

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 43/44 (1904)
Heft: 8

Artikel: Die elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend
Autor: Spyri, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-24773>

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: 05.02.2026

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

INHALT: Elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend. (Schluss.) — Wettbewerb zur Erlangung von Projekten und Uebernahmsofferten für die neue Utobrücke über die Sihl in Zürich. II. (Schluss.) — Wettbewerb für ein Weltpostverein-Denkmal in Bern. — Miscellanea: Zweiter internat. Kongress zur Förderung des Zeichenunterrichtes in Bern. Verband deutscher Arch.- u. Ing.-Vereine. XIII. internat. Straßen- u. Kleinbahnkongress. Größtes Kriegsschiff. Instandstellungsarbeiten des Luxemburgpalastes in Paris. Hohen-

zollerndamm in Berlin. Schweizer. Bundesbahnen. X. internat. Schiffahrtskongress. Montreux-Berncroberland-Bahn. — Konkurrenzen: Schulhausneubau in der Säge zu Herisau. — Nekrologie: † G. Wülfke. — Literatur: Die Betriebsmittel der elektr. Eisenbahnen. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: G. e. P. Stellenvermittlung.

Hierzu eine Tafel: Wettbewerb für ein Weltpostverein-Denkmal in Bern.

Die elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend.

Von Ingenieur H. Spyri.

(Schluss.)

In der Fabrik in Lend ist ein besonderes Gebäude für die Umformer errichtet. Von jedem Generator werden zwei Motor-Generatoren gespeist, deren Gleichstromleistung je 560 kw beträgt. Die ankommenden neun Leitungen passieren hier zunächst wieder die Blitzschutzvorrichtungen wie in der Kontrollstation, sodann neun Induktionsspulen und gelangen zu einem Sammelschienen-System, das durch geeignete Leitungsschliesser ermöglicht, irgend zwei Motorgeneratoren an irgend eine der Leitungen respektive der Generatoren anzuschliessen. Jeder Motor der Umformergruppen hat einen Ampermeter mit Stromwandler und einen dreipoligen Hochspannungs-Ausschalter, je zwei Umformer, zusammen ein Voltmeter mit Messtransformator. Die Gleichstromgeneratoren haben je ein Voltmeter und einen Nebenschlussregulator.

Die Abb. 9 (S. 88) gibt die drei Schemata der Generator-, Kontroll- und Umformerstation wieder.

Den interessantesten Teil der Anlage bilden ohne Zweifel die Motor-Generatoren der Umformerstation Lend, die vertikal angeordnet sind. Zur Wahl dieser Anordnung bewogen folgende Rücksichten:

1. Die in den übrigen Anlagen der Aluminium-Industriegesellschaft in Neuhausen und Rheinfelden laufenden Gleichstrom-Generatoren sind, weil auf vertikale Turbinenwellen aufgesetzt, ebenfalls vertikal angeordnet. Das Personal der Gesellschaft ist daher mit dieser Anordnung vertraut und an dieselbe gewöhnt.

2. Die Bedienung ist bei dieser vertikalen Anordnung sehr einfach und rationeller als bei horizontaler Disposition; der von den zahlreichen Bürsten gebildete Kupfer-Kohlenstaub fällt zu Boden und gelangt nicht in die Wicklungen.

Oben sind die Motoren der Gruppe, unten die Generatoren angeordnet, sodass deren Kollektoren sich etwa in Manneshöhe über Boden befinden. Die Motoren sind für eine Aufnahme von 1000 P. S. bei 10000 Volt und

340 Umdrehungen in der Minute mit 45 Perioden gebaut; die Gleichstrom-Generatoren leisten 560 kw bei 160 Volt und 340 Touren.

Das gusseiserne Gehäuse des Gleichstrom-Generators ruht einerseits mit zwei Tragfüßen auf zwei Steinsockeln, andererseits auf zwei hohlen Gussäulen. Auf diesem Generatorgehäuse sitzt direkt das einteilige Gehäuse des Drehstrommotors. Der Rotor des Drehstrommotors und die Armatur des Gleichstromgenerators sind mit einander verschraubt und drehen sich um eine feststehende vertikale

Welle, die oben in einem in die Nabe des Drehstromrotors eingebauten Spurlager läuft, das durch einen Tropföler geschmiert wird. Dem Oeler wird das Öl durch in der Welle angebrachte Bohrungen zugeführt. Unten ist die Welle in einem Oeldrucklager in Kastenform gelagert.

Zur Aufnahme des Gewichts der beiden rotierenden Teile im Gesamtbetrag von 12500 kg, dient ein unter dem Kollektor des Gleichstromgenerators liegendes Spurlager. Die Spurplatte aus Stahlguss ruht in einer gusseisernen Pfanne, während die untere Lagerschale nach abwärts zu einem Flansch ausgebildet ist, der auf der Spurplatte aufliegt. So wohl die Spurplatte als der Flansch des Lagers sind mit einer rundum laufenden Rinne von 55 mm Breite versehen zur Aufnahme des zur Entlastung der Flanschen dienenden Drucköls. Dieses letztere wird durch eine vom Rotor des Umformers mittelst Schnecken- und Stirnradübersetzung angetriebene kleine

Kolbenpumpe unter einem Druck von 10 Atmosphären in die Rinne gepresst. Das ganze Spurlager samt Pumpe und deren Antrieb ist in einem gusseisernen Gehäuse untergebracht, das ganz mit Öl gefüllt ist. Es wäre also auch bei zufälligem Versagen der Pumpe immer noch eine ausreichende Schmierung der Lager gesichert. Eine in das Gehäuse gelegte Wasserzirkulationsschlange aus Kupfer verhindert die Erwärmung des Oelvorrates.

Abbildung 10 zeigt den komplett aufgebauten Motorgenerator, Abbildung 11 die beiden Rotoren und die Abbildungen 12 und 13 geben Konstruktionszeichnungen der ganzen Gruppe, aus welchen deren Detailausführungen er-

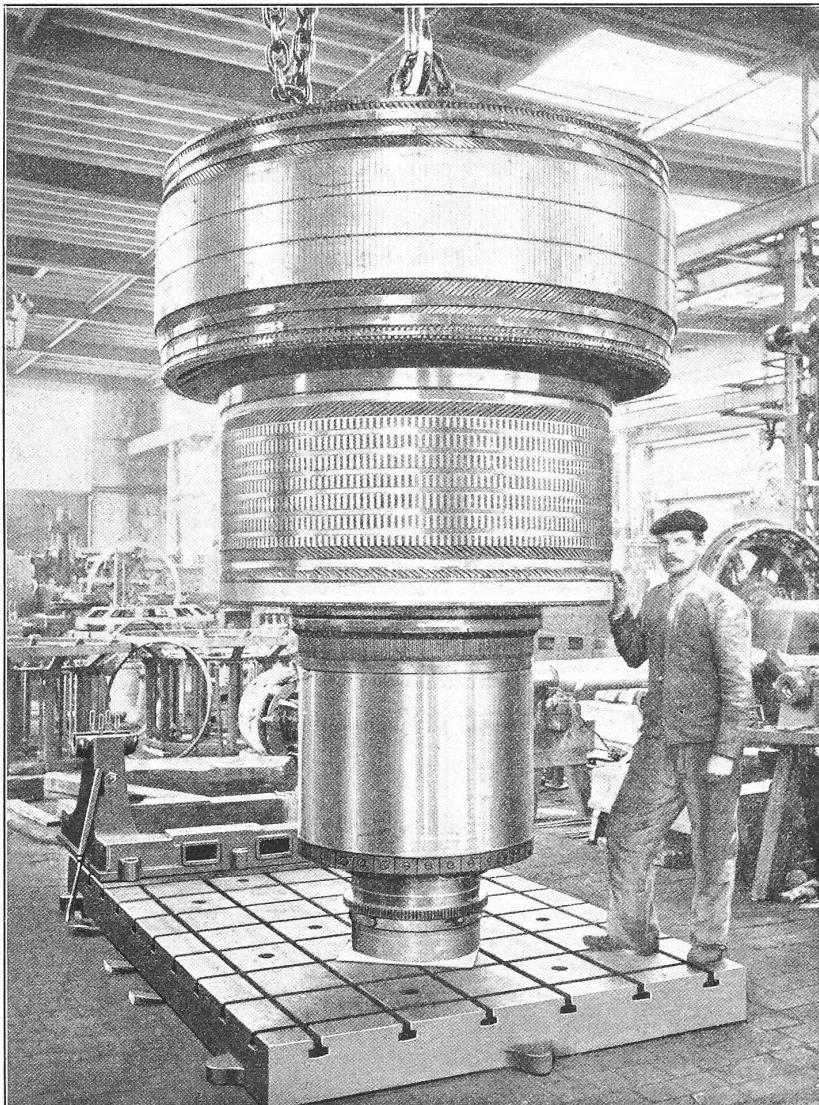


Abb. 11. Rotoren der Drehstrom-Gleichstrom-Umformer von 560 kw Gleichstromleistung.

sichtlich sind. Die Abmessungen und Leistungen sind zusammengefasst folgende:

I. Gleichstromdynamo:

Leistung	560	<i>kW</i>
Minutliche Tourenzahl	340	
Spannung	160	<i>Volt</i>
Aeusserer Ankerkern-Durchmesser . .	1500	<i>mm</i>
Innerer Ankerkern-Durchmesser . .	1120	"
Ankerkern-Durchmesser auf dem Grunde der Nuten gemessen	1416	"
Länge des Ankers (einschl. Ventilations- schlitze)	400	"

Polschenkel-Länge	380	<i>mm</i>
Innerer Gehäuse-Durchmesser	1930	"
Aeusserer Gehäuse-Durchmesser	2160	"
Gehäusebreite	500	"

2. Drehstrommotor:

Leistung	1000 P.S.
Perioden in der Sekunde	45
Spannung	10000 Volt
Aeusserer Gehäuse-Durchmesser	2800 mm
Innerer Statorkern-Durchmesser	2003,6 mm
Aeusserer Statorkern-Durchmesser	2510 "
Durchmesser über den Grund der Nuten gemessen	2082 "

Die elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend.

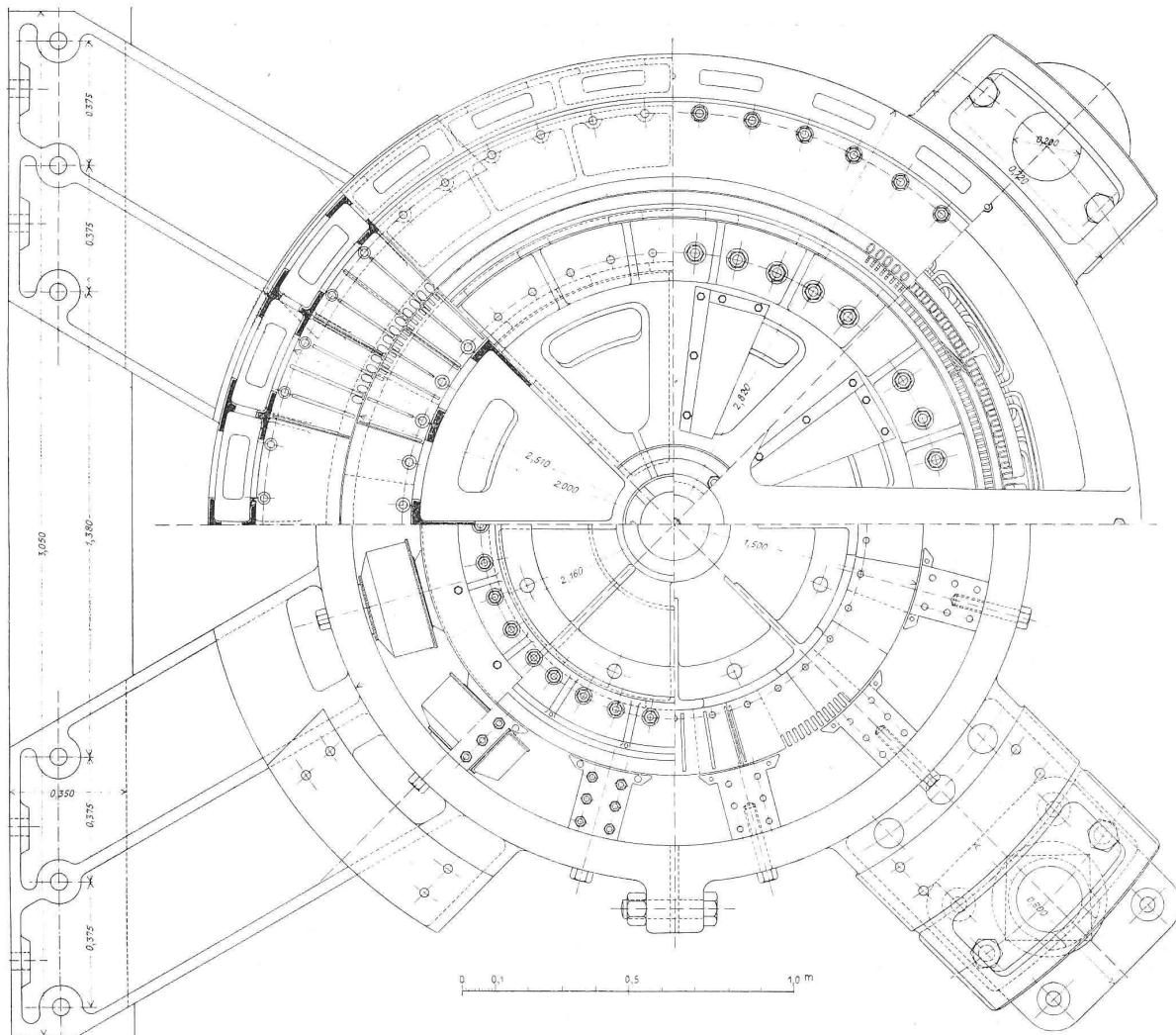


Abb. 12. Drehstrom-Gleichstrom-Umformer von 560 kw Gleichstromleistung, erbaut von der *Maschinenfabrik Oerlikon*.
Grundriss und Horizontalschnitt. — Maßstab 1 : 20.

Anzahl der Ventilationsschlitz	2
Achsniale Länge eines Kanals	10 mm
Achsniale Länge des Eisenkerns	380 "
Nutenzahl	204
Tiefe der Nuten	42 mm
Breite der Nuten	12 "
Zahl der Leiter auf dem Umfang	816
Kollektordurchmesser	900 mm
Kollektortbreite	600 "
Polzahl	12
Durchmesser der Polflächen	1516 mm
Polbreite	über die Pol- schuhe ge- messen
Pollänge	250 " 380 "
Polschenkel-Breite	185 "

Statorkernlänge einschl. Ventilations-			
schlitze	400	mm	
Zahl der Ventilationsschlitz	2		
Länge eines Schlitzes	10	mm	
Länge des Eisenkerns	380	"	
Nutenzahl	192		
Nutentiefe	59	mm	
Nutenbreite	18,5	"	
Rotorkerndurchmesser, innerer	1580	"	
"	2000	"	
" auf dem Grunde der			
Nuten gemessen	1948	"	
Rotorkernlänge, einschliesslich Ventila-			
tionsschlitz	400	"	

Zahl der Ventilationsschlitzte	2
Länge eines Ventilationsschlitzes	10 mm
Länge des Eisenkerns	380 "
Nutenzahl	320
Nutentiefe	26 mm
Nutenöffnung	9,2 "
Gesamthöhe der ganzen Gruppe	3640 "

Der Drehstrommotor besteht aus einem kreisrunden einteiligen, hohlen Gussrahmen, der einerseits mit dem da-

Wandstärke gebettet sind, der beidseitig 80 mm über das Eisen vorsteht. Die Wicklung ist als Handwicklung ausgeführt. Der Rotor besteht aus einem starken Gusstern, der mit dem darunterliegenden Ankerstern der Gleichstrommaschine verschraubt ist und den lamellierten und genuteten Eisenkörper trägt. Die 320 Nuten, welche die kurzgeschlossene Wicklung aufnehmen, sind halb geschlossen und enthalten je zwei Spulenhälfte. Jede Spule bildet eine in sich selbst geschlossene Schleife aus 3 parallelen Kup-

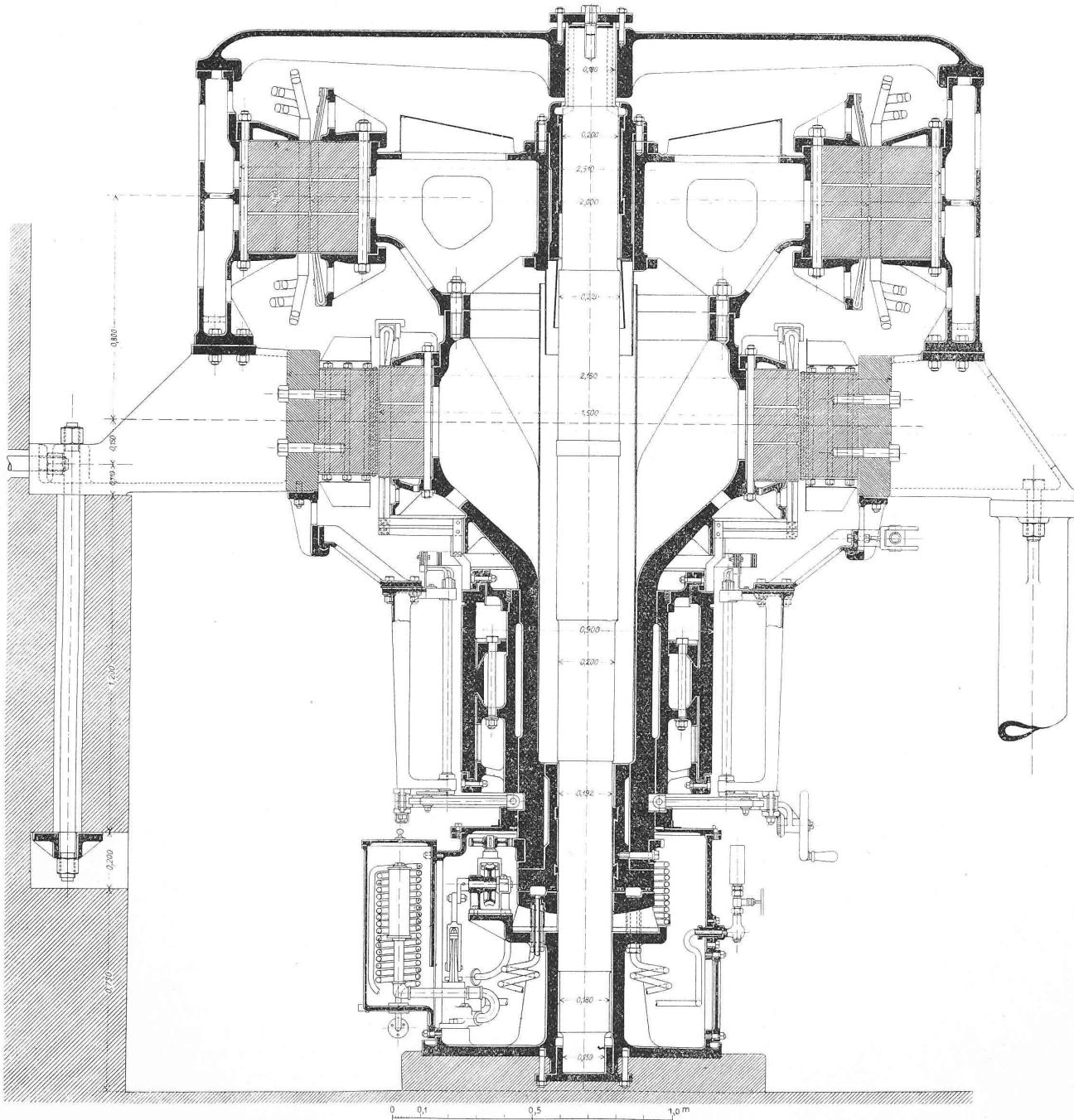


Abb. 13. Drehstrom-Gleichstrom-Umformer von 560 kw Gleichstromleistung, erbaut von der *Maschinenfabrik Oerlikon*.
Vertikalschnitt. — Masstab 1 : 20.

runterliegenden und auf die Steinsockel und Säulen gelagerten Gleichstromgehäuse verschraubt ist, anderseits den lamellierten Eisenkörper des Stators hält und oben den vierarmigen gusseisernen Tragstern des oberen Führungslagers trägt. Der Stator ist 16polig gewickelt und dessen Hochspannungswicklung liegt in 192 Nuten. Jede Nute enthält 18 parallel geschaltete Drähte von 4 mm Durchmesser, die in einem nahtlosen Micanitkanal von 25 mm

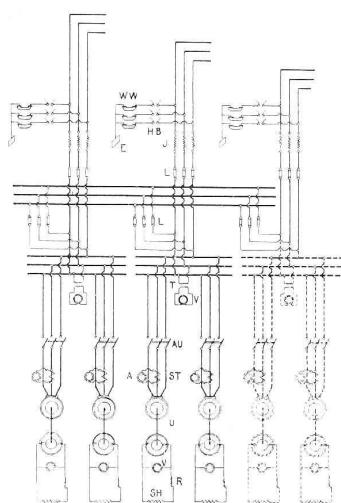
ferstäben von $8 \times 2,5$ mm bzw. 20 mm^2 Querschnitt. Durch Fiberkeile in den Nuten werden die Spulen festgehalten. Das Kupfer der Wicklung ist nackt und liegt ohne weitere Isolation im Eisenkörper.

Obgleich der Luftspalt des Drehstrommotors 2,5 mm beträgt, steigt der $\cos \varphi$ desselben bis 0,94.

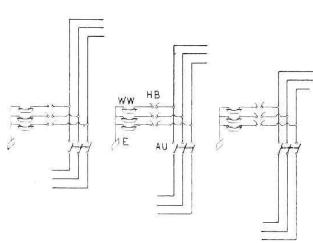
Über die charakteristischen Versuchsdaten des Motors gibt die Kurve Abbildung 14 (S. 89) Aufschluss.

Die elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend.

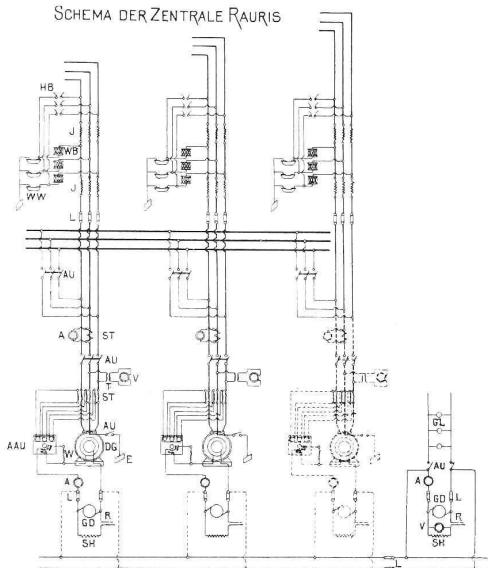
SCHEMA DER UMFORMERSTATION LEND



SCHEMA DER KONTROLLSTATION



SCHEMA DER ZENTRALE RAURIS



LEGENDE:

DG	DREIHKRIST-GENERATOR
GD	DREIHKRIST-DYNA
U	DREIHKRIST-GLEICHSTROM-UMFORMER
SH	SHUNT
R	REGULATOR
V	VOLTMETER
A	AMPEREMETER
AU	AUSSENLEITER
AAU	AUTOMATISCHER AUSCHALTER
L	LICHTUNGSCHLIESSE
ST	STROMWANDLER
T	TRANSFORMATOR
W	WIDERSTAND
J	INDUKTIONSPULE
HB	HÖHENSCHUTZ-SCHUTZVORRICHTUNG
WB	WATER-SCHUTZ-SCHUTZVORRICHTUNG
WW	WASSERWIDERSTAND
C	ÖLPLATTE
GL	ÖLÜHLAMPE

Abb. 9. Schema der Generator-, Kontroll- und Umformerstation.

Die Gleichstromdynamo ist 12polig; ihre Pole sind radial auf der Innenseite eines zweiteiligen Gussgehäuses aufgeschraubt. Jeder Gehäuseteil bildet mit je zwei Trag-

füssen ein Stück. Die aus weichem Eisenblech bestehenden lamellierten Pole tragen die Nebenschlussmagnettwicklung in Form von 12 einzeln auswechselbaren, hintereinander geschalteten Spulen, die je aus 350 Windungen von 5,5 mm Kupferdraht bestehen. Die Bohrung des Magnetfeldes beträgt 1516 mm, der äussere Durchmesser der Armatur 1500 mm, deren Eisenbreite 400 mm. Die 204 offenen Nuten der Armatur tragen vier voneinander isolierte Kupferleiter von 3×17 bzw. 51 mm^2 Querschnitt. Die Wicklung ist eine Schleifenparallelwicklung und auf beiden Stirnseiten als Gittertrommel ausgebildet.

Zur Verbindung der Wicklung mit dem Kollektor dienen nach einem neuen System der Maschinenfabrik Oerlikon Ausgleichsleiter in Form von Kupfergabeln, welche je zwei um die doppelte Polteilung von einander entfernte Kollektorlamellen mit der gleichen Armaturspule verbinden. Der Kollektor besteht aus 408 Hartkupferlamellen, die durch Glimmerplatten von 0,8 mm Dicke von einander isoliert sind. Seine Nutzlänge beträgt 600 mm, der äussere Durchmesser 900 mm. Die Lamellen werden durch einzeln nachstellbare Klemmsegmente festgehalten und ausserdem in der Mitte noch durch zwei konische Ringe gehalten. Die Isolationsringe im Innern des Kollektors bestehen ausschliesslich aus Glimmer.

Entsprechend den 12 Polen trägt der Bürstenhalter 12 Bürstenstifte mit je 11 Kohlenhaltern. Die Bürstenstifte sind alle durch ein Handrad gleichzeitig drehbar, um beaufs Reinigung oder Nachschleifen des Kollektors alle Bürsten zusammen abheben zu können.

Die Kurve Abbildung 15 gibt alle Versuchswerte der Gleichstrommaschine und die Kurve Abbildung 16 den totalen Wirkungsgrad der ganzen Gruppe wieder. Seit Sommer 1903 ist die Anlage mit drei Generatoren und vier Umformergruppen im Betrieb.

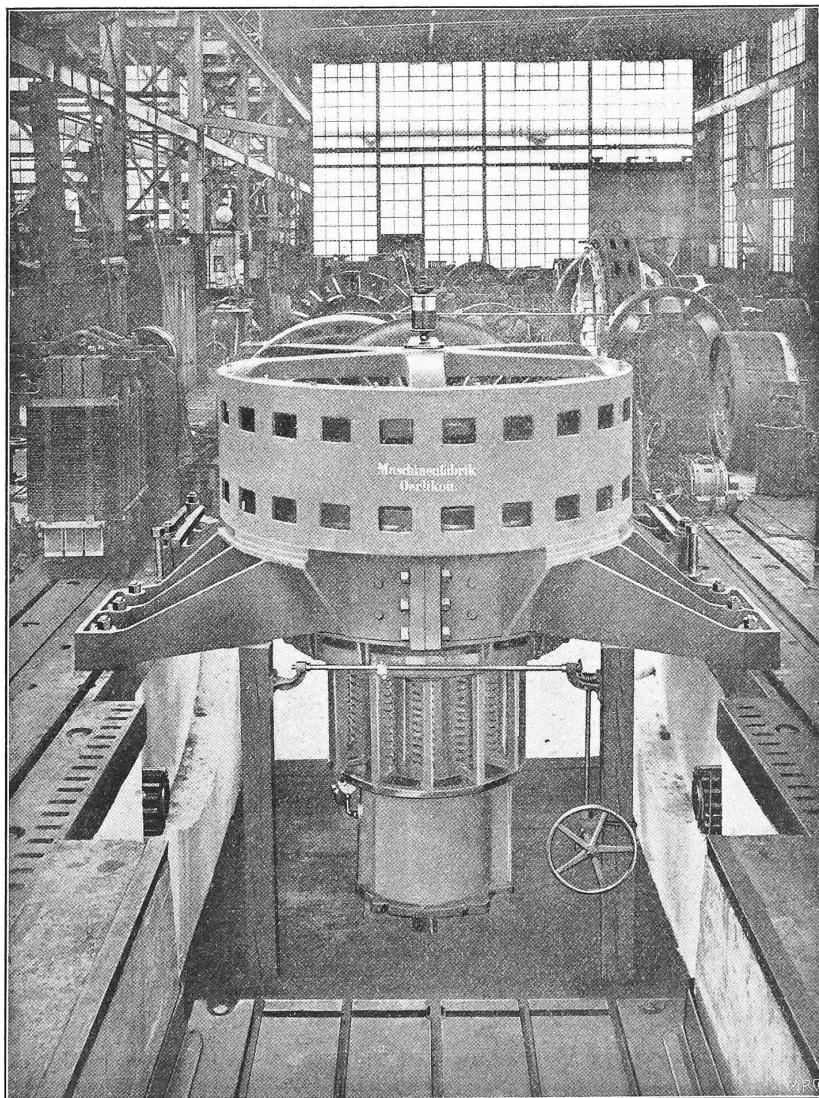


Abb. 10. Drehstrom-Gleichstrom-Umformer von 560 kw Gleichstromleistung.

Wettbewerb zur Erlangung von Projekten und Uebernahmsofferten für die neue Utobrücke über die Sihl in Zürich.

II. (Schluss.)

Mit dem zweiten Teil des Berichtes des Preisgerichtes veröffentlichen wir die wesentlichen Darstellungen zu dem Entwurfe, dem ein dritter Preis zu Teil wurde, mit dem Motto: Goldener Stern (gez.), von den Verfassern *J. Jaeger & Cie.*, Ingenieure in Zürich und *Broillet & Wulfleff*, Architekten in Freiburg. Desgleichen sind wir durch die Gefälligkeit der Verfasser in den Stand gesetzt, auch einige Pläne der beiden mit Ehrenmeldungen bedachten Entwürfe veröffentlichen zu können. Es sind das die Projekte mit dem Motto: „Bogen“ und Kleeblatt (gez.), ersteres von der Brückenbaufirma *Th. Bell & Cie.* in Kriens im Verein mit den Herren *Locher & Cie.* und Architekt *J. Kunkler* in Zürich, letzteres von den beiden zuletzt genannten stammend.

Bericht des Preisgerichtes. (Schluss.)

Nr. 13. «Granit»: Ein eingespanntes Betong wölbe mit einer Oeffnung und Quaderverkleidung. Die Kämpferhöhe ist eingehalten, dagegen wird die maximale Fahrbahnheighte in der Brücke ein wenig überschritten. Der Ueberbau besteht gegen die Auflager hin aus $0,50\text{ m}$ starken Quermauern in Abständen von $2,0\text{ m}$, welche eine armierte Fahrbahnplatte tragen. Das Verhältnis von Pfeilhöhe zu Spannweite beträgt

Die elektrische Kraftübertragung Rauris-Lend.

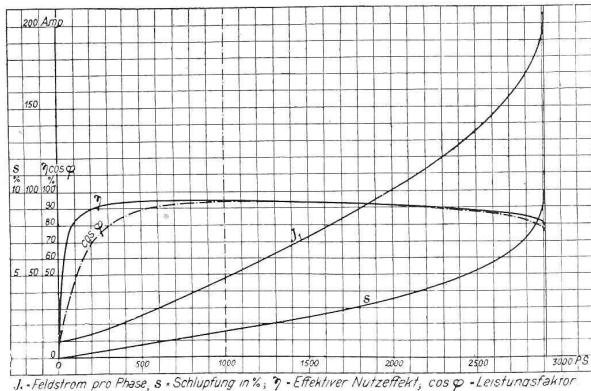
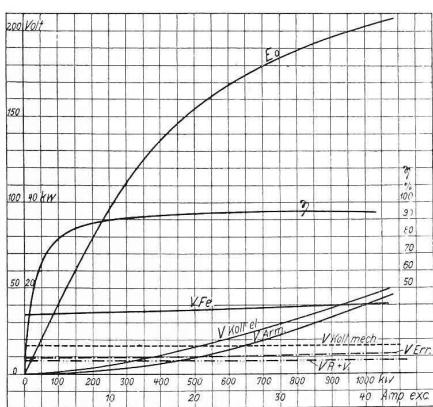


Abb. 14. Kurve des Drehstrom-Asynchronmotors.



Eo = Leerlaufcharakteristik, η = Wirkungsgrad, V_{Arm} = Ohm'sche Verluste im Armaturen Kupfer, V_{Kol el} = Übergangsverluste am Kollektor, V_{Kol mech} = Mechanische Verluste am Kollektor, V_{Fe} = Verluste durch Hysterese & Wirbelströme, V_{err} = Verluste im Magnete Kupfer & im Nebenschlussregulator, V_R = Verluste durch Lagerreibung & Ventilat.

Abb. 15.
Kurve des
Gleichstrom-
Generators.

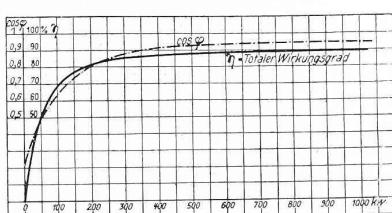
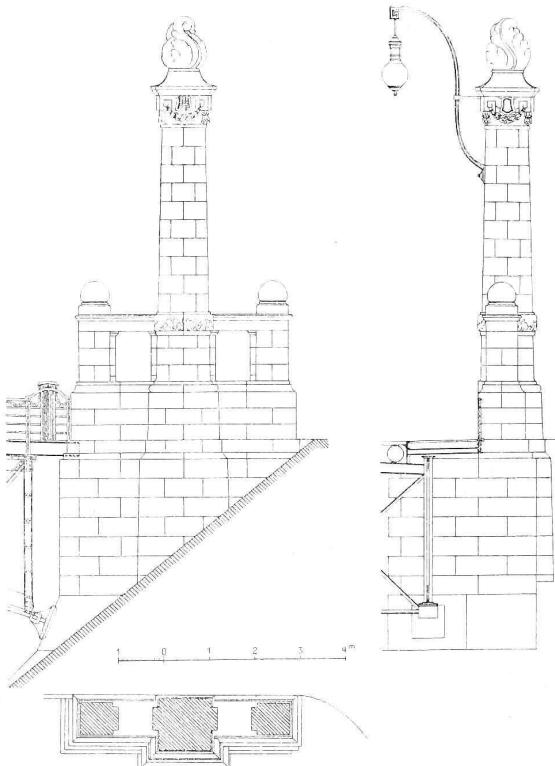


Abb. 16.
Kurve des
Drehstrom-
Gleichstrom-
Umformers.

1 : 11,5. Die Berechnung ist nach der Elastizitätstheorie richtig durchgeführt und ergibt bei dem, wegen möglichster Einhaltung der zulässigen Fahrbahnhöhe ziemlich knapp dimensionierten Bogen Beanspruchungen, welche die zulässige Grenze überschreiten. Im Scheitel entsteht im ungünstigsten Belastungsfalle ein Druck von $41,4\text{ kg/cm}^2$, gegen die Kämpfer hin ein Zug von $2,9\text{ kg/cm}^2$. Trotz diesen hohen Spannungen könnte immerhin eine Ausführung ohne Bedenken vorgenommen werden, da selbst bei diesen Werten noch eine genügende Sicherheit besteht. Der Vorschlag des Projektverfassers dagegen, bei der Ausführung den Brückenscheitel noch



Ehrenmeldung mit dem Motto: «Bogen». Verfasser: *Th. Bell & Cie.* in Kriens, *Locher & Cie.* in Zürich und Architekt *J. Kunkler* in Zürich.

Aufriss und Grundriss des Widerlagers. — Masstab 1 : 150.

etwas mehr zu heben, darf unter keinen Umständen Berücksichtigung finden. Das schräge Gewölbe wird in Lamellen parallel zur Flussachse betoniert und soll ein guter Verband der verschiedenen Lamellen durch eine geeignete Verzahnung der Berührungsflächen erreichen werden.

Das Projekt bietet in architektonischer Beziehung nichts eigenartiges; die glatten Granitwände wirken kalt und schwer.

Die Einheitspreise sind die üblichen, für die Steinhauerarbeiten eher zu hoch. Die Uebernahmssumme beträgt 152 000 Fr.

No. 9. Kleeblatt (gez.): Ein Betonbogen mit $39,4\text{ m}$ theoretischer Spannweite, mit drei Gelenken und Verkleidung in Sandstein. Der Aufbau ist ebenfalls in Beton und besteht aus Querwänden, welche durch kleine Gewölbe miteinander verbunden, die Fahrbahnplatte tragen. Das Gewölbe wird entsprechend der Schiefe der Brücke in zehn, gegen einander versetzten Streifen ausgeführt. Die Gelenke bestehen aus gusseisernen Auflagerstühlen und Bolzen aus Bronzestahl.

Die statische Berechnung ist mit Sorgfalt durchgeführt worden und ergibt Werte, welche unter den max. zulässigen Werten bleiben.

Die Architektur ist fleißig durchgearbeitet, erscheint jedoch für die lokalen Verhältnisse zu opulent, daher auch die hohen Kosten. Unter Einhaltung der sonst üblichen Preise beträgt die Summe der Uebernahmsofferte für dieses Projekt die Höhe von 226 000 Fr. und das Projekt ist damit das teuerste des ganzen Wettbewerbes.

No. 8. «Bogen»: Ein Eisenbogenfachwerk mit einer Öffnung, zwei Gelenken, eisernem Aufbau und Abdeckung mittelst Zoresisen. Die lichte Weite und Höhe entsprechen den im Programm für Bogenbrücken vorgesehenen Grenzen. Die Öffnung wird durch fünf Bogenträger überspannt, die an den Kämpfern eine Konstruktionshöhe von $3,5\text{ m}$ und im Scheitel eine solche von $0,75\text{ m}$ besitzen. In der Mitte sind die Träger auf eine Länge von $18,5\text{ m}$ als Vollwandträger ausgebildet. In Entferungen von $2,312\text{ m}$ sind sämtliche Bogenträger durch Querversteifungen, welche gleich-