

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 57/58 (1911)
Heft: 8

Artikel: Die Turbinenanlagen des Kraftwerkes Ventavon
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82571>

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: 24.01.2026

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

INHALT: Die Turbinenanlage des Kraftwerkes Ventavon. — Engerer Wettbewerb zu einem National-Denkmal in Schwyz. — Die Einführung der linksufrigen Zürichseebahn in den Hauptbahnhof Zürich der S. B. B. — Städtebau-Ausstellung Zürich 1911. — Miscellanea: Elektromechanische Arbeitsübertragung im Schiffsantrieb. Schweizerische Technische Gesellschaft New York. Zürcher Strassenbahnen, Eidgen. Polytechnikum. Der Verband deutscher Diplom-Ingenieure. Nekrologie: E. Sänger.

E. Schumacher. — Konkurrenzen: Reformierte Kirche und Pfarrhaus zu Saignelégier. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- u. Architekten-Verein. Technischer Verein Winterthur. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafel 22: Die Turbinenanlage des Kraftwerkes Ventavon.

Tafeln 23 bis 26: Wettbewerb für das Schweiz. Nationaldenkmal in Schwyz.

Band 57.

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

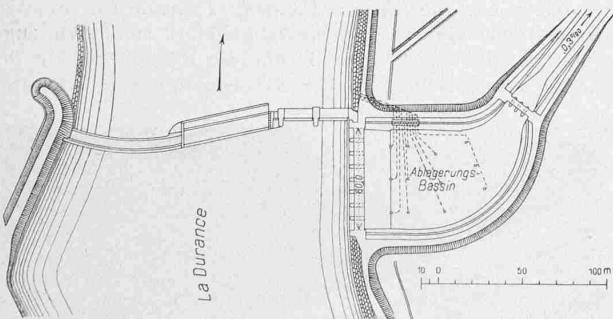
Nr. 8.

Die Turbinenanlage des Kraftwerkes Ventavon.

(Mit Tafel 22.)

Das am Zusammenfluss der Durance und des Beynon in etwa 29 km Entfernung von Gap (Hautes Alpes) gelegene Kraftwerk Ventavon ist in den Jahren 1906 bis 1909 von der „Société des Forces Motrices de la Haute Durance“ erstellt worden. Die zum Betriebe dieses Werkes erforderliche Wasserkraft wird von der Durance geliefert und ist bei einem Netto-Gefälle von 50 m ausreichend für eine Leistung von 28000 PS an den Turbinenwellen.

Die Wehranlage bei La Saulce, in 14 km Entfernung vom Kraftwerk gelegen, ist als Staumauer von 180 m Länge ausgeführt und schneidet die Durance, die sie um etwa 1,20 m aufstaut, nahezu rechtwinklig. Sie umfasst einerseits das eigentliche Wehr, das in einer Länge von 165 m aus Mauerwerk erstellt wurde und sich an das linke Ufer anlehnt, um in der Mitte des Flusses einen Flossdurchlass von 0,5 m lichter Höhe frei zu lassen, anderseits die Anlage der drei Schleusen, an die sich am rechten Ufer die Wasserfassung anschliesst. Von den eisernen Wehr-Schleusen dient die erste von 3 m Weite als Eisdurchlass, während die beiden andern, von je 8 m Weite, als Kiesablässe und Hochwasserdurchlässe dienen. Die Gewichte der Schützen der beiden letztgenannten Schleusen sind ausgeglichen und ihre Bewegung kann von Hand oder mittels elektromotorischen Antriebs bewerkstelligt werden.



Unmittelbar oberhalb des Wehrs, auf dem rechten Ufer des Flusses wird das Wasser für den Betrieb des Kraftwerkes in einen mit acht grossen Einlaufschleusen ausgerüsteten Vorkanal von 60 m Breite gefasst. Ausser der Regulierung der in den Vorkanal eintretenden Wassermenge erfüllen diese Schleusen auch noch die Aufgabe, die Einlaufschwelle zeitweise zu erhöhen, um in Hochwasserzeiten das ausserordentlich mächtige Geschiebe des Flusses zurückzuhalten. Zu diesem Zwecke besteht die Schleuse aus drei übereinander liegenden Fallen, von denen jede für sich betätigt werden kann.

Der Vorkanal bildet ein eigentliches geräumiges Klärbecken, in dem sich Schlamm und feines Geschiebe hänglich setzen können, bevor das Wasser zum eigentlichen Oberwasserkanal gelangt. Mittels Grundablässen, die von verschiedenen Punkten aus durch 600 mm weite, gusseiserne Rohre mit dem unterhalb des Wehrs gelegenen Flussbett verbunden sind, kann dieses Klärbecken nach Bedarf während des Betriebes gereinigt werden.

In den Abbildungen 1 und 2 ist die allgemeine Anordnung der Wasserfassung veranschaulicht.

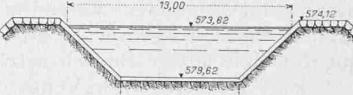
Der für eine maximale Wassermenge von 56 m³/Sek. angelegte Wasserkanal schliesst sich unmittelbar an das Klärbecken an, von dem er durch vier gewöhnliche Schützenseulen von je 3 m Breite getrennt ist. Bei einem in Abbildung 3 veranschaulichten trapezförmigen Profil von 30 m² freiem Querschnitt besitzt der 14 km lange Kanal ein gleichmässiges

Gefälle von 0,3 %. Er folgt im allgemeinen der Heerstrasse von Lyon nach Nizza und ist vollständig aus Beton mit Zementverputz verkleidet; an verschiedenen Stellen mussten bemerkenswerte Kunstbauten (Aquädukte, Brücken usw.) angelegt werden. Bei Ventavon verlässt der Kanal die Richtung der Heerstrasse und erweitert sich oberhalb des Kraftwerkes zu einem Verteilungsbassin.

Dieses Bassin steht mittelst eines Ueberfalles mit einem Leerlauf in Verbindung, der sich in den Fluss Beynon ergiesst. Dieser vereinigt sich unmittelbar unterhalb des Kraftwerkes mit der Durance. Zu beiden Seiten des Ver-

Abb. 2. Lageplan der Wasserfassung. — 1 : 4000.

Abb. 3. Kanalprofil.
1 : 400.



teilungsbassins sind Leerlauf- und Reinigungsablässe vorgesehen; diejenigen der rechten Seite münden in den erwähnten Leerlauf, diejenigen der linken Seite in einen gemauerten Kanal der oberhalb des Kraftwerkes mit der Durance in Verbindung steht.

Die Verteilungskammern zu den Rohrleitungen in der Stirnwand des Verteilungsbassins gegenüber dem Kraftwerk sind auf der Wasserseite über die ganze Breite des Bassins mit einem 60 m langen Rechen versehen. Im Ganzen sind acht solcher Verteilungskammern eingebaut, die je durch eine 4,5 m breite Schleuse mit eiserner Schütze verschliessbar sind.

Von den acht vorgesehenen Druckleitungen sind zur Zeit sechs gelegt, nämlich vier von 2300 mm lichter Weite für je eine Turbine von 6200 PS, eine von 1000 mm lichter Weite für die Erregerturbinen und eine weitere von ebenfalls 1000 mm lichter Weite als Reserve für die letztgenannte Leitung. Alle diese Rohrleitungen laufen

parallel, zunächst mit geringer Neigung rechtwinklig zur Mauer des Wasserschlusses, dann biegen sie etwa 60 m vor dem Kraftwerk steiler werdend nach links ab, um senkrecht in die Gebäudemauer etwa 1,9 m unter dem Fussboden einzudringen.

Die Druckleitungen bestehen aus Flusseisenblech von 38 bis 42 kg/mm² Bruchfestigkeit und 26 bis 28% Dehnung und sind aus Blechen zusammengenietet, die ohne Flanschenverbindungen fortlaufend zusammengefügt sind. Die Blechstärke der Rohre von 2300 mm lichter Weite variiert von 8 bis 16 mm, diejenige der Rohre von 1000 mm lichter Weite beträgt durchgehend 8 mm; die Rohre von 2300 mm Durchmesser sind zudem auf der ganzen Länge mit auf der äussern Seite aufgenieteten Versteifungsringen ausge-

Es ist bemerkenswert, dass sich die Rohrleitungen bis jetzt in dieser Beziehung vorzüglich gehalten haben, trotzdem sie weder eingegraben, noch mit Expansionsvorrichtungen ausgerüstet worden sind. Sie sind an Ort und Stelle zusammengesetzt und montiert worden durch die Firma *Bonnet, Spazin & Cie. in Lyon*; die erforderlichen Bleche sind von der *Société Anonyme de Construction et de Galvanisation d'Anzin* geliefert worden.

Das Kraftwerk ist in Abbildung 5 nach einer Aufnahme vom linken Ufer der Durance aus mit seiner Umgebung veranschaulicht; rechts im Bilde erblickt man die Durance in ihrem Lauf oberhalb des Kraftwerkes; man sieht weiter den Unterwassergraben, der sich nach Verlassen des Kraftwerkes vor dem grossen Gebäude, das die Transformatorenanlage enthält, nach links wendet; im Hintergrunde hebt sich die gewaltige Mauer des Verteilungsbassins mit den sechs Druckleitungen ab und ganz links erblickt man die Dienstwohnungen des Personals.

Das Kraftwerk weist eine Länge von 85 m, eine Breite von 20 m und eine Höhe von 20 m bis zur First auf; das schöne Gebäude ist seiner ganzen Länge nach mit einem Anbau versehen, der die Niederspannungsapparate und die Sammelschienen der Maschinen enthält. Der Maschinenhausfussboden befindet sich 5 m über dem normalen Unterwasserspiegel; der Unterwasserkanal ist unter dem Beynon hindurch geführt und vereinigt sich mit der Durance etwa 500 m weiter unten.

Zur Zeit ist das Kraftwerk mit vier hydroelektrischen Einheiten von je 6200 PS, sowie mit drei Erregergruppen zu je 300 PS, deren eine als Reserve dient, sowie mit einer Hülfsgruppe für die Beleuchtung ausgerüstet (Abbildung 6). Für zwei hydro-

elektrische Gruppen von etwa 7000 bis 7500 PS Einzelistung ist auf jeder Seite des Maschinensaals der nötige Raum reserviert; jede dieser beiden Gruppen wird dann durch eine Rohrleitung von 2500 mm lichter Weite gespiesen werden, für die der Anschluss an den beidseitig äussersten Kammern des Verteilungsbassins vorgesehen wurde.

Die Turbinen mit Zubehör sind von zwei verschiedenen Konstruktionsfirmen geliefert worden. Einerseits hat die Firma *Neyret-Brenier & Cie. in Grenoble* die drei Erregeturbinen und die Hülftsturbine geliefert, die mit Regulatoren nach System Woodward ausgerüstet sind, sowie zwei Generatorturbinen, aber ohne die zugehörigen Regulatoren. Anderseits hat die Firma *Piccard, Pictet & Cie. in Genf* ebenfalls zwei Generatorturbinen geliefert samt den zugehörigen Regulatoren, sowie ferner die Regulatoren zu den von der Firma Neyret-Brenier & Cie gelieferten Generator-

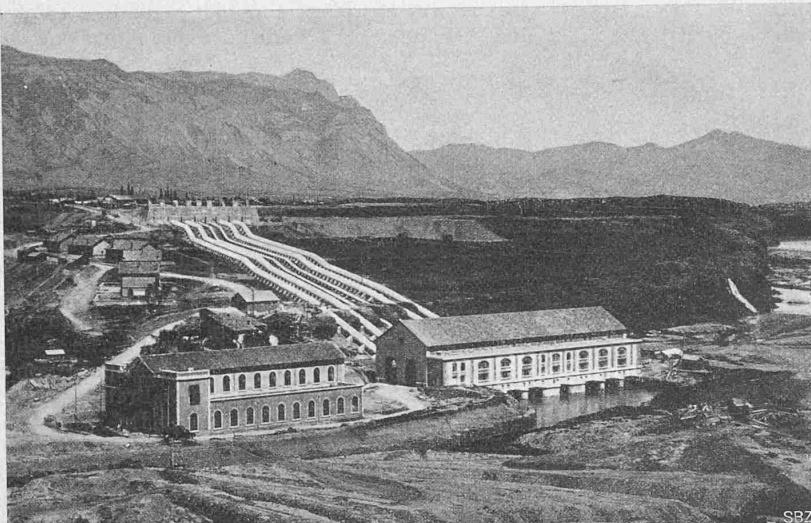


Abb. 5. Das Kraftwerk Ventavon an der Durance.

rüstet, deren Distanz von 1,0 m am oberen Teilstück bis auf 2,0 m am untern Teilstück variiert.

Bekanntlich ist eine Rohrleitung, deren Wandstärke im Verhältnis zur lichten Weite gering ist, der Gefahr der Deformation durch den äussern Luftdruck bei eintretendem Vakuum im Innern ausgesetzt. Ein solches Vakuum tritt unfehlbar bei grösserem Rohrbruch ein, wenn nicht genügend Luft bei der Wassereinlaufstelle mitgerissen wird oder wenn das Leitungsprofil im untern Teilstück ein hohes Gefälle aufweist; in beiden Fällen tritt dann beim Auslauf eine höhere Wassergeschwindigkeit auf, als beim Einlauf, was zu einem Abreissen der Wassersäule führt. Es sind verschiedene Fälle bekannt, bei denen Druckleitungen infolge ungenügender Versteifungen gegenüber innerem Vakuum zusammengedrückt wurden, sodass man sie während längerer Zeit ausser Betrieb setzen musste.

Für das Kraftwerk Ventavon sind nun die Rohrleitungen nach vollendet Montage sowohl auf einen innern Ueberdruck gleich dem doppelten Werte des statischen Druckes als auch auf einen äussern Ueberdruck entsprechend einem innern Vakuum von 10 m Wassersäule probiert worden. Diese Proben ergaben in jeder Beziehung ein vollkommen zufriedenstellendes Resultat.

Die Rohrleitungen sind auf zahlreichen mit Gleitsätteln aus Blech versehenen Betonfundamenten gelagert und an den Auflagestellen mittels eiserner und von Ankerschrauben gehaltener Spangen befestigt; damit bei dieser Befestigungsweise eine gewisse Elastizität gewahrt bleibe, ist die Spannung der Ankerschrauben mittels Federn bewerkstelligt.

Am untern Ende ist in etwa 10 m Entfernung vom Kraftwerk eine jede Rohrleitung an einem besonders kräftigen, aus Profileisen konstruierten Widerlager verankert, das in einem mächtigen Betonfundament befestigt ist (Abbildung 4). Die Schubkraft der grossen Rohrleitungen auf diese Verankerung wurde auf Grund der Ausdehnung der leeren Rohrleitung berechnet und auf etwa 125 t ermittelt.

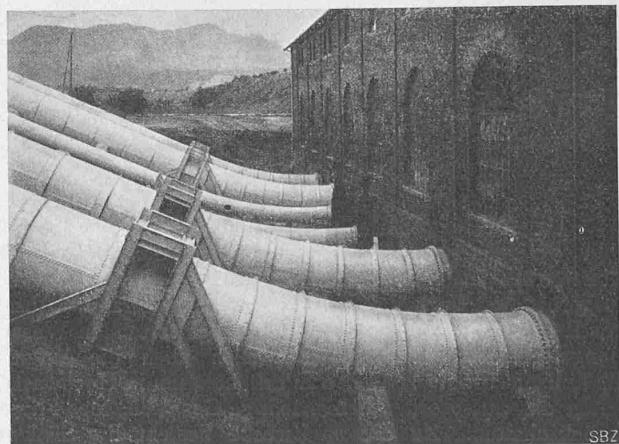


Abb. 4. Eintritt der Druckleitungen in das Maschinenhaus.

turbinen. Die nachfolgende Beschreibung befasst sich nun besonders mit den von Piccard, Pictet & Cie. gelieferten Turbinen und Regulatoren.

Die Generatorturbinen sind als Doppel-Francisturbinen mit horizontaler Welle mit zwei Saugrohren und mit Spiralgehäuse ausgeführt worden; diesbezüglich wird auf die Abbildungen 6 bis 8 verwiesen. Die Tourenzahl wurde auf 300 *Uml./min* bemessen. Zu den Turbinen wurden automatische Geschwindigkeits- und Druckregulatoren gebaut.

Die gusseisernen Turbinengehäuse, mit kreisförmigem Querschnitt, bestehen aus vier inwendig kräftig verstieften Teilen. Die ebenfalls gusseisernen Laufräder weisen 1400 mm Durchmesser auf und bestehen im wesentlichen aus einem mit Doppelschaufeln ausgerüsteten und auf der Welle aufgeschraubten Radstern (Abbildung 8, Seite 109).

Durch Kanäle, die durch die Versteifung der Turbinengehäuse hindurchgehen, werden die Gehäuseräume zu beiden Seiten der Laufradschaufeln verbunden und damit ein allfälliger axialer Druck ausgeglichen. Immerhin wurde das eine der Turbinenlager als Kammlager ausgebildet und damit einer axialen Verschiebung der Welle unter allen Umständen vorgebeugt. Die beweglichen Leitrad-schaufeln bestehen aus Stahlguss mit vollkommen polierten Oberflächen, um die Reibungsverluste auf ein Minimum

herabzudrücken. Eine besondere Würdigung verdient die Vorrichtung zur Drehung dieser Schaufeln. Bekanntlich sind bei den gewöhnlichen Ausführungen die Drehzapfen für den Leitapparat und die zugehörigen Triebwerksteile innerhalb des Turbinengehäuses angeordnet und daher in direkter Berührung mit dem Druckwasser; infolgedessen kann ihre Schmierung nicht durchgeführt werden und diese Organe sind daher einem mehr oder weniger raschen Verschleiss unterworfen.

Bei den Francis-Turbinen nach System Piccard-Pictet ist das Triebwerk zur Betätigung des Leitapparates vollständig ausserhalb der Turbine angeordnet; es ist deshalb leicht zugänglich und kann stets auch während des Betriebes geschmiert werden. An den gusstählernen Dreh-schaufeln sind beidseitig Zapfen angegossen, die durch das

Spiralgehäuse hindurchgehen. Die Abdichtung erfolgt durch bronzenen Stopfbüchsen, die, wie auch die Lager dieser Zapfen mittelst Staufferbüchsen geschmiert werden. Auf der Generatorseite sind am Ende der Schaufelzapfen Hebel aufgekeilt, die von dem gemeinsamen Regulierring betätigt werden. Die Verbindung zwischen Hebel und Regulierring ist derart, dass die Turbine zwangsläufig geöffnet wird, während das Schliessen mittels elastischen Zwischengliedes erfolgt. Zu diesem Zwecke ist zwischen dem Ende eines jeden Hebels und dem Regulierring eine Spiralfeder eingebaut, die, im Falle die Schaufel beim Schliessen am Drehen verhindert ist, komprimiert wird. Es haben also Gegenstände, die sich im Leitapparat fest klemmen, kein Brechen der Schaufel oder Deformieren der Zapfen zur Folge, wie das bei starren Antrieben der Fall ist. Von aussen kann man an den Federn erkennen, ob solche Fremdkörper in den Leitapparat geraten sind, und dann für deren sofortige Beseitigung sorgen.

Es darf hier darauf hingewiesen werden, dass die ersten Turbinen nach diesem System von Piccard, Pictet & Cie. gebaut wurden und zwar für eine im Jahr 1903 an die Société des Forces du Fier für das Kraftwerk Fier bei Annecy erfolgte Lieferung. Die bezüglichen Turbinen stehen seit sieben Jahren in Betrieb und haben dank des

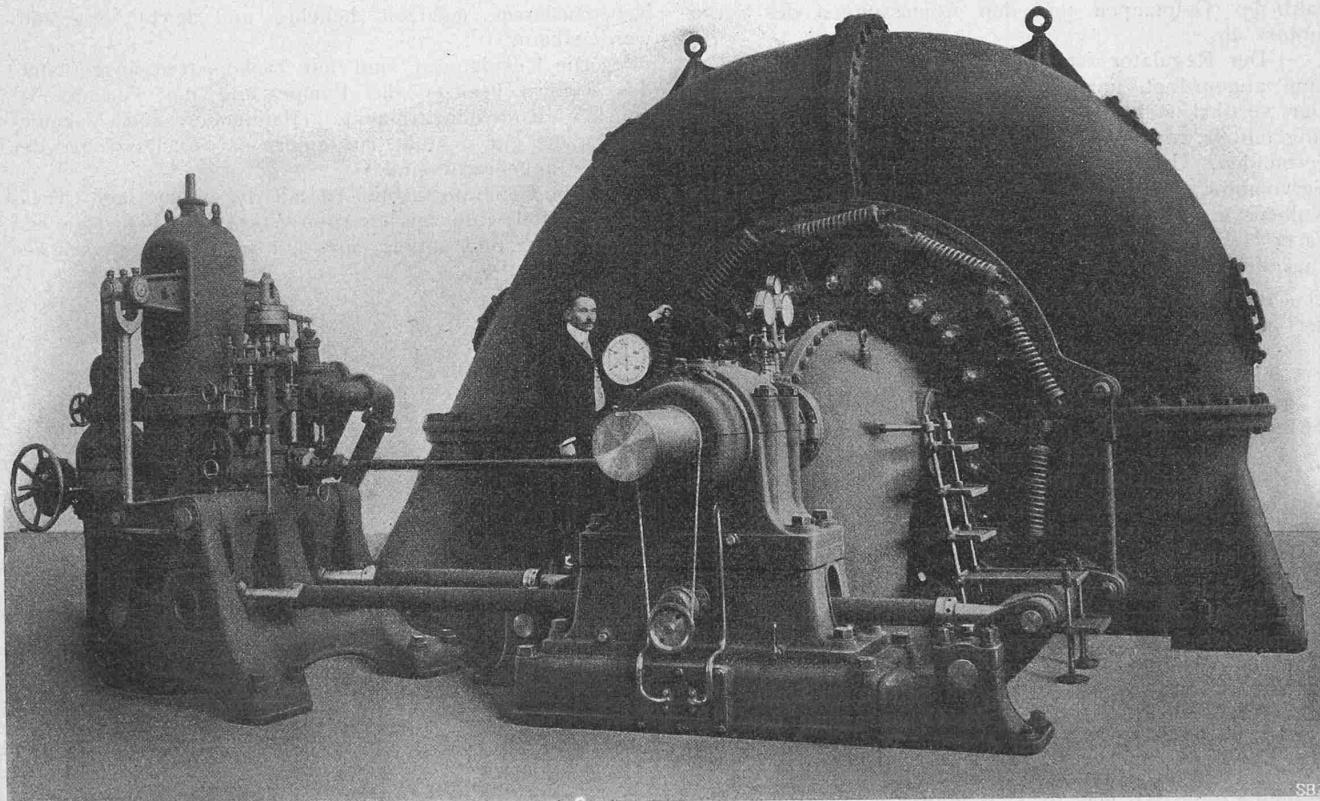


Abb. 6. Spiral-Francisturbine für 6200 PS mit automat. Oeldruck-Regulator, von Piccard, Pictet & Cie., Genf.

herabzudrücken. Eine besondere Würdigung verdient die Vorrichtung zur Drehung dieser Schaufeln. Bekanntlich sind bei den gewöhnlichen Ausführungen die Drehzapfen für den Leitapparat und die zugehörigen Triebwerksteile innerhalb des Turbinengehäuses angeordnet und daher in direkter Berührung mit dem Druckwasser; infolgedessen kann ihre Schmierung nicht durchgeführt werden und diese Organe sind daher einem mehr oder weniger raschen Verschleiss unterworfen.

Bei den Francis-Turbinen nach System Piccard-Pictet ist das Triebwerk zur Betätigung des Leitapparates vollständig ausserhalb der Turbine angeordnet; es ist deshalb leicht zugänglich und kann stets auch während des Betriebes geschmiert werden. An den gusstählernen Dreh-schaufeln sind beidseitig Zapfen angegossen, die durch das

beschriebenen Drehschaufelantriebes so gute Resultate ergeben, dass andere Konstrukteure seither diesen Antrieb nachgeahmt haben.

Die Besichtigung und Demontage der Drehschaufeln ist übrigens durch die zweiteilige Anordnung des Deckels auf der, dem Regulierring gegenüber liegenden Seite besonders leicht gemacht. Die Flächen des Leitapparates, zwischen denen sich die Schaufeln drehen, sind mit Rücksicht auf die Abnutzung durch Wasserreibung aus aufgesetzten Scheiben gebildet, deren Auswechselung leicht und ohne erhebliche Kosten möglich ist. Zufolge dieser Bauweise und dank der gewählten Anordnung für den Drehschaufelantrieb ist die Beaufsichtigung und der Unterhalt solcher Turbinen außerordentlich erleichtert und ist ihre Abnutzung eine äusserst geringe.

Die *automatischen Regulatoren* der Bauart Piccard, Pictet & Cie., die mittelst Servomotor auf den Leitapparat der Turbinen einwirken, sind in den Abbildungen 6, 7 und 9 veranschaulicht. Der Servomotor einer jeden Turbine wird von einer besonderen Oelpumpe gespeist. Ihr Antrieb erfolgt von der Turbinenwelle aus mittels konischer Räderübersetzungen, die mit automatischer Schmierung versehen und in geschlossenen Gehäusen eingebaut sind.

Die Oelpumpen, die vollständig innerhalb eines guss-eisernen und als Oelreservoir dienenden Kastens angeordnet sind, weisen zwei doppelwirkende Kolben in oszillierenden Zylindern auf, sie enthalten daher keinerlei Ventile oder Klappen, bei denen eine unrichtige Einstellung vorkommen könnte. Bei der einfachen und kräftigen Bauart und mit Rücksicht auf die Anordnung in einem vollständigen Oelbad, das durch eine Wasserkühlung fortwährend erfrischt wird, verlangen diese Pumpen sozusagen keinerlei Wartung oder Unterhalt. Uebrigens sind ihre Organe nach Wegnahme des Kastendeckels leicht zugänglich und demontierbar.

Da diese Pumpen ohne Windkessel arbeiten, liefern sie konstant das zum Oeffnen und Schliessen der Turbinen notwendige Oelquantum in den vorgeschriebenen Zeiträumen von 5 sek für die Schliessung und 10 sek für die Oeffnung. Die Schliessungs- und Oeffnungs-Zeiten der Turbinen sind daher genau festgelegt und hängen nur von der Umdrehungszahl der Oelpumpen und den Abmessungen des Servomotors ab.

Der Regulator ist rechts vom Einlaufrohr der Turbine angeordnet, unmittelbar über der Druckregulierung. Der vertikal stehende Servomotor ist mit dem Regulierring mittels zweier Systeme stählerner Hebel und Stangen verbunden. Um eine gleichmässige Kraftübertragung vom Servomotor auf den Regulierring zu sichern, ist auf der Kolbenstange des ersten ein in allen Richtungen drehbarer Hebel angeordnet, an dem beidseitig die Stangen angreifen.

Die Turbine kann auf folgende vier Arten reguliert werden:

1. automatisch durch Einwirkung des Feder-Regulators auf das Regulierventil,
2. von Hand bei Benutzung des Oeldrucks, indem mittels eines Handrades die Rückführung verstellt wird,
3. von Hand, durch mechanische Uebertragung,
4. auf elektrischem Wege, indem das für die Handregulierung vorgesehene Triebwerk mit einem auf dem Regulator montierten Elektromotor gekuppelt werden kann.

Das Federpedal wird wie die Oel-Pumpe mittels Zahnrädern angetrieben, wobei eine elastische Kupplung als Zwischenglied Verwendung findet. Alle Zapfen und Schneiden sind bei diesem Federpendel vermieden worden, indem die Schwungmassen an dünnen Stahllamellen aufgehängt sind und die Uebertragung der Bewegung auf die Muffe auf dieselbe Weise erfolgt. Dadurch wird die Eigenreibung des Reglers auf ein Minimum reduziert, also die Regulierung eine äusserst empfindliche.

Mit einem zwischen der Pendelmuffe und der Rückführung eingebauten Hebelsystem kann der Ungleichförmigkeitsgrad des Reglers auch während des Ganges leicht verstellt werden.

Die Tourenverstellvorrichtung gestattet eine Veränderung der normalen Tourenzahl um $\pm 6\%$. Diese für das Parallelschalten der Generatoren der Turbinen wichtige Vorrichtung kann auch vom Schaltbrett aus auf elektrischem Wege betätigt werden.

Das Regulierventil des Servomotors besteht aus einem Schwebekolben, der durch einen Stiften gesteuert wird. Es ist ausserdem mit einer Umleitung versehen, die mit der Einrückungsvorrichtung der Handregulierung derart verbunden ist, dass das Ein- und Ausschalten des Oeldruckes nur automatisch durch das Aus- und Einrücken der Handregulierung geschehen kann.

Alle Regulatorteile sind leicht zugänglich und sämtliche Triebwerksteile mit Schmiervorrichtungen ausgerüstet.

Um die Regulierbedingungen ohne eine Vergrösserung des Schwungmomentes der Generatoren (100000 kg m^2) einhalten zu können, hat man die Turbinen mit Druckregulierungen versehen, die unmittelbar vom Regulator aus betätigt werden.

Die Arbeitsweise derselben ist die folgende:

Bei plötzlichen Entlastungen der Turbine wird ein Nebenauslass der Druckleitung proportional der Entlastung geöffnet, der sich nachher unter Einwirkung des Wasserdurckes und des Eigengewichtes auf einen Oelkataraktkolben langsam wieder schliesst. Der Servomotor wirkt unmittelbar auf den Nebenauslass, da der Innenraum desselben als regulierbarer Katarakt ausgebildet ist, der nur in der Schliessrichtung wirkt. Der Kolben des Kataraktes ist auf der Stange des Auslassventils mit kleinem axialem Spiel montiert und besitzt zwei Löcher, die für den Oeldurchlass beim Oeffnen der Turbine dienen, die aber geschlossen werden, sobald der Servomotorkolben eine Schliessbewegung ausführt.

Der Durchfluss des eingeschlossenen Oelquantums geschieht durch einen in die Wandung des Servomotorkolbens gehörten Kanal, dessen äusseres Ende mit einem Regulierstift versehen ist, mit dem die Schlusszeit des Nebenauslasses jederzeit beliebig und leicht eingestellt werden kann.

Die Regulatoren sind mit Tachometern ausgerüstet; des weiteren besitzen die Pumpe und die Turbine die üblichen Kontrollinstrumente (Manometer und Vakuummeter), die gut sichtbar auf einem der Ausflussrohre der Turbine angebracht sind.

Jede Generatorturbine ist mit der zugehörigen Druckleitung mittels eines gusseisernen Winkelrohrs von 1600 mm lichter Weite und mittels eines konischen Rohrstückes aus

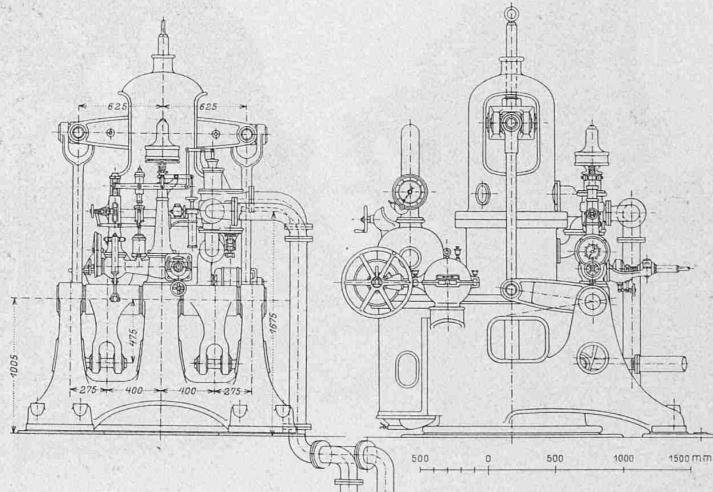
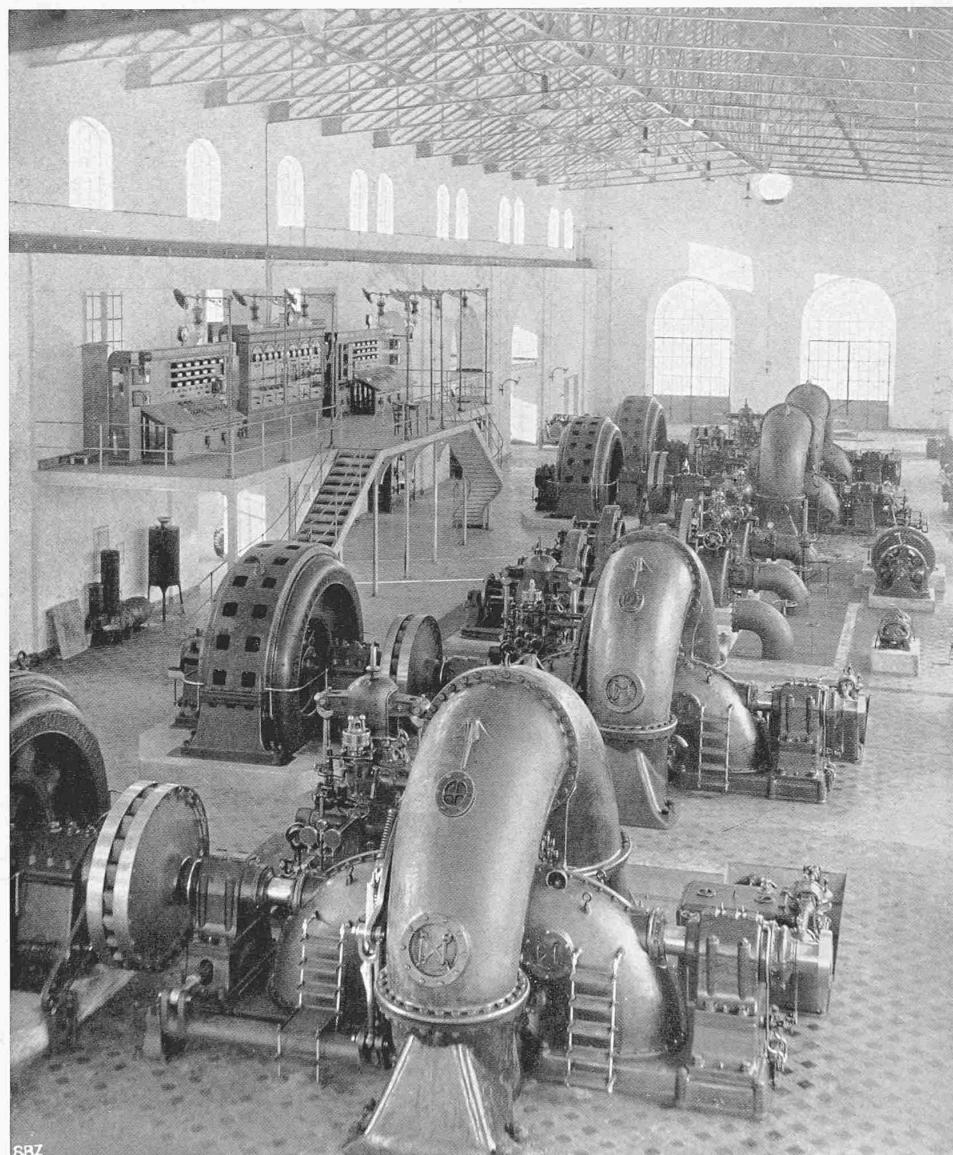


Abb. 9. Seiten- und Rückansicht des Regulators mit Oelpumpe, Bauart Piccard, Pictet & Cie., Genf. — Massstab 1 : 50.

Eisenblech verbunden. Eine Drosselklappe von 1850 mm Weite ist im Kellergeschoss zwischen den genannten Rohrstücken eingesetzt. Diese Drosselklappe kann vom Maschinenraum aus entweder von Hand oder elektrisch mittels Schneckenradantrieb und doppelter Konus-Kupplung betätigt werden. Um eine Demontierung dieser Drosselklappe zu ermöglichen, wurde sie nicht unmittelbar zwischen den Flanschen des Winkelstücks und des konusförmigen Rohrstücks angeordnet; vielmehr ist sie mit dem ersten Stück durch ein gerades Rohr, dessen eine Flansche inwendig mit einem durch einen Bleiring gedichteten Ansatz versehen ist, verbunden (Abb. 8).

Die Verbindung zwischen den Turbinen und den Generatoren wird durch eine elastische Kupplung gebildet; diese besteht im wesentlichen aus zwei Scheiben aus Stahlguss, die auf die Wellenenden der Turbinen und der Gene-



MASCHINENSAAL DES KRAFTWERKS VENTAVON

mit den von *Piccard, Pictet & Cie.* in Genf gelieferten Turbinen
und Regulatoren

Seite / page

108 (3)

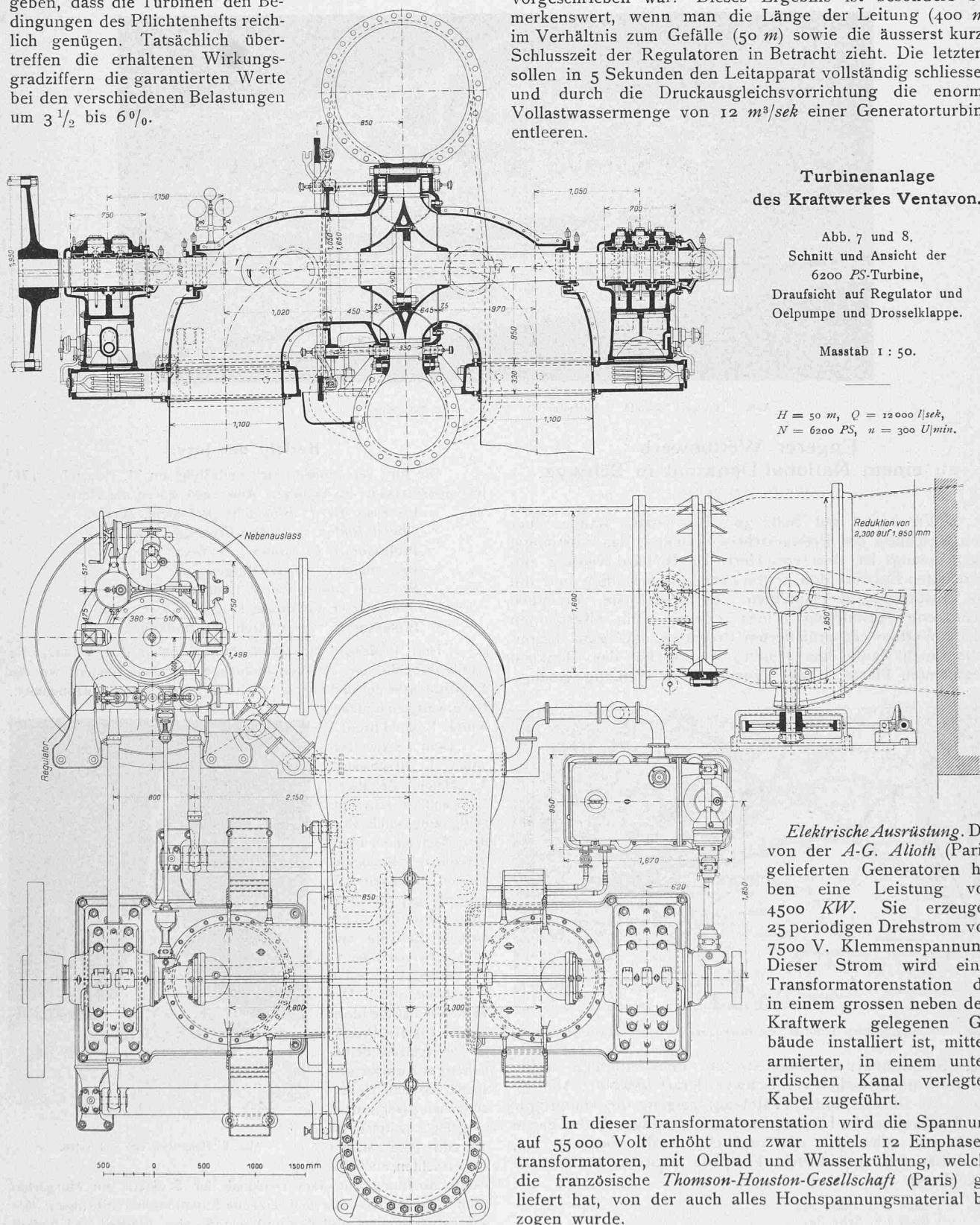
**leer / vide /
blank**

ratoren aufgepresst wurden und an ihrem Umfang mit Mitnehmern aus Stahl und Verbindungsbandern aus Leder garniert sind. Die beiden Saugrohre einer jeden Turbine, sowie die Abzugsrohrleitung der Druckausgleichsvorrichtung sind aus genietetem Stahlblech hergestellt. An ihrem untern Ende sind dieselben durch ein Winkelstück mit horizontalen Ausläufer ausgerüstet, der mit kräftigen Verankerungen versehen ist.

Die offiziellen Proben im September 1909 haben ergeben, dass die Turbinen den Bedingungen des Pflichtenhefts reichlich genügen. Tatsächlich übertriften die erhaltenen Wirkungsgradziffern die garantierten Werte bei den verschiedenen Belastungen um $3\frac{1}{2}$ bis 6%.

Die Regulierversuche haben ferner die gute Arbeitsweise der von der Firma Piccard, Pictet & Cie. gelieferten Regulatoren dargelegt. Die Geschwindigkeitsvariationen wurden mit Hülfe eines Präzisions-Tachographen, System Horn, aufgenommen und blieben durchgehend 1 bis 5% unter den garantierten Zahlenwerten.

Die bei den Proben erzeugten Ueberdrücke in den Rohrleitungen haben nie mehr als 5 bis 6% betragen, während der Konstruktionsfirma eine Grenze von 15% vorgeschrieben war. Dieses Ergebnis ist besonders bemerkenswert, wenn man die Länge der Leitung (400 m) im Verhältnis zum Gefälle (50 m) sowie die äusserst kurze Schlusszeit der Regulatoren in Betracht zieht. Die letztern sollen in 5 Sekunden den Leitapparat vollständig schliessen und durch die Druckausgleichsvorrichtung die enorme Vollastwassermenge von $12 \text{ m}^3/\text{sek}$ einer Generatorturbine entleeren.



Turbinenanlage
des Kraftwerkes Ventavon.

Abb. 7 und 8.
Schnitt und Ansicht der
6200 PS-Turbine,
Draufsicht auf Regulator und
Oelpumpe und Drosselklappe.

Masstab 1 : 50.

$H = 50 \text{ m}$, $Q = 12000 \text{ l/sec}$,
 $N = 6200 \text{ PS}$, $n = 300 \text{ U/min}$.

Elektrische Ausrüstung. Die von der A-G. Alioth (Paris) gelieferten Generatoren haben eine Leistung von 4500 KW. Sie erzeugen 25 periodigen Drehstrom von 7500 V. Klemmenspannung. Dieser Strom wird einer Transformatorenstation die in einem grossen neben dem Kraftwerk gelegenen Gebäude installiert ist, mittels armerter, in einem unterirdischen Kanal verlegter, Kabel zugeführt.

In dieser Transformatorenstation wird die Spannung auf 55000 Volt erhöht und zwar mittels 12 Einphasentransformatoren, mit Oelbad und Wasserkühlung, welche die französische Thomson-Houston-Gesellschaft (Paris) geliefert hat, von der auch alles Hochspannungsmaterial bezogen wurde.

Die zur Zeit erzeugte Leistung von 24000 PS wird unter der Spannung von 55000 Volt 60 km weiter südlich zur Zentrale von Brillanne-Villeneuve, die der Société de l'Energie Electrique du littoral méditerranéen gehört, mittels zweier oberirdischer Aluminium-Leitungen, die auf Stahlmasten montiert sind, übertragen¹⁾. Von dieser Zentrale aus wird die Energie bis Marseille auf dem weiten Netze der genannten Gesellschaft verteilt²⁾.

Wir verdanken dem Denkmalkomitee, das uns das Gutachten des Preisgerichtes nunmehr zur Veröffentlichung übergab, auch die Unterlagen zur Darstellung des Entwurfes von Dr. Richard Kissling (unter Mitarbeit von Professor G. Gull in Zürich) auf dieser Seite und auf den Tafeln 23 bis 25, und jene zu den Abbildungen auf Tafel 26 und Seite 111 aus dem Projekt von Bildhauer E. Zimmermann in Stans, der vom Preisgericht zur Mitarbeit an dem Denkmal empfohlen wurde.

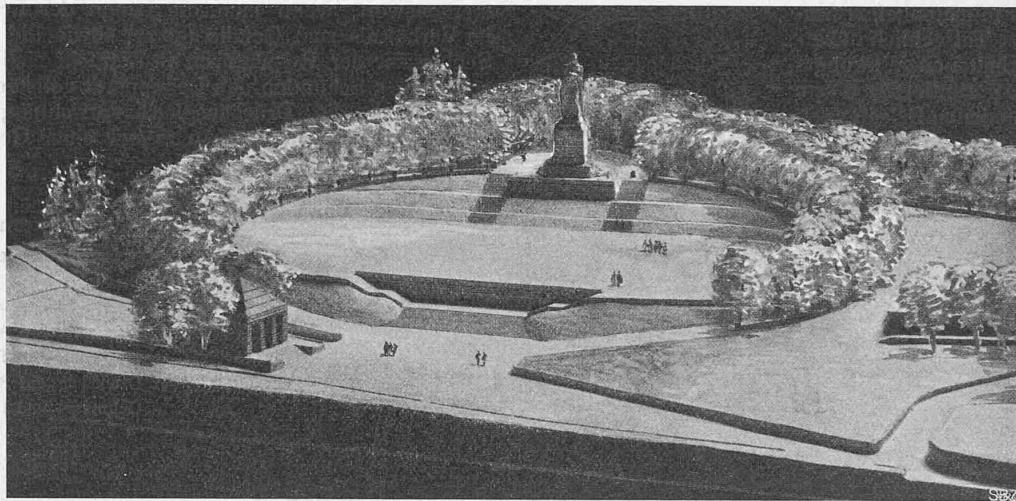


Abb. 2. Entwurf „Granit“. — Verfasser: Dr. Rich. Kissling, Mitarbeiter Prof. Dr. G. Gull, Zürich.

Engerer Wettbewerb zu einem National-Denkmal in Schwyz. (Mit Tafeln 23 bis 26).

Wir haben auf Seite 300 des letzten Bandes über den Beschluss des Preisgerichtes berichtet, das einstimmig dazu gelangt ist, dem von Herrn Dr. Richard Kissling eingereichten Entwurf den ersten Preis zuzuerkennen und ihn zur Ausführung zu empfehlen. Es ist das die vorzüglich gelungene Ausbildung seines ersten, beim allgemeinen Ideen-Wettbewerb prämierten Projektes, das ganz besonders auch dank dem neuen, freieren für das Denkmal bestimmten Platz zu viel grossartigerer Wirkung gelangt.



Abb. 1. Uebersichtskarte 1:30000. (Mit Bewilligung der eidg. Landestopographie.)

Der Standpunkt ist nunmehr auf dem erhöhten freien Gelände nordwestlich von Schwyz derart gewählt (Abb. 1), dass, wie unsere Bilder (Tafel 24) zeigen, die Hauptfigur die Bergkontur im Hintergrund frei überragend, die ganze Umgegend beherrscht und zugleich den ihr vorgelagerten, von Bäumen umkränzten Festplatz (Abb. 2) harmonisch abschliesst.

¹⁾ Band LVI, Seite 215.

²⁾ Band LV, Seite 84.

Bericht der Jury.

Die Jury versammelte sich vollzählig am 21. November 1910 im Grossratssaale zu Schwyz. Anwesend waren die Herren:

Professor Dr. F. Bluntschli, Präsident, Zürich.

Oberst Rudolf v. Reding-Biberegg, Schwyz.

Professor A. D. Bommer, Schwyz.

Kunstmaler C. Giron, Morges.

Professor James Vibert, Bildhauer, Genf.

Bildhauer G. Chiatone, Lugano.

Professor K. Moser, Architekt, Karlsruhe.

Herr Professor Dr. Bluntschli übernahm den Vorsitz. Es wurde beschlossen, die Verhandlungen im alten Theater, wo die Entwürfe sehr gut und übersichtlich aufgestellt waren, aufzunehmen. Die erwarteten fünf Entwürfe: 1. „Gold-Kreuz“, 2. „Dem Schweizervolk“, 3. „Urschweiz“, 4. „Helden-Zeitalter“, 5. „Granit“, waren rechtzeitig eingesandt worden. Nach einem orientierenden Rundgang wurden dieselben eingehend geprüft und gleichzeitig die zugehörigen Berichte und Kostenberechnungen der Verfasser verlesen.

1. „Goldkreuz.“ Der Verfasser hat die Ideen seines früheren Projektes im ganzen beibehalten, er hat aber versucht, dasselbe zu vereinfachen. Der grosse vorgelegte Festplatz ist als eine gute Anlage zu betrachten, auch die

zweite Abteilung mit dem Denkmal der Schlacht am Morgarten kann eine geschlossene und reizvolle Stimmung hervorbringen. Als ganzes genommen fehlt diesem Entwurfe aber Klarheit und Einheit

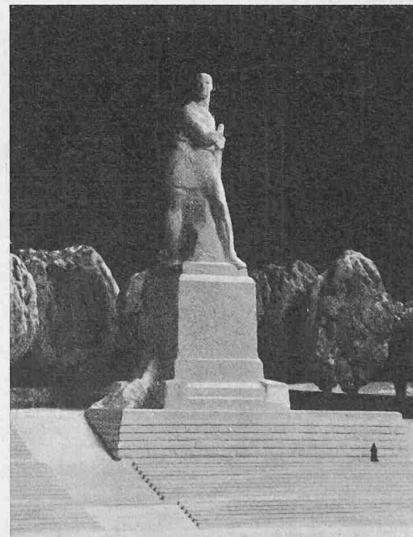


Abb. 3. Hauptfigur von Südwesten.