Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 1

Artikel: Die 100000 PS-Wasserkraftanlage Gubavica in Duare, Dalmatien
Autor: Zigerli, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-36488

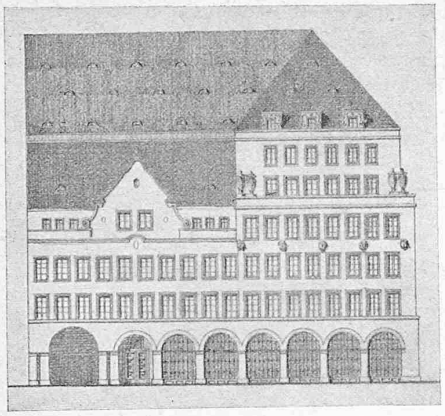
Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. 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: 16.12.2025

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



Entwurf Nr. 2. Fassade an der St. Annagasse, 1 : 600 (bis zum Anschluss an den St. Annahof).

Passage für Bankzwecke und Mieter völlig unzulässig. Die Haupttreppe besitzt nicht die erforderliche Durchgangshöhe.

Die Beleuchtung und die Raumtiefen sind als gut zu bezeichnen. Die Fenster-Anordnungen sind günstig.

Die Architektur steht in gutem Einklange mit derjenigen des St. Annahofes, entspricht dem Zwecke des Gebäudes, entbehrt aber der Originalität. Die dem Eingang gegenüber liegende Front der Schalterhalle verspricht keine gute Wirkung. Zudem wird die schräge Ueberbauung zweier Ecken störend wirken.

Der Wert des Projektes besteht in der weitgehenden Erfüllung der Programmforderungen, in der richtigen Dimensionierung des Lichthofes und in der Organisation der innern Verbindungen und Räume. (Forts. folgt.)

Die 100 000 PS-Wasserkraftanlage Gubavica in Duare, Dalmatien.

Von Ing. *P. Zigerli*, Zürich.

Einleitung.

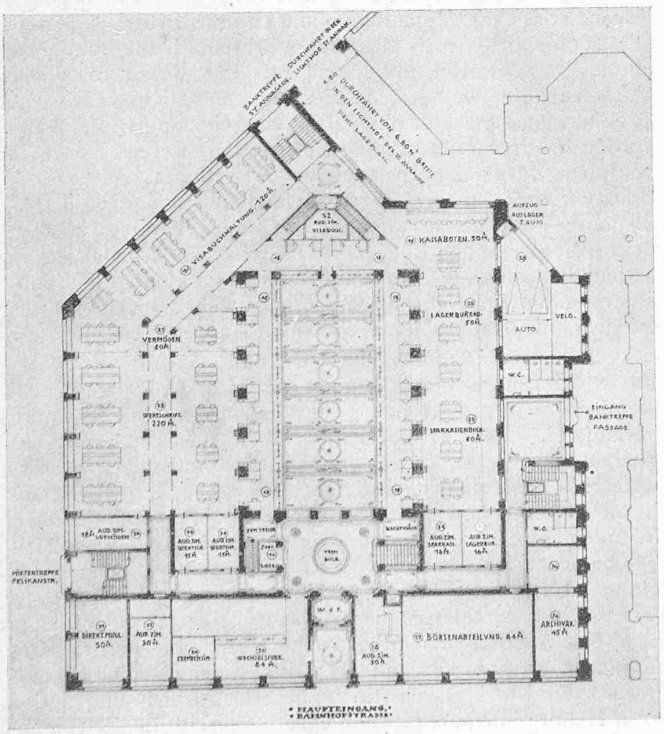
Dalmatien ist ein an Naturschönheiten reiches, im übrigen aber armes Land. Die Wälder wurden noch unter venetianischer Herrschaft derart ausgebeutet, dass mit verschwindenden Ausnahmen nur noch kahler, öder Karst geblieben ist, wo von Landwirtschaft kaum mehr die Rede sein kann. Die Bevölkerung ist daher ausser auf den Weinbau und Olivenölgewinnung fast ausschliesslich auf Schaf- und Ziegenzucht angewiesen, und diese wiederum bringt es mit sich, dass die seit Jahren von der ehemaligen österreichischen Regierung in anerkennenswerter Weise geförderte und durchgeführte Wiederaufforstung des Karstgebietes verhältnismässig wenig befriedigende Ergebnisse zeitigt, weil die jungen Pflanzen von den Tieren angefressen werden und verkrüppeln.

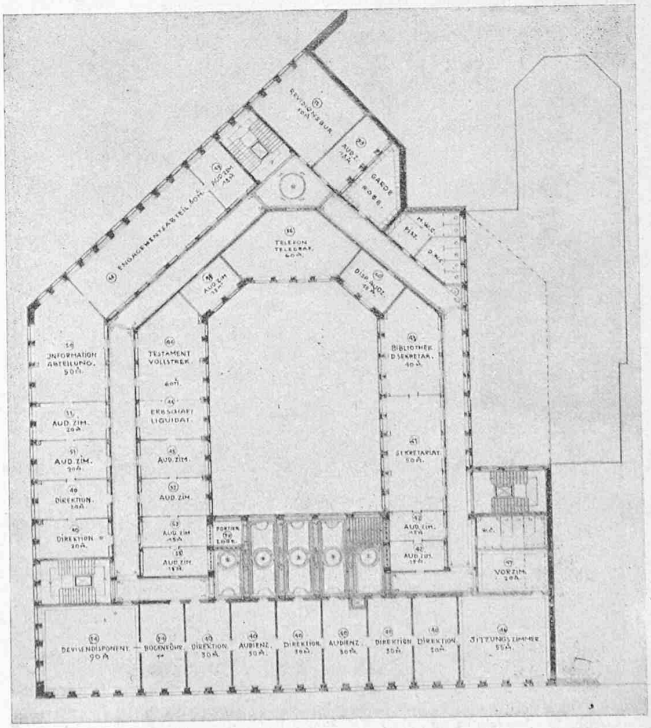
Der Raubbau an den Wäldern hat sich in zweifacher Hinsicht gerächt; erstens ist das Klima ein rauheres geworden, da das Land den durch ihre Heftigkeit sprichwörtlich bekannten Bora-Stürmen schutzlos preisgegeben ist, zweitens leidet fast ganz Dalmatien an grossem Wassermangel, indem die Niederschläge in der Regenperiode nicht zurückgehalten werden, sondern in dem zerklüfteten Felsboden sofort versickern und in unter- und oberirdischen Wasserläufen direkt dem Meere zufliessen. Die in den meisten Ortschaften mit staatlicher Hilfe angelegten Zisternenanlagen zur Auffangung von Regenwasser für die trockene Sommerzeit müssen als Notbehelf bezeichnet werden und verhindern nicht, dass die Bewohner ihr Trinkwasser oft stundenweit auf dem Rücken oder in Tierschläuchen auf ihren kleinen Trag-Eseln herholen müssen.

Die wenigen Flussläufe zeigen das typische Gepräge der Wildbäche: kurzen Lauf, grosse Gefälle, Wasserfälle und oft tiefeingeschnittenes, wildromantisches Bett. Geologisch[1]) besteht fast ganz Dalmatien aus gebankten Kalken der älteren Kreideformation; die Oberläufe einiger Flüsse zeigen diluviale Konglomerate, die Wasserfälle meist ebensolche Kalktuffe. Der bekannte rote Karstlehm, mit dem die Einwohner ihre primitiven Steinhäuser mauern, ist ebenfalls ein Quartärgebilde.

Sind die dalmatinischen Flüsse auch nicht zahlreich und im allgemeinen wegen ihrer Natur und infolge der geschilderten hydrographischen Verhältnisse zu rationeller Ausnützung wenig geeignet, so haben doch einsichtige Dalmatiner, wie Ritter A. v. Supuk, Ing. Deškovic u. a., den Wert der vorhandenen Wasserkräfte rechtzeitig erkannt und sind an ihre Nutzbarmachung geschritten. Ihnen gebührt das Verdienst, im Verein mit der Elektrizitäts-A.-G. Ganz & Cie. in Budapest ihr Land der Industrie und damit dem Wohlstand erschlossen zu haben. Der erste grössere Ausbau wurde am Flusse Kerka durch die „Società italiana pel carburo di calcio“ in Rom durchgeführt, aus

[1]) Näheres s. *Schubert*, Geolog. Führer durch Dalmatien, Berlin, Bornträger 1909.





Grundriss vom Erdgeschoss. — I. Rang, Entwurf Nr. 2. — Verfasser Arch. *Otto Honegger*, Zürich. — Grundriss vom I. Stock. Masstab 1 : 600.

Die 100 000 PS-Wasserkraftanlage Gubavica in Duare, Dalmatien.

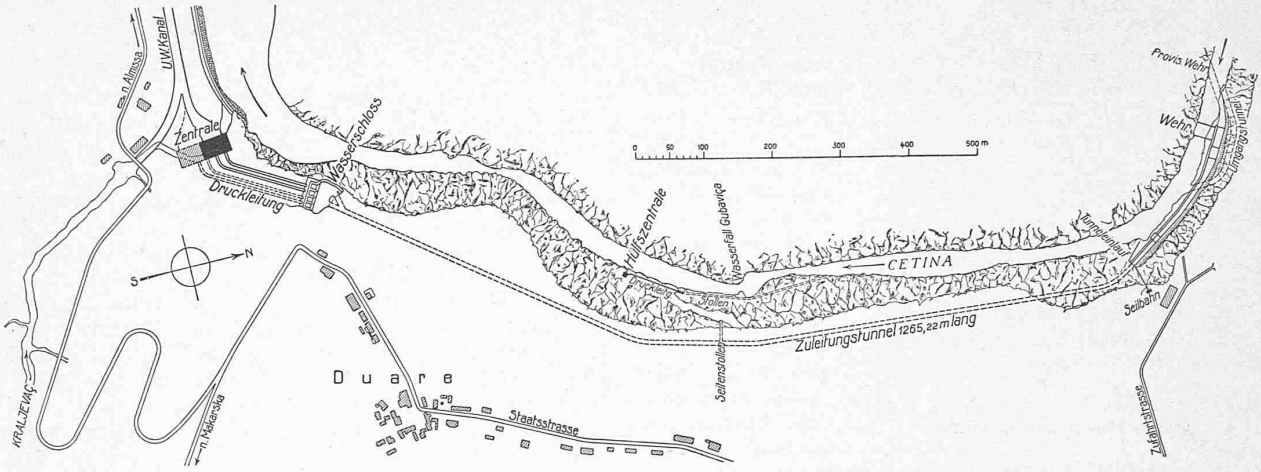


Abb. 3. Uebersichtsplan der ganzen Anlage. — Masstab 1 : 10000.

der später die heutige grosse *Aktiengesellschaft zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte Dalmatiens* („*SUFID*") in Triest hervorging. Während bis vor wenigen Jahren die teilweise allerdings bedeutenden Zementfabriken in der Nähe von Spalato eigentlich die einzige nennenswerte Industrie Dalmatiens bildeten, wurde diese durch den Ausbau der Wasserkräfte und der damit zusammenhängenden Karbid- und Kalkstickstoffwerke mächtig gefördert.

Obengenannte Gesellschaft nützt seit 1903 die Kerka bei Sebenico in ihren Kraftzentralen Jaruga und Manojlovac mit 32000 *PS* aus, die sie in 32 Elektro-Oefen in ihren Werken in Sebenico verbraucht, ferner die Cetina oberhalb Almissa (Abb. 1) mit vorläufig 36000 *PS*. Die letztgenannte hydroelektrische Anlage „Gubavica", die voraussichtlich in nicht allzu ferner Zeit auf rund 100000 *PS* ausgebaut werden dürfte, bildet den Gegenstand nachfolgender Beschreibung, wobei gleich vorausgeschickt sei, dass die gesamte hydraulische Anlage bereits von Anfang an auf die genannte Kapazität von 100000 *PS* hin erstellt worden ist, sodass zur vollen Ausnützung nur noch die Verlegung von zwei weitern Druckleitungen, die Aufstellung der entsprechenden Maschinengruppen und damit zusammenhängend die Verlängerung der Zentrale samt Auslauf in den Unterwasserkanal auszuführen sind.

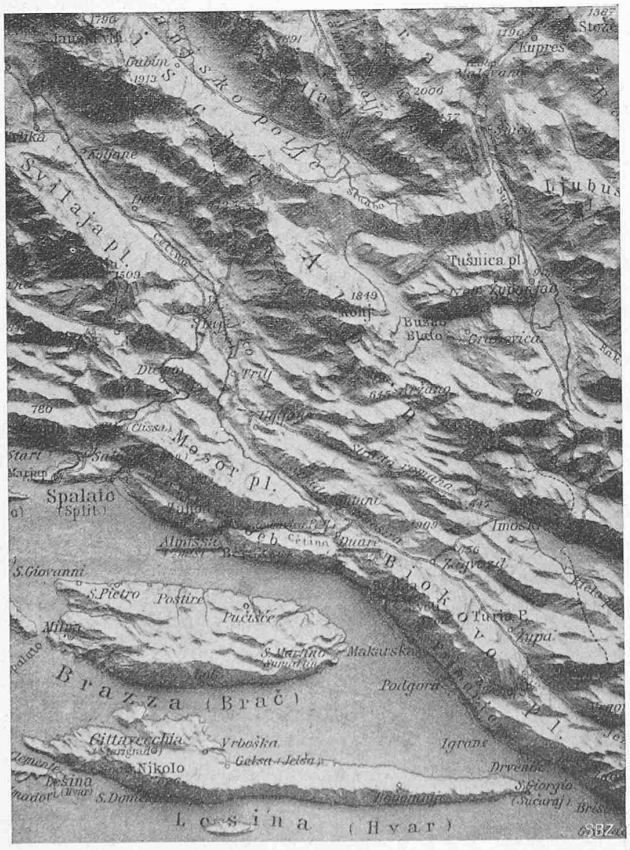


Abb. 1. Ausschnitt aus einer Reliefkarte Dalmatiens, mit dem Flusstal der bei Almissa mündenden Cetina. — Masstab etwa 1 : 900 000.

Das erste eingehende Projekt für diese Anlage wurde 1906 von Ing. *Charles de Haller* in Genf verfasst und vom nachmaligen Generaldirektor der „*SUFID*", Ing. *E. Cairo* modifiziert. Dieses gemeinsam festgelegte Projekt kam in den Jahren 1908/1912 zur Ausführung; die erzeugte elektrische Energie wird in den 1912/13 erbauten Karbid- und Kalkstickstoffwerken bei Almissa ausgenützt. Die letztgenannten Anlagen wurden während des Krieges vom k. u. k. Kriegsministerium unter Kriegsleistungsgesetz gestellt und auf die doppelte Grösse ausgebaut. Anfangs ging diese Arbeit rasch von statten. Als aber in den folgenden Jahren die Materialien und vor allem die Arbeitskräfte und deren Verpflegung fast nicht mehr aufzubringen waren, stiess die Vollendung auf enorme Schwierigkeiten. Die Transporte von Maschinen, Eisen, Kohle, Lebensmitteln usw. waren nur noch auf dem durch feindliche Unterseeboote belagerten Seewege möglich, und die Arbeiter mussten auf einer fast 200 *km* langen Feldbahn von 60 *cm* Spurweite hergebracht werden. Bereits 6 Monate vor dem Zusammenbruch waren Desertionen seitens der Soldaten-Arbeiter und Kriegsgefangenen an der Tagesordnung und die Verpflegung so ungenügend geworden, dass trotz der hohen Löhne und Prämien die Arbeitsleistung bedenklich abnahm. Nur mit Aufbietung äusserster Kraftanstrengung und gewaltigen finanziellen Opfern war es möglich, die Hauptobjekte zu vollenden.

Wasserverhältnisse. Der Cetina-Fluss entspringt am Fusse der Dinarischen Alpen in der Nähe der dalmatinisch-bosnischen Grenze (Abb. 1). Erst in südöstlicher Richtung verlaufend, bildet er oberhalb Sinj in der Regenzeit ein Becken von 10 *km* Länge und fast 3 *km* Breite, verlässt unterhalb Trilj die ziemlich fruchtbare Ebene, tritt hierauf in eine 6 *km* lange Schlucht mit 70 bis 100 *m* hohen Wänden ein, wo er erst den 47 *m* hohen Wasserfall „Gubavica" (Abb. 2) und dann einen kleineren von 17 *m* Höhe bildet, biegt bei Duare in scharfem Winkel gegen Westen ab, durchfliesst das schöne Cetinatal und ergiesst sich bei Almissa ins Adriatische Meer. Er besitzt eine Gesamtlänge von rund 90 *km*; sein Einzugsgebiet beträgt etwa 2380 *km²*. Durch die täglichen Aufzeichnungen des k. k. Meliorationsbureau am Pegel von Trilj im Zeitraume von 14 Jahren wurde folgende Zusammenstellung ermöglicht:

Die 100 000 PS-Wasserkraftanlage Gubavica in Duare, Dalmatien.

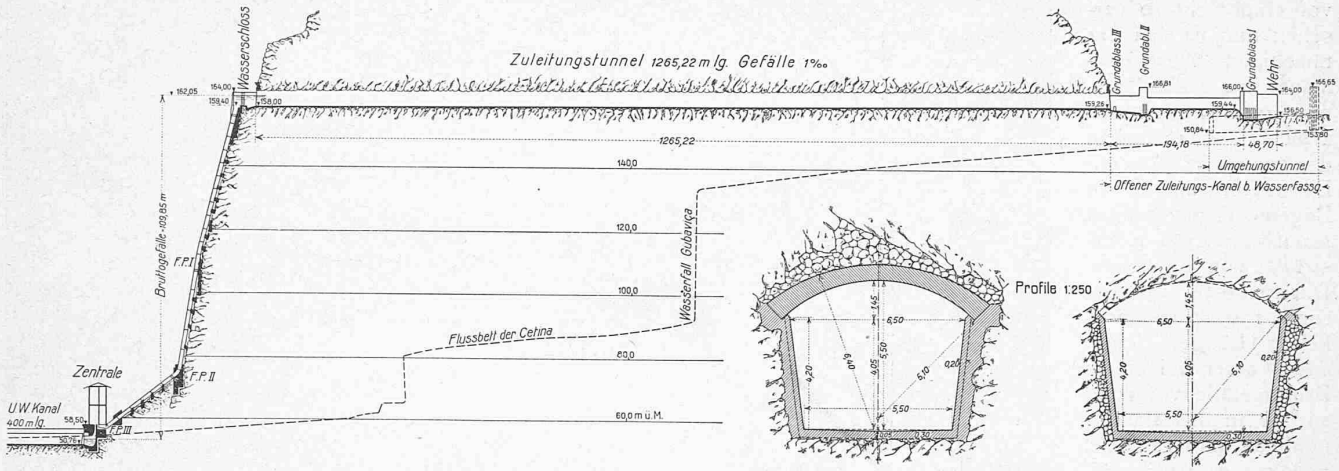


Abb. 4. Uebersichts-Längenprofil, Längen 1 : 10000, Höhen 1 : 2000. — Profile des Zuleitungstunnel 1 : 250.

Von 1894 bis 1907 traten an Hochwassern auf:

42	Hochwasser	von 200	bis 350	m^3/sek
8	„	„ 400	„ 460	„
3	„	„ 500	„ 600	„
2	„	„ 1000	„ 1100	„

Die kleinste Wassermenge beträgt wenig unter 25 m^3/sek, die mittlere 80 m^3/sek. Die Menge von 70 bis 80 m^3/sek ist durchschnittlich an 210 Tagen im Jahr festgestellt worden. Es bestehen also hier günstigere Verhältnisse als bei der Kerka, wo die Wassermenge zwischen 10 m^3/sek im Sommer und 500 m^3/sek in der Regenzeit schwankt. Durch das Ausgleichbecken in Sinj zurückgehalten, steigen die Hochwasser der Cetina relativ langsam; Mengen von 500 m^3/sek treten erst nach 2 bis 3 Tagen auf, und die grössten gemessenen Hochwasser von 1000 m^3/sek und darüber erreichen ihre maximale Höhe erst nach einiger Zeit und behalten sie nur während weniger Stunden. Für die Projektverfassung wurde ein maximales Hochwasser von 1200 m^3/sek in Rechnung gezogen.

Die Höhe der Wehrkrone in der dort nur 25 m breiten und 70 m tiefen Schlucht wurde so gewählt, dass bei einer Wassermenge von 1300 m^3/sek und einer Ueberfallhöhe von 3 m über der Wehrkrone die Staukurve den 7 km weiter flussaufwärts gelegenen Eingang der Schlucht nicht erreicht, also die davorliegenden Felder nicht unter Wasser gesetzt werden.

Generelle Uebersicht. (Abb. 3 u. 4.) Die Cetina wird in der Schlucht bei Duare durch ein Wehr gestaut, wo zum Bau desselben etwas oberhalb ein provisorisches Wehr und ein Umgehungstunnel von 180 m Länge und 48 m^2 Querschnitt, zugleich als Grundablass mit fünf Schützen für die Regulierung der Hochwasser ausgebildet, erstellt worden sind. Die definitive Wehrkrone liegt auf Kote 164,00. Anschliessend an das Wehr steht der kräftige Einlauf in den Oberwasserkanal mit eingebautem Grundablass (I) von sechs Schützen, der gleichzeitig als Sandfang dient. Der eigentliche Oberwasserkanal besitzt eine Länge von 194 m; seine flusseitige Kanalmauer ist auf die ganze Länge als Ueberfall ausgebildet. Im Oberwasserkanal ist ein weiterer Grundablass mit Sandfang (II) zu drei Schützen und knapp vor der Einmündung in den Zuleitungstunnel nochmals eine Schütze (Grundablass III) eingebaut. Steht der Wasser-Spiegel am Wehr auf Kote 164,00, so sind die vorgesehenen Baulichkeiten imstande, folgende Wassermengen abzuführen:

Umgehungstunnel, 5 Schützen	344	m^3/sek
I. Grundablass, 6 „	366	„
Ueberfallmauer des Oberwasserkanals	165	„
II. Grundablass, 3 Schützen	157	„
III. „ 1 „	8	„
Zusammen	1040	m^3/sek

Steigt das Hochwasser über die Kote 164,00, so erhöhen sich obige Mengen durch den Ueberdruck und die Geschwindigkeit des zuströmenden Wassers, sodass selbst die grössten Hochwasser schadlos abgeleitet werden können und eine besondere Abschlussvorrichtung am Eingang des Zuleitungstunnels sich erübrigte.

Der Oberwasserkanal besitzt ein Sohlengefälle von 1 Promille und mündet in den 1265,22 m langen Zuleitungs-Tunnel. Dieser führt in zweimal gebrochener Richtung in das Wasserschloss, wo er sich in zwei Auslaufarme teilt.

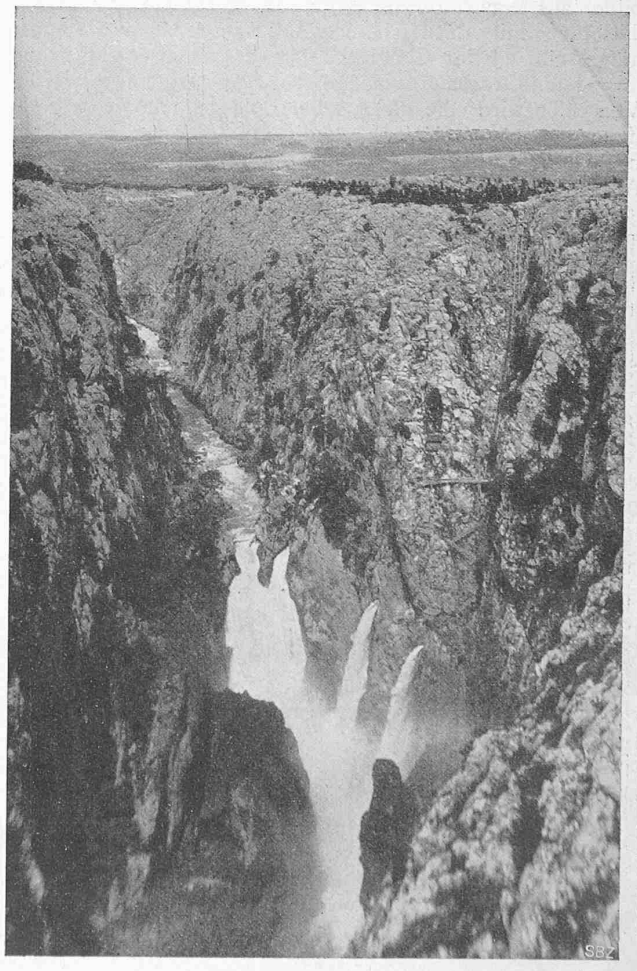


Abb. 2. Gubavica-Wasserfall und Ueberläufe der Hilfszentrale. Seilbahn und Zugang zum Seitenstollen des Zuleitungstunnel.

Das Wasserschloss ist mit einem Grundablass von einer Schütze versehen und ist bei der talseitigen Abschlussmauer in 4 Einlaufkammern geteilt, von denen zwei bis zum Ausbau des ganzen Werkes mit Eisenbetonwänden in Bogenform abgeschlossen sind. Zwei Rohrstränge von je 2300 *mm* Durchmesser und je rund 190 *m* abgewikkelter Länge leiten das Wasser bei einem Bruttogefälle von rund 110 *m* in das Maschinenhaus am Kraljevac, von wo es durch den 400 *m* langen Unterwasserkanal in das Flussbett der Cetina zurückfliesst.

Der Kraljevac ist ein Zufluss der Cetina, der zwecks Anlage des Unterwasserkanals umgelegt und korrigiert werden musste (vergleiche Abbildung 3 auf Seite 4).

In der Zentrale sind zurzeit zwei Aggregate, gebildet aus je zwei auf die gleiche Welle arbeitenden Francis-Turbinen mit dazwischenliegendem Drehstrom-Generator aufgestellt. Jeder Generator erzeugt 16000 *kVA*, sodass im ersten Ausbau total 36000 *PS* ausgenützt werden. Von hier wird die elektrische Energie mit einer Spannung von 56000 *Volt* durch die 23 *km* lange Fernleitung nach den am Meere gelegenen Fabriken in Dugirat bei Almissa geführt. (Forts. folgt.)

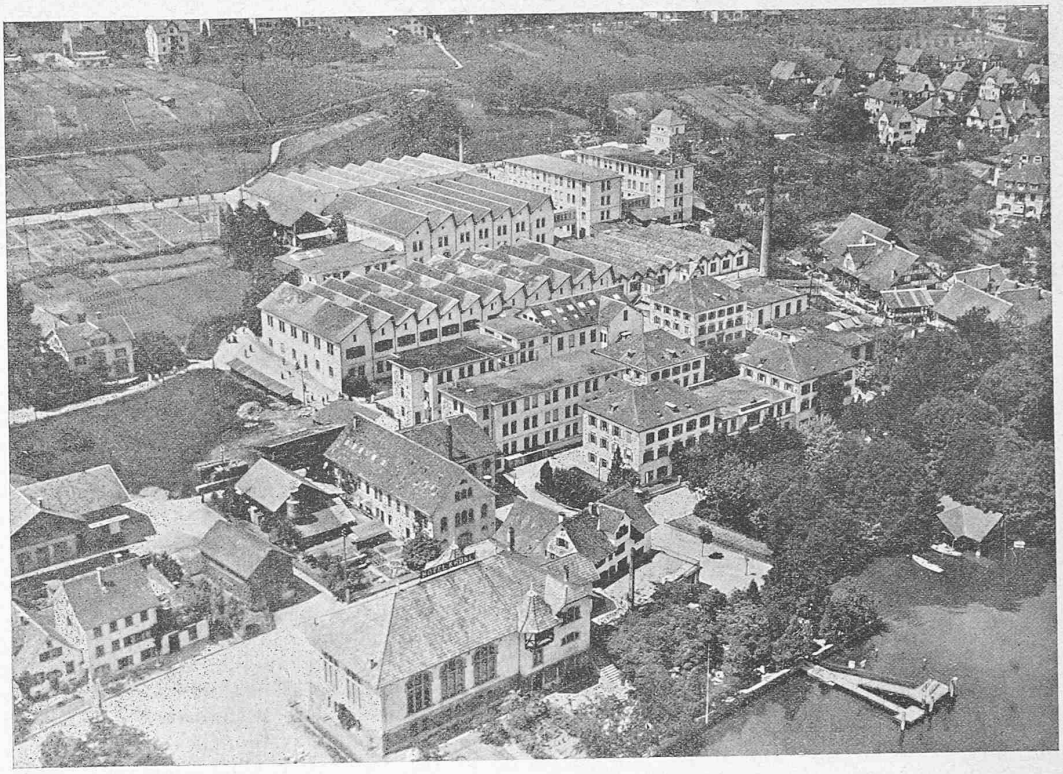


Abb. 3. Seidenweberei Rob. Schwarzenbach & Cie. in Thalwil, aus 100 *m* Höhe. — Phot. W. Mittelholzer, „Ad Astra-Aero"-Ges.

Flieger-Aufnahmen für baukünstlerische Zwecke.

Ermuntert durch seine Erfolge auf dem Gebiet der Photographie aus dem Flugzeug hat Fliegerleutnant Mittelholzer versucht, bestimmte Bauobjekte auch aus geringer Höhe, also in grösserem Masstab auf die Platte zu bringen. Die Versuche sind, wie die hier in Naturgrösse wiedergegebenen Beispiele zeigen, so gut geraten, dass Mittelholzer dem Vorstand des Zürcher Ingenieur- und Architekten-Vereins zahlreiche derartige Aufnahmen vorgelegt hat mit der Frage, ob solche Flieger-Aufnahmen nicht ein neues Hilfsmittel für baukünstlerische Zwecke böten. Diese Anfrage einem grössern Kreis von Fachkollegen zur Beurteilung zu unterbreiten, ist der Zweck vorliegender Mitteilung.

Was Mittelholzers Flieger-Aufnahmen, neben gutgewähltem „Standpunkt", auszeichnet, ist ihre sehr grosse Schärfe und verhältnismässig geringe Verzeichnung, als Folgen besonderer Konstruktion des Apparates und grosser Fertigkeit in seiner Handhabung; die hier wiedergegebenen Bilder ertragen ohne weiteres eine drei- bis sechsfache Vergrösserung. Es besteht von derartigen Bildern schon eine grosse Zahl; sie liegen im Geschäftslokal der Ad Astra-Aero-Gesellschaft in Zürich (Seefeldstrasse 21) zur Einsicht auf und können dort im Original-

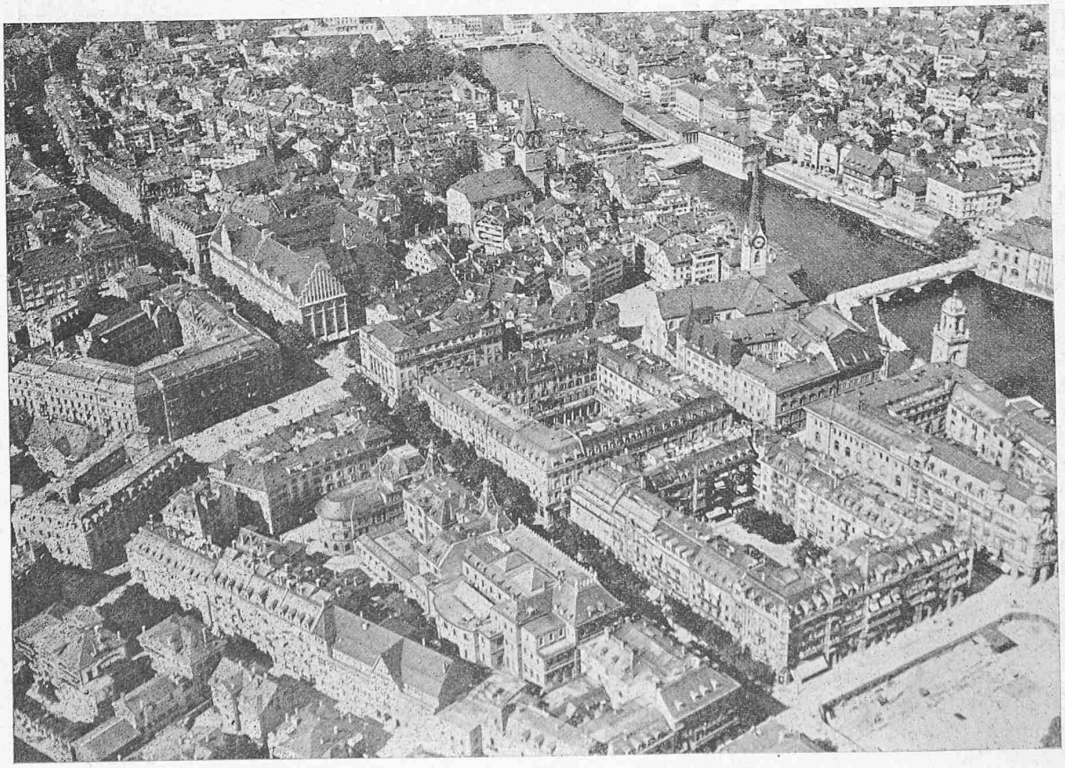


Abb. 2. Obere Bahnhofstrasse in Zürich, aus 200 *m* Höhe. — Phot. W. Mittelholzer, „Ad Astra-Aero"-Gesellschaft, Zürich.