

Städtische Momentreserven für elektrische Beleuchtung mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Zürich

Autor(en): **Kummer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **63/64 (1914)**

Heft 22

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-31561>

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.

kleinerung der Original-Pausen der Architekten erstellt werden konnten und zwar Abb. 1 bis 5 nach den Plänen 1:100, Abb. 6 und 7 nach solchen 1:50, Abb. 8 nach Original 1:10. Schon diese Pläne zeugen für die in jeder Hinsicht gründliche Durcharbeitung. Das Vorspringen der festen Ueberdachung der Terrasse vor dem Speisezimmer war durch eine Bauservitut begrenzt.

Haus „Sonnevanck“ in Zürich.

Arch. Pflughard & Häfeli, Zürich.

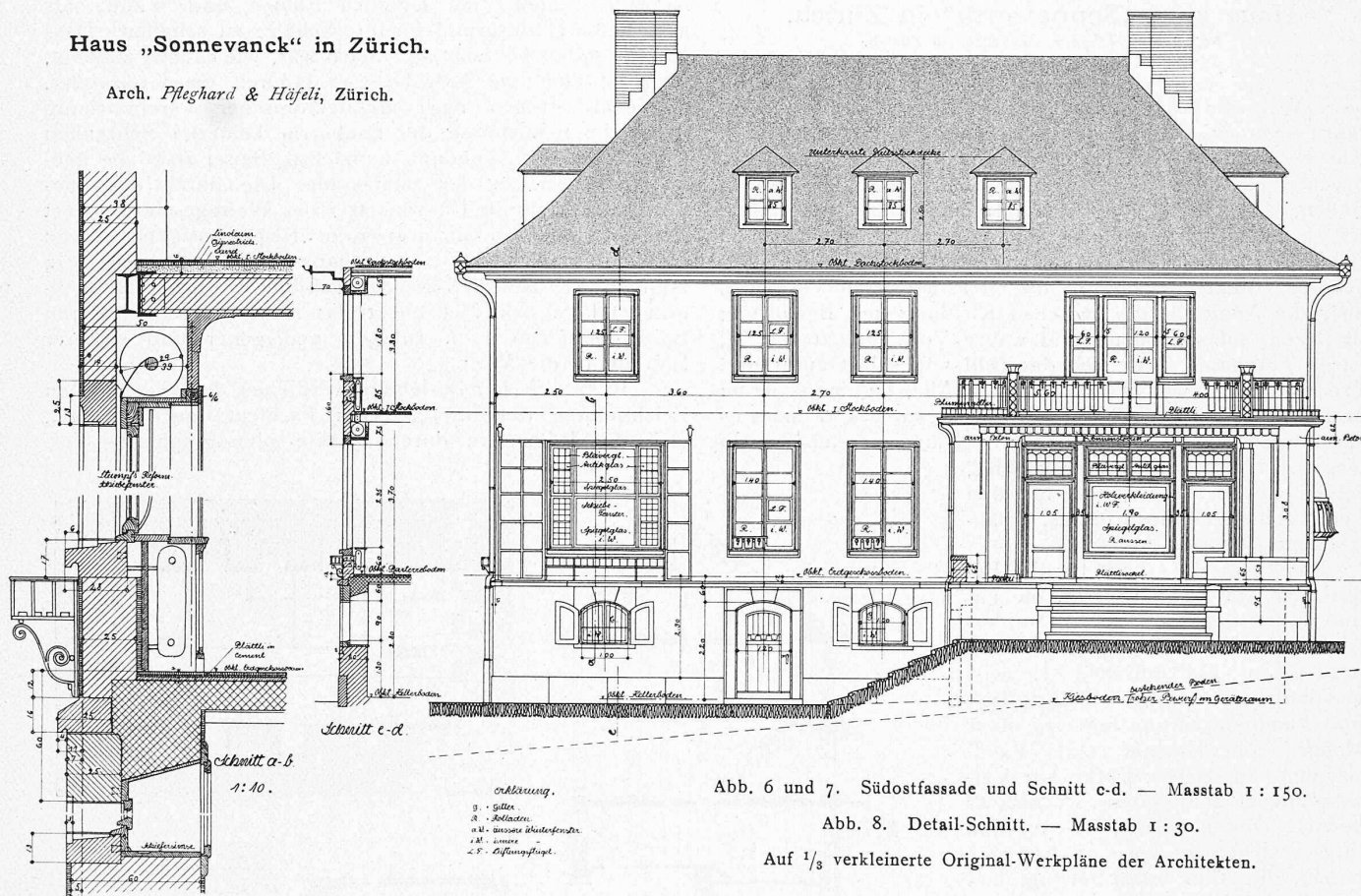


Abb. 6 und 7. Südostfassade und Schnitt c-d. — Masstab 1:150.

Abb. 8. Detail-Schnitt. — Masstab 1:30.

Auf $\frac{1}{8}$ verkleinerte Original-Werkpläne der Architekten.

Städtische Momentreserven für elektrische Beleuchtung mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Zürich.

Von Prof. Dr. W. Kummer, Ingenieur, Zürich.

(Schluss von Seite 233.)

Baukosten und Energieverluste solcher Drehstrom-Gleichstrom-Einphasenstrom-Unterwerke hätte man natürlich auch ohne das Experiment ihrer Ausführung zum voraus hinlänglich genau beurteilen können, um damit die Frage der *wirtschaftlichen Berechtigung solcher Anlagen* zu prüfen. Wie schon erwähnt fand jedoch das Projekt einer solchen Anlage 1906 keine öffentliche Opposition, weil man eben in Fachkreisen offenbar erwartete, dass ein solches Unterwerk nur provisorischen Zwecken dienen werde. Umso mehr war dann die Prüfung der wirtschaftlichen Berechtigung eines solchen Unterwerks am Platze, als im Herbst 1913 die stadträtliche Vorlage betreffend Erstellung einer zweiten solchen Anlage im Selnauquartier bekannt wurde. Nun musste aber 1913 die Prüfung in etwas anderer Weise durchgeführt werden, als man sie im Jahre 1906 hätte durchführen müssen. Die Antwort auf die Wirtschaftlichkeitsfrage muss zwar im Wesentlichen die gleiche sein, für 1906 wie für 1913, insofern nämlich, als sie jedenfalls lautet: Vorläufig lieber mehr Beleuchtungsenergie direkt mittels Dampfkraft erzeugen, als die Wasserkraft der Albula gerade im Zeitpunkt des Zusammenfallens der höchsten Lichtspitze und des tiefsten Wasserstandes zur Verlustdeckung eines besonders verlustreichen Systems vergeuden.

die öffentlichen Interessen dienen sollte. Da nun ferner 1913 im Selnau eine hinsichtlich Energiebereitstellung zu verstärkende Stelle des Konsumgebietes sich befand, so musste daselbst jedenfalls auch irgend eine neue Anlage, nämlich am richtigsten eine automatisch regulierbare Transformationsanlage vorgesehen werden. Eine solche, unter Benutzung der seit 1906 bedeutend vervollkommenen automatischen sog. „Induktionsregler“¹⁾ hätte aber an Anlagekapital rund eine Million weniger erfordert²⁾, und würde auch zur Zeit der Beleuchtungsspitze rund $6\frac{1}{2}$ mal weniger Leistungsverluste aufgewiesen haben, als die vom Stadtrat vorgeschlagene zweite Beleuchtungs-Umformerstation; die Berücksichtigung der vorhandenen ersten Beleuchtungs-Umformerstation ergibt, dass diese dann bei einer nur ganz geringfügigen Mehrinanspruchnahme von kalorischer Ergänzungskraft, als solche ohnehin schon zugezogen wird, noch weiter ausnutzbar sein würde, und zwar bis zu einer gegenüber 1912 verdoppelten Energieabgabe im Beleuchtungsnetz; dies lässt sich durch Wirtschaftlichkeitsrechnungen für alle möglichen Betriebskombinationen leicht feststellen.

In den hohen Energieverlusten einerseits, in dem hohen Anlagekapital andererseits, liegen also die *wirtschaftlichen Schwächen* des in der Beleuchtungs-Umformerstation Letten verwendeten Systems begründet. Je nach der wirt-

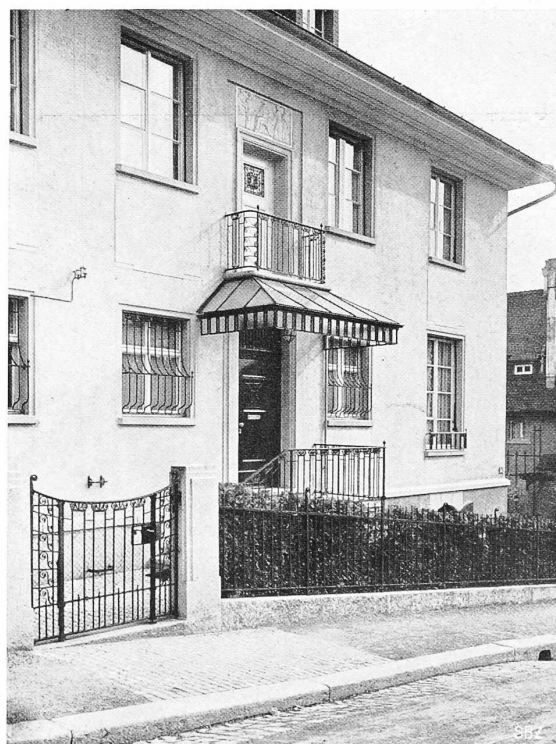
¹⁾ Vergl. Band LVI Seite 214 und Band LXIII Seite 72.

²⁾ Die Baukosten der Beleuchtungs-Umformungsanlage Selnau betragen nach der „Weisung“ des Stadtrates ohne Landerwerb 1 230 000 Fr.; die Baukosten einer automatisch regulierbaren Transformationsanlage betragen ohne Landerwerb je nach Ausführung 120 000 bis 230 000 Fr.



OBEH: GESAMTBILD VON SÜDEN

UNTEH: STRASSENFRONT MIT EINGANG



DAS HAUS „SONNEVANCK“ IN ZÜRICH

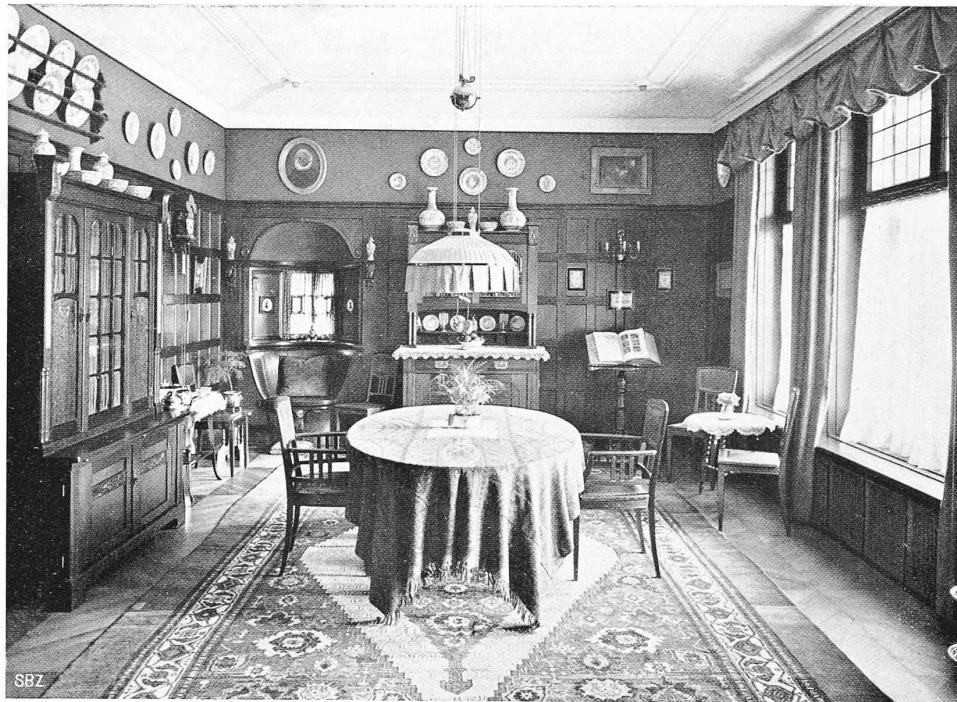
ARCH. PFLEGHARD & HÄFELI, ZÜRICH



HAUS „SONNEVANCK“ IN ZÜRICH — DIELE IM ERDGESCHOSS



HAUS „SONNEVANCK“ IN ZÜRICH — THEEZIMMER („VERANDA“)



SPEISEZIMMER MIT GUCK-ERKERCHEN



DAS HAUS „SONNEVANCK“ IN ZÜRICH
ARCH. PFLEGHARD & HÄFELI, ZÜRICH

schaftlichen Bewertung der Jahreskosten des investierten Kapitals (Zins und Amortisation) und je nach der Kenntnis, die man über den *tatsächlichen* Wert der Kilowattstunde Drehstrom in Zürich besitzt, wird man diesem System die Berechtigung nun ganz absprechen, oder sie auf eine gewisse Ausdehnung limitieren.

So hat während der Diskussionen, die dem Gross-Stadtrats-Beschluss zum Baue einer zweiten, im Selnauquartier von Zürich, zu errichtenden Beleuchtungs-Umformerstation vorausgingen, der von der grosstadträtlichen Kommission beigezogene Sachverständige (Ing. E. Oppikofer, Basel) folgendes Urteil abgegeben:

„Die bestehende und die projektierte Beleuchtungs-Umformerstation können zur Erzielung einer ausreichenden Betriebssicherheit hauptsächlich in den Verkehrszentren der innern Stadt nicht entbehrt werden, in denen ein Teil der Energie kalorisch erzeugt wird. Sie arbeiten auch dann noch wirtschaftlich, weil bis dahin ihr Anlagekapital erheblich abgeschrieben sein wird. Dagegen wird unter diesen Verhältnissen, wenn die Einrichtungen für die Lichtstrombeschaffung wiederum erweitert werden müssen, zu erwägen sein, ob das Versorgungsgebiet der beiden Stationen nicht auf die innere Stadt zu beschränken und die Stromverteilung in den Aussenquartieren ohne Akkumulatoren zu bewerkstelligen sei, da in den Aussenquartieren, wo es sich hauptsächlich um Wohnungsbeleuchtung handelt, die Betriebssicherheit nicht so hoch, wie in den Geschäftsvierteln zu sein braucht.“

Demgegenüber ist bei den endgültigen Verhandlungen vom opponierenden und hinsichtlich des tatsächlichen Wertes der Kilowattstunde besser unterrichteten Ratsmitglieder (Arch. O. Pflughard) eine Meinung vertreten worden, der wir uns völlig anschliessen, und die wir hier, auf Grund der Veröffentlichung in No. 425 der „N. Z. Z.“ vom 21. März 1914, folgen lassen:

„In Zürich wird die für das Beleuchtungsnetz nötige Energie im wesentlichen aus Albulakraft durch rotierende Umformmaschinen erzeugt, wobei für kurze Unterbrechungen in der langen Fernleitung eine grosse Akkumulatoren-Batterie bereit steht. Für den Betrieb während längerer Unterbrechungen ist ausserdem die Dampfkraft-Reserve im Letten vorhanden. Die bestehende Umformerstation im Letten ist seit zwei Jahren im Winter während kurzer Zeit überlastet, sodass dann zur Ergänzung Dampfkraft aus der Reserveanlage zugezogen werden muss. Während des übrigen Teiles des Jahres vermöchte die bestehende Station noch erheblich mehr, zum Teil das Vielfache des Konsums umzuformen. Mein Vorschlag ging deshalb dahin, *die bestehende Station besser auszunützen* und nur in der strengen Beleuchtungszeit aus den ohnehin notwendigen kalorischen Reserven Ergänzungskraft zu entnehmen, aber dafür zu sorgen, dass die kalorischen Reserven bald vergrössert werden.

„Genau vor dem gleichen Entscheide stand der Stadtrat im Jahre 1912. Schon damals war die Station überlastet. Das Projekt einer zweiten Umformerstation wurde damals zugunsten der dringlichen Vergrösserung der kalorischen Reserveanlagen (Referendums-vorlage vom Mai 1913 betr. Dieselwerk¹⁾) zurückgestellt und die Lichterzeugung weiter aus der einen Station mit Zuziehung kalorischer Kraft besorgt. Die in Zürich eingeführte Art der Erzeugung von Lichtstrom ist in keiner andern Stadt nachgemacht worden, trotzdem sie unter Fachleuten grösste Beachtung findet. Die technische Bewährung des Systems wird zwar nicht bestritten, wohl aber seine Wirtschaftlichkeit, deshalb, weil es ein viel höheres Anlagekapital erfordert und gleichzeitig einen geringern Wirkungsgrad aufweist, als die Zuziehung von kalorischer Kraft. In unserem Falle ist das Anlagekapital zugestandenermassen um *rund eine Million Franken höher* und die jährliche Mehrausgabe für Verzinsung und Amortisation beträgt deshalb rund 120 000 Fr. Der bei der Umformung in hohem Masse auftretende Stromverlust spielt namentlich dann eine bedeutende Rolle, wenn die Umformung mit ausschliesslicher Erzeugung durch kalorische Kraft verglichen wird.

„Nach dem Projekte des Stadtrates sollen beide Stationen mit Wasserkraft von der Albula, event. durch Kraftmiete versorgt werden und die Kosten der hierfür notwendigen Energie werden zu 150 000 Fr., durchschnittlich 1,35 Cts. pro Kilowattstunde, angegeben, wobei ein Teil der Kraft gratis, die übrigen Teile zu 1,4 bzw. 3,0 Cts.

gerechnet sind. Bei Verzicht auf die neue Umformerstation müsste während der Zeit der Beleuchtungsspitze zur Albulakraft kalorisch erzeugte Kraft zugezogen werden, im Zeitpunkt verdoppelter Energieabgabe etwa 1,5 Mill. kWh mehr als heute. Die Zusatzkraft würde aus einer kleinen Transformatorenanlage, ebenfalls im Selnau, ins Netz geleitet, unter Parallelschaltung mit dem Letten. Die Wasserkraft zu den gleichen Ansätzen wie oben, die kalorische Kraft aber zu 6 Cts. pro kWh gerechnet, erfordert Energiekosten von etwa 190 000 Fr. jährlich. Sie stehen den oben angegebenen Kosten von 120 000 Fr. für Zins und Amortisation samt 150 000 Fr. Wasserkraft, zusammen 270 000 Fr., gegenüber und es resultiert gegenüber dem stadträtlichen Projekte eine jährliche Ersparnis von rund 80 000 Fr.

„Der in dieser Rechnung eingesetzte Preis von 6 Cts. pro kWh für Kohle und Oel, sowie Schmiermittel für die kalorisch erzeugte Kraft wird sich auf etwa 3,5 Cts. ermässigen, sobald einmal der für das künftige kalorische Werk in Aussicht genommene Ergänzungsbetrieb besteht. Dann ergibt sich eine weitere Ersparnis von etwa 40 000 Fr. Die Jahresersparnis bei Verzicht auf die neue Umformerstation würde dann rund 120 000 Fr. sein.

„Das Elektrizitätswerk hat dieser Berechnung eine andere Berechnung gegenübergestellt, die einen fast ebenso hohen Gewinn für die Vorlage des Stadtrates ausrechnet. Es geschieht das, indem einerseits erheblich niedrigere Beträge für Zins und Amortisation, als wie sie vom Experten, Herrn Direktor Oppikofer, ausdrücklich als notwendig erklärt wurden, eingesetzt, und indem die geringere Stromerzeugung bei kalorischer Erzeugung übersehen wurde. Ausserdem wurde vorausgesetzt, die kalorische Ergänzungskraft werde vom 1. September bis 1. April jeweils von 2 Uhr mittags bis 12 Uhr nachts zugeschaltet, trotzdem der Konsum das bei weitem nicht erfordert und es aus Betriebsgründen später so wenig wie heute nötig ist. Dass diese Berechnung nicht zutreffen kann, ergibt sich ferner aus dem Gutachten des Experten, Herrn Oppikofer, sobald man den tatsächlichen Preis von 1,35 Cts. pro kWh Wasserkraft, welcher dem Experten noch nicht bekannt war, in seine Vergleichsrechnung einführt. Die Unwirtschaftlichkeit einer neuen Station erkennt man weiter aus der einfachen Ueberlegung, dass man mit ihr an jährlichen Mehrkosten für Zins und Amortisation etwa 120 000 Fr. auf sich nimmt und dagegen nur eine Ersparnis an Dampferzeugung erzielt, die sich vorläufig auf wenige tausend Franken bewertet.“

Wie wir weiter oben schon erwähnten, hat die demgemäss begründete, einlässliche und öffentliche Kritik die Stadtbehörden von Zürich nicht abgehalten, den Bau der zweiten Beleuchtungs-Umformerstation im Selnauquartier auszuführen. Wenn dieselbe einmal voll beansprucht sein wird, dann steht in der kritischen Zeit vom 5. Oktober bis 5. Februar der Leistungsabgabe von 6000 kW der beiden Stationen Letten und Selnau eine Leistungsaufnahme von rund 7300 kW gegenüber. Hätte man dagegen diese zwei Stationen als automatisch regulierbare Transformatorenstationen ausgebildet und eine besondere Momentreserve dadurch erübrigt, dass je nach der Jahreszeit entweder eine in oder bei Zürich befindliche Limmatwasserkraft oder eine ebensolche kalorische Ergänzungskraft verwendet wird, dann würde einer Leistungsabgabe von 6000 kW der beiden Stationen eine Leistungsaufnahme von nur etwa 6200 kW entsprechen. Die Differenz von:

$$7300 - 6200 = 1100 \text{ kW}$$

bedeutet somit eine auf dem Platze Zürich, nur für die dem heutigen System der Momentreserve anhaftende Effektvergeudung zur Zeit der Niederwasserperiode, Tag für Tag während des Auftretens der höchsten Belastungsspitze investierte Werkleistung.¹⁾ Wie schon angedeutet, kann durch die vorhandene oder noch weiter zu steigende Akkumulierbarkeit des Betriebswassers der hydraulischen Kraftwerke der Zeitpunkt der Verlustmaxima gewissermassen in günstigere Zeitlagen verschoben werden; wegen der besonders hohen Kapitalaufwendungen, die solche Akku-

¹⁾ Zu beachten ist hierbei, dass nach der Statistik des S. E. V. das Albulawerk ein hydraulisches Leistungsmaximum von 24 500 PS und ein hydraulisches Minimum von 9120 PS in Sils aufweist. Die Effektvergeudung von 1100 kW in Zürich beläuft sich in Sils auf 2000 PS, die das nützlich verwertbare hydraulische Minimum von 9120 PS von vornherein auf 7120 PS d. h. um mehr als 20% herabsetzen.

¹⁾ Schweiz. Bztg., Band LXI Seite 260.

muliereinrichtungen erfordern, ändern sich die wirtschaftlichen Konsequenzen deshalb nicht.

Aus diesen Gründen können wir nicht glauben, dass für das derzeitige in Zürich verwendete System der Beleuchtungs-Umformung mit Akkumulatoren-Momentreserve, trotz der heutigen Verdoppelung des Ausbaus, auf eine lange Anwendungszeit zu rechnen sei; nach unserer Ansicht stellt es nur ein vorübergehendes, allerdings äusserst kostspieliges Provisorium dar, da die Zeit, in der man den begangenen Fehler erkennen wird, sicher zu erwarten ist. Wenn alsdann die zwei Stationen Letten und Selnau noch einen guten Zustand der Maschinen und Batterien aufweisen, dann sollten, bei Wegschaffung der Maschinen und Apparate für Einphasenstrom damit Unterwerke für eine Umformung Drehstrom-Gleichstrom für Trambetrieb hergestellt werden; alsdann würde die Stromart der Batterien übereinstimmen mit der Stromart der wirtschaftlich massgebenden Stromverbraucher und würde erst dann einer der hauptsächlichsten Vorteile der Batterien nutzbar werden, nämlich der Vorteil, der darin liegt, dass nachts zu Zeiten geringen Konsums die Batterie allein den Konsum deckt und die in solchen Zeiten besonders unwirtschaftlichen Leerlaufverluste rotierender Maschinen dahin fallen. Bis dahin wird man sich auch darüber im Klaren sein, dass eine besondere Momentreserve für die zürcherische Einphasen-Beleuchtung sich dadurch erübrigt, dass als Betriebskraft, soweit als möglich, die alsdann weiter ausgebauten Zürcher-Limmat-Wasserkraft, bei deren Ergänzung, soweit als nötig, durch kalorische Ergänzungskraft herangezogen wird; letztere kann ja auch beim heutigen System nicht entbehrt werden.

Vom Bau der viergeleisigen Eisenbahnbrücke über den Neckar und des Rosensteintunnels bei Cannstatt.

Von W. Siegerist, Oberingenieur
der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G., Zweigniederlassung Dresden.

(Fortsetzung von Seite 211.)

II. Der Rosensteintunnel.

Es waren hier auszuführen der eigentliche Zwillings-tunnel mit 331 m Länge, das Ausgangsportal gegen die Neckarbrücke auf der Ostseite samt Stirnflügeln, unmittelbar am Tunneleingang auf der Westseite ein 5 m langer Rauchabzugsschacht und daran anschliessend für die Rosensteinstrasse eine 18 m breite Brücke, die also den eigentlichen Tunneleingang bildet.

Der Tunnel durchfährt, wie im Uebersichtsplan (Abbildung 1, Seite 167) zu ersehen, in gerader Richtung den Rosensteinhügel südlich des Kgl. Landhauses, während der

trägt 5,6 ‰. Jede der beiden Tunnelröhren nimmt ein Geleisepaar auf, das eine für den Vorort, das andere für den Fernverkehr, mit je 3,5 m Axabstand; die beiden mittlern Geleise haben bei einer durchgehenden Stärke der Mittelwand von 1,20 m einen Axabstand von 5,8 m von einander. Ausserhalb der Umgrenzung des lichten Raumes bleibt überall noch ein Spielraum von 30 cm. Es kamen zwei verschiedene Profile zur Anwendung, die bei je 8,1 m lichter Breite um 1,0 m verschieden hoch sind (vergl. Abb. 31 bis 34). Profil II mit einer lichten Höhe von 8,0 m über Schwellenhöhe steht im östlichen Teil des Tunnels, wo eine bis 5 m hohe Ueberschüttung vorhanden ist. Im westlichen Teile, wo der Tunnel teilweise bis zur Hälfte seines Profils über das ursprüngliche Terrain hinausragt, kam das niedrigere Profil I mit einer lichten Höhe von 7,0 m über Schwellenhöhe zur Anwendung. Da auch auf dieser vordern Tunnelstrecke eine Mindestüberschüttung von 1,0 m im Scheitel verlangt war, konnte durch die Wahl dieses niedrigeren Profils an Auffüllungsmaterial auf den anliegenden Teilen des Parkes gespart werden. Die beiden Profile werden durch eine 20,0 m lange Uebergangsstrecke allmählich ineinander übergeführt, weil für einen möglichst ungehinderten Rauchabzug Absätze in den Tunnelgewölben nicht zulässig schienen.

Der ganze Tunnel ist im offenen Einschnittsbetrieb mit nachheriger Wiederaufschüttung ausgeführt worden. Um dabei in dem schönen Park mit altem Baumbestand nicht einen allzubreiten Streifen in Anspruch zu nehmen und auszuholzen, ist in dem höher gelegenen Teil des Rosensteinhügels der durchwegs mit einfüssiger Böschung angelegte Einschnitt nur bis auf die Tiefe von 5,5 m über Schwellenhöhe durchgeführt worden. Von der Sohle dieses Einschnittes aus sind die beiden Widerlager im Schlitzbetrieb hergestellt worden. Der mittlere Kern wurde erst nachher ausgehoben und sodann das Doppelprofil fertig betonierte.

Die beiden Tunnelprofile, insbesondere deren Widerlager, sind deshalb für ganz verschiedene Verhältnisse zu konstruieren gewesen. In Profil I, wo der Einschnitt bis auf 1 m über Schwellenhöhe ausgehoben war, mussten während des Baues die freistehenden Widerlager ohne den Erddruck der Hinterfüllung auf ihre Rückseite den Horizontalschub des nicht überschütteten Gewölbes aufnehmen können, nach Fertigstellung den Erddruck der Hinterfüllung und den Schub des überschütteten Gewölbes. In Profil II dagegen mussten umgekehrt die Widerlager von der Zeit an, wo der mittlere Erdkern für die Herstellung des Sohlengewölbes und Mittelpfeilers ausgehoben war, bis zum Augenblick der Ausrüstung des Gewölbes als freistehende Futtermauern die Baugrube freihalten, nachher erst den Schub des überschütteten Gewölbes aufnehmen können.

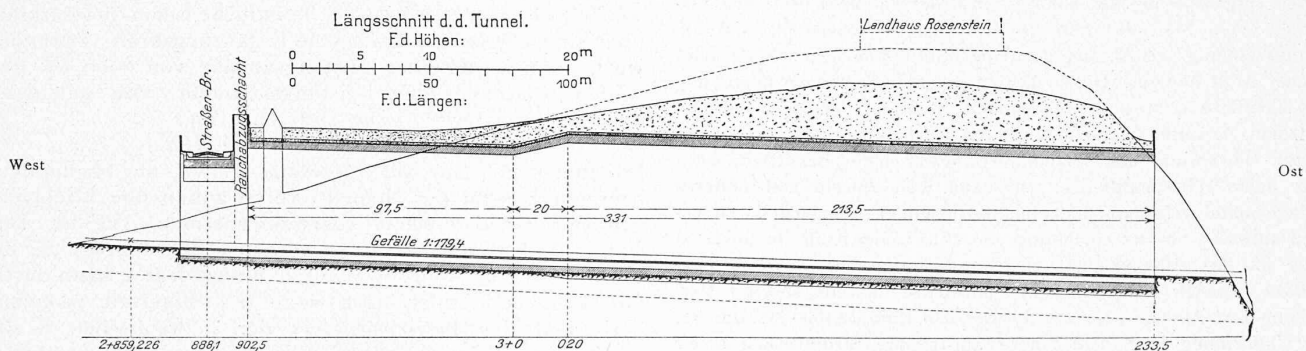


Abb. 31. Längenprofil des Rosensteintunnels. — Masstab für die Längen 1 : 2500, für die Höhen 1 : 500 (Cliché der «D. B. Z.»).

alte zweigeleisige Tunnel bei einer durchschnittlich um 2 m tiefern Lage mitten unter dem Schlosse hindurchführt. Der geringste Abstand der Widerlagerrückseite vom Kgl. Landhause beträgt beim neuen Tunnel 25 m bei einer Tiefe der Fundamentsohle von 17 m unter dem Terrain beim Landhaus; das gleichmässige Gefälle gegen Cannstatt be-

Es ergaben sich hieraus für die Konstruktion die in den Abbildungen 32 und 33 ersichtlichen Formen und Abmessungen. Die untere Stärke der Widerlager beträgt 1,50 m. Bei Profil I hat die Rückseite Anlauf, bei Profil II sind die Widerlager im untern Teil an der Rückseite durch Einlage von drei 5 m langen Rundenisen $\ominus$ 20 pro m mit