

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 27/28 (1896)
Heft: 25

Artikel: Der Drehstrom-Tram in Lugano
Autor: Denzler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82357>

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: 16.01.2026

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

INHALT: Der Drehstrom-Tram in Lugano. — Photogrammetrische Studien und deren Verwertung bei den Vorarbeiten für eine Jungfraubahn. III. (Schluss.) — Miscellanea: Schweizerische Eisenbahnen. Härteprüfung von Metallen. Der Neubau des Domes zu Berlin. Vergleichende Versuche über die Feuersicherheit von Speicherstützen. Ueber das Heizen und Kochen

mittels des elektrischen Stromes. Eidg. Polytechnikum. Die Irtschbrücke der Westsibirischen Bahn. Ein Betriebsunfall auf der Ofener Drahtseilbahn. — Litteratur: Puentes de hierro economicos, muelles y farros sobre palizadas y pilotes metallicos. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Der Drehstrom-Tram in Lugano.

Von Dr. A. Denzler, Ing. in Zürich.

In Band XXVII Nr. 2 brachte die „Bauzeitung“ die erste Mitteilung über einen von der Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden unternommenen Versuch, die neue elektrische Strassenbahn in Lugano von einem Kraftverteilungsnetz aus mit Drehstrom zu betreiben.

Die Beurteilung, welche dieser Versuch nach seinem Bekanntwerden in Fachkreisen erfuhr, war eine sehr geteilte, anfänglich fast durchweg abfällige; sie stützte sich vielfach auf das Axiom, dass Drehstrommotoren ihrer Natur nach für Bahnbetrieb ungeeignet seien, und dass daher die Ersetzung des Gleichstromes durch mehrphasigen Wechselstrom technisch geradezu einen Rückschritt bedeute, welcher sich durch keine indirekten Vorteile rechtfertigen lasse. Seitdem nun aber zahlreiche Techniker die Tram-anlage in Lugano besichtigt und sich persönlich davon überzeugt haben, dass die Drehstrommotorwagen tatsächlich den Erwartungen entsprechen, die man auf sie gesetzt hatte, beginnt sich allmähig ein Umschwung in den Anschauungen geltend zu machen in dem Sinne, dass der dortigen Versuchsanlage nicht bloss der Charakter eines interessanten Experimentes, sondern derjenige einer Neuerung von nicht zu unterschätzender praktischer Bedeutung zukommt.

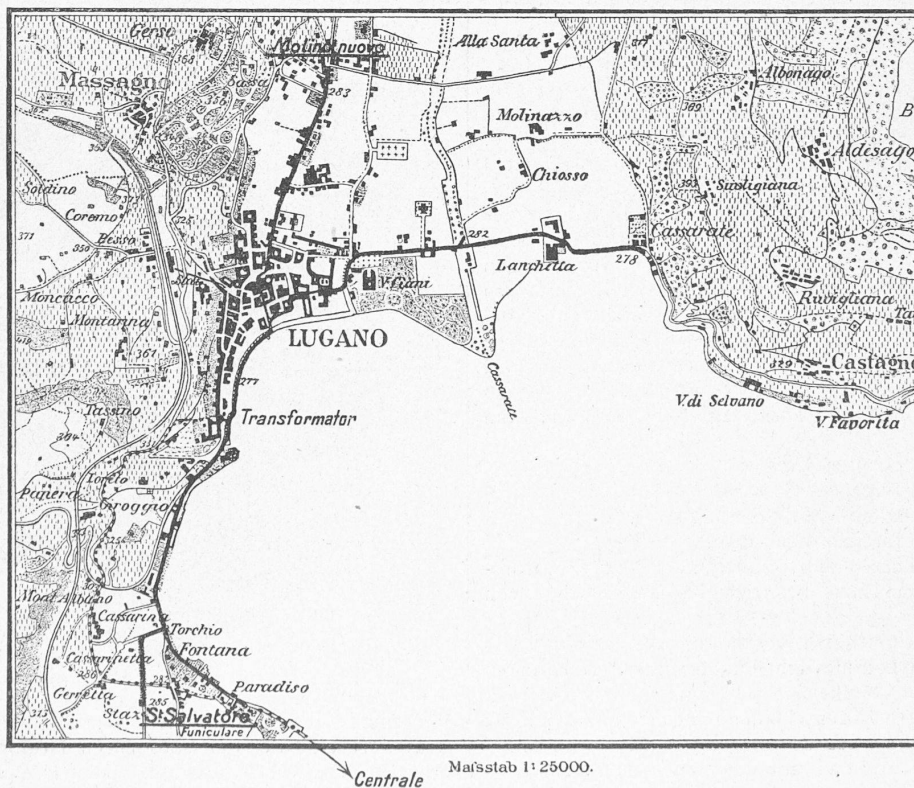
Es mag daher angezeigt sein, die eingangs erwähnte, zum Teil unvollständige Beschreibung der elektrischen Strassenbahn in Lugano im Folgenden noch zu ergänzen und durch eine Anzahl Abbildungen zu veranschaulichen.

bereits dort vorhandenen Beleuchtungs- und Kraftübertragungseinrichtungen eine Drehstromanlage zum Zweck der elektrischen Kraftverteilung in Lugano und Umgebung. Die Installation in der Primärstation besteht zur Zeit aus einer mit 230 m Gefälle arbeitenden Bell'schen Turbine von 300 P.S.; die horizontale Welle derselben ist zur beidseitigen Kuppelung mit je einem 150 P.S. Brown'schen Drehstromgenerator eingerichtet.

Diese Generatoren, welche bei 600 Touren 2400 Perioden 5500 Volt Polspannung geben, bilden eine neue Variante der bei Wechselstrommaschinen immer mehr Anklang findenden Anordnung mit feststehenden inducierten und Erregerspulen und einem unbewickelten rotierenden Gusskörper ohne Schleifringe und Schleifbürsten. Die Neuerung besteht in der aus Fig. 2 ersichtlichen wechselständigen Versetzung der acht Polstücke des rotierenden Sternes, durch welche eine Vereinfachung der Hochspannungsentwicklung und eine bessere Ausnutzung des Materials ermöglicht wird.

Die Maschinengestelle sind gegen Erde nicht isoliert; als Blitzschutzvorrichtung dient eine dreiteilige Funkenkondensationsplatte mit Luftisolierung. Die Uebertragungsleitung verfolgt ein schwieriges, sehr exponiertes Tracé; unmittelbar hinter dem Maschinenhaus steigt die Linie etwa 270 m hoch steil an und senkt sich nachher auf der andern Seite des vorgelagerten Bergrückens ebenso steil zu dem 300 m tiefer liegenden Luganersee hinab, überschreitet denselben bei Melide, kreuzt die Gotthardbahn unterirdisch und zieht sich dann dem Fusse des Salvatore entlang gegen Paradiso und von dort bis in das Quartier nördlich vom Bahnhof in Lugano. An diese Leitung sind nun verschiedene

Fig. 1. Elektrische Strassenbahn in Lugano. Tracé.

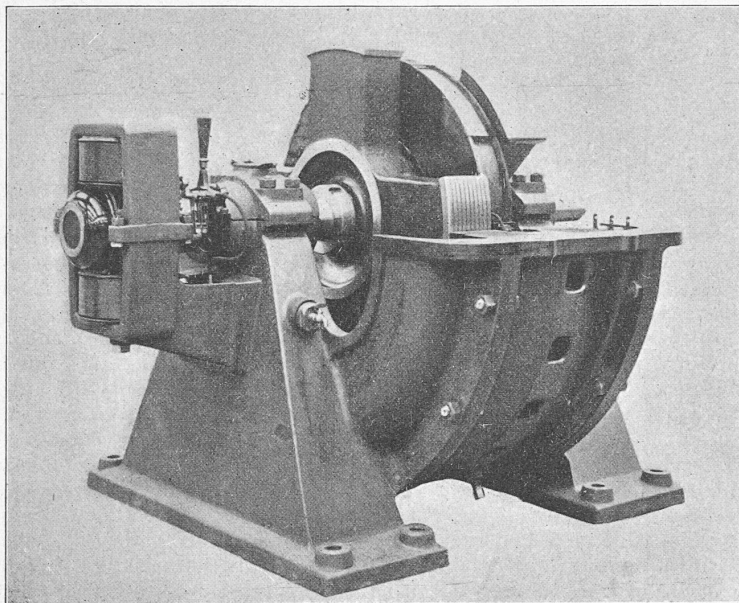


Die zum Betriebe der Bahn erforderliche Energie wird von dem Wasser- und Elektrizitätswerk in Maroggia geliefert; die Besitzer desselben, die Herren Bucher & Durrer in Kägiswyl erstellten letztes Jahr im Anschluss an die

Drehstrommotoren angeschlossen; der erste von 45 P.S. befindet sich in der Mittelstation der Salvatorebahn, welche damit betrieben wird, der entfernteste von 23 P.S. in einer Chocoladenfabrik in Lugano in 12 km Entfernung von Maroggia.

Ursprünglich bestand nun die Absicht, auch die Gleichstromgeneratoren für die projektierte elektrische Strassenbahn in Lugano mit Drehstrommotoren anzutreiben und diese von der gemeinsamen Uebertragungsleitung aus zu speisen.

Fig. 2. Strassenbahn in Lugano. Generator.



Schliesslich wurden jedoch die Drehstrommotoren nach einem originellen Vorschlage der Firma Brown, Boveri & Cie. nicht in eine Umformerstation, sondern direkt in die Tramwagen verlegt; damit erzielte man gleichzeitig eine wesentliche Verminderung der Bau- und Betriebskosten und andererseits wurde durch Beseitigung eines beständige Ueberwachung erfordernden Zwischenorganes, des Drehstrom-Gleichstrom-Umformers, die Betriebssicherheit und der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wesentlich erhöht.

Der hochgespannte Uebertragungsstrom wird in einem 60 kw Drehstromtransformator, dessen Standort in dem Uebersichtsplanchen Fig. 1 eingezeichnet ist von 5000 V. auf 400 V. reduziert und von dort aus den Kontaktdrähten und Schienen der in nächster Nähe vorbeiführenden Tramlinie zugeleitet; die an Erde gelegte Sekundärklemme des Transformators ist ausserdem noch an dem etwa 400 m entfernten Knotenpunkt der drei Zweigstrecken durch einen blanken in die Erde verlegten 7 mm Kupfer-Draht mit dem Geleise verbunden; sonstige Speiseleitungen sind keine vorhanden; sollte der jetzt auf 8% limitierte Spannungsabfall mit zunehmender Wagenzahl überschritten werden, so wird die Uebertragungsleitung von Maroggia bis Molino nuovo verlängert und dort eine neue Transformerstation an die Bahn angeschlossen.

Die bis jetzt gebauten Linien:

- Lugano—Cassarate
- Lugano—Molino nuovo
- Lugano—Paradiso,

letztere mit einer kurzen Abzweigung nach der Salvatorebahn und der Wagenremise besitzen eine Gesamtlänge von 4,9 km.

Die Spurweite beträgt 1 m, der kleinste Kurvenradius 15 m; die grössten vorkommenden Steigungen (60‰) befinden sich auf den beiden Anfahrtsrampen zur Cassaratebrücke.

Die verwendeten Rillenschienen wiegen 35 kg per l. M; sie sind an den Stössen durch seitlich an die Stege ange Nietete Kupferbänder leitend mit einander verbunden.

Die beiden 6 mm starken Kontaktdrähte sind grösstenteils auf eisernen Konsolträgern montiert; der gegenseitige Abstand der Drähte beträgt 25 cm, die Höhe derselben über Schienenoberkant 5,5 m; An den Ausweiche- und Abzweigungsstellen spaltet sich die Kontaktleitung in vier

Drähte; da keine Luftweichen angebracht sind, so müssen die Wagen jeweilen anhalten, damit die Kontaktarme umgestellt werden können; es wäre dies unter anderen Verhältnissen ein Nachteil, welcher sich jedoch bei der in Lugano angenommenen Betriebsordnung in keiner Weise geltend macht.

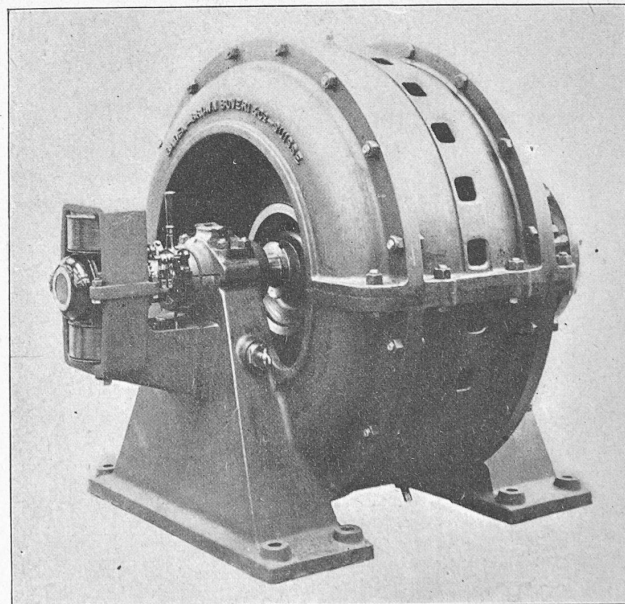
Die ganze oberirdische Leitungsanlage, von welcher Figur 5 ein Teilstück der Linie Lugano—Paradiso darstellt, ist sehr sauber montiert und beweist, dass es möglich ist, sogar Tramanlagen mit doppelter oberirdischer Stromzuführung so zu bauen, dass sie auf das Auge weit weniger störend wirken, als es sonst bei älteren Strassenbahnen mit einfacher Trolleylinie der Fall ist.

Der Fahrpark besteht gegenwärtig aus vier 24plätzigen Motorwagen, von denen einer Reserve bildet. Jeder Wagen besitzt nur einen Drehstrommotor von 20 P. S. Nutzleistung, siehe Fig. 6; derselbe ist 12-polig und macht bei normaler Periodenzahl 400 Touren in der Minute; die hierbei resultierende Fahrgeschwindigkeit beträgt 4,2 m per Sekunde oder 15 km per Stunde; wird der Motor sich selbst überlassen, so ändert sich die Geschwindigkeit nur unmerklich, gleichviel ob der Wagen stark oder wenig belastet ist, ob er sich auf einem Gefälle oder auf einer Steigung bewegt; eine Ueberschreitung der normalen Fahrgeschwindigkeit kann daher nur eintreten, wenn die Tourenzahl des Generators in der Primärstation erhöht oder wenn beim Hinunterfahren über eine Rampe die Zuleitungen zum Motor unterbrochen werden, in welchem Fall der Wagen natürlich eine beschleunigte Bewegung annehmen müsste.

Dagegen ist es möglich, durch Einschalten von Widerständen in den Stromkreis des rotierenden Teils die Tourenzahl des Motors von 400 beliebig bis auf null zu reduzieren.

Der Motor wiegt ohne Getriebe 690 und mit demselben 820 kg. Der Regulierapparat, welcher wie der Motor in das

Fig. 3. Strassenbahn in Lugano. Generator.



Wagenuntergestell eingebaut ist, zeigt eine ähnliche Konstruktion wie die bei stationären Dreiphasen-Motoren gebräuchlichen Anlassapparate. Die Drehung der drei gekuppelten Kontaktkebel geschieht mit Hilfe von Stahldrahtlitzen, welche von beiden Führerständen über Leitrollen zu der, auf der Hebelachse sitzenden doppelten Rillenscheibe laufen. Fig. 7 stellt den Regulierapparat, Fig. 4 eine Ansicht des Wagenuntergestells dar.

Im Stromkreis des Linienstromes wird gar nicht reguliert; es befinden sich in demselben auch keine Sicherungen, sondern nur zwei Umschalter. Die weitere Wagenausrüstung besteht aus zwei Stromabnehmern mit Rollkontakten, die

sie das erforderliche Material von verschiedenen Orten bezog, so z. B. die maschinellen Einrichtungen und den Transformator von Brown, Boveri & Cie., die Wagen von Herbrandt in Köln u. s. w., was auch den zum Teil nicht ganz

Fig. 5. Strassenbahn in Lugano. Wagen mit den beiden Trolley-Armen.



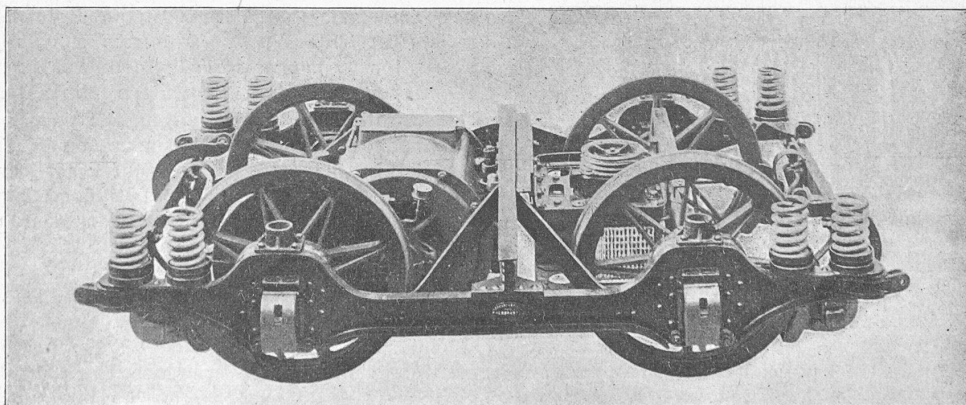
seitlich rechts und links um 12,5 cm und in der Längsrichtung um etwa 50 cm gegen das Wagenmittel versetzt sind. (siehe Fig. 5). Es verdient erwähnt zu werden, dass die Verwendung zweier Trolleys dank der exakten Montierung der Kontraktdrähte im Betrieb praktisch keine Schwierigkeiten verursacht, wie dies anfanglich befürchtet wurde.

einheitlichen Charakter in der Ausführung der Anlage erklärt.

Seit 1. Juni wurde der Betrieb von der „Società luganese tramvie elettriche“ übernommen, in deren Betrieb die ganze Strassenbahn übergehen wird.

Es erübrigt noch kurz die Nachteile und Vorzüge zu

Fig. 4. Strassenbahn in Lugano. Wagengestell mit Motor.



Blitzschutzapparate sind in der ganzen Tramanlage keine angebracht, weder in der Transformatorstation noch auf der Linie noch an den Wagen; die Erfahrung wird lehren, ob dies zulässig ist.

Die im Vorstehenden beschriebene Strassenbahn wurde von der Firma Bucher und Duprer in Regie erstellt, wobei

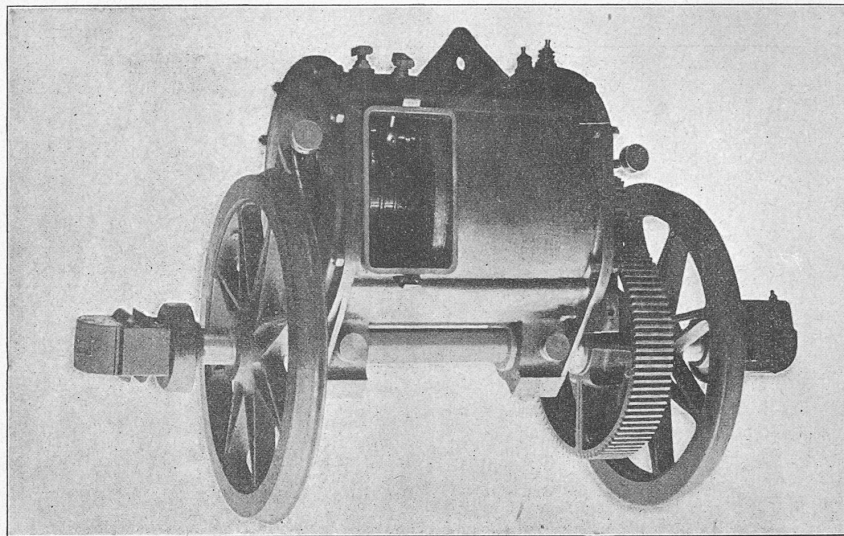
besprechen, welche dem neuen Bahnsystem als solchem zugeschrieben werden.

Der wichtigste Einwand gegen die Verwendung von Drehstrommotoren zu Traktionszwecken ist principieller oder vielmehr dogmatischer Natur; er betrifft die angebliche Inferiorität der Mehrphasen-Wechselstrommotoren gegenüber

den Gleichstrommotoren, speciell den Seriomotoren mit Bezug auf die Anlaufkraft! Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass diese Annahme noch vor $1\frac{1}{2}$ —2 Jahren, angesichts der damals vorliegenden Beobachtungsergebnisse ihre Berechtigung hatte, ist dagegen heute der Unterschied nur noch ein sehr relativer. Es beweisen dies am besten die

zutrifft. Dafür besitzt der Mehrphasentram die namentlich für längere Vororts- und Ueberlandlinien wertvolle Eigenschaft der Selbstregulierung auf konstante Geschwindigkeit bei variablem Kraftverbrauch, sowie den weitem Vorteil, dass der Motor auf Gefällen in gerade idealer Weise selbstthätig auf das Netz zurückarbeitet und die Generatoren-

Fig. 6. Strassenbahn in Lugano. Motor.



gewaltigen Anforderungen, welche an Mehrphasenmotoren für Krahnbetrieb gestellt und auch erfüllt werden, ferner die zahlreichen Verwendungen derselben zu solchen Einzelbetrieben, für welche bis vor Kurzem ausschliesslich Gleichstrommotoren als brauchbar galten; endlich zeigt aber der Tram in Lugano, welcher es ermöglicht, mit einem Drehstrommotorwagen unter voller Belastung auf einer Rampe von 60‰ anstandslos anzufahren und zwar ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel, welche für die Vergrösserung der Zugkraft noch zu Gebote stehen, selbst besser als alle

station entlastet; diese beiden Eigenschaften gehen dem Seriegleichstrommotor bekanntlich gänzlich ab.

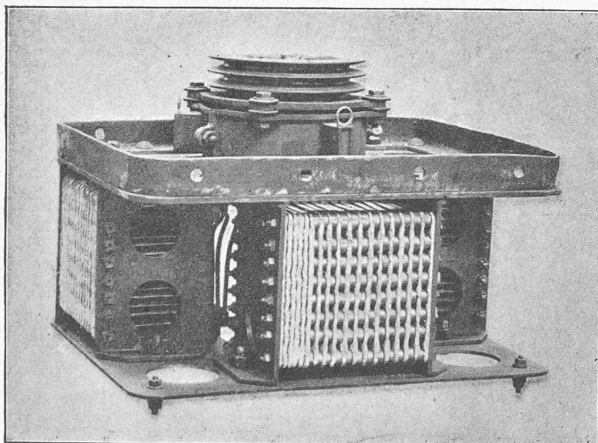
Sodann ist hier noch zu bemerken, dass die einfache betriebsichere Konstruktion und die grosse Nutzleistung bei kleinem Gewicht, welche stets als Hauptvorteile der Drehstrommotoren in den Vordergrund gestellt werden, wohl nirgends besser zur Geltung kommen als beim Trambetrieb.

Viel bedeutender erscheinen die Schwierigkeiten, welche sich in komplizierten Stadtnetzen mit zahlreichen Kreuzungen und Ausweichstellen aus der doppelten Kontaktleitung ergeben werden.

Damit im Zusammenhang steht auch die grössere Wahrscheinlichkeit von Betriebsstörungen durch Kurzschlüsse u. s. w., während von einer vermehrten Gefahr für das Publikum und das Fahrpersonal nicht die Rede sein kann, weil der Linienstrom nirgends mit dem Schliessungskreis der zu handhabenden Regulierapparate in Verbindung steht und weil ein Uebertreten des hochgespannten Primärstromes in die sekundären Luftleitungen schon aus dem Grunde nicht zu befürchten ist, insofern ja eine der Sekundärklemmen der Transformatoren beständig an Erde liegt. Die Blitzgefahr ist beim Wechselstromtram jedenfalls nicht grösser, Korrosionswirkungen durch Erdströme dagegen verschwindend klein, verglichen mit denjenigen einer Gleichstromanlage.

Am meisten Anstände und Diskussionen veranlasste in Lugano die störende Beeinflussung des Telephons durch den Drehstromtram, welcher auf einer Strecke von über einem Kilometer mit einem Telephonstrang parallel läuft und zwar teilweise in Abständen von nur $3-3\frac{1}{2}$ m von den beiden Trolleydrähten. Dieselbe soll bei den ersten Probefahrten im Dezember 1895 eine so starke gewesen sein, dass die eidgenössische Telephonverwaltung sich veranlasst sah, die Verdoppelung der Mehrzahl der Abonnentenleitungen im Netze Lugano zu verfügen, was die Betriebseröffnung der Bahn um ein halbes Jahr verzögerte. Seither sind die Nebengeräusche im Telephon bedeutend schwächer geworden, ob lediglich infolge Anbringens der Telephonrückleitungen oder auch noch wegen Beseitigung zufälliger anderer Störungsursachen soll hier nicht untersucht werden. Wichtig ist nur die Konstatierung der Tatsache, dass dem Drehstromtram mit Bezug auf Telephonstörungen keine derartige Ausnahmestellung zukommt, dass von einer Vergewaltigung der Telephonie gesprochen werden darf.

Fig. 7. Strassenbahn in Lugano. Regulierwiderstand.



andern Argumente, dass eine grosse Differenz in der Leistungsfähigkeit zwischen Gleichstrom- und Drehstrom-Trammotoren kaum mehr vorhanden sein kann. Ferner wird auch auf die unökonomische Art der Geschwindigkeitsregulierung beim Drehstrombetrieb hingewiesen. Dieser Einwand ist allerdings für solche Anlagen von einer gewissen Tragweite, in denen regelmässig und anhaltend mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren werden muss, und bei denen es nicht gleichgültig ist, ob in der Kraftstation vorübergehend etwas mehr Wasser durch die Turbinen oder durch den Leerlauf hinunterfliesst, wie dies beispielsweise in Maroggia

Es erschien mir in hohem Masse auffällig, dass die Geräusche, welche ich zu einer Zeit im Telephon wahrnehmen konnte, als der Umbau des Telephonnetzes noch nicht durchgeführt war, dieselben charakteristischen, mit der Bewegung der Motorwagen zusammenhängenden Tonvariationen aufweisen, welche man z. B. auch im Gebiete der Centralen Zürichbergbahn in Zürich beobachten kann; so war es möglich, von einer etwa 400 m von der Tramlinie abliegenden Telephonstation aus, deren Zuleitung von den Trolleydrähten aus nicht direkt induciert werden kann, deutlich zu unterscheiden, wenn ein Wagen rascher oder langsamer fuhr oder ganz anhielt, ob zwei oder ein Wagen sich mit verschiedener Geschwindigkeit auf der Linie bewegten; man unterschied ferner deutlich das Geräusch eines Wagens, dessen Motor zufällig nicht normal arbeitete von denjenigen der übrigen drei Wagen u. s. w., kurz Details, welche man bis jetzt bei Gleichstromtrams dem Einflusse der Kollektoren, der Art der Stromabnahme durch Rolle oder Bügel, und durch Vibrationen in den Schienen zu erklären versuchte. Es weist dies also darauf hin, dass wenigstens ein Teil der vorkommenden Tram-Telephonstörungen auf Ursachen zurückzuführen sind, die nicht vom Stromsystem abzuhängen scheinen, mit welchem der Tram betrieben wird.

Fasst man das Ergebniss dieser Erwägungen zusammen, so folgt, dass die Verwendung vom Mehrphasen-Wechselstrom für Traktionszwecke technisch ihre volle Berechtigung hat.

Die Konkurrenz, welche dem Gleichstrombetrieb daraus zukünftig erwachsen wird, kann natürlich noch nicht beurteilt werden.

Bei Neuanlagen, bei welchen es sich nur um Bahnbetrieb handelt, wird man eben die Vor- und Nachteile beider Systeme und die resultierenden Anlagekosten von Fall zu Fall gegen einander abwägen müssen, und es ist einleuchtend, dass die Chancen für die Mehrphasenstromsysteme um so günstiger werden, je länger die zu betreibende Linie und je grösser die Entfernung derselben von der Kraftstation ist, weil hier die Kosten der Fernleitung ausschlaggebend sein können.

Das Mehrphasen-Tramsystem dürfte aber namentlich auch dazu berufen sein, in Verbindung mit grossen Centralanlagen für Licht- und Kraftverteilung mit zwei und Dreiphasenstrom wertvolle Dienste zu leisten, sowohl beim Betrieb kleiner Strassenbahnen für den Lokalverkehr als auch für denjenigen von Sekundär- und Verbindungsbahnen zwischen grösseren Ortschaften und benachbarten Städten oder Eisenbahnstationen, soweit solche noch innerhalb des Bereichs des Leitungsnetzes der betreffenden Werke liegen. Es liesse sich nämlich an Hand von Beispielen leicht zeigen, dass zahlreiche Fälle denkbar sind, in denen ein elektrischer Tram nicht mehr lebensfähig ist, wenn der benötigte Strom in einer eigenen Kraftstation erzeugt werden muss, während umgekehrt das Unternehmen sich ohne Schwierigkeit über Wasser zu halten vermöchte, wenn die Kraftstation, welche den Bau und den Betrieb sehr oft unverhältnismässig verteuert, weggelassen und dafür von den im Orte vorhandenen Kraftleitungen billiger Strom zum direkten Betrieb der Motorwagen erhalten werden könnte. Das Beispiel von Lugano lehrt, dass dies in der That in einfachster Weise möglich ist; ebenso ist es einleuchtend, dass in Gegenden, wo primäre Hauptleitungen oft stundenweit den Strassenzügen folgen, die Möglichkeit vorhanden ist, durch Abzweigung einzelner Transformatorenstationen an passenden Stellen eine die Strasse befahrende elektrische Bahn in rationellster Weise mit Strom zu versorgen.

Die Möglichkeit, von einer und derselben Kraftstation aus an verschiedenen Orten gleichzeitig stationäre und automobile Motoren für Bahnbetrieb speisen zu können, bildet zugleich auch einen Fortschritt in wirtschaftlicher Hinsicht, weil dieselbe den Elektrizitätswerken, welche nur zu häufig nicht wissen, wo sie ihre überschüssige Kraft absetzen sollen, einen neuen Weg zeigt, diesen Absatz zu vergrössern, die Anlage besser auszunützen und das Betriebsergebnis günstiger zu gestalten.

Der Drehstrom-Tram in Lugano stellt somit nicht bloss eine hervorragende Neuerung auf dem Gebiete der elektrischen Bahnen dar, sondern es dokumentiert derselbe auch eine weitere bedeutsame Steigerung der Leistungsfähigkeit des Mehrphasen-Wechselstrom-Systems in technischer und wirtschaftlicher Beziehung.

Photogrammetrische Studien und deren Verwertung bei den Vorarbeiten für eine Jungfraubahn.

Von Prof. Dr. C. Koppe in Braunschweig.

III. (Schluss.)

Einen Beweis, welche Genauigkeit mittelst der direkten Winkelmessung durch das Objektiv der Camera mit dem Phototheodoliten erreichbar ist, kann folgendes Beispiel geben, für welches die lineare Ausmessung in Potsdam und Braunschweig bereits erwähnt wurde.

Resultate der Ausmessung der am 7. Mai 1895 in Braunschweig mit dem Phototheodoliten gemachten Aufnahmen.

Platte	Doppelte Distanz	Braunschweig mm	Potsdam mm	Differenz mm	Mittel	Direkte Winkelmessung durch das Objektiv
I	Saturn- α Virginis	62,215	62,216	- 0,001	62,216	23° 5' 25"
		62,213	62,212	+ 0,001		
		62,219	62,221	+ 0,002		
»	Mond - α Virginis	56,225	56,227	- 0,002	56,270	20° 56' 7"
		56,277	56,274	+ 0,003		
		56,308	56,308	+ 0,003		
II	Saturn- α Virginis	62,219	62,213	+ 0,006	62,218	23° 5' 10"
		62,218	62,214	+ 0,004		
		62,226	62,221	+ 0,005		
»	Mond - α Virginis	57,446	57,448	- 0,002	57,479	21° 22' 14,5"
		57,482	57,484	- 0,002		
		57,508	57,508	0		
III	Saturn- α Virginis	62,239	62,239	0	62,237	23° 5' 3"
		62,234	62,233	+ 0,001		
		62,238	62,239	- 0,001		
»	Mond - α Virginis	58,451	58,443	+ 0,008	58,474	21° 43' 19,5"
		58,477	58,470	+ 0,007		
		58,507	58,495	+ 0,012		
IV	Saturn- α Virginis	62,219	62,211	- 0,002	62,216	23° 4' 53,5"
		62,211	62,210	+ 0,001		
		62,216	62,219	- 0,003		
»	Mond - α Virginis	59,901	59,898	+ 0,003	59,930	22° 15' 16,5"
		59,933	59,928	+ 0,005		
		59,962	59,958	+ 0,004		

Die Winkelmessung durch das Objektiv des Phototheodoliten, deren Resultate in der Spalte 7 mitgeteilt sind, wurde ausgeführt vom Landesvermessungs-Ingenieur Seiffert und zwar in je zwei Doppelsätzen auf dem Pfeiler im Auditorium für Geodäsie. Der mittlere Einstellungsfehler beim Bisektieren der kleinen Sternbildchen betrug nur wenige Bogensekunden.

Die obenstehende Tabelle lässt zunächst folgende Vergleichung zu: Für jede Platte sollen sich die linearen Masse der beiden Distanzen verhalten, wie die Tangenten der halben, direkt gemessenen Winkel, z. B. soll sein:

$$62,216 : 56,270 \equiv \tan \frac{23^\circ 5' 25''}{2} : \tan \frac{20^\circ 56' 7''}{2}.$$

Anstatt der Tangenten vergleicht man übersichtlicher die Winkel, wenn man vorstehenden Ausdruck schreibt:

$$\text{arc. tg} \left(\tan \frac{23^\circ 5' 25''}{2} \cdot \frac{56,270}{62,216} \right) \equiv \frac{20^\circ 56' 7''}{2} \equiv 10^\circ 28' 3,5''.$$

Auf diese Weise erhält man folgende Zusammenstellung:

Platte	berechnet	direkt gemessen	Differenz B.-R.
I	10° 28' 3,3"	10° 28' 3,5"	+ 0,2"
II	10 41 6,1	10 41 7,2	+ 1,1
III	10 51 37,4	10 51 39,7	+ 2,3
IV	11 7 38,5	11 7 38,2	- 0,3