

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 29/30 (1897)
Heft: 5

Artikel: Das Elektrizitätswerk an der Sihl
Autor: Wyssling, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82491>

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: 13.02.2026

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

INHALT: Das Elektrizitätswerk an der Sihl. VIII. (Schluss.) — Eiserne Kuppel über dem Vestibul des neuen Aufnahmegebäudes im Bahnhof Luzern. — Verhandlungen des Vereins Schweizer. Cement-, Kalk und Gipsfabrikanten. — Miscellanea: Mirabeau-Brücke in Paris. Die Bewährung von Linoleum als Fussbodenbelag. La plus grosse locomotive de l'ancien monde. Elektrische Schwebebahn in Dresden. Schweizer. Cementfabrikanten-Verein.

Schweizerische Centralbahn. — Konkurrenzen: Neues Stadttheater in Bern. Der Bau von Volkswohnungen im XIII. Bezirke in Wien. — Preisausschreiben: Die Centralkommission der Gewerbemuseen Zürich und Winterthur. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Aufnahme-Gebäude des neuen Bahnhofes in Luzern.

Das Elektrizitätswerk an der Sihl.

Von Prof. W. Wyssling.

VIII. (Schluss.)

Die Transformatorenstationen. Für die Verteilung, Zahl und Grösse dieser Stationen wurde so viel als möglich das Prinzip zu wahren gesucht, deren Zahl sehr gering zu machen, die Hochspannungsleitungen wenig in die Ortschaften hinein vordringen zu lassen und dagegen eher mit grösseren Kupferquerschnitten in den Sekundärnetzen zu rechnen. Im Betrieb erweist sich diese Reduktion der Zahl der Punkte, welche bei allfälligen Störungen, namentlich bei Gewittern, zu revidieren sind, als sehr wertvoll. Andererseits mussten bei den grossen, kraftabnehmenden Fabriken Transformatorenstationen jedenfalls erstellt werden, und es war die Durchführung genannten Prinzips bei den sehr zerstreuten, besonders (z. T. bis auf 4 km einzeln) in die Länge gestreckten Dörfern nicht ganz leicht. Es erforderte das Anwachsen des Lichtbedarfs die Zufügung auch kleinerer Zwischenstationen, während Nebenorte mit ganz kleinen Stationen zu bedenken waren. Das Netz zählt so jetzt

6 Transformatörhäuser für je 150 Kilowatt eingerichtet,

5 " " 100 " "

4 " " 50 " "

10 kleinere Stationen von 2 bis 15 Kilowatt, einschliesslich Reserve im ganzen Transformatör für 900 Kilowatt. Während im allgemeinen besondere Häuschen für die Transformatör erstellt wurden, mussten von den letztgenannten kleineren Transformatoren einzelne in Gebäude verlegt werden.

Die Konstruktion separater Transformatörhäuschen müsste als Ideal betrachten eine Anordnung, in welcher sämtliche Transformatör nebeneinander und in zur Auswechselung bequemer Höhe sich befinden, während für die gefahrlose Bedienung der Apparate im Häuschen selbst Platz geschaffen würde. Die starke Ueberbauung des Bodens namentlich in und bei den Fabriken und die stete Sorge um die Möglichkeit der Ausdehnung derselben in unserer Periode industriellen Aufschwungs liess im vorliegenden Fall eine derartige Konstruktion für Stationen von 100 bis 200 Kilowatt leider nicht aufkommen, sondern es musste auf möglichst geringe Grundfläche und etagenförmige Anordnung der Transformatör abgestellt werden. Gleichzeitig waren diese Stationen mit hohen Türmen zur Einführung der Primärleitungen zu versehen, welche den oft bedeutenden, einseitigen Zug dieser Leitungen auszuhalten hatten.

Diese Rücksichten führten auf turmartige Häuschen in Eisenkonstruktion, von denen Fig. 44 eine Ansicht bringt. (Es stellt dies Bild speciell eine Station von 150 Kilowatt dar, deren Ausführungsturm gleichzeitig als Stützpunkt für eine Bahnüberführung der Leitung dient.) Der untere Teil des Turmes enthält vier bis sechs Stockwerke für je einen Normaltransformatör zu 25 Kilowatt. Unter dem vorspringenden Dache dieses Teils werden die Sekundärleitungen frei ausgeführt, während im oberen, engeren Teile die Primärleitungen aufsteigen und unter dem oberen Dache ebenfalls frei austreten. Sowohl sämtliche Hochspannungsleitungen als Hochspannungsapparate sind auch im Innern der Häuschen durchaus nur auf Porzellanglocken montiert.

Drei Seiten des Turmes besitzen nach aussen sich öffnende Türen. An der einen Schmalseite sind die Sekundärleitungen auf Marmor angebracht (siehe Fig. 45); dieser Teil des Häuschens ist durch Blechwände von den andern völlig getrennt, so dass von hier aus keine Hochspannungsteile erreichbar sind. Unter den Türen der beiden Langseiten befinden sich die Hochspannungsapparate, einerseits für

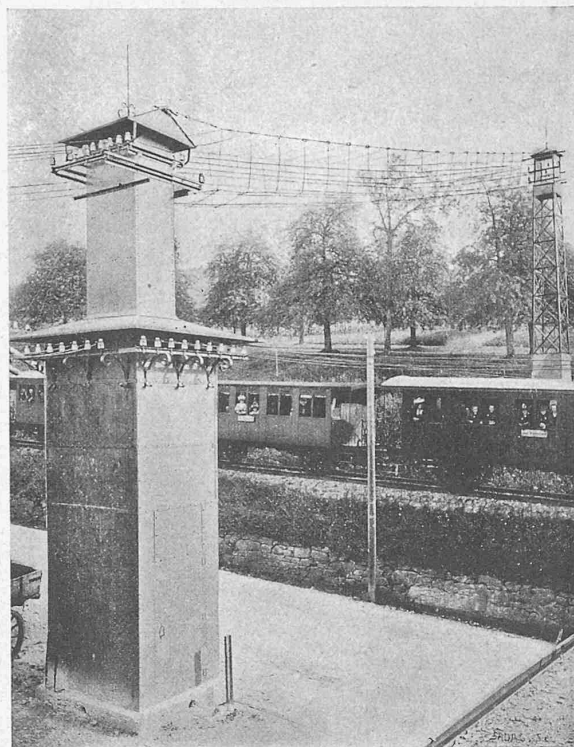


Fig. 44. Grosse Transformatoren-Station in Verbindung mit Ueberkreuzung und Hochspannungsleitung.

den Lichtstrom, andererseits für die zwei Kraftphasen; Fig. 46 stellt eine solche Apparatenseite dar mit dem herausgenommenen, in jeder Station befindlichen Isolierschemel, auf welchen zur Bedienung der oberen Apparate noch eine Klapptreppe gestellt werden kann. In der Abbildung ist auch die zur Herausnahme der Schaltsicherungen gebrauchte Isolierzange zu sehen. Die zweite Schmalseite (Rückseite) des Hauses ist mit wegnehmbarer Blechwand versehen und dient so zur Ein- und Ausbringung der einzelnen Transformatör mittels eines etagenförmigen, neben das Haus zu stellenden Bocks.

Jede eintretende Leitung jeder Phase passiert zunächst die Hauptsicherung und ist sodann an den Blitzschutzapparat angeschlossen; sie verzweigt sich vermittels Einzel-Schalt-sicherungen nach den einzelnen Transformatoren.

Während bei den kleinen Stationen auch Transformatoren von 7½ und 15 Kilowatt Verwendung finden, ist in diesen grossen Stationen fast ausschliesslich der Einheits-typus von 25 Kilowatt verwendet, und zwar für Kraft und für Licht derselbe, sodass gegenseitige Auswechselung möglich ist. Dieser Transformatör hat einen garantierten Wirkungsgrad von 96% und einen Spannungsabfall von 2% bei Benützung auf unverschobenen Lichtstrom, von 4% bei Verwendung auf Motoren mit $\cos \varphi = 0.8$. Jede der zwei Spulen enthält in innerster Lage ¼ der Sekundärwicklung, in mittlerer Lage ½ der Primärwicklung, und in äusserster Lage wieder ¼ der Sekundärwicklung. Der Primärdrath ist mit dreifacher Papierbandumwicklung, der Sekundärdrath (flaches Kabel) mit Baumwollumklöppelung isoliert; die primären und sekundären Spulen sind durch starke, an den Enden über die Wicklung vorstehende Röhren aus aufgewickelter Papier voneinander und vom Kern isoliert. Das ganze Gestell ist mit perforiertem Schutzblech umgeben.

Diese Transformatoren werden nach Bedarf in der erforderlichen Zahl primär und sekundär parallel geschaltet. Das Sekundärschaltbrett trägt, wie in Fig. 45 dar-

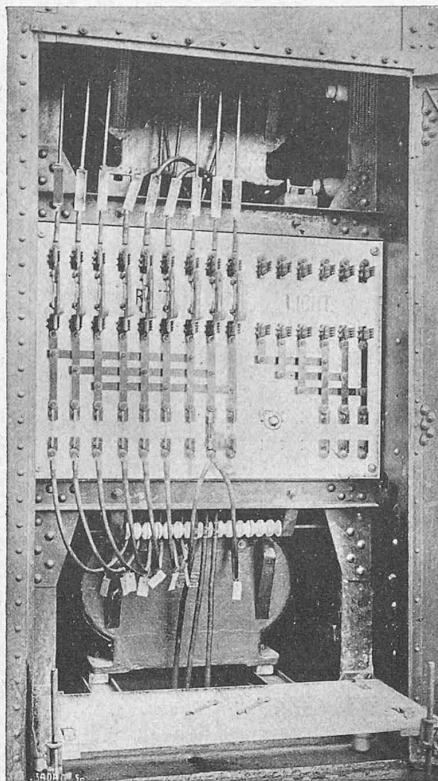


Fig. 45. Sekundäre Schalttafel einer Transformatoren-Station.

gestellt, für Lichtstrom wie Kraftstrom allpolige Sicherungen für die einzelnen Transformatoren und die einzelnen abgehenden Leitungen, und zwar für das Licht für einphasiges Dreileitersystem mit 2.120 Volt, für die Kraft für verkettetes Zweiphasensystem mit 240 Volt Phasenspannung.

Die Sekundärnetze sind ebenfalls ausschliesslich als Luftleitungen, nach den eben genannten Systemen, ausgeführt. Die Wirtschaftlichkeit der Verteilung der Energie auf derart zerstreute Dörfer liess unterirdische Leitungen nicht zu.

Für den einphasigen Lichtstrom überziehen die Leitungen jeweils das ganze Dorf und sind überall, wo dazu Gelegenheit war, in sich geschlossen, alle grossen Transformatorenstationen somit parallel geschaltet; nur vereinzelt liegende, kleinere Stationen arbeiten für sich. Um eine Transformerstation frei von Hochspannung zu machen, ist sie daher nicht bloss primär, sondern deren Transformatoren sind auch sekundär abzuschalten. Diese Parallelschaltung hat bis jetzt keinerlei nennenswerte Nachteile gezeigt, dagegen wurde es schon oft als Vorteil empfunden, dass in der Nähe einer, behufs Arbeiten primär völlig abgeschalteten Station doch (wenn auch vielleicht in beschränktem Masse) ohne Unterbrechung Licht abgegeben werden konnte.

Die Kraftstromleitungen, welche in der Regel nur nach einigen wenigen Punkten hin zu ziehen sind, umfassen von jeder Transformerstation aus nur ein gewisses, von dem der andern Stationen getrenntes Gebiet.

Diejenigen Motoren, deren Besitzer die Bedingung eingegangen sind, den Strom nur während der Zeit der Tageshelle zu vorgeschriebenen Stunden zu benutzen, sind als Einphasenmotoren an die Lichtleitung angeschlossen. Es sind dies im allgemeinen nur Motoren bis zu 10 P. S., in einem Ausnahmefall ein solcher von 50 P. S.

Der Blitzschutz der Sekundärleitungen beschränkt sich auf Blitzplatten in den Transformatorenstationen, sowie an wenigen speziellen Punkten der Netze, z. B. vor Ein-

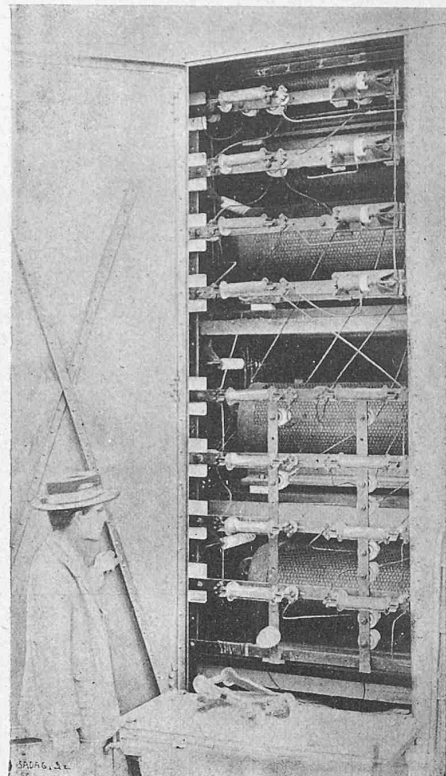


Fig. 46. Primäre Schalttafel einer Transformatoren-Station.

führungen in einige kurze Kabelstrecken für Privatzuleitungen oder auf dem Bahngebiet.

Die meisten bedienten industriellen Ortschaften sind von einem dichten Telephonleitungsnetz übersponnen, das meist höher liegt als die Sekundärleitungen des Werkes. Die interurbanen Telephonlinien sind gegenüber den Leitungen des Werkes durch Fangnetze, die Abonnentenlinien nur durch Schmelzsicherungen vor den Telephonapparaten, welche auf Kosten des Werkes angebracht wurden, geschützt.

Die in den eingangs erwähnten Ortschaften befindlichen Sekundärleitungsnetze haben eine Streckenentwicklung von total etwa 50 km bei etwa 175 km Drahtlänge, rund 40 Tonnen Kupfergewicht und etwa 1300 Stangen. Sie bedienen ein Gebiet von ungefähr 30 km².

Der grösste Teil der Primärleitungen und ein Teil der Sekundärnetze wurde unter Materiallieferung und Projektierung durch das Werk selbst durch den Leitungsbauer E. König in Fluntern-Zürich im Akkord montiert; die spätern Erweiterungen in Regie.

Die Elektromotoren sind ausnahmslos asynchrone, zu meist aus der Fabrik von Brown Boveri & Cie. Zwei derselben (zu 65 P. S.) sind direkt an die Hochspannung angeschlossen, die übrigen arbeiten mit Sekundärspannung. Es befinden sich darunter 3 zu 65 P. S.; ein einphasiger zu 50 P. S., 1 zu 45 P. S., 6 zu 30 P. S. u. s. w. Alle Motoren über 6 P. S. sind mit Schleifringen und Anlaufwiderstand vor dem Rotor versehen, damit der Betrieb vor allzustarken Stromentnahmen und Phasenverschiebungen geschützt bleibe.

Die Anlagekosten des Werks erreichen für den hydraulischen Teil, nämlich Erwerb der Wasserkraft und des Grundeigentums, Strassen, Wehr, Stollen, Weiher, Damm, Rohrleitung, Turbinenhaus und Turbinen nebst allem Zubehör einschliesslich (fünfte) Reserveturbine, nebst Bauleitung, Zinsen und Unkostenanteil rund 1 440 000 Fr., oder also,

mit der sicher zu verwertenden Turbinenkraft von 1200 P.S. gerechnet, den Betrag von etwa 1200 Fr. per Pferdekraft ab Turbine. (Würde man auch die Sommerkraft, also mit vier Turbinen und 1600 P.S. rechnen, so käme man allerdings auf 900 Fr. per P.S., allein der Absatz dieser nur im Sommer und auch dann unsicher vorhandenen Kraft ist fraglich. Die relativ hohen Kosten erklären sich durch die ziemlich komplizierten und ausgedehnten Wasserbauten, namentlich die über $\frac{1}{2}$ Million Franken betragenden Kosten des Tunnels.

Der elektrische und allgemeine Teil ergibt eine Kostensumme von rund 640 000 Fr., worin inbegriffen sind: fünf Generatoren und Schaltbrettanlage, die Primärleitungen diese mit ungefähr 230 000 Fr., die Transformatorstationen und die Sekundärleitungen mit Inbegriff der seither vom Werk verkauften Netze in Horgen, Hütten und Menzingen, aber auch die auf Kosten des Werks erstellten Anlagen für öffentliche Beleuchtung mit etwa 500 Laternen, sowie alle Betriebswerkzeuge, Mobiliar, Zinsenanteil und Unkosten. Da bei dem vorhandenen Bedarfsverhältnis zwischen Licht und Kraft aus den 1200 P.S. ab Turbinen insgesamt gleichzeitig bei den Abonnenten etwa 450 effektive Pferdestärken auf den Motorwellen und ungefähr 380 P.S. elektr. an den Lampen abgegeben werden können, so stellen sich somit die, wie vorhin erwähnt, berechneten Gesamtkosten pro P.S. beim Abonnenten (gleichzeitig abgebar) auf etwa 2500 Fr.

Auch die Kosten des elektrischen Teils sind relativ nicht gering; ihre Höhe ist veranlasst durch die mannigfachen Verteuerungen, welche solche Anlagen erfahren, wenn sie in einem so intensiv kultivierten und überbauten Terrain erstellt werden müssen, das gleichzeitig keine kompakten Centren, sondern über das ganze Gebiet zerstreute Ortschaften aufweist, wie die untern Zürichseeufer.

Anschluss und Betrieb. Die obengenannte Hauptursache der hohen Anlagekosten der elektrischen Verteilung, lieferte anderseits die Möglichkeit, eine so kostspielige Anlage wirtschaftlich auszubenten: Lebhaftere Industrie und ein relativ hoher Wohlstand brachten diese Verhältnisse hervor und sicherten den Absatz. Am Werke waren direkt und durch die Grossabonnenten für die Gemeinden Horgen und Menzingen Ende März 1897, d. h. nach etwa $\frac{5}{4}$ Jahren Betrieb, angeschlossen:

1. Ungefähr 6700 Lampen mit ungefähr 104 000 Kerzen;
2. 30 Motoren für Fabriks- und Permanentkraft von zusammen 710 P.S. effektiver Leistungsfähigkeit;

3. 28 Motoren für sogenannte Tageskraft von zusammen 152 P.S. effektiver Leistungsfähigkeit.

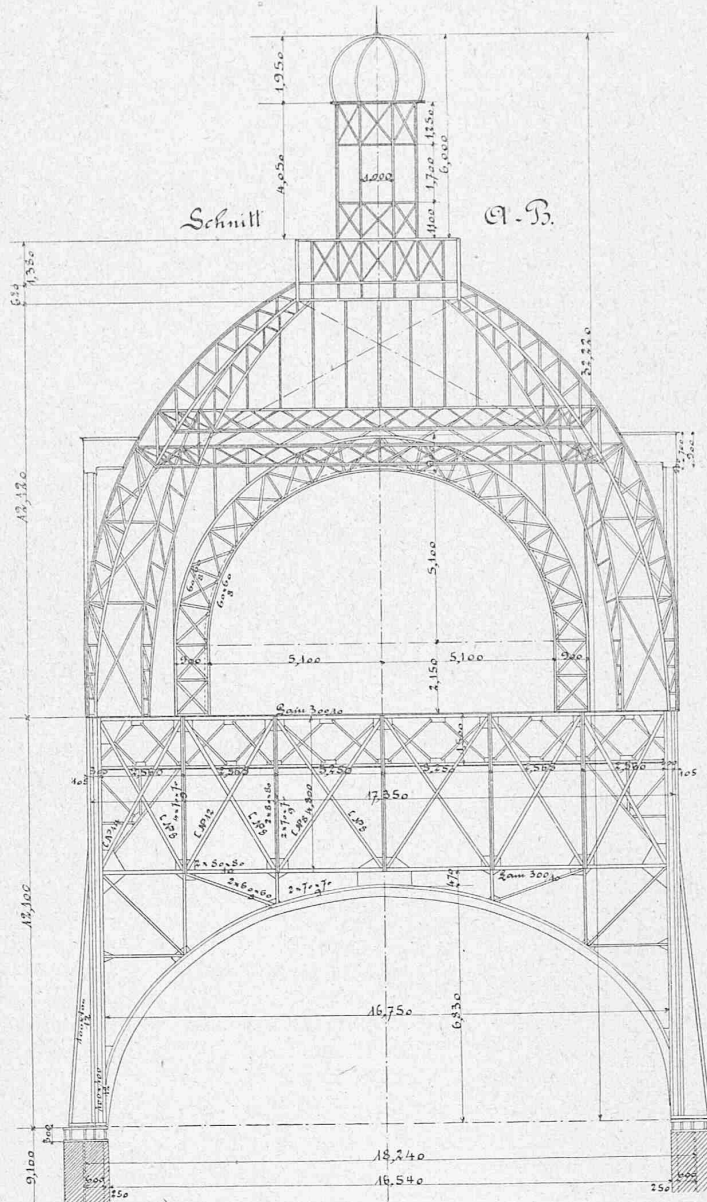
Der letzteren Motoren, welche nur während der Zeit der Tageshelle benützt werden dürfen und für welche daher der Strom sehr billig abgegeben wird, bedient sich meistens das Kleinhandwerk; sie werden von den Lichtleitungen gespeist. Die Totalstärke der Motoren für Fabriks- und Permanentkraft giebt indessen keinen Masstab für die bisherige Beanspruchung der Turbinen, indem die meisten Abonnenten erheblich grössere Motoren einstellten, als ihr Betrieb erforderte: Von den 710 P.S. Motorenstärke sind, entsprechend den einzelnen, auftretenden Maxima der Beanspruchung, etwa 493 P.S. abonniert, während die vorgekommene Maximalbeanspruchung ab Turbinen etwa 660 P.S. betrug, was ungefähr 420 P.S. Leistung an den Motorwellen entsprach. Durch die zeitliche Verschiebung der Maximalbeanspruchung durch die einzelnen Abonnenten trat somit eine Ersparnis von 493 auf 420 P.S. oder auf etwa 87% ein, während die 710 P.S. Motorenstärke nur zu ungefähr 59% ausgenutzt ist. Die Kraftabonnenten auf Fabrikkraft zahlen nicht nach Motorenstärke, sondern nur nach effektiv verbrauchter, maximaler Momentanbeanspruchung.

Unter den Lampen befinden sich nur ungefähr 1000 Fabriklampen; dennoch ergibt sich aus der maximalen Beanspruchung der Kraftstation auf Lichtstrom (bisher 470 P.S. maximal ab Turbinen), dass etwa 78% der installierten Lampen gleichzeitig brennen. Diese hohe Zahl rührt einerseits davon her, dass bei den halbländlichen Verhältnissen viele Abonnenten nur solche Lampen installieren lassen, welche sie wirklich regelmässig gebrauchen, anderseits davon, dass durchwegs (nach Einschätzung der Brennstunden) zu Pauschalpreisen und ohne Zählung verkauft und die dadurch gebotene Freiheit da und dort ausgiebig benutzt

wird. Das Beispiel zeigt neuerdings, dass bei Bestimmung der Belastungszahl von Elektrizitätswerken, welche oft unter den verschiedensten Verhältnissen und Tarifen arbeiten, nicht blindlings Zahlen von grosstädtischen Centralen ohne weiteres überall angewandt werden können, wie dies so vielfach geschieht.

Die angegebenen Anschluss-Zahlen sind zu einem grossen Teil durch Vermehrung im letzten Halbjahre und Jahre entstanden; es ist weitere Vermehrung sicher vorauszusehen, sodass das Werk bald an der Grenze der Leistung seiner Wasserkraft angelangt sein wird. Eine Ergänzung

Kuppel über dem Vestibul des neuen Aufnahme-Gebäudes in Luzern.



Vertikalschnitt A B. Masstab 1 : 200.

