

Der Tenango-Damm des Wasserkraftwerks Nexaca in Mexico

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **65/66 (1915)**

Heft 10

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32199>

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.

INHALT: Der Tenango-Damm des Wasserkraftwerks Necaxa in Mexiko. — Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweizerischen Landesausstellung in Bern 1914. — Ländliche Krankenhäuser im Kanton Bern. — Miscellanea: Elektrische Zugbeleuchtung nach vereinfachtem System Dick. Die gesamte Kohlenförderung der Welt. Schwimmbrücke über den Panamakanal. Abteilung für Wasserwirtschaft des Schweiz. Departement des Innern. Die Arrowrock-Talsperre. — Nekrologie: C. Schuler.

— Konkurrenzen: Bebauungsplan Bahnhofquai-Zähringerstrasse Zürich. Kirche und Pfarrhaus in Lyss. — Literatur: Berichte der Schweiz. Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb. Der Eisenbetonbau. Literar. Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Société fribourgeoise des Ingénieurs et des Architectes. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafel 17: II. Altersasyl „Gottesgnad“ in Langnau im Emmental.

Tafel 18: III. Kindersanatorium „Maison blanche“ in Leubringen.

Band 65.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 10.

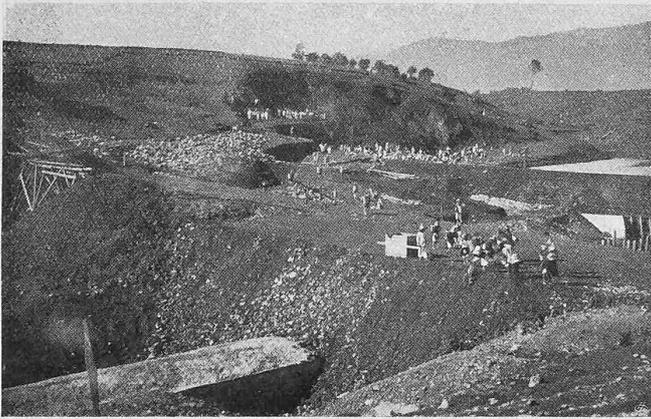


Abb. 8. Materialtransport mit Rollbahn (links) und Körben (rechts).

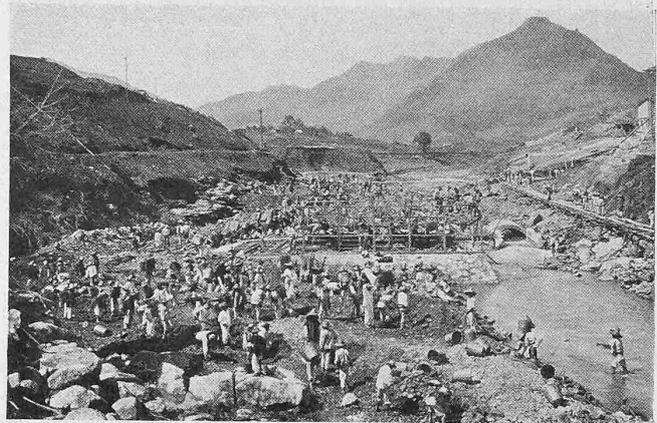


Abb. 10. Baustelle von unten, nach dem Hochwasser im Sept. 1909.

Der Tenango-Damm des Wasserkraftwerks Necaxa in Mexiko

von Ingenieur *W. Hugentobler* in St. Gallen.

(Fortsetzung von Seite 95.)

Die grösste dieser nach gemischter Bauweise erstellten Talsperren ist der *Tenango-Damm*. Lage, Länge und Höhe des Tenangodammes waren bestimmt durch einen das Tenangotal im Norden begrenzenden Hügelzug. Der Tenangofluss durchbricht diesen in einem engen Tal und mündet unterhalb des Krafthauses Salto-Grande in den Necaxafluss. Durch die Notwendigkeit, einen Stausee von mindestens 40 Millionen m^3 Inhalt zu erhalten, war die Höhe der Dammkrone bestimmt und durch die geringe Höhe der Hügelzüge und deren langsames Ansteigen nach links und rechts ergab sich eine gewaltige Längen-Ausdehnung des geplanten Dammes. Das Längenprofil zeigt sofort eine ausgesprochene Dreiteilung in einen Hauptdamm und in einen linken und einen rechten Flügeldamm. Der Hauptdamm hat, an der Krone gemessen, eine Länge von 400 m und eine grösste Höhe von 39 m , der rechtseitige Flügel ist 1250 m lang, hat auf 500 m eine fast gleichmässige Höhe von 13 m und verzüngt sich dann ziemlich rasch bis zum Schnitt mit dem Terrain (Abb. 6, S. 106). Der linksseitige, 1260 m lange Flügel erhebt sich auf einem langsam ansteigenden Bergrücken und musste um die Kirche der Ortschaft Tenango herum-

geführt werden, da ein Ankauf der Kirche samt Kirchhof auf zu viele Schwierigkeiten von Seiten der Bevölkerung gestossen wäre; auch konnte man sich auf lange Unterhandlungen nicht einlassen, denn der grosse Wassermangel in Necaxa erforderte die sofortige Inangriffnahme des Baues. Die Gesamtlänge der drei Damnteile zusammengerechnet ergibt somit 2910 m . Den Geländebeziehungen entsprechend wurden der Hauptdamm und die beiden Flügeldämme nach ganz verschiedenen Methoden aufgeführt.

Der Hauptdamm schliesst das eigentliche Flussbett des Tenango ab. Die das Tenangotal abgrenzende Hügelkette wurde durch den Fluss bis zum anstehenden Felsen durchbrochen, der eine weitgreifende Erosion verhindert; der Fels tritt nur im Flussbett selbst zu Tage und verläuft fast horizontal. Die beidseitig anschliessenden Bergrücken bestehen fast ausschliesslich aus Lehm, dem denkbar günstigsten Fundament für einen Erddamm. Der felsige Untergrund des Hauptdammes erforderte eine Betonkernmauer, um ein Durchsickern des Wassers an der Berührungsstelle vom Fels mit dem später einzuschwemmenden Lehmkern des Dammes zu verhindern. Diese Kernmauer erhielt eine Dicke von 1 m und wurde 1 bis 2 m in den Fels und links und rechts vom Flussbett je 5 bis 10 m tief in den Lehm fundiert, dem Terrain entsprechend abgestuft. Das Flussbett hatte die Höhenkote 1314 m ü. M., die Kernmauer wurde bis auf die Höhe 1330 ausgeführt, sodass sie eine Maximalhöhe von 16 m erhielt. Der untere Fuss

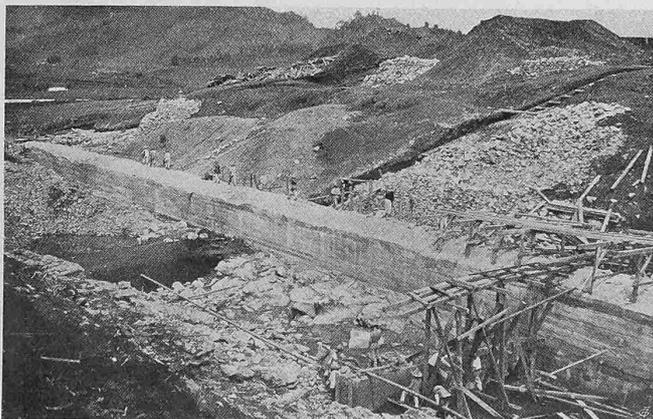


Abb. 7. Provisorischer Ablaufkanal durch den Tenango-Damm.



Abb. 9. Reservoir und erstes Pumpenhaus am untern Dammfuss.

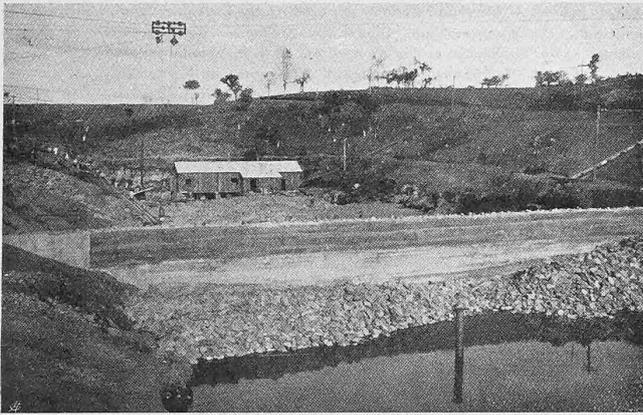


Abb. 13. Kernmauer des Hauptdammes und neues Pumpenhaus.

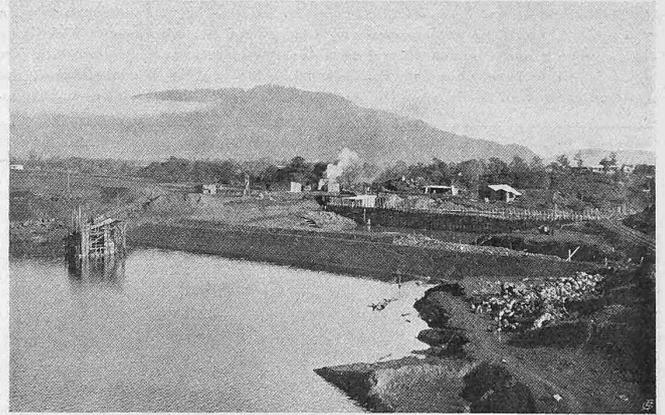


Abb. 14. Wasserseitiger Dammfuss, dahinter eingeschaltete Kernmauer.

des Hauptdammes war als reiner Steindamm vorgesehen, mit einem Anzug aussen von 1:2 und innen von 1:1; der obere Fuss sollte als Erddamm, aus schwerer Erde und kiesigem Material ausgeführt werden, mit einem äusseren Anzug von 1:2,5 und der mittlere Teil des Dammes als absolut wasserundurchlässiger, flüssig eingeschwemmter Lehmkern. Die Dammkrone erhielt eine Breite von 6 m und eine Höhenkote von 1353 m ü. M. Abbildung 6 zeigt unter dem Längenprofil die charakteristischen Querschnitte des Dammes.

Im Herbst 1908 wurde mit dem Bau des Hauptdammes begonnen. Vorerst wurde der ganze Baugrund von Humus und vegetabilischen Stoffen befreit, das Flussbett von allem losen Gesteine gereinigt und der Fels längs der Sohle des Lehmkerns freigelegt. Der Tenango führt in der Trockenzeit sehr wenig Wasser, nur etwa 100 bis 200 l/sek, weil er 15 km oberhalb des Dammes durch einen bereits früher erstellten Tunnel dem Necaxafluss zugeleitet wird. Während der Regenzeit aber sind doch Wassermengen bis zu 30 m³/sek gemessen worden, weshalb ein geschlossener Betonkanal mit einem Durchflussquerschnitt von 5 m² durch den Damm geführt wurde (siehe Abbildung 7). Sofort nach dessen Fertigstellung wurde mit der Anschüttung des Dammes begonnen.

Das Material für den obern Dammfuss lieferte ein dem Damm vorgelagerter Hügel, bestehend aus schwerer Erde, Lehm und verwittertem Fels; es wurde teils mit Rollbahn, teils von Hand in Körben getragen, eingebracht (Abbildung 8). Die Steine für den untern Dammfuss, den eigentlichen Steindamm, wurden anfänglich im Flussbett, direkt unterhalb des Dammes gebrochen und mit von Maultieren gezogenen Rollwagen zugeführt (Abbildung 8). Da der ganze Lehmkern des Dammes mit Wasser ein-

geschwemmt werden musste, und für diesen Zweck nur das Wasser des Tenango in Betracht fallen konnte, wurden am untern Fuss des Dammes eine Wasserkammer aus Beton und eine grosse Pumpstation installiert. Das Wasser wurde mit einer 40 cm weiten Rohrleitung direkt oberhalb des Dammes im Flusse gefasst und durch den Betonkanal, in dem das Rohr an der Decke aufgehängt war, dem Pumpenhaus zugeleitet; Abbildung 9 zeigt das Reservoir und das fertig gebaute Pumpenhaus.

Die Regenzeit des Sommers 1909 setzte mit gehörigen Niederschlägen ein, doch bewältigte der Betonkanal alles ankommende Wasser mit Leichtigkeit. Da brachte aber der September ein furchtbares Hochwasser, wie solches zu dieser Zeit nicht mehr erwartet werden konnte, und dieses sollte dem inzwischen auf 10 m Höhe angeschütteten Damm verhängnisvoll werden. Der grosse Necaxadam war damals erst zur Hälfte fertig erstellt und das durch ihn angestaute Wasser stieg auf eine Höhe, die ihm gefährlich zu werden drohte. Da man eine Ueberflutung des Necaxadammes auf alle Fälle verhindern musste, weil dadurch das ganze Kraftwerk (Druckleitung und Krafthaus) in Gefahr kam, zerstört zu werden, war man gezwungen, den Tunnel, der, wie weiter vorne angedeutet, den Tenangofluss dem Necaxastausee zuleitet, zu schliessen und alles Wasser das Tenangotal hinunterfliessen zu lassen. Dieser Wassermenge, die man auf 85 m³/sek schätzte, war der Betonkanal nicht gewachsen; das Wasser begann sich hinter dem Damm immer höher und höher zu stauen, bis dieser dem Drucke nicht mehr standzuhalten vermochte und durchbrochen wurde. Die grössere Hälfte des obern Dammfusses, der ganze untere Fuss und das Pumpenhaus wurden weggefegt; die bis auf etwa 4 m über dem Flussbett aufgeführte Kernmauer sowohl als auch die Wasserkammer blieben hin-

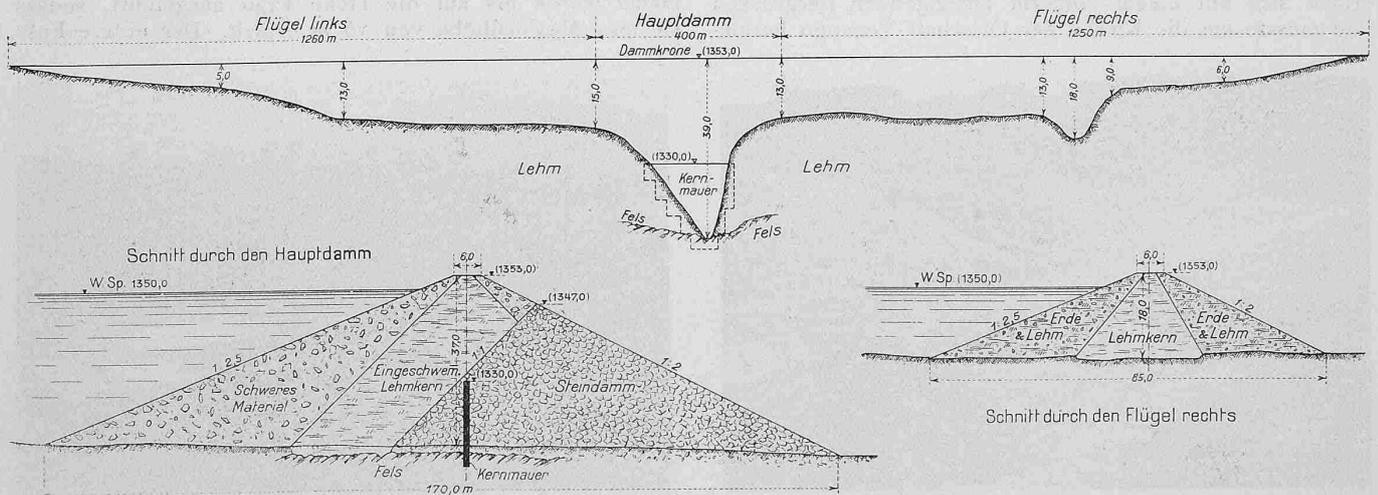


Abb. 6. Tenango-Damm in Mexiko. Längsprofil des Dammes (Längen 1:15 000, Höhen 1:1500) und Normalprofile 1:1500.

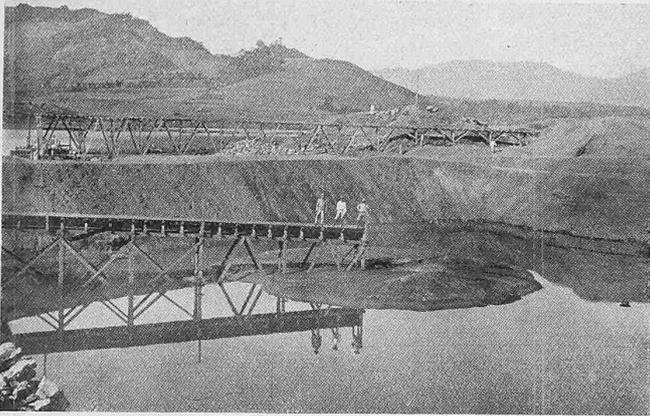


Abb. 12. Lehmkern des Hauptdammes mit Einschwemmkanal.

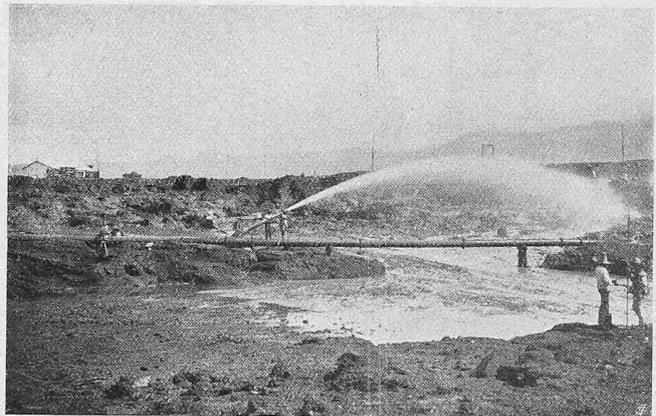


Abb. 11. Lehmgrube mit einem Hydranten in Tätigkeit.

gegen unbeschädigt und trugen viel dazu bei, dass ein gänzlicher Verlust allen Materials verhindert wurde. Die Hauptmasse des weggeschwemmten Dammes hatte sich direkt unterhalb des Pumpenhaus-Reservoirs, wo der Fluss eine scharfe Krümmung macht, abgelagert, weshalb dieses Material sofort wieder zum Neuaufbau verwendet werden konnte. Abbildung 10 gibt ein am Tage nach dem Hochwasser aufgenommenes Bild der Verwüstung. Unverzüglich wurde mit dem Wiederaufbau begonnen; das Pumpenhaus wurde neu erstellt, da die Pumpen und Motoren, dank der guten Verankerung im Betonfundament, zum Teil gerettet waren. Leider wurden diese Rekonstruktionsarbeiten nach fünf Tagen nochmals durch ein Hochwasser unterbrochen. Dieses konnte aber keinen neuen, grossen Schaden mehr anrichten; man musste immerhin das inzwischen wieder fast fertig gestellte Pumpenhaus mit Kabeln vor erneutem Wegreissen festhalten. Mit diesen zwei Hochwassern aber endigte die verhängnisvolle Regenzeit und man konnte sich ungehindert an den Wiederaufbau des Dammes machen. Der entstandene Schaden wurde auf etwa 40 000 Franken geschätzt.

Gestützt auf die gemachten schlechten Erfahrungen wurde der Querschnitt des Dammes in der Weise abgeändert, dass auch für den obern Dammfuss ausschliesslich steiniges, schweres Material vorgeschrieben wurde. Um den so gesteigerten Ansprüchen an Steinen Genüge leisten zu können, wurde 2 km oberhalb des Dammes ein Steinbruch eröffnet, durch grosse Minen gewaltige Massen des Gesteins gebrochen und mittels einer Dampfschaukel das Aufladen der Steine in die direkt zum Damme führenden Eisenbahnzüge bewerkstelligt. In Zeit von drei Monaten war der Damm wieder auf seiner frühern Höhe angelangt, und es konnte mit dem Einschwemmen des Lehms in den Dammkern begonnen werden.

Zu diesem Zwecke wurde auf dem rechtsseitigen Hügel hinter dem Damme eine Lehmgrube freigelegt, in dieser ein von der Pumpenstation aus gespeister Hydrant, sog. Monitor, aufgestellt (Abb. 11) und der in Wasser aufgelöste Lehm mittels eines Holzkanals dem Damm zugeleitet. Der Lehm setzte sich dort sehr schnell nieder, und das überschüssige Wasser wurde vermittle eines Ueberlaufes im obern Dammfuss dem Stausee wieder zugeführt. Abbildung 12 gibt ein Bild eines solchen Holzkanales und des eingeschwemmten Lehms. Mit dem Höhersteigen des Lehmkerns wurde auch sukzessive die Betonkernmauer aufgebaut (man verwendete dazu eine Hängebahn, siehe Abbildung 13), bis sie ihre maximale Höhe erreicht hatte; Abbildung 14 zeigt den obern Dammfuss, den Lehmkern und die letzte Erhöhung

der Betonkernmauer, noch eingeschalt. Der Lehm im Lehmkern erhärtete sehr rasch und nach dem Abfliessen des Wassers war es jeweilen ein Leichtes, die Holzrinne wegzunehmen und auf ein neues, höheres Gerüst aufzusetzen. (Schluss folgt.)

Die Wasserturbinen und deren Regulatoren an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

Von Prof. Dr. Franz Präsil, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 100.)

Aktiengesellschaft vorm. Joh. Jakob Rieter & Cie. in Winterthur.

Die Abbildung 65 zeigt die ganze Sammlung von Turbinen und Regulatoren im Stand der Firma an der Ausstellung; sie bildet eine Ergänzung der Zusammenstellungen auf den Seiten 125 bis 127 in Nr. 11 vom 12. Sept. 1914 von Band LXIV ¹⁾.

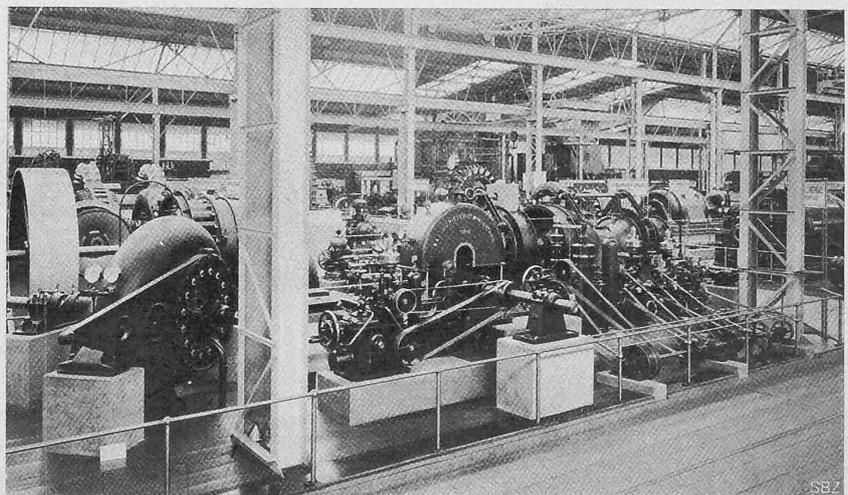


Abb. 65. Ausstellungsstand der A.-G. vorm. Joh. Jak. Rieter & Cie., Winterthur.

Die dreifache Francisturbine für die Spinnerei Niedertöss.

Die durch Kombination einer zweifachen mit einer einfachen Turbine entstandene Konstruktion ist in Ansicht auf Abbildung 66, im Schnitt auf Abb. 67 (S. 108) dargestellt. Die drei Räder sind gleich dimensioniert und geben zusammen 267 PS bei 4,9 m Gefälle und 150 Uml/min; da das Rad der einfachen Turbine fliegend auf der Welle sitzt, sind nur zwei Lager nötig, die als Ringschmierlager ausgeführt sind. Auf Abbildung 67 sind die hauptsächlichsten

¹⁾ Diese Photographie war zu spät eingetroffen, um noch in der betreffenden Nummer Aufnahme finden zu können. Red.