellen von gewisser Beschaffenheit, z. B. die durch die Starkstromleitungen inducirt durchlassen, den andern aber den Weg versperren. Die Schwierigkeit in der Ausführung liegt darin, dass das durch die Starkstromleitungen erzeugte Geräusch eben auch in der Höhenlage der menschlichen Sprache liegt und es daher nicht möglich ist, dieses Geräusch abzuleiten, ohne auch aus der telephonischen Lautwirkung ein nothwendiges Gebiet auszulöschen.

Die Telefonschleife ist deshalb gegen aussen geschützt, weil durch jede äussere Störung in jedem der beiden Drähte, aus welchem sie besteht, ein gleich grosser Strom inducirt wird, und die beiden Ströme am Ende der Leitung sich compensiren. Besser sagt man wol, dass durch die äussere Störung in jeder Hälfte der Schleife gleiche, aber entgegengesetzt gerichtete electromotorische Kräfte erzeugt werden, deren Summe Null ergibt. Ausserdem kann eine solche Schleife auch gegen aussen keine Wirkung ausüben, weil in beiden Drähten ein gleich starker Strom in entgegengesetzter Richtung fliesst, und die von beiden erzeugten electromotorischen Kräfte auf einen äusseren Punkt sich daher aufheben müssen. Beide Sätze gelten nur unter gewissen Voraussetzungen, unter denen die wichtigsten die sind, dass die Leitung in gutem Zustand und überall gut von der Erde isolirt sei, und dass die dritte Leitung im Verhältniss zur Entfernung der beiden Drähte der Schleife ziemlich weit abliege. Ist die zweite Leitung ein einfacher Draht, so ist es ziemlich schwierig, die beiden Leitungen so zu schützen, dass beim Betrieb mit Telephonen absolut keine Einwirkung von der einen Leitung auf die andere merkbar ist; es machen sich dann schon ganz kleine Isolationsfehler geltend, auch kommen theoretische Gründe betreffend geometrischer Anordnung in Betracht, auf welche Herr Grawinkel aufmerksam gemacht hat. Sind aber beide Leitungen Schleifen, so ist es verhältnissmässig leicht, dieselben vollständig unabhängig von einander zu machen; unter den dabei zur Verwendung kommenden Hilfsmitteln spielt das Verschränken der Drähte die Hauptrolle.

Was nun den Einfluss der Starkstromleitungen auf die Schwachstromleitungen betrifft, so muss vom Standpunkte der letzteren eine solche Anlage der ersteren verlangt werden, dass sie sich in dem in der Telefonschleife eingeschalteten Telephone nicht bemerkbar machen. Diese Forderung wird wol auch von den meisten Starkstromtechnikern als billig anerkannt, deren Erfüllung zugleich aber auch als ganz leicht hingestellt. Es kommt dabei vor Allem viel auf den relativen Begriff „bemerktbar“ an. Bei den Versuchen zwischen Offenbach und Frankfurt a. M. z. B., welche sehr oft citirt werden, wurde constatirt, dass trotz des vom Drehstrom erzeugten Lärms zwischen den Endstationen noch eine telephonische Verständigung möglich sei. Das genügt natürlich für die Fernsprechtechnik nicht, sondern es muss mit Rücksicht auf das Telephoniren auf grosse Entfernungen verlangt werden, dass normale Ohren ohne besondere Anstrengungen im Telephon gar kein Geräusch wahrnehmen können. Die Fernsprechleitungen dehnen sich jetzt schon auf 1000 km und weiter aus, und es hat gar keine Schwierigkeiten, auf jede beliebige Entfernung wenigstens über oberirdische Leitungen zu telephoniren, die Ausführung solcher Anlagen ist nur eine finanzielle Frage. Es wird nun eine solche lange Leitung an vielen Orten mit Starkstromanlagen in Berührung kommen, und es ist vor auszusehen, dass wenn jede einzelne derselben auch nur ein schwaches Geräusch erzeugt, doch alle zusammen schliesslich eine Störung verursachen, welche eine telephonische Verständigung ganz unmöglich machen oder wenigstens erheblich erschweren. Die nur 32 km lange Telephonleitung Zürich-Aarau z. B. kreuzt erst die Beleuchtungsanlagen in

Zürich, dann geht sie bis nach Killwangen auf eine Länge von 16 km parallel mit zwei verschiedenen Kraftübertragungsleitungen, hierauf kreuzt sie mehrere Beleuchtungsleitungen in Baden, berührt solche in Turgi, Wildegg und Aarau. Da wir gegenwärtig erst im Anfang der Entwicklung der Starkstromleitungen stehen, so ist leicht vorzusehen, dass in ganz kurzer Zeit längs jeder Telephonleitung eine ununterbrochene Reihe von Starkstromleitungen sich einstellen werden, und wenn man zugeben wollte, dass jede einzelne Anlage auch nur ein schwaches Geräusch in den benachbarten Telephonleitungen erzeugen dürfe, so würde das Resultat in kurzer Zeit das sein, dass das mit der Vermehrung der Starkstromanlagen rasch wachsende Geräusch das Telephonieren auf eine einigermaßen beträchtliche Entfernung einfach unmöglich machen würde.

Wenn es nicht anginge, Starkstromanlagen so zu bauen, dass sie auf die Telephonleitungen keinen Einfluss ausüben, so müsste erst die Frage entschieden werden, welche Einrichtung für die allgemeine Wohlfahrt von grösserem Interesse sei, die Starkstromanlagen oder die Schwachstromanlagen. So steht aber die Frage nicht; denn ohne Zweifel ist es möglich, die Starkstromanlagen so zu erstellen, dass der Betrieb der Schwachstromanlagen dadurch nicht gehindert wird, und es fragt sich daher bloss, ist die Bedeutung der Schwachstromanlagen derart, dass es sich zur Ermöglichung ihres Betriebes lohnt, den Starkstromanlagen gewisse Bedingungen aufzuerlegen, welche deren Ausführung in einigen Fällen etwas erschweren, sie aber nie unmöglich machen können. Ich denke, diese Frage ist in jedem Falle zu bejahen.

Alle Starkströmeinrichtungen, welche den Gleichstrom verwenden, haben, sofern sie von der Erde überall gut isolirt sind, und die Drähte parallel und möglichst nahe beisammen geführt werden, auf benachbarte Telephonleitungen (in Schleifenform) keinen Einfluss. Nur beim Dreileitersystem, bei dem in den drei Drähten verschieden grosse Ströme circuliren und die von der Construction des Collectors bedingten Stromschwankungen daher sich nicht compensiren macht sich ein etwas stärkerer Einfluss geltend, welcher zu seiner Eliminirung besondere Sorgfalt in der Linienanlage erfordert. Namentlich machen sich in diesem Falle Isolationsfehler der Starkstromleitung fühlbar.

Den einzigen schwierigeren Fall beim Gleichstrom bieten diejenigen electricen Bahnen, welche die Schiene als Rückleitung benützen. In solchen Fällen ist besonders darauf zu sehen, aus den Schienen selbst eine gute electriche Leitung zu machen, was durch eine geeignete Construction der Flanschen und die zweckmässige Verbindung derselben unter einander, oder durch einen dicken Kupferdraht, welcher längs den Schienen hingeführt und mit den Flanschen metallisch verbunden wird, erreicht werden kann. Selbstverständlich sind auch die Maschinen in gut leitende Verbindung mit diesem Drahte zu bringen. Auf der 4 km langen Bahn Sissach-Gelterkinden ist diese Methode verwendet worden, und es ist bisher noch keine Belästigung der Abonnenten in Sissach durch Induction zur Kenntniss gelangt.

Gefährlicher als der Gleichstrom ist der Wechselstrom. Werden die beiden Drähte der Wechselstromleitung parallel neben einander geführt und sind keine Transformatoren eingeschaltet, so ist die Wirkung auf die Telephonleitung schwach, und wenn die Leitungen zu verschiedenen Seiten derselben Strasse geführt werden, so ist schon eine Parallelführung von mehreren Kilometern statthaft, bevor eine Störung bemerkbar wird, gute Isolation beider Leitungen vorausgesetzt. Sind dagegen auf der Starkstromleitung Transformatoren eingeschaltet, so ist die Wirkung eine ungleich stärkere. Auf beiden Seiten der Wechselstrommaschine und des Transformators wird durch die Selbstinduction der Apparate und die Hysteresis ihres Eisens eine Phasendifferenz erzeugt, so dass der Strom in dem einen Drahte demjenigen im anderen Drahte um ein gewisses Zeittheilchen vorseilt. Wäre die Vorseilung eine halbe Schwingungsdauer, die Phasendifferenz also 180° , so würde sich die inductorische

Wirkung beider Drähte auf einen dritten nicht mehr aufheben, sondern einfach addiren, die Induction wäre doppelt so gross, als wenn nur ein Draht vorhanden wäre. Im Allgemeinen beträgt die Phasendifferenz weniger als 45° ; es kommt dabei hauptsächlich auf die Anzahl der magnetischen Polwechsel in der Minute an.

Während es also theoretisch möglich ist, eine nicht inducirende einfache Wechselstromleitung zu erstellen, wird dies unmöglich, sobald Transformatoren eingeschaltet werden. Bezügliche Versuche wurden seiner Zeit auf der Linie Montreux-Villeneuve gemacht. Für gewöhnlich waren die Transformatoren am Ende der Luftleitung in Villeneuve aufgestellt, von wo die Vertheilung zum Zwecke der electricen Beleuchtung stattfand. Das Geräusch war so stark, dass sich die Tephonabonnetten darüber beschwerten. Wurde der Transformator aber in Montreux, am Ende der Cabelleitung, aufgestellt, so wurde das Geräusch viel schwächer und für gewöhnlich kaum wahrnehmbar. Die Phasenverschiebung einer Dynamo ist viel stärker als diejenige eines Transformators. Man erreicht also schon eine erhebliche Verbesserung, wenn man zweimal transformirt, einmal wo der von der Dynamo kommende Strom in die Nähe der Telephonleitungen tritt, und das zweite Mal am Ende der primären Leitung an den Vertheilungspunkten. Durch besondere Vorkehrungen wird es daher auch möglich werden, einen Wechselstrom mit Transformatoren so zu führen, dass dadurch die Telephonleitungen nicht gestört werden; die technischen Hilfsmittel sind möglichst genauer und näher Parallelverlauf der beiden Drähte und gute Isolation derselben, sowie zweckmässige Anordnung der Transformatoren. Immerhin müssen hier schon ganz besondere Massregeln ergriffen werden, wenn beide Leitungssysteme ungestört neben einander sollen bestehen können.

Am meisten Schwierigkeiten bereitet der Drehstrom. Da diese Frage in der Literatur noch nicht abgeklärt ist und die widersprechendsten Angaben verbreitet werden, so will ich etwas eingehender die Versuche beschreiben, welche ich in Zürich angestellt habe, um die Einwirkung der Drehströme auf Telephonleitungen festzusetzen.

In theoretischen Abhandlungen wird bewiesen, dass die Stromstärken in den drei Leitungen 1, 2, 3 an die Beziehung geknüpft seien

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0.$$

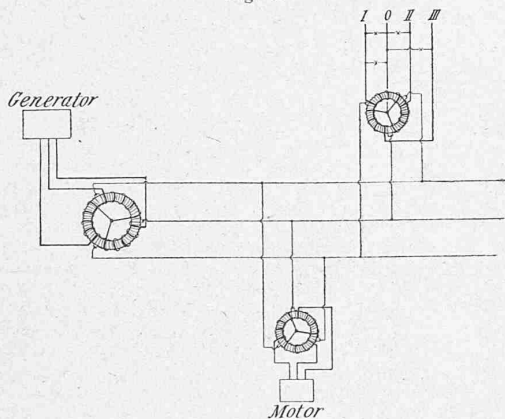
Diese Beziehung gilt aber nur, wenn durch äussere Einflüsse keine Phasenverschiebung hervorgerufen wird. Im Falle der Kraftübertragung z. B. gilt jene Beziehung nur, so lange Motor und Generator synchron laufen, in allen anderen Fällen dagegen nicht. Sobald der Motor nicht mehr synchron läuft, fängt er ebenfalls an als Generator zu wirken, sendet Ströme in die Leitungen, und es entsteht dadurch eine ziemlich verwickelte Stromvertheilung. Nun ist richtig, dass, so lange obige Beziehung besteht, dann die Induction gegen aussen sehr klein ist, andernfalls muss aber eine sehr starke Induction entstehen.

Ich hatte Gelegenheit, diese Verhältnisse auf der Drehstromleitung Bülach-Oerlikon zu beobachten. Dieselbe wird bei Glattbrugg und Oerlikon von der Telephonleitung Zürich-Bülach gekreuzt. Wenn der Motor in Oerlikon nur bei schwacher Belastung lief und also der synchrone Gang gesichert war, so war in der Telephonleitung nur mit grosser Mühe ein schwaches Geräusch merkbar. Wurde aber die Belastung gesteigert, so fing der Motor an langsamer zu laufen, es entstanden im Telephon anfänglich ganz langsam wiederkehrende Stösse, entsprechend den Schwebungen, welche man bei nahe unisono gestimmten Orgelpfeifen beobachtet. Diese Stösse folgten immer rascher aufeinander und gingen schliesslich in ein sehr starkes Geräusch über, durch welches das Telephonieren erheblich erschwert wurde. Auf der Telephonschleife, welche an dem gleichen Gestänge mit der Starkstromleitung von Bülach nach Oerlikon führt, war im ersten Fall ein schwaches Geräusch, im zweiten ein so starker Lärm hörbar ist, dass eine telephonische Verständigung unmöglich wurde.

Das Object für die nachstehenden Versuche bildete die Kraftübertragung, welche Herr Boiler-Schinz vom Kessel bei der Station Killwangen bis nach Zürich angelegt hat. Diese ist für einen Drehstrom mit 5000 Volt Spannung und für eine Leistung von 300 Pferdestärken berechnet. Die ungefähr 20 km lange Leitung besteht aus drei Kupferdrähten von 5 mm Durchmesser. Das Trace der Limmat entlang ist ziemlich isolirt und kommt mit Telephonleitungen bis auf 500 m nirgends in Collision. Im Hard bei Ausersihl biegt die Leitung südlich über den Centralfriedhof ab. Verbrauchsstellen sind gegenwärtig in der Steinsäge Schneebeli beim Centralfriedhof, in der Uetlibergbrauerei und im Giesshübel vorhanden. Vom Hard bis nach dem Giesshübel kreuzt die Drehstromleitung die von Westen und Süden in Zürich einmündenden Telephonleitungen nach Basel, Aarau, Bern, Luzern und auf allen ist ein ziemlich starkes, den Fernverkehr störendes Geräusch hörbar. Um die inductorische Wirkung der Drehstromleitung ganz zu verstehen, muss erst einiges über die Schaltung der Verbrauchsstellen angegeben werden.

Alle Kraftstationen sind nach der beistehenden Fig. 1 parallel geschaltet. In der Steinsäge des Herrn Schneebeli

Fig. 1.



ist ein Transformator und ein dreiphasiger Motor aufgestellt. Die Stromstärke am Ampère-Meter schwankt beständig zwischen 50 und über 100 Amp., die letztere tritt immer auf, wenn die Säge am Umkehrpunkt angelangt ist und einen Moment still steht. Der Kraftverbrauch und die Geschwindigkeit des Motors sind also in einer fortwährenden Veränderung begriffen.

Die zweite Kraftstation in der Uetlibergbrauerei dient nur zu Beleuchtungszwecken. Es sind 180 Lampen montirt mit 80 Volt Spannung. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, sind vom Transformator aus drei unabhängige Stromkreise mit gemeinschaftlicher Rückleitung gebildet.

Die einzelnen Kreise sind im allgemeinen ungleich belastet, ein Theil der Lampen kann mit gemeinsamem Ausschalter gleichzeitig ausgelöscht werden, ein anderer Theil hat specielle Ausschalter für jede einzelne Lampe.

Andere Verbrauchsstationen waren zur Zeit der Versuche noch nicht in Thätigkeit.

Sowol wegen der variablen Belastung des Motors in der Steinsäge als der ungleichen Vertheilung der angezündeten Lampen auf die verschiedenen Stromkreise im Transformator der Uetlibergbrauerei wird der normale Zustand nach der Gleichung

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

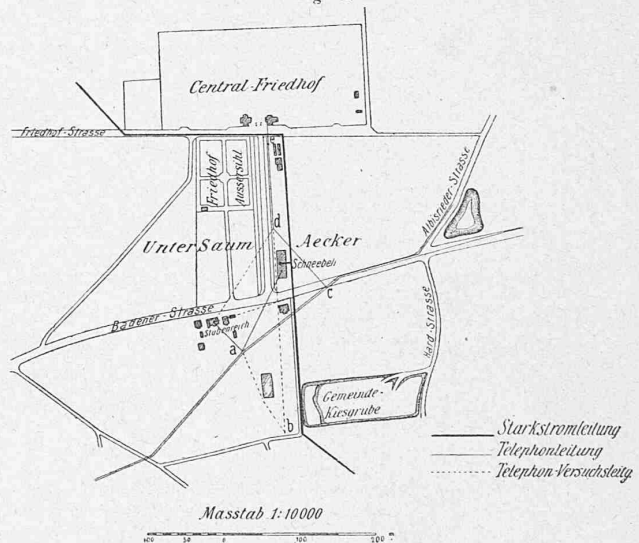
nie oder nur selten zufälligerweise eintreten, und es sind daher starke Inductionerscheinungen zu erwarten. Um über die verschiedenen Factoren, welche hierbei masgebend sind, Aufklärung zu erhalten, wurden mit den bestehenden sowie mit besonders zu diesem Zwecke erstellten Leitungen in der Nähe der ersten Kraftstation beim Centralfriedhof Versuche angestellt. In erster Linie stellte es sich heraus, dass das beobachtete Geräusch hauptsächlich von den Kreuzungen herrühre.

In untenstehender Fig. 2 sind die Starkstromdrähte stark, die bestehenden Telephonleitungen schwach ausgezogen und die erstellten Versuchsdrähte punkirt eingezeichnet. Der Beobachtungsort waren die Telephoncentralstation am Rennweg in Zürich und die Abonnentenstation Stubenreich beim Centralfriedhof. Auf dem Abonnentendraht Centralfriedhof, welcher über *a c d e* führend die Starkstromleitung dreimal kreuzt, war das Geräusch so stark, dass der Verkehr mit den Abonnenten in Zürich wesentlich erschwert, derjenige auf den interurbanen Leitungen unmöglich gemacht wurde, was zu energischen Reclamationen von Seite des Abonnenten führte.

Um nun den Zusammenhang mit der Anzahl der Kreuzungen zu constatiren, wurde erst die Abonnentenleitung in *c* mit einer Erdleitung versehen, so dass nur eine Kreuzung mit der Starkstromleitung wirksam war; dann wurde die Erdleitung nach *d* verlegt und es waren jetzt zwei Kreuzungen vorhanden. Auf diese Weise konnte das Wachsen des Geräusches mit Zunahme der Anzahl der Kreuzungen verfolgt werden.

Neben der Kreuzung hat natürlich auch die Parallelführung einen Einfluss. Um diesen zu constatiren, wurde

Fig. 2.



der Draht Centralfriedhof *e d* bis nach *b* verlängert und von dort über *a* nach dem Beobachtungsort Stubenreich geführt. Bei *e* wurde der Draht zerschnitten und mit einer Erdleitung versehen, so dass eine parallele Leitung *e d b a* ohne Kreuzung gebildet wurde. Das Stück *e b* von 380 m Länge ging in einer Entfernung von 25 m mit der Starkstromleitung parallel. Das inducirte Geräusch war ungefähr gleich gross wie bei einer einfachen Kreuzung. Nachdem der Parallelverlauf auf das Stück *e d* von bloß 120 m reducirt wurde, war das Geräusch viel schwächer und nur noch mit einiger Aufmerksamkeit zu entdecken.

Die bisherigen Versuche wurden mit einfachen Drähten ausgeführt, da diese die masgebenden Verhältnisse leichter erkennen lassen. Es wurde nun auch noch der Einfluss auf Schleifen beobachtet. Die Schleifenleitung Zürich-Baden führt über *a c* längs der Badenerstrasse und kreuzt die Starkstromleitung zwischen *a* und *c*. Das von dieser einmaligen Kreuzung herrührende Geräusch ist schwach und nur mit einiger Aufmerksamkeit zu beobachten. Von *c* aus wurde eine Abzweigung der Schleife nach dem Beobachtungsort erstellt und dadurch eine zweite Kreuzung herbeigeführt. Das Geräusch wurde annähernd so gross wie bei einer Kreuzung mit einem einfachen Drahte. Dabei war kein Unterschied bemerkbar, ob die Schleife in Baden isolirt war oder nicht, ebensowenig als die Schleife nach Baden in *c* selbst abgeschnitten wurde.

Bringt man die gemachten Beobachtungen in eine Tabelle und bezeichnet das Geräusch, bei welchem eine

Verständigung nur mit grosser Mühe und mit besonders starken Mikrofonen erzielt werden kann, mit 6, so erhält man folgende Reihenfolge:

Dreifache Kreuzung mit einfachem Draht	5 1/2
Zweifache " " " "	4 1/2
Einfache " " " "	3
Dreifache " " einer Schleife	4 1/2
Zweifache " " " "	3
Einfache " " " "	1
Parallelverlauf auf 120 m/25 m	1
" " 380 m/25 m	2 1/2
" " 1000 m/25 m	5 1/2.

Die letzte Zahl ist nicht beobachtet, sondern bloss interpoliert.

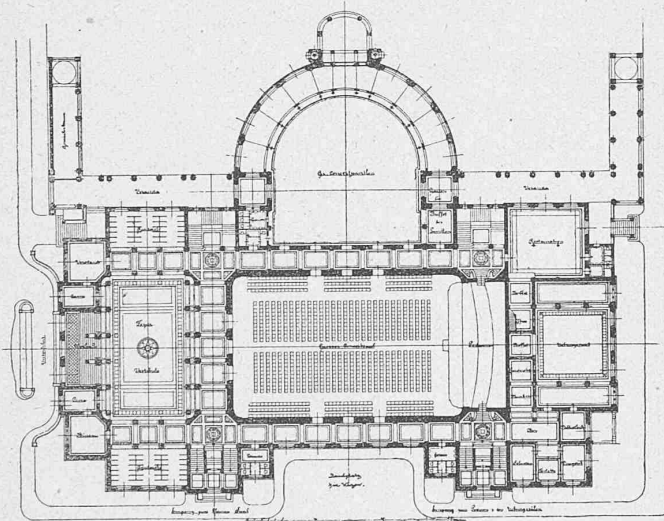
Die Skala hat nur eine relative Bedeutung, namentlich wird sie stark von der wirksamen Stromstärke beeinflusst werden. Die bei den Versuchen wirkende Stromstärke betrug annähernd 4 Amp. (bei 4800 Volt), die ganze Anlage ist aber auf über 40 Amp. berechnet, und es ist leicht vorzusehen, dass bei dieser Stromstärke auch schon eine einfache Kreuzung mit einer Schleife genügen würde, um diese für den Telefonverkehr unbrauch-

Am meisten gefährdet durch den Drehstrom sind die Ueberlandlinien, denn wenn der hochgespannte Drehstrom in das Innere der Städte eindringen will, so muss er schon aus polizeilichen Gründen unterirdisch verlegt werden. Die Cabel verlangen aber zum Schutz ihrer Isolierung ein Metallrohr (Bleihülle), welches als Schirm gegen inducierende Wirkung dient, sofern es in eine ausreichend gute Verbindung mit der Erde gebracht wird. Uebrigens sind auch die in Zürich neuerdings zu verlegenden Telephoncabel gegen inducierende Einflüsse vollständig geschützt. Denn erstens besteht jede Leitung aus zwei um einander tordirte Drähte, 25 dieser Leitungen, also 50 Drähte sind zu einem Cabel verseilt, und mit einem Bleimantel umgeben. Ueber diesem Bleimantel liegt eine Schicht faconirter und verzinnter Eisendrähte. Eine grössere Zahl solcher Cabel, bis zu 50, werden in eiserne Muffenröhren von 20 bis 40 cm Durchmesser, welche ganz gleich verlegt werden, wie die Wasserleitungsröhren, eingezogen. Der Schutz dieser Telephonleitungen gegen Induction von aussen ist also ein vierfacher: 1. die Schleifenschaltung, 2. der Bleimantel, 3. die Eisenarmatur, 4. die Muffenröhren.

Die in Zürich angestellten Versuche sind noch un-

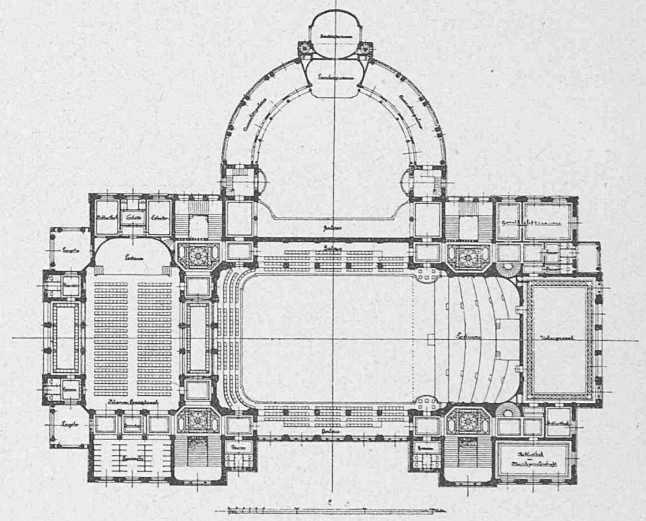
Wettbewerb für eine neue Tonhalle am Alpenquai in Zürich.

Entwurf von Architekt Richard Kuder (von Zürich) in Strassburg i/E. Motto: „Sic“. — Zweiter Preis.



1 : 1000.

Grundriss vom Erdgeschoss.



1 : 1000.

Grundriss vom ersten Stock.

bar zu machen, so dass die gegenwärtige Form der Drehstromanlagen mit dem gleichzeitigen Betrieb von Telephonanlagen unvereinbar ist. Doch wird es ohne Zweifel gelingen, die bei der ersten Ausführung auftretenden Schwierigkeiten mit der Zeit zu beseitigen. Die Mittel, durch welche dies erreicht werden kann, müssen natürlich den Starkstromtechnikern zum Studium überlassen bleiben, doch können hier wenigstens einige Grundsätze angedeutet werden, nach welchen die nöthigen Aenderungen vorzunehmen wären. Die Störungen durch die Kreuzungen können durch unterirdische Führung in Metallröhren von genügender Länge beseitigt werden. Die durch den Parallelverlauf hervorgerufenen Störungen können dadurch ausserordentlich herabgemindert werden, dass Generator und Motor zu einem synchronen Gange gezwungen werden, was sich durch mechanische Regulatoren und electriche Disposition wird erreichen lassen.*)

*) In den letzten Tagen wurde durch Aenderung in den Schaltungen eine Schwächung des Geräusches erzielt; die Angaben obiger Skala wurden dadurch um zwei Einheiten herabgesetzt, doch ist das Geräusch immerhin noch so stark, dass mehrfache Kreuzungen oder längerer Parallelverlauf beider Leitungssysteme nach wie vor ausgeschlossen bleibt.

günstiger für die inducierende Einwirkung des Drehstromes als die auf der Versuchsleitung Frankfurt a. M.-Laufen gewonnenen, obschon sie im Grossen und Ganzen mit jenen übereinstimmen. Dass sie eine noch stärkere inducierende Wirkung ergeben haben, liegt daran, dass in Frankfurt nur ein Transformator in die Leitung eingeschaltet war, dessen verschiedene Zweige gleichmässig beansprucht waren, während in Zürich diese Beanspruchung ungleich ist. In Frankfurt konnte daher die inducierende Wirkung in erster Linie nur durch Abweichung vom Synchronismus hervorgerufen werden, während in Zürich hauptsächlich die ungleiche Beanspruchung der verschiedenen Zweige in Betracht kommt. Immerhin wurde es auch auf der Leitung Frankfurt-Laufen sogar unmöglich, auf Telegraphenleitungen, welche bloss 11 km parallel der Drehstromleitung in einem Abstände von 10 m verliefen, zu telegraphiren, während die Drehstromleitung in Function war, was bekanntlich nur für einige Stunden im Tage stattfand. Ueber diese Zeit musste der Telegrammverkehr über andere Drähte geleitet werden.