

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	57/58 (1911)
Heft:	12
Artikel:	Die Wasserturbinen und Regulatoren des Elektrizitätswerks Sao Paolo, Brasilien: Gebaut von Escher Wyss & Cie. in Zürich
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-82586

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: 04.02.2026

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

diese beliebig gewählte Grösse auf den Verlängerungen der kleinen Ellipsenhalbmesser vom Mittelpunkt der Ellipsen aus aufzutragen und darauf gestützt die Antipole zu bestimmen. In dem Ausdruck für NA kann die Grösse r weggelassen werden, und in dem für H_e wird man sie besser vor das Summenzeichen setzen. Im übrigen bleibt die Berechnung der Zusatzkraft dieselbe.

Da nun die Lage der ersten Drucklinie beliebig ist, auf die Grösse der Ergänzungskraft also keinen Einfluss hat und nur ihren Abstand a vom Schwerpunkt S bedingt, kann diese ebensogut in die Bogenmittellinie gelegt werden. In diesem Falle kommen die Antipole der einzelnen Elemente ins Unendliche zu liegen, somit auch der Drehpunkt der Zusatzkraft. Und zwar fällt dieser bei symmetrischen Bogen mit dem unendlich fernen Punkt der y -Axe zusammen; die Kraft H_e liegt somit in der x -Axe. Eine Bestimmung der Grösse von H_e ist auf diesem Wege nicht möglich, wohl aber lässt sich die Lage der Drucklinie finden, indem jetzt deren Seiten sich mit den entsprechenden Linien der Bogenmittellinie auf der x -Axe schneiden müssen.

Das Einzeichnen der Drucklinie zur Bestimmung der Randspannungen ist aber in diesem Falle nicht nötig. Man erhält letztere einfacher und auch genauer aus der Formel:

$$\sigma = \frac{R}{F} + \frac{H_e \cdot y_k}{W}$$

Der erste Ausdruck gibt gleichmässig über den Querschnitt verteilte Druckspannungen, der zweite liefert im Bogenteil oberhalb der x -Axe für den obern Rand der Querschnitte Druckspannungen und für den unteren Zugspannungen, im unterhalb der Axe liegenden Teil umgekehrt.

Die Berechnung von unsymmetrischen Bogen kann in der gleichen, vorstehend beschriebenen Weise vorgenommen werden, nur erfordert sie mehr Arbeit, da sie sich auf den ganzen Bogen zu erstrecken hat. Von der Gesamteilipse sind beide Halbaxen zu bestimmen, da der Antipol A im allgemeinen nicht mehr auf der kleinen Halbaxe liegen, die Antipolare deshalb beide Axen schneiden wird.

Danzig, im Dezember 1910.

Die Wasserturbinen und Regulatoren des Elektrizitätswerks São Paulo, Brasilien.

Gebaut von Escher Wyss & Cie. in Zürich.

Die Zentrale der Tramway, Light and Power Co. São Paulo enthielt bis vor kurzem vier hydroelektrische Einheiten zu je rund 1500 PS Maximal-Leistung; Turbinen und Generatoren waren amerikanischer Herkunft, letztere aus verschiedenen, z. T. ältern Maschinen kombiniert, wie in der Abbildung 1 im Grundriss (Gruppe I bis IV) zu erkennen.

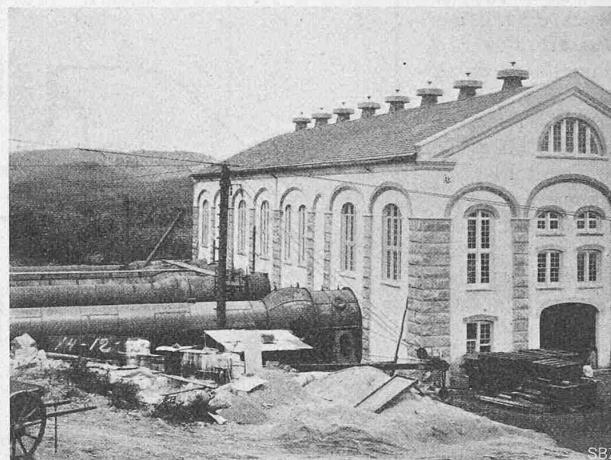


Abb. 2. Ansicht der Zentrale nach Einbau der Turbine V.

Zur Erweiterung des Werkes wurde der Firma Escher Wyss & Cie. in Zürich versuchsweise eine grössere Turbine (Nr. V) von 4500 PS in Auftrag gegeben, die als Doppel-francisturbine mit Oeldruckregulator zur Ausführung kam. Abbildung 2 zeigt die Zentrale nach Einbau der Turbine V, Abbildung 3 diese Turbine selbst samt Regulierung, in einer Werkstattaufnahme. Die Ergebnisse waren so befriedigend, dass das Werk nicht nur nacheinander drei

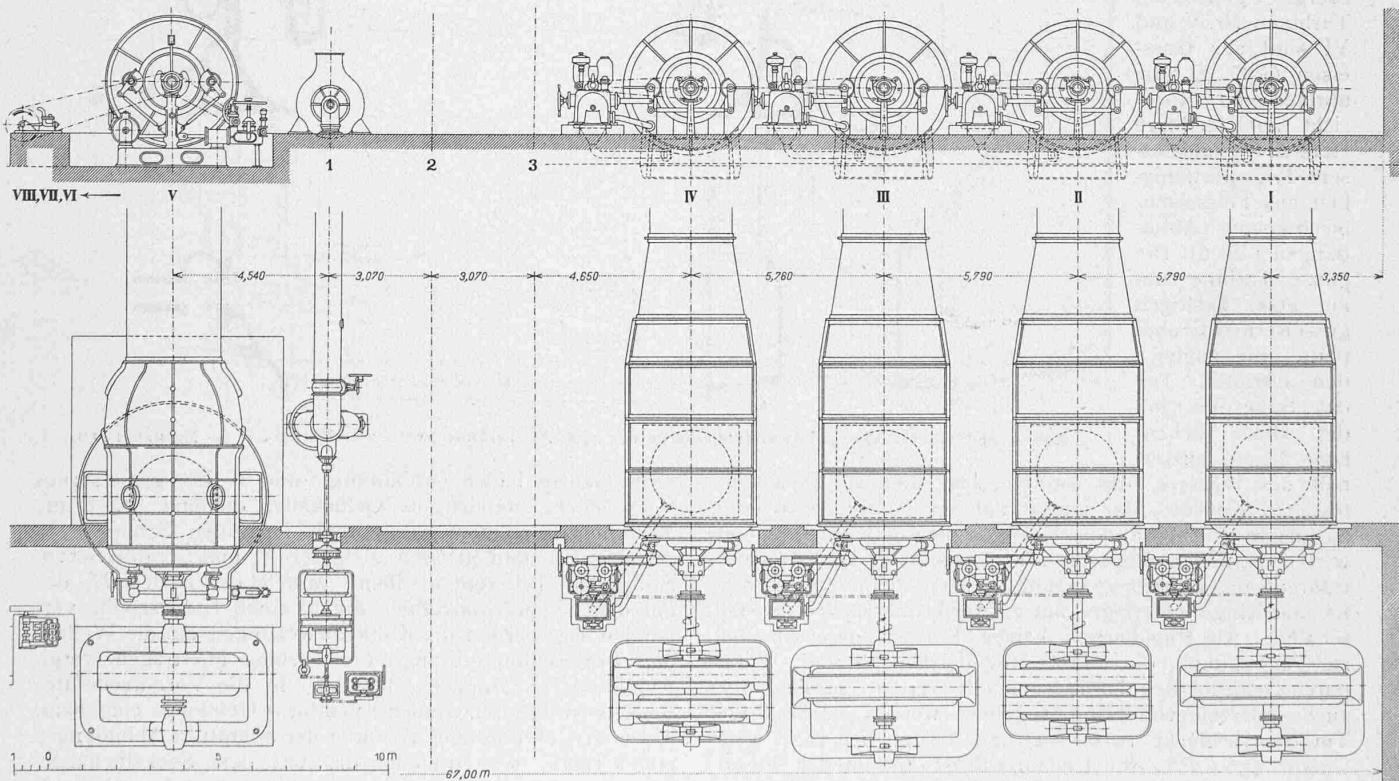


Abb. 1. Anordnung der 4500 PS-Turbinen Nr. I bis V im Elektrizitätswerk São Paulo. — Grundriss und Längsschnitt der Zentrale 1:200.

weitere Einheiten gleicher Leistung (Nr. VI bis VIII) bestellte, sondern auch sich entschloss, die vier alten Turbinen I bis IV durch vier grosse Escher Wyss-Turbinen zu ersetzen; die letztern befinden sich zur Zeit noch im Bau, Nr. VIII in Montage, Nr. V bis VII im Betrieb. Dieser erfreuliche, neue Erfolg schweizerischer Maschinen-Industrie veranlasst uns, diese Turbinen unsern Lesern vorzuführen; damit verbinden wir die Beschreibung des neuen Universal-Oeldruck-Regulators von Escher Wyss & Cie., den wir bereits anlässlich der Beschreibung des Wasserkraftwerkes Adamello kurz erwähnt hatten.¹⁾

Die Turbinen (Abbildung 4 bis 6) sind sog. Frontal-Doppel-Francis-Turbinen; das Wasser strömt ihnen in axialer Richtung aus der jeweils an der Stirnseite anschliessenden Druckleitung zu und beaufschlägt zwei symmetrisch zum Saugrohr angeordnete Laufräder. Den Abschluss des Gehäuses bildet ein runder schildartiger Deckel, durch dessen Mitte die horizontale Turbinen-Welle, zu beiden Seiten die beiden Regulierwellen heraustreten. Gehäuse und Deckel der zuerst gelieferten Turbinen Nr. V und VI sind aus Guss-eisen (Abb. 3), die übrigen mit Rücksicht auf leichtere Herstellung und bessere Transportfähigkeit aus Flusseisenblech gebaut (Abbildungen 4 bis 6). Die ganze Turbine ruht auf einer kräftigen gusseisernen Grundplatte, die zugleich den obersten Teil des Saugrohrs bildet. Beide Wellenlager liegen außerhalb des Wassers, das äussere auf einer am Deckel befestigten Konsole, das innere auf der Seite des Wasserzulaufs, in einer besondern Kammer, die durch einen 850 mm weiten Bedienungsschacht von aussen jederzeit, also auch während des Betriebes, zugänglich ist (Abbildung 2 und 5). Es sind Ringschmierlager mit auswechselbaren Weissmetallschalen. Als Regulierung kamen Finksche Drehschaufeln zur Verwendung, die mittels Regulier-Ringen und -Wellen durch Oeldruck-Regulatoren verstellt werden; es kann aber auch jederzeit von Hand reguliert werden. Jede dieser Turbinen schluckt 19 m³/sek und leistet bei rund 23 m Gefälle 4500 PS; die Umlaufzahl ist 180 in der Minute. Die Hauptmasse sind den Zeichnungen zu entnehmen.

¹⁾ Vergl. Seite 1 und insbesondere Seite 31 des laufenden Bandes.

Regulatoren. Während die erstgelieferten Gruppen V und VI Regulatoren erhielten, deren zugehörige Oelpumpen und Windkessel besonders angeordnet sind (Abbildung 1 und 3), werden die weiteren sechs Turbinen mit den neuesten Universal-Oeldruck-Regulatoren von Escher Wyss & Cie. ausgerüstet, die sich dadurch auszeichnen, dass Zentrifugalregulator, Servomotor samt zugehöriger Steuerung, sowie Oelpumpe und Windkessel ein geschlos-

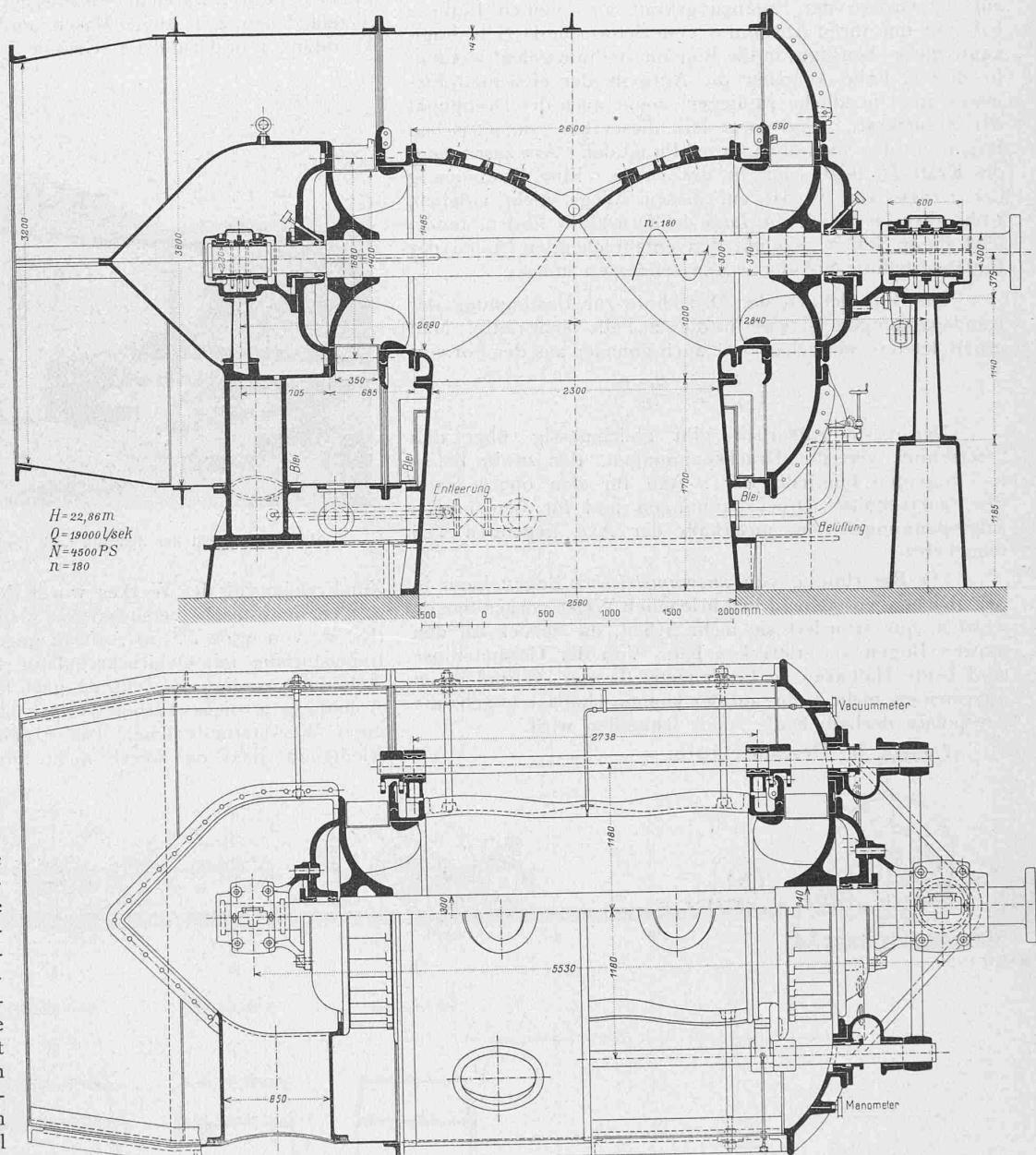


Abb. 4 und 5. Vertikal- und Horizontalschnitte der 4500 PS-Turbinen von Escher Wyss & Cie. — Maßstab 1 : 50.

senes Ganzes bilden (Abbildung 7 und 8). Ein gusseisernes Sockelstück, zugleich als Oelbehälter dienend, trägt alle Teile des Regulators; es enthält in seinen Schmalseiten den kleinen und grossen Zylinder Z_1 und Z_2 des Servomotors mit Differentialkolben. Mittels des Hebel H , der mit dem Differenzialkolben durch einen Kugelzapfen verbunden ist, werden die Kolbenbewegungen auf die Welle k und das Reguliergehäuse der Turbine übertragen (vergl. Abbildung 1, Gruppen I bis IV). In die Vorderseite des Sockels ist die dreizylindrig ventilllose Oelpumpe eingebaut, deren drei oszillierende Zylinder der Schnitt in Abbildung 7 rechts zeigt; sie entnimmt das Oel dem Sockelbehälter, presst es in einen ringförmigen Sammelkanal und durch ein Steigrohr in den Windkessel W , der mit Luftventil,

Probierhahn mit Ablaufrichter und Manometer versehen ist. Von hier gelangt das Oel unter max. 15 at Betriebsdruck einerseits konstant in den kleinern Zylinder Z_1 , anderseits je nach Stellung des vorgesteuerten Regulierventils R auch in den grossen Zylinder Z_2 , aus welchem es, wieder durch R gesteuert, in den Sockelbehälter zurückfliesst. Das nicht in Z_1 verbrauchte überschüssige Drucköl gelangt durch das Ueberströmventil U wieder in das Reservoir zurück; V ist ein Absperrventil. Die Wirkungsweise des Regulators ist die folgende: Steigt die Umlaufzahl der Turbine und damit jene des durch eine Scheibe mit Schnekkentrieb bei w angetriebenen Federpendels P , so hebt dieses mittels der Muffe m den Regulatorhebel, der um p sich drehend den Steuerstift e nach unten drückt. Dadurch wird der grosse Zylinder Z_2 mit dem Ablauf verbunden und der konstante Druck in Z_1 schliesst die Regulierung, H nach rechts drückend. Sinkt dagegen die Umlaufzahl, so steigt e ; R lässt Drucköl in Z_2 eintreten und der Ueberdruck gegenüber dem kleinern Z_1 öffnet den Leitapparat der Turbine. In beiden Fällen wird durch H und $p^1 - p$ die Rückführung betätigt, die den Drehpunkt des Regulatorhebels bei p hebend oder senkend der Bewegung vom m entgegen wirkt und damit ein Ueberregulieren verhindert. Die

Federbremse B ist das dämpfende, elastische Zwischenglied zwischen Regulierhebel und Rückführung. Zur Tourenverstellung dient das Handräddchen h im Rückführungsgestänge; durch dessen Drehung kann auch eine Handsteuerung von R erfolgen, unabhängig von P . Für die eigentliche, mechanische Handregulierung dient das grosse Handrad, rechts

in Abbildung 8, das gestattet, die Turbine ganz unabhängig von der automatischen Regulierung zu öffnen oder zu schliessen.

In der Anlage Sao Paulo erleichterte die Anwendung dieses kompendiösen Regulators den Einbau der grossen Turbinen I bis IV ganz wesentlich. Es ist nämlich zu beachten, dass die neu aufgestellten Aggregate V bis VIII mit einem normalen Axabstand von 8220 mm disponiert werden konnten, während für die noch einzubauenden 4500 PS Gruppen I bis IV durch die Anordnung der alten 1500 PS-Turbinen außerordentlich beschränkte Raumverhältnisse gegeben sind. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich,

kommt hierbei der geringe Raumbedarf der Regulatoren sehr zu statten. Ueber deren Antrieb ist noch zu bemerken, dass, während normalerweise die Oelpumpe durch einen Riemen von der Turbinenwelle aus angetrieben wird, im vorliegenden Falle ein unabhängiger Antrieb mittels je eines kleinen Löffelrades vorgesehen ist, das direkt auf

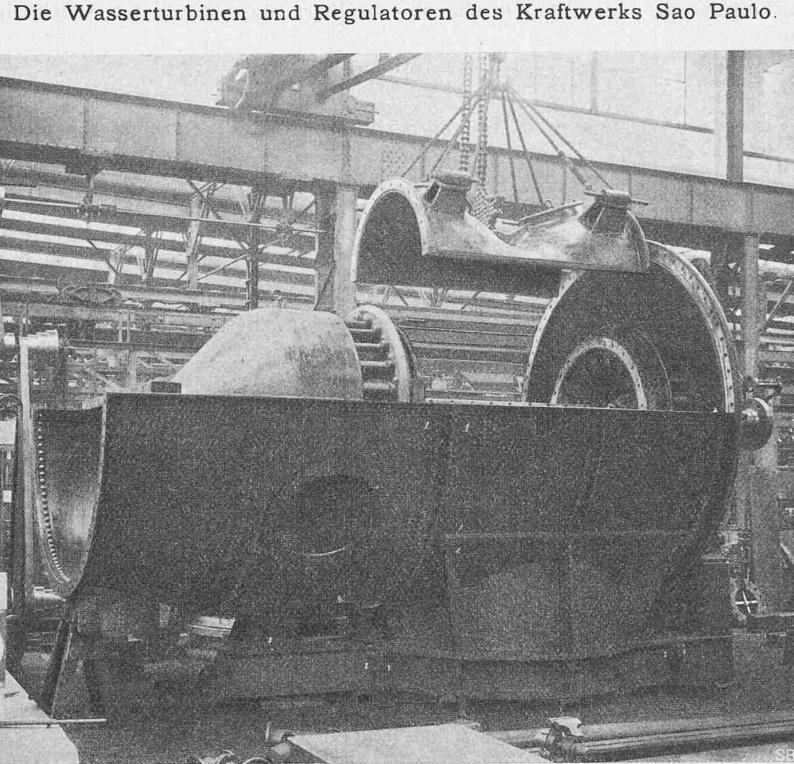


Abb. 6. Einblick in eine der Turbinen mit Blechgehäuse.

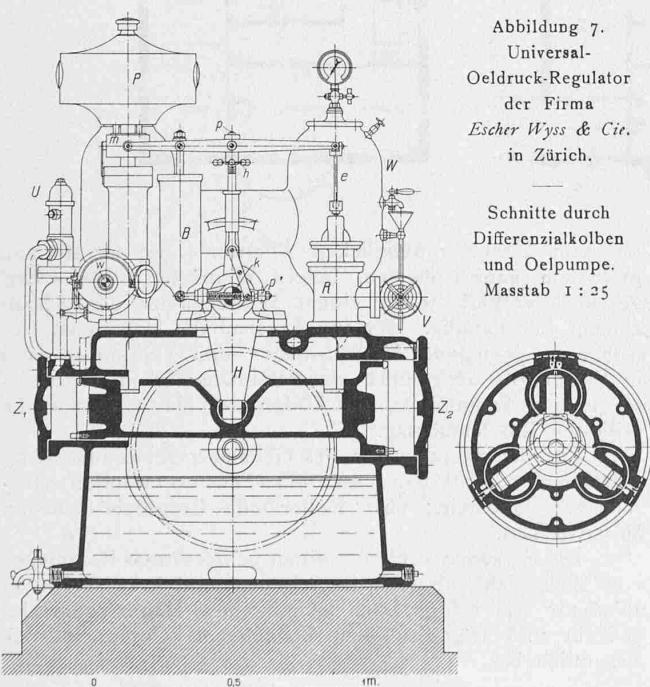


Abbildung 7.
Universal-
Oeldruck-Regulator
der Firma
Escher Wyss & Cie.
in Zürich.

Schnitte durch
Differenzialkolben
und Oelpumpe.
Masstab 1 : 25

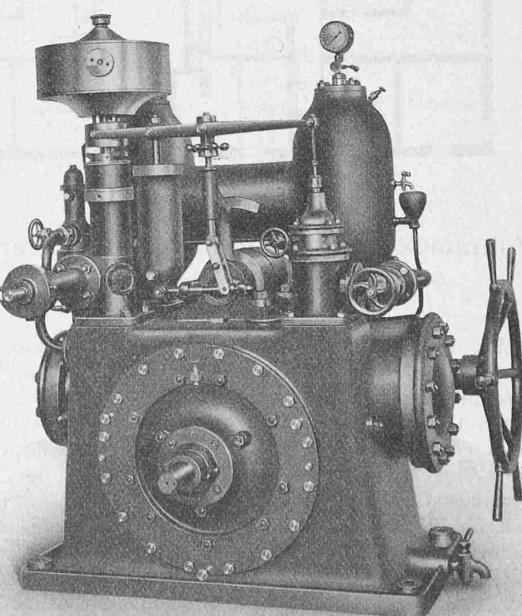


Abb. 8. Ansicht des Universal-Oeldruck-Regulators.

der verlängerten Oelpumpenwelle sitzt. Damit wird erreicht, dass die Turbinen ohne Anwendung der Handregulierung und gleich mit der automatischen Regulierung in Gang gesetzt werden können.

Zum Antrieb der Erreger lieferten Escher Wyss & Cie. gleichzeitig mit Turbine V die 400 PS Spiralfrancisturbine Nr. 1; sie hat Einlauf von oben und doppelten Ausguss und wird ebenfalls von einem der oben beschriebenen Universal-Oeldruck-Regulatoren gesteuert. Mit der Bestellung der übrigen Turbinen wurden der Zürcher Firma auch zwei weitere Erregerturbinen in Auftrag geben. Durch den vollen Ausbau und die Auswechselung der alten 1500 PS-Turbinen durch solche von dreifacher Leistung wird die Gesamt-Maschinenstärke der Zentrale Sao Paulo auf $8 \times 4500 = 36000$ PS gebracht.

erkennen lassen. Zu gunsten grosser Zimmer wurde auf eine sog. wohnliche Diele verzichtet; immerhin ist das Treppenhaus recht freundlich und als gelegentlicher Warte- raum benützbar gestaltet (Tafel 37). Den Mittelpunkt bildet das Wohnzimmer mit weit ausbiegender Fensterwand (Tafel 37), daran stösst einerseits das Herrenzimmer, anderseits das Esszimmer (Tafel 36), aus dem eine grosse und heizbare Glasveranda den Austritt in den Garten, auf die Terrasse vermittelt. Zwischen Esszimmer und Küche liegt die geräumige Anrichte, durch die der Zugang zur Küche auch vom Nebeneingang des Hauses her erfolgt. Auch die Verbindung nach dem Keller findet von hier durch die am Nebeneingang vorbeiführende Treppe statt. Im Keller finden wir eine zweckmässige Trennung der warmen und kalten Räume; der Wirtschaftskeller liegt zwischen einem

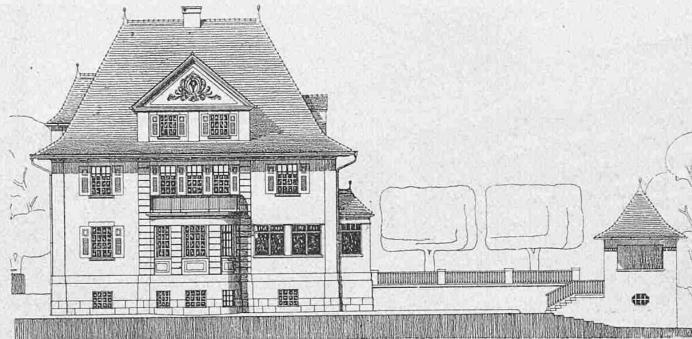


Abb. 4. Südfassade mit Terrasse und Gartenhaus.

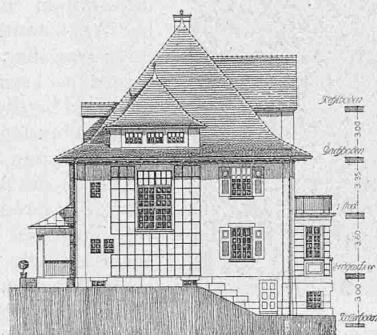


Abb. 5. Westfassade.

Wohnhaus des
Herrn Direktor H. v. Waldkirch
in Neuhausen.

Erbaut von den
Architekten Bridler & Völki, Winterthur.

Abb. 1 bis 3. Grundrisse.

Abb. 4 bis 6. Fassaden.

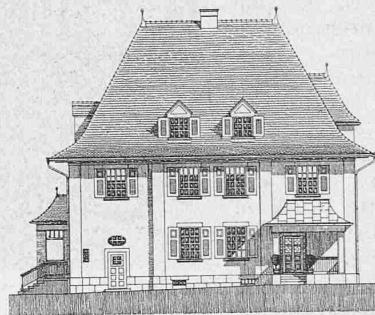
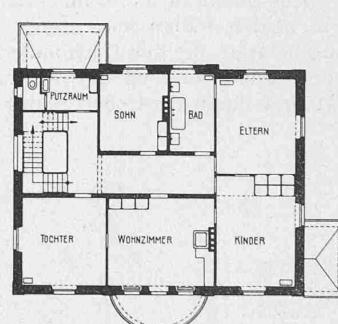
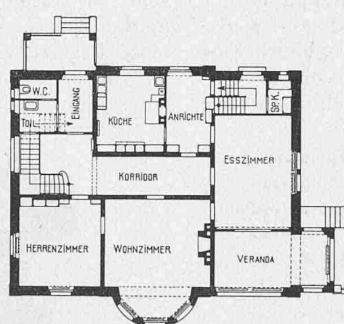
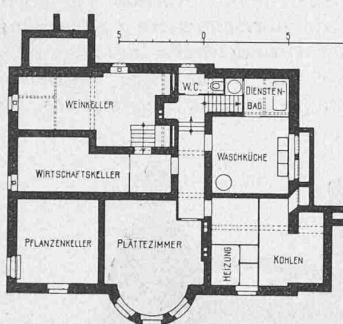


Abb. 6. Nordfassade.

Masstab 1:400.



Wohnhaus v. Waldkirch in Neuhausen.

Architekten Bridler & Völki, Winterthur.
(Mit Tafeln 35 bis 38).

Fährt man von Schaffhausen mit der Strassenbahn nach Neuhausen, so kommt man an einer weiten, sanft gegen Norden ansteigenden Wiese vorbei, an deren oberem Rand, von Gebüsch und Bäumen eingefasst, das stattliche Haus sich erhebt, wie es Tafel 35 zeigt. Der wohl vielen unserer Kollegen der G. e. P. bekannte Direktor der Industrie-Gesellschaft Neuhausen, Ingenieur H. v. Waldkirch, hat es durch die Winterthurer Architekten Bridler & Völki als behagliches Wohnhaus erbauen lassen. Einfach und freundlich blickt es von seiner Höhe herab, und von seinen Fenstern und der Gartenterrasse schweift der Blick über den grünen Rhein bis weit ins Land hinaus.

Anfahrt und Haupteingang befinden sich an der Nordseite, wie Tafel 38 und die obenstehenden Grundrisse

nur von aussen zugänglichen Pflanzen- und Geräteraum und dem ganz isolierten, tiefen Weinkeller. Das Obergeschoss enthält neben einem Wohnzimmer die Schlafzimmer der Familie. Der Innenausbau des Hauses ist einfach aber gediegen. Herrenzimmer und Esszimmer sind in Eichenholz ausgeführt, das Wohnzimmer in weiss gestrichenem Tannenholz, die Böden der obere Stockwerke erhielten Linoleumbelag.

Für die Hauptmauern des Gebäudes verwendete man Schaffhauser Kalkstein, zu den Fenstergewänden Rorschacher Sandstein; über Keller und Erdgeschoss liegen Massivdecken.

Die Fassaden erhielten einen gelbgetönten Besenwurf, von dem sich die weissen Lisenen und Erkerausbauten abheben; das ruhige Dach ist mit roten Handziegeln eingedeckt und trägt zu dem behaglichen Gesamteindruck wesentlich bei.

