

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 41/42 (1903)
Heft: 22

Artikel: Untersuchungen über vagabundierende Ströme auf den Strassenbahnen in Genf
Autor: Thormann, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-24077>

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: 14.05.2025

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

Untersuchungen über vagabundierende Ströme auf den Strassenbahnen in Genf. — Städtische Neubauten in Berlin. I. — Die deutsche Städte-Ausstellung in Dresden 1903. — Zu Gottfried Semper's hundertstem Geburtstag. — A propos de la route dite „des Alpes“ à Fribourg. — Miscellanea: Qualitätsverschlechterung amerikanischer Schienen. Elektrische Versuchsbahn mit Einphasenstrom. Zur baulichen Entwicklung Stuttgarts. Doktor-Promotionen an deutschen technischen Hochschulen. Motorische Kraft für die Weltausstellung in St. Louis 1904. Die

Basilika zu St. Just in Triest, Der französische Dom am Gendarmenmarkt in Berlin.
 — Konkurrenzen: Neues Kunsthau in Zürich, Wettbewerb für einen israelitischen Tempel in Triest, Neubau eines Justizgebäudes mit Provinzial-Arresthaus in Mainz.
 — Literatur: Kontinuierliche Balken mit konstantem Trägheitsmoment, Neubauten der Stadt Berlin, Eingegangene literarische Neuigkeiten, — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich: Stellenvermittlung.

Untersuchungen über vagabundierende Ströme auf den Strassenbahnen in Genf.

Von *L. Thormann*, Ingenieur in Zürich.

Einleitung.

In Genf sind die teils mit Pferden, teils mit Dampf betriebenen Linien der ehemaligen „Cie. des Tramways Suisses“, sowie die ausschliesslich von Dampflokomotiven befahrenen Aussenlinien der „Cie. des Voies Etroites“ zu einem einheitlichen Unternehmen, der „Cie. Genevoise des Tramways Electriques“, vereinigt worden, deren Betrieb nunmehr elektrisch, mittels oberirdischer Stromzuführung und Rückleitung durch die Schienen erfolgt.

Die gesamte Geleiseanlage bildet im Innern der Stadtquartiere Genfs ein engmaschiges Netz von etwa 5 km Durchmesser und etwa 30 km Streckenlänge, von der ungefähr die Hälfte doppelspurig ist. Von diesem innern Kern zweigen radial nach auswärts 12 Aussenlinien ab, deren längste etwa 19 km vom Stadtmittelpunkt aus misst, und deren Gesamtlänge rund 100 km beträgt (Abb. 1 u. 2).

Sämtliche Linien werden durch das städtische Elektrizitätswerk von einer Umformerstation aus mit Gleichstrom von 550 Volt versorgt, der vermittelt Motorgeneratoren aus Zweiphasen-Wechselstrom von 2000 Volt Spannung erzeugt wird. Gelegentlich ist diese Umformeranlage im Gebäude des hydraulischen Pumpwerkes in der Rhone, der sogenannten „Usine de la Coulouvrenière“. Von diesem Punkt geht auch das gesamte Verteilungsnetz der Wasserleitungen aus, das die Stadt und viele der umliegenden Gemeinden mit Druckwasser versorgt. Es bildet dasselbe in der Umgebung der Pumpstation mit seinen vielen Röhren von bis 600 mm Durchmesser für elektrische Ströme einen metallischen Leiter von bedeutendem Querschnitt. Auch die Gasfabrik befindet sich nur etwa 200 m vom Wasserwerk entfernt und es nehmen deren Hauptleitungen ungefähr denselben Weg an der Umformerstation vorbei wie die Wasserleitungen. Gas- und Wasserwerk sind in städtischem Besitz. Es lag daher der Wunsch nahe, sich rechtzeitig darüber Gewissheit zu verschaffen, ob die Vorkehrungen, die für die Leitungsfähigkeit der Schienenleitung getroffen worden waren, ausreichten, ohne elektrolytische Korrosionswirkungen an den metallischen Rohrleitungen befürchten zu müssen.

Zur Klarstellung der Strom- und Spannungsverhältnisse im Geleise und Rohrleitungsnetz wurde Verfasser dieser Arbeit beauftragt, eine eingehende Untersuchung vorzunehmen, um allfällige Missetände beseitigen zu können. Diese Untersuchung, die in Verbindung mit den Organen des städtischen Elektrizitätswerkes, Herrn Direktor *Graizier* und Ingenieur *Yersin*, vorgenommen wurde, bestand zunächst in der Aufnahme der Potentialverhältnisse des Geleises und der Gas- und Wasserleitungen an möglichst zahlreichen, auf dem ganzen Netz verteilten Punkten, sodann in der Aufsuchung von solchen Strömen, die etwa das Geleise verlassen und ihren Weg durch die Erde oder durch metallische Rohrleitungen nehmen könnten.

Potentialverhältnisse.

Es ist zunächst anzuführen, dass in Genf der positive Pol der Dynamo mit dem Geleise verbunden ist und nicht

wie sonst — wenigstens in Europa — meist üblich der negative. Es darf demnach eigentlich streng genommen von einer Rückleitung der Ströme durch die Schienen nicht gesprochen werden, da solche im Gegenteil als Zuleitung zu den Motorwagen dienen. Um nicht zu Missverständnissen Anlass zu geben, soll daher im folgenden der Ausdruck Rückleitung vermieden werden.

Das Geleise besteht im innern Netz zum grossen Teil aus Phönix-Rillenschienen von 49,5 kg pro lfd. m, die, an den Stössen unter den Laschen mit Edison-Brown-Verbindungen (sogenannte Solid Copper Bonds) versehen sind. Die Aussenlinien haben dagegen meist Vignolschienen auf eisernen Querschwellen. Wo dieses Geleise auf der Strasse liegt, d. h. fast überall mit wenigen Ausnahmen von geringer Länge, ist es im Strassenkörper eingebettet. Die elektrischen Verbindungen bestehen aus kupfernen Litzenkabeln, die im Schienensteg unter der Lasche eingelötet sind. Die Vignolschiene hat ein Gewicht von 20 kg pro lfd. m.

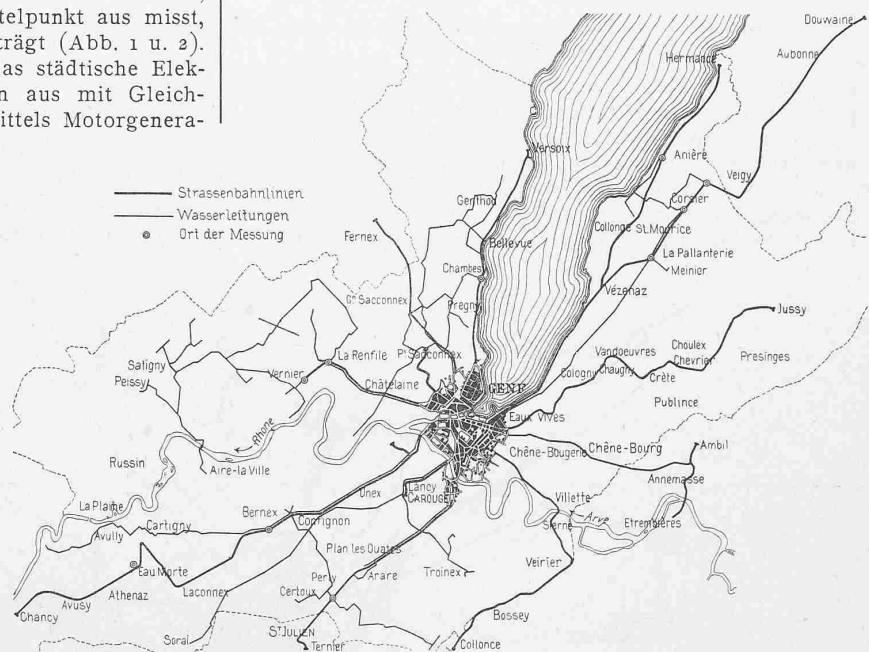


Abb. 1. Uebersichtsplan des Gesamtnetzes der elektrischen Strassenbahnen in Genf. — 1 : 200 000.

Das gesamte Geleisenetz ist unter sich in leitender metallischer Verbindung. Zum Anschluss desselben an den Maschinenpol dient hauptsächlich ein nacktes, kupfernes Kabel von 1200 mm^2 Querschnitt und 150 m Länge, welches an das der Kraftstation zunächst gelegene Geleise auf der Place des Volontaires angeschlossen ist. Ausserdem führt noch ein isoliertes Schienenkabel nach dem Rond Point de Plainpalais mit 150 mm^2 Querschnitt und 1200 m Länge, sowie ein solches von 300 mm^2 und 1850 m an die Aussenlinie nach Veyrier. Diese zwei letztern Kabel führen im Durchschnitt nur 40 bzw. 50 Amp. bei einer mittleren Stationsbelastung von 1000 bis 1200 Amp., sodass augenscheinlich vom Anschlusspunkt des 1200 mm^2 Kabels auf der Place des Volontaires aus sich beinahe die Gesamtheit der Schienenströme verteilen muss.

Mit Hilfe von Prüfdrähten von Beleuchtungskabeln und mit einzelnen Telephondrähten wurde nun das Potential des Geleises gegenüber dem Maschinenpol an verschiedenen Punkten gemessen und daselbst auch die Spannungsdifferenz mit den in der Nähe gelegenen Rohrleitungen ermittelt. Die Resultate der zahlreichen Messungen, die selbstver-

station im Gebäude der Coulouvrenière aus, d. h. von dem Punkte, wo die grösste Potentialdifferenz zwischen Geleise und Rohren nachgewiesen wurde. Ein direkter Kontakt zwischen Schalttafel und Metallmassen der hydraulischen Anlage im Innern des Gebäudes ist nicht vorhanden, da die Potentialdifferenz daselbst 4 bis 4,5 Volt beträgt. Wenn

Untersuchungen über vagabundierende Ströme auf den Strassenbahnen in Genf.

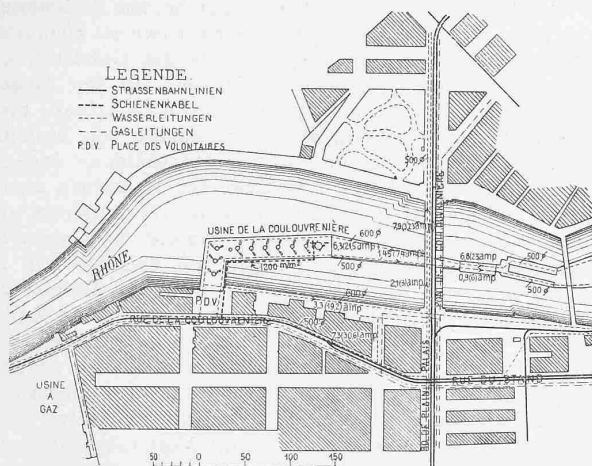


Abb. 4. Strommessungen in den Rohrleitungen beim Maschinenhaus. Masstab 1 : 7500.

daher Ströme in den benachbarten Rohrleitungen gefunden wurden, so mussten dieselben nach der Place des Volontaires hin konvergieren. Es ist dies auch der Fall. Sämtliche Rohrleitungen, deren Zugänglichkeit direkte Messungen erlaubte, wiesen Ströme auf, deren positive Pole gegen den betreffenden Platz gerichtet waren. Die Intensität derselben ist auf Abbildung 4 eingetragen.

Diese Messungen wurden nach der Nebenschlussmethode von Herrik an den Rohren selbst ausgeführt. Die Methode hat zwar den Nachteil, dass durch den Nebenschluss die Widerstandsverhältnisse der betreffenden Leitung und damit auch die Stromverhältnisse verändert werden. Doch wird diese Ungenauigkeit um so geringer ausfallen, je kürzer das gehuntete Rohrstück im Verhältnis zur ganzen Länge ist. Letzterer Bedingung konnte allerdings nicht überall entsprochen werden, da man sich nach den örtlichen Verhältnissen und den zur Verfügung stehenden Messinstrumenten zu richten hatte. Die Ampèrewerte mögen daher zum Teil etwas zu gross ausgefallen sein. Auch der Umstand, dass im Knotenpunkt der Rohre, auf der Brücke die Summe der Ströme nach der einen Richtung derjenigen nach der andern Richtung nicht entspricht, dürfte darauf zurückzuführen sein, abgesehen auch von dem Umstand, dass die Messungen an den verschiedenen Rohren nicht gleichzeitig ausgeführt worden sind. Immerhin lassen trotz der Ungenauigkeit der Methode die gefundenen Resultate ganz gut einen Schluss zu auf die Grösse der gefundenen Ströme, wenn auch die Ampèrezahlen nicht als ganz genau angesehen werden können.

In welcher Weise die vagabundierenden Ströme durch einen direkten Anschluss der Rohrleitungen in der Zentrale an den Pluspol der Schalttafel vermehrt werden, geht aus den in Abb. 4 in Klammern eingetragenen Zahlen hervor. Die Stromintensität wurde an den gleichen Messungsstellen dadurch mindestens vervielfacht. Ein in die Verbindung eingeschaltetes Ampèremeter zeigte eine direkte Proportionalität mit dem Sammelampèremeter der Station an. Einem Gesamtstrom von 1000 Amp. entsprach ein Rohrstrom von 140 Amp. Von letzterem führten die vier gemessenen Rohre in einiger Entfernung von der Verbindungsstelle noch etwa 84 Amp. Das Geleise wurde hierbei negativ gegenüber den Rohrleitungen, auf der Place des Volontaires 0,55 Volt, auf der Brücke der Coulouvrenière bereits 1,8 Volt. Wäre

diese Verbindung permanent eingerichtet gewesen, so hätte man daher mit Sicherheit elektrolytische Wirkungen am Rohrnetz erwarten können.

Strommessungen auf den Geleisen der Aussenlinien gaben in Bezug auf die Bildung von Erdströmen ebenfalls interessanten Aufschluss. Es zeigte sich auf allen untersuchten Linien, dass auf denselben im Geleise Ströme zirkulieren, auch wenn auf den betreffenden Teilstrecken Motorwagen nicht laufen. In letzterem Fall flossen die Ströme meist in der Richtung von der Stadt nach aussen, doch kam auch das umgekehrte vor, z. B. auf der Linie Douvaine (Abb. 5).

Nahte sich von der Stadt her ein Wagen der Messungsstelle, so nahm auf allen Linien der Schienenstrom die Richtung vom Endpunkt der Linie nach der Stadt zu an, mit andern Worten, die Verbindung des Energie konsumierenden Wagens mit dem Pluspol der Zentrale erfolgte teils direkt durch das Geleise, teils im Nebenschluss dazu und zwar in gar nicht unbeträchtlicher Menge, durch das Erdreich. Auf dem innern Netz nimmt die Erde den Strom von den Schienen auf, um denselben auf den langen Aussenlinien wieder an das Geleise abzugeben.

Befand sich ein Wagen ausserhalb der Messtelle, so wurde augenscheinlich auch nur ein Teil seines Stromkonsums im rückwärtigen Geleisestück gemessen, da die vierachsigen mit zwei Motoren zu 35 P. S. ausgerüsteten Motorwagen auf den vorhandenen Steigungen mehr Strom aufnehmen mussten, als jeweils gemessen wurde. Eine besondere Versuchsreihe, die auf der Linie nach Chancy bei Eaumorte, ungefähr 12 km von der Zentrale vorgenommen worden ist, bestätigte diese Vermutung. Es wurde daselbst die Schienenleitung unterbrochen und an deren Stelle ein Ampèremeter eingeschaltet, bzw. ein kalibrierter Widerstand von 0,0004 Ohm, an dem ein Voltmeter die Potentialdifferenz angab, während ein stillstehender Motorwagen in verschiedenen Entfernungen von der Messtelle einen konstanten Strom von rund 100 Amp. den Schienen entnahm. Die Differenz zwischen dem auf dem Wagen und dem im Geleise gemessenen Strom musste ihren Weg offenbar durch die Erde nehmen.

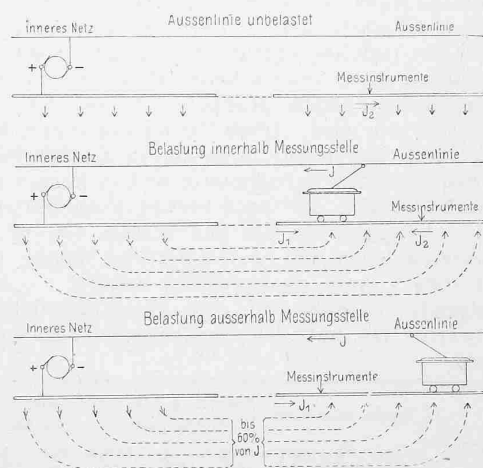


Abb. 5. Schema der Stromverhältnisse auf den Aussenlinien.

Dieser Versuch ergab folgende Resultate:

Distanz des Wagens vom Messungsort m	Strom		Verlust bzw. Erdstrom	
	Wagen Amp.	Geleise Amp.	Amp.	% des totalen
10	85	45	40	47
300	100	50	50	50
1200	97,5	50,7	46,8	48
	102,5	55	47,5	46,3
4000	99	37,4	61,6	62,2
	95	36,4	58,6	61,9
	92,5	39	53,5	58

Städtische Neubauten in Berlin.

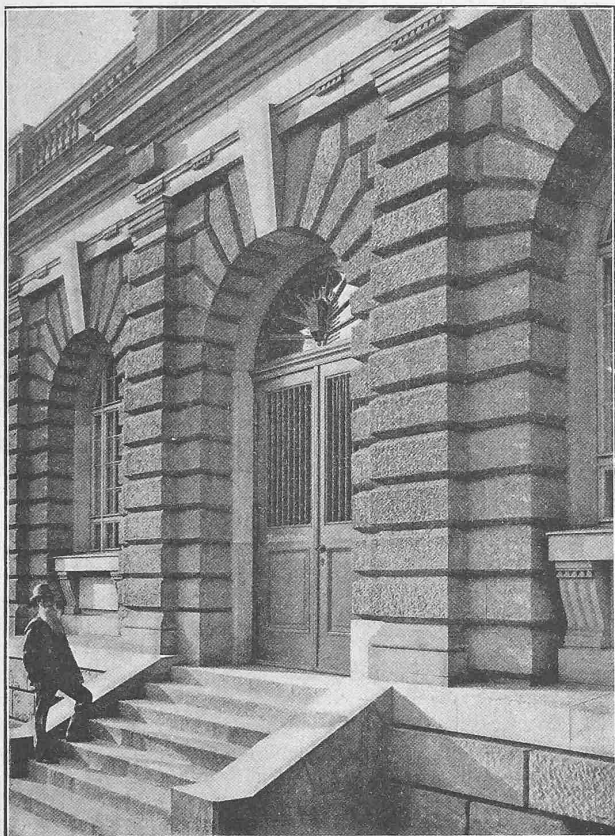


Abb. 5. Partie der Aussenfassade des Volksbades in der Dennewitzstrasse.

Demnach würden auf den Aussenlinien bis zu 60 % des Stromkonsums die Erde als Leiter benützen. Dass jedoch von diesen Strömen ein grosser Teil seinen Weg durch Rohrleitungen nehmen werde, liess sich nicht erwarten. Die Leitungsfähigkeit der Letztern ist im Vergleich zu derjenigen des Geleises bedeutend niedriger, sodass, wenn die Erde schon einen bessern Leiter abgibt als das Geleise, dieses den Rohrleitungen gegenüber in noch viel höherem Mass der Fall sein wird. Diese Vermutung wurde bestätigt gefunden durch direkte Strommessungen an Rohrleitungen, die bei den Gehöften la Pallanterie und la Renfile auf den Linien nach Douvaine und nach Vernier ausgeführt wurden. In den Rohrleitungen für Gas und Wasser von je 100 mm Durchmesser konnten nur verschwindend kleine Beträge, maximal etwa 1 Amp. nachgewiesen werden.

Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Maximalwerte der auf den Aussenlinien durchgeführten Messungen.

Linie	Linie unbelastet			Belastung innerhalb Messungsstelle			Belastung ausserhalb Messungsstelle		
	Strom im Geleise Amp.	Potential Geleise-Rohr Volt	Strom im Rohr Amp.	Strom im Geleise Amp.	Potential Geleise-Rohr Volt	Strom im Rohr Amp.	Strom im Geleise Amp.	Potential Geleise-Rohr Volt	Strom im Rohr Amp.
Douvaine (la Pallanterie)	-16,6	-0,5	+0,1	-36,6	-3,2	+0,54	+66	-32	+0,72
Vernier	{	Wasser	+0,8	+0,88	-6	-0,7	-6	-6	+0,56
(la Renfile)			+1,2	-16,6		+0,8	+83		+1,05
Chancy (Vally)	+ 5,4	+0,6		-57	-5,5		+39	-2	
St. Julien (Perly)	+ 4,2	+0,7		-21	-2,6		+67	-4	
Versoix (Chambésy)	+ 5	+0,2		-25	-1,0		+35	-1,5	

Mit + bezeichnet sind die Ströme, die in der Richtung von der Zentrale nach aussen fliessen, sowie die Spannungen, an Stellen, an denen das Geleise positiv ist. Die Stromstärken im Geleise wurden berechnet durch Messung des Spannungsabfalls auf eine bestimmte Länge und Annahme eines Geleisewiderstandes von 0,003 Ohm auf 100 m,

ein Wert, der sich bei der direkten Strommessung im Geleise bei Eaumorte ergeben hatte.

Schlussfolgerungen.

Die in Genf vorgenommenen Untersuchungen führten kurz zusammengefasst zu folgenden Resultaten:

Ströme, die das Geleise verlassen und in die Erde übergehen, sind jedenfalls vorhanden und zwar in verhältnismässig starker Menge. Doch kommt nur ein kleiner Teil derselben bezüglich Korrosionsgefahr von Rohrleitungen in Betracht. Das Entstehen dieser Ströme ist begünstigt durch den starken Spannungsverlust in der Geleisestrecke nächst der Zentrale und durch denjenigen auf den Aussenlinien. Auf den Letztern kann der Spannungsabfall nicht anders verkleinert werden, als durch Anlage von kostspieligen Schienenspeisekabeln mit Zusatzdynamos, dagegen kann an ersterem Ort der Anschluss der Maschinen an die Schienen so hergestellt werden, dass der Gesamtstrom sich sofort auf die verschiedenen Linien verteilt und nicht zunächst nur ein Geleisestück belastet, wie dies der Fall ist.

Der Umstand, dass der positive Pol am Geleise angeschlossen ist, verlegt die gefährliche Zone, wo Korrosionen an den die Anode bildenden Rohrleitungen vorkommen können, auf die Aussenlinien, bei denen zugleich starke Spannungs differenzen auftreten. Auf dem innern Netz betragen die Potentialdifferenzen zwischen Geleise und Rohrleitung im allgemeinen nur 0,2 bis 0,3 Volt (abgesehen von derjenigen an der Place des Volontaires, die durch bessern Anschluss beseitigt werden kann), und zwar sind die Schienen positiv, sodass die Rohre nicht gefährdet sind.

Man könnte sich nun fragen, ob es nicht geeigneter wäre, die Pole zu tauschen und so die gefährdete Zone dahin zu verlegen, wo die relativ kleinen Spannungsunterschiede vorkommen, d. h. im innern Netz. Auch könnte in diesem Fall der Voltverlust im Geleise für den engern Umkreis durch Vermehrung der Schienenkabel mit verhältnismässig geringen Kosten noch heruntergebracht und

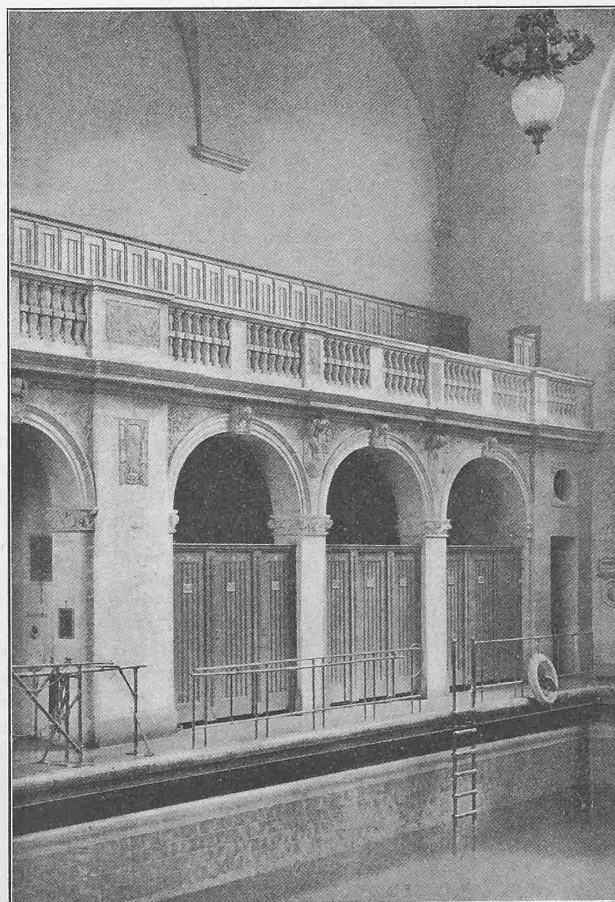
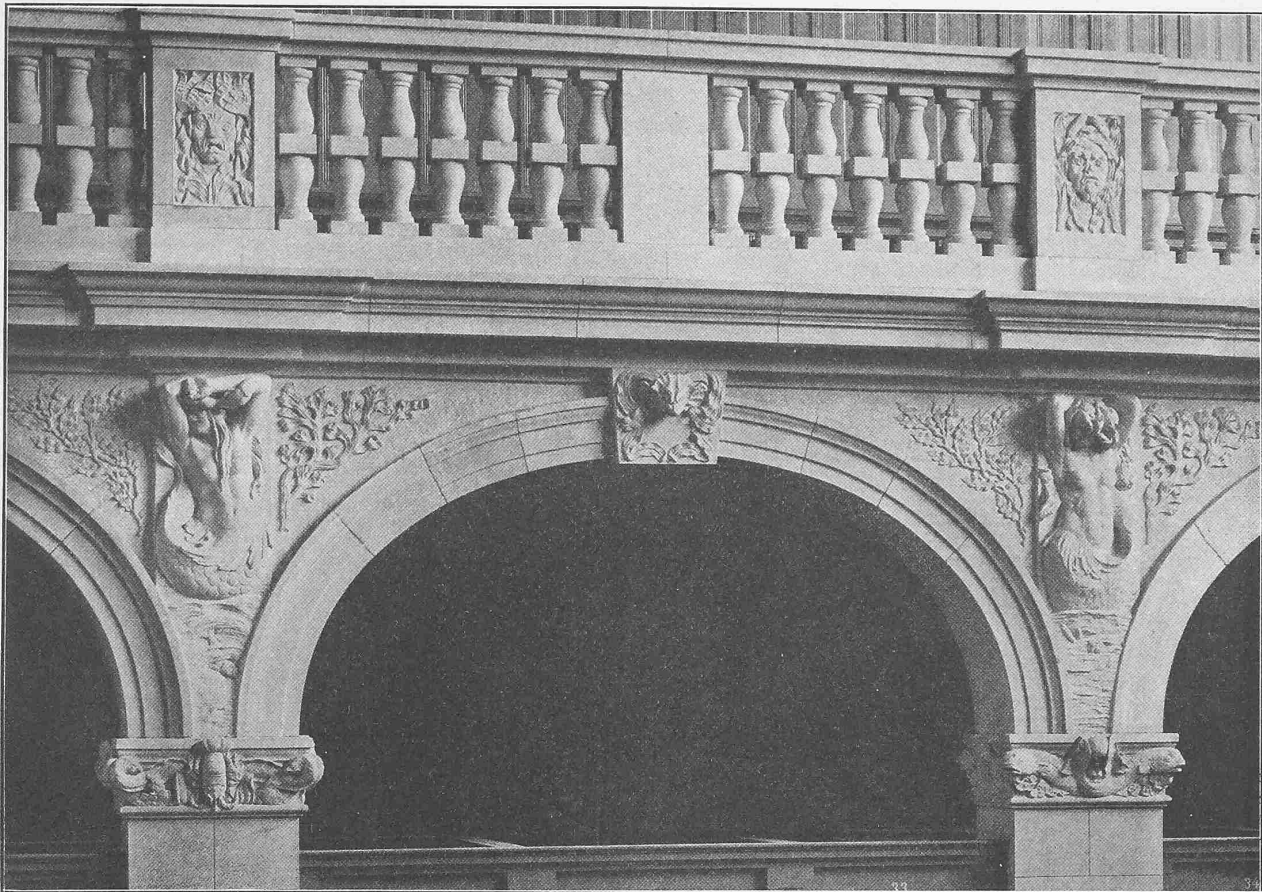


Abb. 6. Innenansicht der Schwimmhalle des Volksbades in der Dennewitzstrasse.

Städtische Neubauten in Berlin.

Abb. 7. Volksbad in der Dennewitzstrasse in Berlin von Stadtbaurat *Ludwig Hoffmann* in Berlin. — Details der Schwimmhalle.

zugleich die Dichtigkeit der Erdströme an den Uebergangsstellen vermindert werden. Nach Erfahrungen, die allgemein in andern Städten gemacht worden sind, scheinen Spannungsdifferenzen von 1 bis 1,5 Volt zwischen Rohr und Schiene mit Erde als Zwischenleiter nicht auszureichen, um einen elektrolytischen Prozess hervorzubringen. Es geht der Stromübergang vor sich ohne elektrolytische Wirkung, wie durch einen metallischen Widerstand.

In Genf sind noch bezügliche Versuche mit dem dort vorkommenden Erdmaterial in Ausführung, von deren Resultaten es abhängen wird, ob ein Umtausch der Pole stattfindet. Trifft der Umstand zu, dass der elektrolytische Prozess bei kleinen Spannungsdifferenzen sich zu bilden nicht im Stande ist, so würde bei Anschluss des negativen Poles an die Schienen die gefährdete Zone, bezw. das innere Netz, ebenfalls ausser Gefahr sein, weil daselbst nur die kleinen Differenzen vorkommen, während auf den Aussenlinien die Rohre als Kathoden nunmehr trotz der grossen Spannungen nicht mehr angegriffen werden können.

Städtische Neubauten in Berlin.

Von Stadtbaurat *Ludwig Hoffmann* in Berlin.

I.

„Des Architekten Tätigkeit wird erst dann eine künstlerische, wenn es ihm gelingt, in gefälligen Formen Gedanken auszudrücken und hierbei beabsichtigte Wirkungen zu erzielen; durch planloses Aneinanderfügen bekannter oder unbekannter Motive, seien diese auch noch so prunkvoll, wird niemals ein Kunstwerk entstehen.“

Mit diesen ausgezeichneten Worten begann der Stadtbaurat *Ludwig Hoffmann* vor kurzem jene prächtige Publikation, in der er seine eigenen Berliner Bauwerke in Bild und Wort vorführt und von der soeben der zweite Band

im Verlage von Bruno Hessling in Berlin erschienen ist.¹⁾ Hoffmann, der Architekt des Leipziger Reichsgerichtsgebäudes, steht erst seit wenigen Jahren an der Spitze des Berliner städtischen Bauwesens, ist aber in dieser kurzen Zeit bereits durch Lob und kaiserlichen Tadel bekannt geworden und hat, wenn auch manches Minderwertige mitlief, was sich nun einmal bei der Masse von Aufgaben kaum vermeiden lässt, doch im grossen und ganzen soviel Vorzügliches geleistet, dass man der Stadt Berlin zu ihrem Stadtbaurat nur Glück wünschen kann.

Berlins Strassenbild ist nüchtern und kann und darf nicht mit einem Schlage anders gemacht werden; vielmehr ist an das Bestehende anzuknüpfen, was Hoffmann mit seiner klug berechnenden Art vorzüglich verstanden hat. In Stadtvierteln, wo gerade, ohne Spur einer Silhouette angelegte Strassen zwischen abwechselnd grau und braun gestrichenen, kahlen Zinskasernen hinziehen, ist ein solch vorsichtiger, geschmackvoller und selbständig durchdachter Eklektizismus, wie ihn Hoffmann ausübt, noch immer das Beste, ja er scheint in dem praktisch nützlichen Berlin noch für lange das Beste zu bleiben. Denn das, was der moderne *Berliner Typ* genannt werden kann, ist durchaus nicht von gesucht modernem Stil. Es ist der teure, aber einfache helle Sandsteinbau, ein wenig an die Barocke anklingend, ohne Pfeiler und Säulen nur durch geschmackvolle Steinschnitte, zumal an den Fenstern geschmückt und eingedeckt mit steil ansteigenden, kapriziös gebogenen und gebrochenen, hellroten Ziegeldächern.

Für die Hoffmann von der Stadt übertragenen zahlreichen Nutzbauten sind naturgemäss vor allem stets sozial-

¹⁾ Neubauten der Stadt Berlin. Zwei Bände mit je 50 Tafeln und beschreibendem Text von Stadtbaurat *Ludwig Hoffmann*. Verlag von Bruno Hessling in Berlin und New-York. Vergl. Literatur S. 262.