

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 29/30 (1897)
Heft: 23

Artikel: Rückblick auf den Entwicklungsgang der Starkstromeinrichtung bei den österr.-ungarischen Eisenbahnen
Autor: Kohlfürst, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82480>

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: 04.04.2026

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

INHALT: Rückblick auf den Entwicklungsgang der Starkstrom-einrichtungen bei den österr.-ungar. Eisenbahnen. II. (Schluss aus Nr. 21.) — Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für den Neubau einer zweiten protestant. Kirche, St. Paulus-Kirche, der St. Leonhardsgemeinde zu Basel. I. — Miscellanea: Strassenbahnen mit reinem Accumulatorenbetrieb. Die Ermittlung des Bremsweges und der Bremszeit bei Eisenbahnzügen. Die Wetterfestigkeit von Malereien und Anstrichen im Freien. Elektrisch betriebene Kühlanlage in der Hauptmarkthalle zu Dresden. Der Dambruch

des Reservoirs von Bouzey. Die Reinigung der Eisenflächen für den Anstrich durch Sandgebläse. Die Brücke Alexanders III in Paris. Elektr. Vollbahn Burgdorf-Thun. Elektr. Eisenbahnbetrieb in Italien. Internationale elektr. Ausstellung in Petersburg 1899. — Konkurrenzen: Landes-Krankenhaus in Troppau. Neubau der Hannoverschen Bank in Hannover. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemal. Polytechniker: Frühjahrs excursion der Sektion Zürich. Stellenvermittlung. XXVIII. Adressverzeichnis.

Hierzu eine Tafel: Wettbewerb für die neue St. Paulus-Kirche in Basel.

Rückblick auf den Entwicklungsgang der Starkstromeinrichtungen bei den österr.-ungarischen Eisenbahnen.

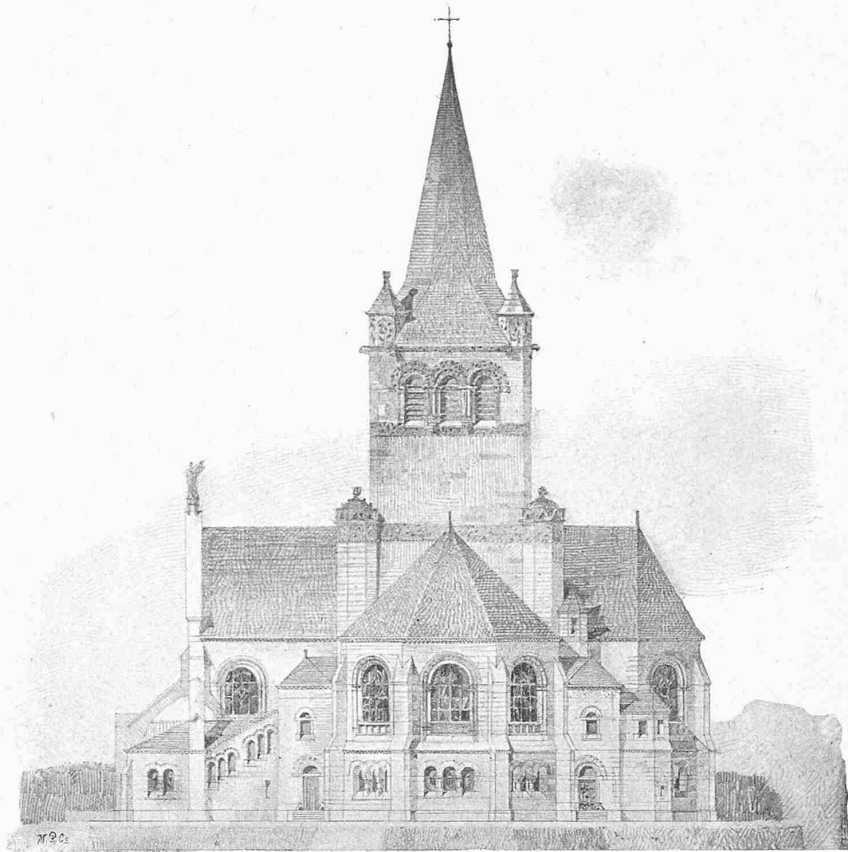
Von L. Kohlfürst.

II. (Schluss aus Nr. 21.)

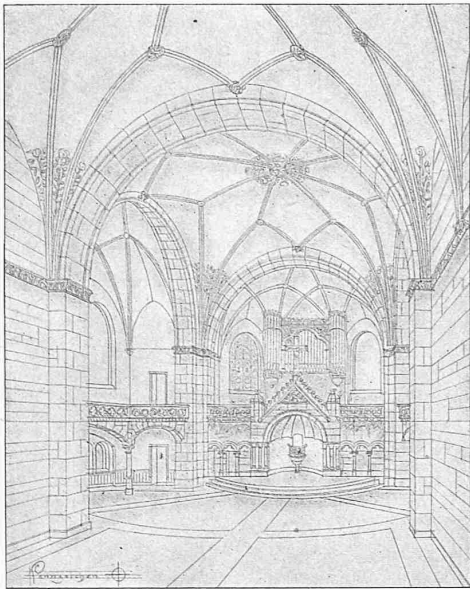
Elektrische Anlagen zum Zwecke der Uebertragung von Kraft sind von der Hauptwerkstätte *Simmering* der österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft schon 1884 benützt worden, und nach dem „Referat über Beantwortungen der Fragen für die X. Techniker-Versammlung“ waren dies überhaupt die ersten derartigen Versuche innerhalb des „Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen“. Es handelt sich dabei um zweierlei Einrichtungen: Bei der älteren waren sowohl die primäre, wie die sekundäre Maschine *Gramme*sche Dynamos, die der genannten Werkstätte ursprünglich als Lichtmaschine dienten, und die Entfernung der beiden Maschinen betrug 70 m. Die Sekundärmaschine trieb eine Siederohr-Drehbank, einen kleinen Federhammer und eine Presse. Bei der zweiten Anordnung betrug die Entfernung zwischen Primär- und Sekundärmaschine 120 m; letztere war auf einem fahrbaren Untergestelle angebracht und mit einer Maschine zum Ausbohren alter Lokomotiv-Stehbolzen gekuppelt. Seit 1892 ist die letzterwähnte Anordnung für den Betrieb einer Material-Probier-Maschine dauernd in Benutzung. Seit 1893 haben auch die Werkstätten der *Kaiser Ferdinand-Nordbahn*, seit 1894 die Werkstätten der *Südbahn* u. v. a. Kraftübertragungsanlagen eingerichtet, deren Zahl in diesen und den darauffolgenden Jahren so rasch angewachsen ist, dass hier der Raum fehlt, sie einzeln auch nur zu nennen. Interessant sind darunter beispielsweise eine durch die Hauptwerkstätte *Knittelfeld* der k. k. österreichischen Staatsbahnen Ende 1895 in Dienst gestellte *versenkte Schiebebühne* von 60 t Tragfähigkeit, 0,375 m Tiefe und 8,1 m Länge. Es sind daran zwei Triebwerke vorhanden, die je nach Erfordernis mit Hilfe einer auslösbaren Reibungskuppelung an den Elektromotor gelegt werden; eines treibt eine Trommelwinde, welche die zu verschiebenden Lokomotiven auf die Schiebebühne zieht, das zweite bewegt die Schiebebühne selbst. Für beide Leistungen beläuft sich die verfügbare Kraft auf etwa 8 P. S. Die Stromzuführung besorgen zwei in der Bühnengrube ausgespannte Leitungsseile, auf denen zwei im Rahmen der Schiebebühne angebrachte, nach abwärts federnde Rollenkontakte laufen. Ein anderes etwa erwähnenswertes Beispiel verwandter Art bieten zwei Laufkräne, von denen je einer — Anfang 1896 — in den k. k. österr. Staatsbahn-Hauptwerkstätten *Knittelfeld* und *Linz a./D.* eingerichtet wurde. Auf einer Seite der beweglichen, 11,5 m überspannenden Kranbrücke, die aus zwei durch Querrippen und Kreuzbänder versteiften Stahlblechträgern hergestellt ist, befindet sich eine Plattform, auf der die erforderlichen Stromschliesserhebel und ein Widerstandskasten angebracht sind, und wo der Lenker des Kranes seinen Aufenthalt nimmt. Der elektrische Antrieb zur Fahrt auf dem 5,8 m über dem Fussboden angebrachten Kranengeleis erfolgt mittels Reibungskuppelung und Schneckenradvorgeleges, wobei eine Laufgeschwindigkeit von 0,3 m in der Minute erreicht wird. Jede der auf den Hauptträgern fahrbar angebrachten Laufkatzen hat 22,5 t Tragkraft und ihre Fahrbewegung, welche sich auf eine äusserste gegenseitige Entfernung von 10,3 m erstrecken lässt, geschieht lediglich von unten aus durch Menschenkraft mit Hilfe von Handketten. Dagegen erfolgt das Heben der Lasten — mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m in der Minute — mittels zweier Elektromotoren, von welchen je einer an jeder Laufkatze

vorhanden ist. Breite Plattformen gestatten auch auf den Laufkatzen leichten sichern Zutritt. Sowohl an dem Lauftriebwerk, als an den beiden Hebevorrichtungen sind zwischen den Schneckenrad- und Zahnradvorgelegten Klauenkuppelungen eingefügt, welche sich leicht und rasch lösen lassen, worauf der Betrieb nach gewöhnlicher Art mittels Menschenkraft erfolgen kann. Dieselbe Anordnung zur bequemeren, schnellen Umänderung der Betriebsform findet sich auch bei der vorher erwähnten Schiebebühne, welche gleich den beiden Kränen in der Lokomotivfabrik *Simmering* ausgeführt worden ist (vergl. Elektr.-techn. Zeitschrift 1896, S. 162). Besonders nennenswerte Kraftübertragungsanlagen hat u. a. auch die *Oesterr. Ungar. Staatseisenbahngesellschaft* seit 1896 auf mehreren Schächten ihrer böhmischen und ungarischen Kohlenwerke zur Durchführung der elektrischen Lokomotivförderung in der Grube eingerichtet. Auf dem *Kübeckschachte* besteht diese Anlage aus einer schnelllaufenden Dampfmaschine von 60 P. S., einer Gleichstrom-Dynamomaschine, zwei Lokomotiven, einer Förderhaspel und einer Centrifugalpumpe. Ähnlich in ihrer Anlage, nur noch bedeutender ist die Einrichtung des *Ronnaschachtes* bei Hnidous, welche einen Dampfmotor von 95 P. S., eine Primärmaschine, zwei Lokomotiven und zwei Centrifugalpumpen umfasst. Eine dritte derartige Fördereinrichtung erstand jüngst auch am *Barréschacht* der genannten Bahngesellschaft und in allen drei Fällen sind die elektrischen Teile durch *Siemens & Halske*, Wien, ausgeführt worden. Eine etwas anders angeordnete, von der Wienerfirma *Kremetitzky, Mayer & Co.* ausgeführte elektrische Kohlenförderung ist verflossenen Jahres seitens der *Buschtebrader Eisenbahn* in ihrem *Ferdinandschachte* eingerichtet worden. Obertags befinden sich zwei primäre Gleichstrommaschinen, mit je 700 Touren pr. Minute und 330 Volt; dieselben speisen vier in den Gruben eingebaute Elektromotoren, wovon der erste zum Betriebe einer 950 m langen Seilförderung dient, welche aus einem von 20 zu 20 m mit Knoten versehenen Seil ohne Ende besteht, das die Förderwagen an einer eingesteckten Gabel erfasst und mitnimmt. Ein zweiter Elektromotor treibt einen Haspel, welcher die Förderung in einer unter 6° ansteigenden, 350 m langen „Strecke“ besorgt; der dritte und vierte Elektromotor treiben je eine Triplex-Pumpe, welche 0,3 m³ Wasser in der Minute hebt.

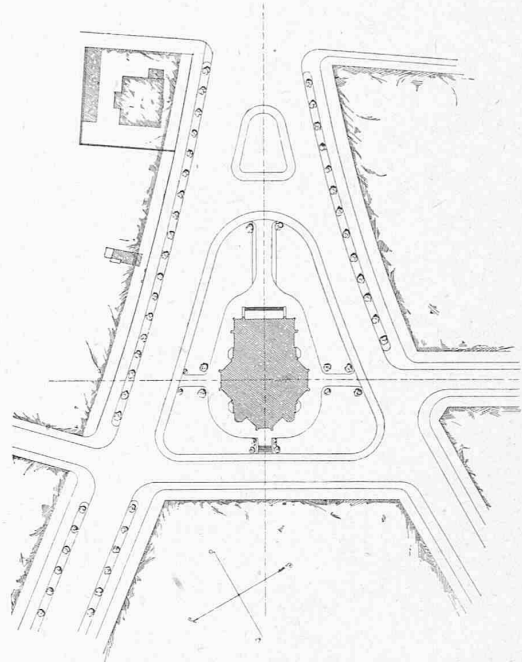
Eine andere, ganz neue, vom eisenbahnbetriebstechnischen Standpunkte aus aber die *wichtigste* Form der bei den österr.-ung. Eisenbahnen vorkommenden Starkstromanwendungen, sind die aus den Wiener Werken der Firma *Siemens & Halske* hervorgegangenen *elektrischen Central-Weichen- und Signal-Stellwerke*, womit die ersten Versuche 1892 auf den k. k. österreichischen Staatsbahnen gemacht wurden, während im Jahre 1894 am Bahnhofe *Prerau* der *Kaiser Ferdinand-Nordbahn* die erste definitive grosse Anlage ausgeführt worden ist. Dieses Stellwerk umfasst elf einfache und sieben Doppelweichen, drei Distanzsignale, zwei Einfahrts-, vier Ausfahrts- und zwei Rangiersignale; dasselbe steht nicht nur für den Zugsverkehr, sondern auch für den Rangierdienst in Benutzung. Jede einzelne Weichenstellvorrichtung ist mit dem Stellwerke durch drei Leitungsdrähte verbunden, von denen der erste den Stellstrom für die *eine* Bewegungsrichtung der Weichenzungen und der zweite den Stellstrom für die *andere* Bewegungsrichtung der Weichenzungen zum Motor zu führen hat, während der dritte jedoch für beide Fälle als Rückleitung zu dienen hat. Durch den vom Stellstrom erregten Elektromotor wird die Weiche vorerst entriegelt, sodann umgestellt und schliesslich in der neugewonnenen Lage wieder verriegelt, wobei sich gleichzeitig ein Schaltungswechsel vollzieht, demzufolge die für eine nächste Weichenstellung notwendige Umsteuerung



Seiten-Fassade 1 : 500.



Innen-Ansicht.



Lageplan 1 : 2500.

I. Preis. Entwurf von *Curjel & Moser*, Architekten in Aarau und Karlsruhe. Kennzeichen: Viergeteilter Kreis.

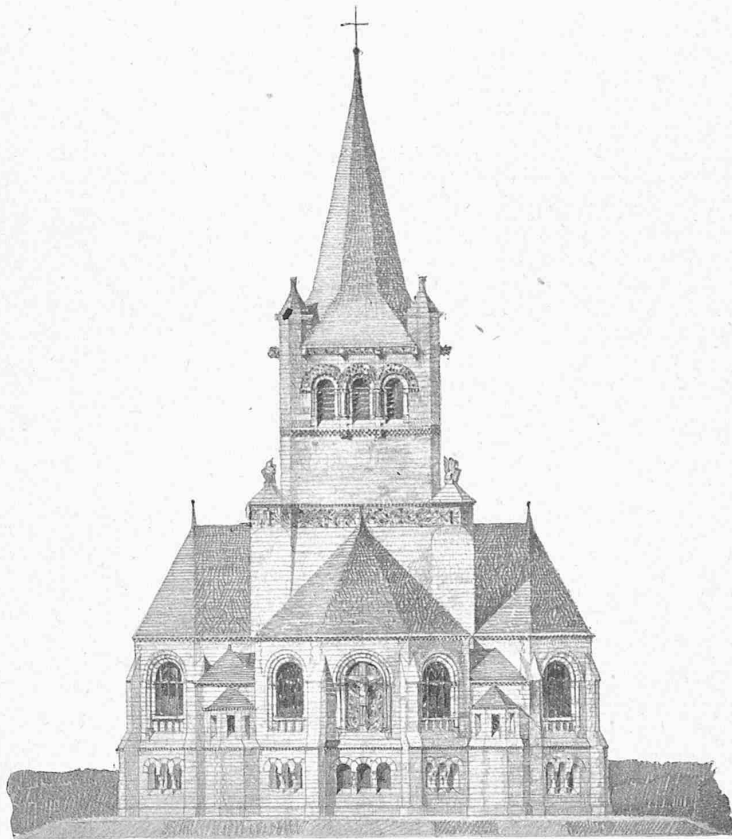
Wettbewerb für die neue St. Paulus-Kirche in Basel.

vorbereitet und ausserdem ein angemessen grosser Widerstand eingeschaltet wird; infolgedessen mindert sich der zum Weichenstellen erforderliche gewesene Arbeitsstrom von 2 bis 3 Amp. in einen Ruhestrom von 0,065 Amp. herab, welcher letzterer lediglich während der Ruhelage der Weiche die Kontrollapparate thätig zu machen hat. Dieselbe Leitung, welche zur Entsendung des Stellstromes diente, übernimmt also nach geleisteter Arbeit die Kontrolle. Auch für jedes der Signale — einarmige Semaphore und Klappscheiben — sind je drei Leitungen vorhanden, wovon jedoch nur eine als Stelleitung und nach vollzogener Arbeit, d. h. während der Zeit, wo das Signal auf *Frei* steht, als Kontrolleitung dient, wogegen die zweite lediglich als Kontrolleitung benutzt ist, so lange sich das Signal in der Ruhelage, nämlich in der Stellung auf *Halt* befindet; die dritte Leitung bildet nun die gemeinschaftliche Rückleitung der beiden anderen. Für den Betrieb der Prerauer Anlage steht dabei eine Accumulatorbatterie von 70 Zellen (Tudor, Type VI b) mit einer Spannung von 118 bis 112 Volt und einer Gesamtkapazität von 150

Ampère-Stunden in Verwendung. Davon dienen 60 Zellen ausschliesslich zum Stellen der Weichen und Signale, die anderen sind in zwei Gruppen von je fünf geteilt und werden abwechselnd zum Betriebe von Nebeneinrichtungen oder zum Verstärken der Hauptbatterie benützt. Die fünf bis neun Stunden währende Ladung dieser Batterie, welche schon für die in Vorbereitung stehende Verdoppelung der Anlage bemessen ist, erfolgt von der am Bahnhofe eingerichteten Beleuchtungsanlage, und zwar während des normalen Betriebes des letzteren. Der von den Lichtdynamos gelieferte Strom von 260 Volt Spannung wird durch eine Ausgleichmaschine auf die erforderliche Spannung des Ladestromes von 130 bis 150 Volt (20 bis 25 Ampère) gebracht. Innerhalb des Bahnhofgebietes der geschilderten elektrischen Anlage verkehren *täglich* 110 aus- und ein-fahrende Züge und es sind 800 bis 900 Wagen zu rangieren, wozu durchschnittlich 1490 Weichenstellungen und 362 Signalgebungen erforderlich werden; der bezügliche Stromverbrauch stellt sich nicht höher als jener für sechs bis sieben Glühlampen à 16 Normalkerzen. Dass diese in Prerau von *Siemens & Halske* und der *Kaiser Ferdinand-Nordbahn* errungenen Erfolge epochemachend sind und den Signal- und Sicherungs-Einrichtungen der Eisenbahnen wieder ganz neue Wege eröffnet haben, steht ausser Frage.

Was schliesslich die *elektrische Traktion* im engeren Sinne anbelangt, d. h. die Kraftübertragung für öffentliche Verkehrsmittel, so hat dieselbe ziemlich bald nach ihrem frühesten Auftreten auch nach Oesterreich-Ungarn ihren Weg gefunden, allein eine ausgedehntere Entwicklung auch hier erst in allerjüngster Zeit erfahren; es fehlt jedoch keineswegs an Anlagen, welche sich durch erwähnenswerte

und interessante Besonderheiten auszeichnen. Gewiss ist schon der Umstand bemerkenswert, dass die erste dem öffentlichen Verkehr dienende elektrische Eisenbahn in Oesterreich, nämlich die Linie *Mödling-Hinterbrühl* — frühere, bloss als Ausstellungsobjekte entstandene, ephemere Anlagen können nicht in Betracht kommen — ihr Entstehen einer grossen Dampfisenbahn, nämlich der Südbahn, verdankt. Die Ausführung dieser elektrischen Bahn reiht sich unmittelbar jener der Linie „*Lichtenfelde-Kadettenhaus*“ bei Berlin und „*Frankfurt-Offenbach*“ an, und sie ist mithin die drittälteste aller derartigen Ausführungen; sie besitzt eine Länge von 2,9 km und wurde für die Südbahngesellschaft von der Berliner Firma *Siemens & Halske* 1883—1885 ausgeführt. Die Eröffnung der ersten Teilstrecke *Mödling-Klausen* fand am 22. Oktober 1883 statt. Die Stromzuführung geschieht oberirdisch vermittelst geschlitzter Leitungsröhren und darin laufender Kontaktschlitzen. Grosses Interesse hat bei der gesamten Fachwelt die von *Siemens & Halske* in *Budapest* 1889 ausgeführte, 9,1 km lange elektrische Tramwaylinie erregt, welche die erste mit *unterirdischer* Stromzuführung ausgestattete Strassenbahnanlage Europa's gewesen ist. Der Zuleitungskanal besitzt ein eiförmiges Profil und liegt mit seinem schlitzförmig offenen Scheitel genau unter einem der beiden Schienenstränge, die aus je zwei 33 mm weit von einander abstehenden Schienen zusammengesetzt sind. Die Spurkränze der Wagenräder befinden sich nicht seitlich, sondern in der Mitte der Lauffläche und bewegen sich in den beiden von den Köpfen der Doppelschienen gebildeten Rillen. Eine andere österr. elektr. Bahn, nämlich die vorläufig 2,6 km lange Lokalbahn, welche den Bahnhof der k. k. Staatsbahnen in *Gmunden* mit der Stadt *Gmunden* verbindet und seit dem 13. August 1894 dem Verkehr übergeben ist, verdient deshalb Beachtung, weil sie in ihrem ganzen Verlaufe bedeutende Steigungen zu hewältigen hat und mit 13,5 % ihrer Gesamtlänge in der Maximalsteigung von 94 ‰ liegt, ein Verhältnis, das bis dahin in Oesterreich-Ungarn für Adhäsionsbahnen nie vorkam. Die Maschineneinrichtung dieser nach dem Trolley-System angeordneten Bahn stammt von der *Ersten Brünnener-Maschinenfabriks-Gesellschaft*, die elektrische Einrichtung von *B. Egger & Co.* in Wien und die Wagen von der Bauanstalt *J. Rohrbacher* in Ober-St. Veit (Wien). Ganz einzig in ihrer Art und eine mit Recht vielbewunderte technische Sehenswürdigkeit war zur Zeit ihrer Eröffnung — Mitte April 1896 — die anlässlich der ungarischen Millenniums-Ausstellung ins Leben gerufene *Budapester elektrische Unterpflasterbahn*, welche aus dem Stadtinnern (Giselaplatz) bis zum Stadtwäldchen führt und eine Länge von 3,75 km besitzt. Sie ist zweigeleisig und läuft als ausgemauerter gewölbter Einschnitt, dessen Decke durch Eisenrippen getragen und von Säulen gestützt



Chor-Ansicht 1 : 500.

I. Preis. Entwurf von *Curjel & Moser*, Architekten in Aarau und Karlsruhe.

Wettbewerb für die neue St. Paulus-Kirche in Basel.

wird, auf einer Strecke von 3,228 km unter den Strassen hin, gelangt dann in unmerklicher Steigung ans Tageslicht und setzt schliesslich ihren Weg bis zur Endstation erdirdisch fort. Die lichte Weite des aus Cementguss-Mauerwerk hergestellten Tunnels beträgt in der Geraden 6 m, in den Kurven 6,7 m; die Höhe ist durchwegs 2,83 m. Für die Deckenkonstruktion, welche zugleich die Strassenpflasterung trägt, und für die in der Mittellinie des Tunnels aufgestellten Tragsäulen sind im ganzen drei Millionen Kilogramm Eisen in Verwendung gekommen. Die Geleise haben 1 m Spurweite. Die Gesamt-Herstellungskosten betragen pro laufenden Meter etwa 1000 fl. (2128 Fr.)*

Alle die vorstehend in Betracht gezogenen Anwendungen — die „Lokomotivlampe“ und die „Zugsbeleuchtung mittels Dynamomaschine“ ausgenommen — gedeihen vorzüglich und sind ganz besonders seit den letzten zwei Jahren in glänzendster Fortentwicklung begriffen. Es wäre daher allerdings eine dankbare, aber auch ziemlich weitführende Aufgabe, eine allumfassende, eingehende Darstellung des heutigen Standes der Starkstromeinrichtungen bei den Eisenbahnen und der elektrischen Traktion in Oesterreich-Ungarn zu bieten; Zweck des Vorstehenden war es jedoch lediglich — wie es schon die Ueberschrift anzudeuten hatte — die ersten Anfänge und einzelne besonders bemerkenswerte Entwicklungsetappen kurz hervorzuheben.

Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für den Neubau einer zweiten protestant. Kirche, St. Paulus-Kirche, der St. Leonhardsgemeinde zu Basel.

(Mit einer Tafel.)

I.

Dem Gutachten des Preisgerichts in Nr. 18 dieses Bandes unserer Zeitschrift lassen wir, mit heutiger Nummer beginnend, Darstellungen der in diesem Wettbewerb mit Preisen ausgezeichneten Entwürfe folgen. Die vorliegende Nummer enthält auf Seite 164 und 165, sowie auf der beigegebenen Tafel, drei Haupt-Ansichten, zwei Grundrisse, einen Lageplan und eine Innen-Perspektive des mit dem ersten Preise gekrönten Entwurfes der Herren Architekten *Curjel & Moser* in Aarau und Karlsruhe.

Miscellanea.

Strassenbahnen mit reinem Accumulatorenbetrieb. Versuche, welche die «Kölner Accumulatoren Werke» mit Accumulatoren-Wagen in Kalk unternommen haben, sind vor kurzem von Hrn. Dr. E. Sieg gelegentlich eines Vortrages in der «Elektrotechnischen Gesellschaft» zu Köln publiziert worden. Da die durch weitere Ergebnisse aus der Praxis ergänzten Angaben des Vortragenden einen interessanten Beitrag zur Frage des Accumulatorenbetriebs liefern, mögen die wesentlichen Daten hier Erwähnung finden.

Als Versuchsfeld diente eine in sich geschlossene Ringbahn von 335,5 m Länge, wovon 181,5 m in Kurven von 50, 30, 25 und 15 m, 154 m in der Geraden liegen. Von letzterer Strecke waren 54,7 m in 2%iger Steigung, einkurzes Stück mit einer Steigung von 4—5% ausgeführt.

Der für 38 Personen eingerichtete Accumulatoren-Wagen (Elektricitäts-Aktiengesellschaft vorm. Kummer & Cie.) wog leer 6,5 t und war ausgerüstet mit einer aus 84 Zellen in Hartbleigefässen montierten Batterie von 2,9 t Gewicht bei 40 Amp. normaler Entladestromstärke. Das Totalgewicht des leeren Wagens betrug somit 9,4 t. Zum Antrieb dienten zwei 8 P. S.-Motoren, die mittelst eines Handgriffes parallel oder hintereinander auf Rückwärtsgang und Bremsen geschaltet werden. Die Accumulatoren waren unter den Sitzen des Wagens derartig angebracht, dass die Zellen ohne irgendwelche Belästigung des Publikums im Wagen geladen werden können. Zu der nachstehenden Zusammenstellung verschiedener Versuche sei bemerkt, dass alle Resultate eher maximale Werte für einen normalen Strassenbahnbetrieb darstellen.

*) Vgl. Bd. XXIX Nr. 15 u. 16. Die elektr. Untergrundbahn zu Budapest.

	Energieverbrauch per km	Mittl. Geschwindigkeit in der Stunde	Fabrlänge einer Ladung
Wagen leer: 9,4 t.			
Dauerfahrt in der Horizontalen	240 Wattstd.	18 km	} 80 km
und in 2%iger Steigung	716 »	14 »	
Unterbrochene Fahrt, dreimal p. km Anhalten u. schnelles Anfahren auf der Rampe von 2%	340 »	12,6 »	60 »

	Energieverbrauch per km	Mittl. Geschwindigkeit in der Stunde	Fabrlänge einer Ladung
Wagen belastet: 11,9 t.			
Dauerfahrt	340 Wattstd.	12,6 km	60 km
Unterbrochene Fahrt, dreimal p. km Anhalten u. schnelles Anfahren auf der Rampe von 2%	550 »	11 »	48 »

Der Stromverbrauch des leeren Wagens betrug bei 162 Volt mittlerer Betriebsspannung: 26—30 Amp. in der Horizontalen, 56—60 Amp. in der 2%igen Steigung. — Das Anfahren des belasteten Wagens auf der Rampe und in der 15 m-Kurve nahm sehr grossen, etwa vier- bis fünffachen Strom in Anspruch.

Zur Ladung der Batterie durch die Dynamomaschine waren an Energie erforderlich

	Wagen leer: 9,4 t.	Wagen belastet: 11,9 t.
	Energieverbrauch per km	Energieverbrauch per km
Dauerfahrt	380 Wattstd.	—
Unterbr. Fahrt, dreimal p. km Anhalten und schnelles Anfahren auf der Rampe von 2%	500 »	680 Wattstd.

Es ist hervorzuheben, dass obige Zahlen auch für die befahrene Strecke hohe Werte darstellen und dass der Unterbau der Versuchsbahn viel zu wünschen übrig liess. Bei Verwendung von Ebonitgefässen an Stelle der Bleitröge, sowie eines demgemäss leichteren Wagens würde das Wangengewicht um mehr als 1/3 vermindert werden können.

Für den Vergleich zwischen dem Energieverbrauch von Accumulatoren- und Oberleitungsbetrieb ist folgendes zu berücksichtigen: Die Centralen für reinen Oberleitungsbetrieb erfordern etwa das Doppelte an Leistungsfähigkeit als für gleich intensiven Accumulatorenbetrieb, da die bis 100% betragenden Stromschwankungen von der Centrale geleistet werden müssen. Hieraus ergibt sich natürlich auch eine grössere Kapitalanlage nebst deren Verzinsung. Ausserdem arbeiten die Maschinen unter ungünstigen Bedingungen, wenn nicht, wie in Zürich, Accumulatoren-Batterien zu den Maschinen parallel geschaltet werden.*) Dagegen haben Accumulatoren-Wagen ein 1 1/2 Mal so schweres Gewicht wie gewöhnliche Trambahn-Wagen, bedürfen also auch 1 1/2-fache Energie, was aber ungünstig für Accumulatorenbetrieb gerechnet ist, da der Quotient vom toten zum totalen Gewicht mit zunehmender Belastung kleiner wird. Zieht man ferner in Betracht, dass der Wirkungsgrad der Accumulatoren nur 75% beträgt, so erhält man für die Accumulatoren-Wagen den doppelten Energieverbrauch eines einfachen Oberleitungswagens.

Erfahrungsgemäss kann nun in Maschinen, die nur auf Ladung von Accumulatoren laufen, mit Leichtigkeit pro 1 kg Kohle = 600 bis 650 Wattstunden erzeugt werden, während beim Oberleitungsbetrieb ohne Pufferbatterie in der Centrale 1 kg Kohle nur 425 Wattstunden nutzbar abgibt (Hannover). Für Oberleitungsbetrieb werden im Mittel etwa 420 Wattstunden pro Wagenkilometer verbraucht, wovon jedoch nur 250 Wattstd. zum Betrieb des Wagens selbst zur Verwendung kommen, der Rest geht durch Leitungswiderstände (Draht und Erde) verloren. — Wie oben gezeigt, waren bei Accumulatorenbetrieb unter sehr ungünstigen Verhältnissen (Unterbr. Fahrt, dreimal pr. km Anhalten und schnelles Anfahren auf der Rampe von 2%) zur Ladung der Batterie 680 Wattstunden per km erforderlich. Der Accumulatoren-Wagen kann also in der That das 1 1/2-fache an elektrischer Energie gegen den Oberleitungs-Wagen gebrauchen, ohne wesentlich grössere Kosten für den Kohlenverbrauch zu verursachen. Dies wird in der Praxis durch die Betriebsergebnisse der Strassenbahn in Hannover bestätigt. Dort wurden bei reinem Oberleitungsbetrieb im Mittel 438 Wattstunden per Wagenkilometer verbraucht, also etwas mehr, als oben angegeben. Nach Einführung des gemischten Betriebes (teilweise reine Oberleitung, teilweise Accumulatoren durch Oberleitung gespeist) wurden in der Centrale pro Wagenkilometer 600 Wattstunden verbraucht, also bedeutend weniger als der angegebene Wert für ungünstige Verhältnisse (680 Wattstunden). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen

*) Vgl. Bd. XXIX S. 95 «Ueber elektr. Strassb. m. festst. Accumulatoren.»