

Die Wasserkraftanlage "Gösgen" an der Aare der A.-G. "Elektrizitätswerk Olten-Aarburg"

Autor(en): **AG Motor**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75/76 (1920)**

Heft 23

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-36470>

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: Hydraulische Folgerungen aus Beobachtungen in Trostberg. — Die Wasserkraftanlage „Gösgen“ an der Aare. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1919. — Ideen-Wettbewerb für die Erweiterung der Regierungsgebäudelichkeiten in St. Gallen. — Miscellanea: Eidgenössische Technische Hochschule. Automatische Stauklappe von 70 m Breite. Ausstellung von „Baustoffen und Bauweisen“ in Zürich. Ausstellung zur Förderung der billigen Wohnungen in Lausanne. Eine deutsche Gesell-

schaft für Bauingenieurwesen. Schifffahrt auf dem Oberrhein. Schweizer. Techniker-Verband. — Konkurrenzen: Bemalung des Hauses zum „Rüden“ in Zürich. Ausbau des Länggassquartiers in Bern. — Nekrologie: Giovanni Galli. A. Schweizer. G. Lauber. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Band 75.

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

Nr. 23.

Hydraulische Folgerungen aus Beobachtungen in Trostberg.

Von Prof. Dr. Ph. Forchheimer, Wien.

Nach Fertigstellung der Wasserkraftanlage der Bayerischen Stickstoffwerke in Trostberg wurden auf Veranlassung des damaligen Bauleiters, Regierungsbaumeister a. D. Ing. Th. Rümelin, verschiedene Messungen vorgenommen, die Dank ihrer Vollständigkeit in Durchführung und Aufzeichnung heute noch, nach zehn Jahren, Schlüsse von einigem Werte gestatten.¹⁾ Sie seien hier kurz mitgeteilt.

Koeffizient eines unvollkommenen Ueberfalles. Es handelt sich hierbei um eine unter 45° abfallende Stufe von $0,58$ m Höhe, deren Oberkante $h_1 = 2,35$ m unter Oberwasserspiegel und $h_2 = 0,93$ m unter Unterwasserspiegel an einem bestimmten Tage lag. Eine Flügelmessung ergab damals zusammengehalten mit der bekannten Formel

$$Q = \frac{2}{3} \mu b (h_1 - h_2) \sqrt{2g(h_1 - h_2)} + \mu b h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

für μ den Wert $0,625$.

Schwallgeschwindigkeit. Bei plötzlicher Entlastung der Turbinen, oder mit anderen Worten bei ihrem fast augenblicklichen Abschluss, wanderte vom Krafthaus ein Schwall stromauf, dessen Fortschritt sich an den Pegeln erkennen liess, wenn an ihnen die Wasserstände von Minute zu Minute abgelesen wurden. So zeigte sich am 21. Oktober 1910 bei Entlastung der Zentrale II, die bis dahin von $35,45$ m³/sek beaufschlagt worden war, folgendes: Diese $35,45$ m³/sek waren durch einen Querschnitt $F = 36,36$ m² mit einer Geschwindigkeit von $U = 0,976$ m/sek geflossen und boten hierbei einen Spiegel von der Breite $b = 16,40$ m dar. Der Schwall bildete eine Stufe von der mittlern Höhe $h = 0,15$ m. Nach de Saint-Venant hätte er also mit der Schnelligkeit

$$\sqrt{g \left(\frac{F}{b} + \frac{3}{2} h \right)} - U =$$

$$= \sqrt{9,81 \left(\frac{36,36}{16,40} + \frac{3}{2} \cdot 0,15 \right)} - 0,976 =$$

$$= 3,92 \text{ m/sek}$$

stromaufwärts eilen sollen. Die Beobachtung ergab zwischen zwei 4339 m voneinander abstehenden Pegeln eine Wanderzeit von 18 Minuten, also eine Schnelligkeit von $4339 : 1080 = 4,02$ m/sek, demnach eine mit den $3,92$ m der Rechnung gut übereinstimmende Zahl. Nach Vorübergang der steilen Stufe an einem Pegel stieg der Spiegel noch während 5 Minuten daselbst an. Die Stufe selbst aber wurde im Laufe der Zeit niedriger, der gesamte Höhenunterschied sank nämlich längs den genannten 4339 m von etwa 27 cm auf 11 cm. Die Spiegelfallhöhe betrug dabei bei gleichförmiger Strömung von $35,45$ m³/sek nahezu 70 cm; die Stufenkante wanderte also ungefähr um $70 - 16 = 54$ cm aufwärts.

Wiedergewinnung von Geschwindigkeitshöhe. Bei den Abnahmeversuchen für die Turbinen wurde der Wasserspiegel des Werkgrabens fortgesetzt an 20 Pegeln beobachtet. Stets zeigte sich an einer Stelle, wo der Quer-

schnitt sich erweitert, ein Spiegelanstieg, über den nachstehende Tabelle das Nähere besagt.

Q	F_1	F_2	U_1	U_2	$\frac{U_1^2 - U_2^2}{2g}$	Anstieg gemessen
m ³ /sek	m ²	m ²	m/sek	m/sek	m	m
37,0	13,2	31,2	2,80	1,19	0,33	0,41
39,9	17,2	33,4	2,32	1,19	0,20	0,19
35,4	16,6	35,3	2,13	1,00	0,18	0,23
42,75	16,7	34,8	2,56	1,23	0,26	0,22
43,0	16,7	34,4	2,58	1,25	0,26	0,20
17,4	12,8	27,8	1,36	0,626	0,074	0,17

(Q Durchfluss, F_1 und F_2 Querschnittflächen, U_1 und U_2 Geschwindigkeiten)

Mag auch die Tabelle auf Ungenauigkeiten hinweisen und der grosse Spiegelanstieg, den ihre letzte Zeile angibt, unerklärlich sein, so bietet sie doch einen erwünschten Beleg dafür, dass bei abnehmender Geschwindigkeit der Unterschied der Geschwindigkeitshöhen sich in eine Erhebung des Spiegels umsetzt.

Die Wasserkraftanlage „Gösgen“ an der Aare der A.-G. „Elektrizitätswerk Olten-Aarburg“.

Mitgeteilt von der A.-G. «Motor» in Baden.

(Fortsetzung von Seite 210.)

Die Turbinenanlage¹⁾.

Bei der grossen Leistung von rund 7000 kVA der einzelnen Maschinengruppen wurde, um die grösstmögliche Betriebsicherheit zu erzielen, danach getrachtet, jede Gruppe für sich, unabhängig von den andern betreiben zu können.

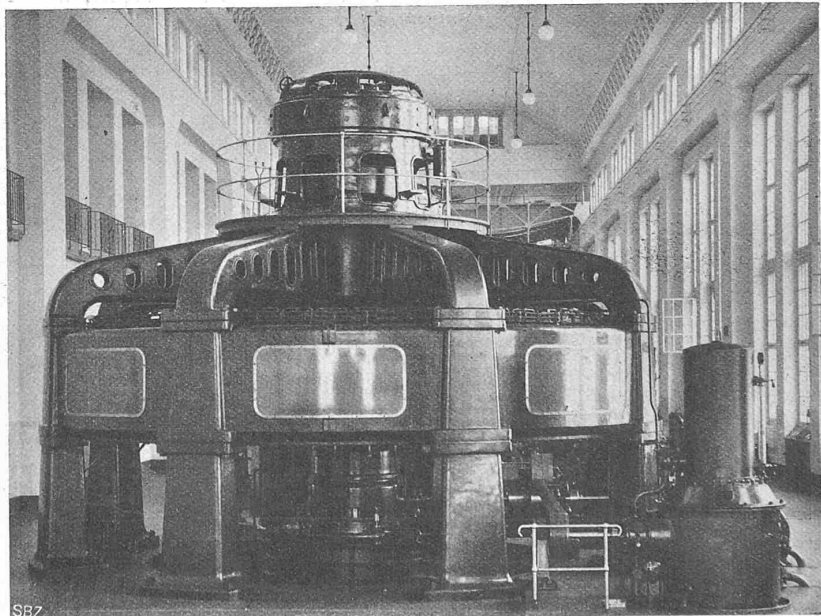


Abb. 115 Drehstrom-Generator von 7050 kVA der A.-G. Brown, Boveri & Cie. im Kraftwerk Gösgen.

Von der Verwendung einer Zentral-Oeldruckanlage nahm man deshalb Abstand, und jede Turbine wurde mit den für ihren eigenen Betrieb erforderlichen Hülfsseinrichtungen versehen. Die Konzentrierung der Regulierorgane der

¹⁾ Mit Benützung eines Teiles des Vortrages von Herrn Direktor A. Huguenin der A.-G. Escher Wyss & Cie. in Zürich (vergl. Nr. 22, 23, 25 und 26 letzten Bandes), dessen Erscheinen in dieser Zeitschrift mit Rücksicht auf die vorliegende Veröffentlichung unterblieben ist.

¹⁾ Vergleiche die Arbeiten von Rümelin in «Schweiz. Bauzeitung» Band LX, Seite 331 (21. Dez. 1912); Band LXIII, Seite 355 (13. Juni 1914) und insbesondere betreffend Anlage Trostberg (mit Abbildungen) in Band LXVIII, Seite 21 (15. Juli 1916). Red.

Turbinen und der Hilfseinrichtungen auf dem Maschinenboden ermöglichte neben der grossen Uebersichtlichkeit eine bequeme Zugänglichkeit, bezw. einfache Montage und Demontage, wobei sozusagen alle Teile, und im besonderen die beweglichen ganz im Bereich der Krananlage liegen. In dieser Hinsicht ist zu erwähnen, dass dank der gedungenen Konstruktionshöhe der Maschinengruppen zufolge Ausschaltung des Zwischenbodens und Verwendung von einfachen Turbinen-Laufrädern, die Möglichkeit vorliegt, den ganzen rotierenden Teil, also den Generator-Rotor und das Turbinenlaufrad, in einem Stück mittels der Laufkrane hochzuziehen, was bei Revisionen und Reparaturen von besonderem Vorteil ist. Die sonstigen wichtigen Vorteile, die überdies mit der Verwendung von einfachen Turbinen-Laufrädern sich ergaben, sind unter „Allgemeine Anordnung“ auf Seite 177 von Nr. 16 bereits angeführt worden.

Da das Werk Ruppoldingen des Elektrizitätswerkes Olten-Aarburg A.-G. Zweiphasenwechselstrom von 40 Per/sek abgibt, wurde ursprünglich in Aussicht genommen, im Kraftwerk Gösgen nebst Drehstrom von 50 Perioden auch 40 Perioden-Strom zu erzeugen. Zwei Maschinengruppen, und zwar die dem Kommandoraum am nächsten stehenden, wurden deshalb zur abwechslungsweisen Erzeugung von 40 und 50 Perioden-Strom und die zugehörigen Turbinen für den Betrieb mit den entsprechenden Umlaufzahlen vorgesehen. Da aber noch während des Baues der Anlage Gösgen das Elektrizitätswerk Olten-Aarburg den Umbau

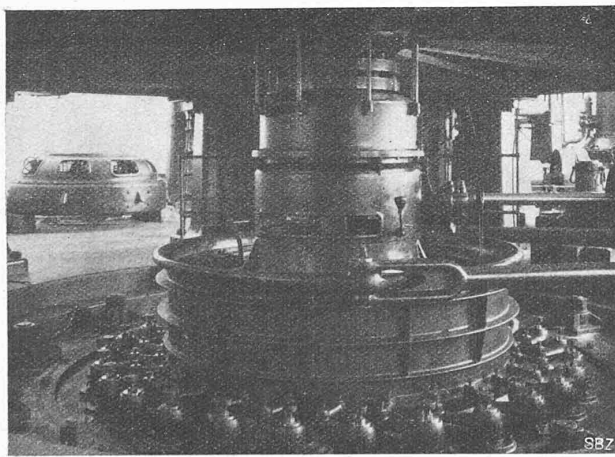


Abb. 112. Regulier-Ring der Turbinen.

ihrer Anlagen auf Drehstrom von 50 Per/sek beschloss und an die Hand nahm, konnte nachträglich von der Erzeugung von 40 Perioden-Strom in Gösgen Abstand genommen werden.

Die im Jahr 1914 vergebenen und zur Zeit aufgestellten sechs Francis-Turbinen leisten normal je rund 7000 PS. Da sie aber mit einem von 13,5 bis 17,0 m variierenden Gefälle arbeiten, vermögen sie bei dem höchsten Gefälle bis zu 10000 PS zu leisten. Die Umlaufzahl der vier normalen Einheiten beträgt 83,3, jene der erwähnten zwei Spezialgruppen 93,6 in der Minute; bei Erzeugung von 40 Perioden-Strom hätte sie 75 in der

Minute betragen. Die spezifische Drehzahl der Turbinen bewegt sich zwischen den Werten 217 und 303.

Abbildung 110 auf Seite 251 stellt einen Schnitt durch die Turbine dar; aus Abbildung 77, S. 178 (Nr. v. 17. April), geht die Anordnung des Regulators, des Servomotors und der Ölpumpen, die unterwasserseitig neben den Generatoren aufgestellt sind, hervor.

Die ganze Turbinen- und Generatorgruppe hat, wie schon erwähnt, bloss zwei Führungslager, eines unmittelbar oberhalb des Turbinenlaufrades am Leitraddeckel (siehe Abbildung 110) das andere im obren Stern des Generators, auf dem auch das Spurlager ruht, das ebenfalls zur Turbinenlieferung gehörte (vergl. Abbildung 116 auf Seite 253). Die vom Spurlager aufzunehmende totale Belastung, herrührend vom Gesamtgewicht des rotierenden Teiles und vom axialen Wasserdruck im Laufrad, beträgt rund 100 t. Es sind zwei verschiedene Arten von Spurlagern vorhanden, und zwar haben vier Gruppen das bekannte, in Abb. 116 dargestellte Oeldruck-Spurlager mit separat erzeugtem Oeldruck, während die zwei anderen mit dem Gleitlager der neuesten Ausführung der Firma Escher Wyss & Cie, das den Entlastungsdruck selbst erzeugt, ausgerüstet sind. Auch diese Einheiten erhielten jedoch eine besondere Oeldruckanlage, um die Möglichkeit zu schaffen, im Notfalle rasch auf den Betrieb mit Drucköl übergehen zu können. Die Gleitlager haben sich aber, wie auch in andern grossen Anlagen, z. B. im Biaschinawerk, sehr gut bewährt, und es dürfte wohl heute die Reserve-Stupföldruckanlage als überflüssig betrachtet werden.

Die Wasserführung aus der Betonspirale zu den beweglichen Leitschaufeln erfolgt durch den festen Leitapparat, dessen unterer und oberer Tragring die Einlaufspirale soweit verkleiden, dass an der Uebergangsstelle keine für den Verputz unzulässige Geschwindigkeit auftritt.

Das Laufrad mit Gusschaufeln (Abbildung 111) ist in einem Stück, das 25 bis 26 t wiegt, gegossen. Es ist bei der Nabe an der Turbinenwelle direkt verflanscht und so kräftig gebaut, dass es z. B. bei Demontage des Spurlagers, nach Abstützen des äusseren Kranzes auf dem vorspringenden gusseisernen Untersatz in der oberen Partie

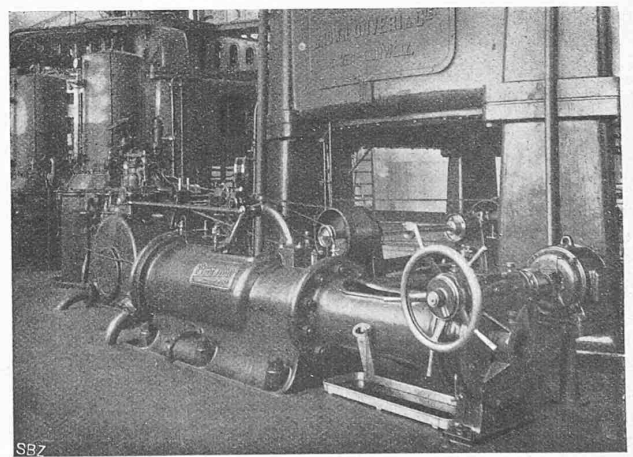


Abb. 113. Drucköl-Regulator der Turbinen.

des Saugrohres, das Gewicht des ganzen rotierenden Teiles des Aggregates tragen kann. Die beweglichen Leitschaufeln sind aus Stahlguss und in einem Stück mit ihren Drehzapfen gegossen. Die in Bronzebüchsen laufenden Drehzapfen sind unten in einem auf dem festen Leitapparat, zwischen diesem und dem Laufradkranz sitzenden Zwischenring gelagert, während sie oben in dem unmittelbar über Laufrad und Leitapparat befindlichen gusseisernen Leitraddeckel geführt werden (Abbildung 110). Dieser bildet in der Spiraldecke den Abschluss der im Maschinenhaus-Boden ausgesparten kreisförmigen Turbinenöffnung und trägt auf einem Armkreuz das Turbinenführungslager. Am

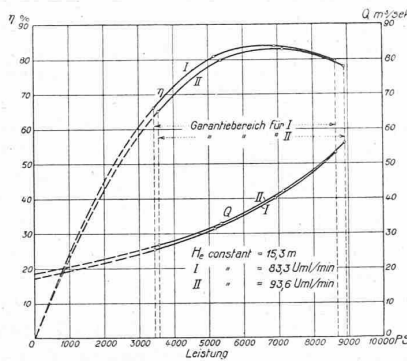
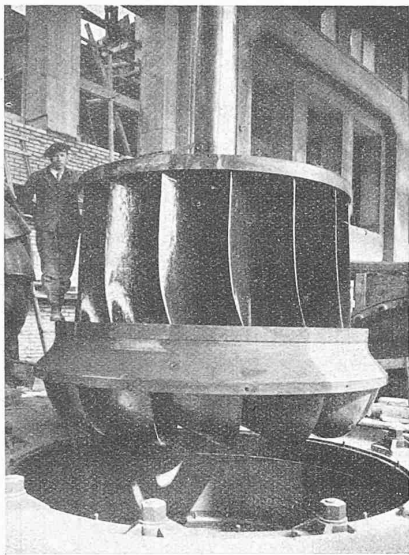


Abb. 114. Garantierte Wirkungsgrade und Wassermengen für die Turbinen mit 83,3 Uml/min (I) und für jene mit 93,6 Uml/min (II).

Austritt der Turbinenwelle durch den Deckel sorgt eine zweiteilige Stopfbüchse für eine gute Abdichtung. Das gleiche ist der Fall bei sämtlichen oberen Drehzapfen, die über den Leitrad-Deckel heraustreten, zwecks Aufnahme von Verlängerungs-Achsen, mittels derer die beweglichen Leiterschaukeln durch eine als oberer Abschluss der Turbinenöffnung ausgebildete sogen. Aussenregulierung betätigt werden (Abbildung 112).

Der Regulierung mit Walzenführung ist derart angeordnet, dass die beiden konvergierenden Stangen des Servomotors in Differenzialausführung unmittelbar oberhalb des Generatorbodens durchgeführt werden konnten (Abbildung 110).



[Abb. 111. Laufrad der Turbine.]

Die automatische Drucköl-Geschwindigkeitregulierung (Abb. 113) wird durch den grösstenteils nach neuen Prinzipien vom Turbinenlieferanten konstruierten und patentierten Regulator mit in vollständig dichtem Gehäuse eingebautem, in Kugellagern laufendem Federpendel bewerkstelligt. Durch eine im Zusammenhang mit dem Kompensator getroffene besondere Konstruktion des Regulator-Steuerventiles wird erreicht, dass eine schwingungslose Regulierung bei grossen Belastung-Schwankungen gesichert ist, ohne dass gleichzeitig die Geschwindigkeit-Schwankungen bei relativ kleinen Belastungsänderungen ungünstig beeinflusst, d. h. grösser gestaltet werden. Die Regulator sind mit einer Drehzahl-Verstellvorrichtung ausgerüstet, die sowohl von Hand, als auch elektrisch durch einen Elektromotor, vom Kommandoraum aus zur Einstellung auf die richtige Umlaufzahl betätigt werden kann. Entsprechend der grossen Leistung des Aggregates sind, wie aus der Abbildung hervorgeht, die Servomotoren von den Regulatorn getrennt aufgestellt. Ausser der automatischen Regulierung ist noch eine rein mechanische Regulierung am Servomotor angebracht, die normalerweise mittels Elektromotor betätigt wird, aber ausnahmsweise auch von Hand bedient werden kann. Zur Erzeugung des notwendigen Oeldruckes für die Drucköl-Spurlager und für das Reguliersystem dienen zwei symmetrisch angeordnete, identische zweistufige Zahnradpumpen mit oberhalb des Pumpengehäuses aufgebautem Windkessel. Das Oel wird aus einem gemeinsamen Oelbehälter in die Windkessel befördert, von wo es zu den Spurlagern bzw. zum Reguliersystem gelangt,

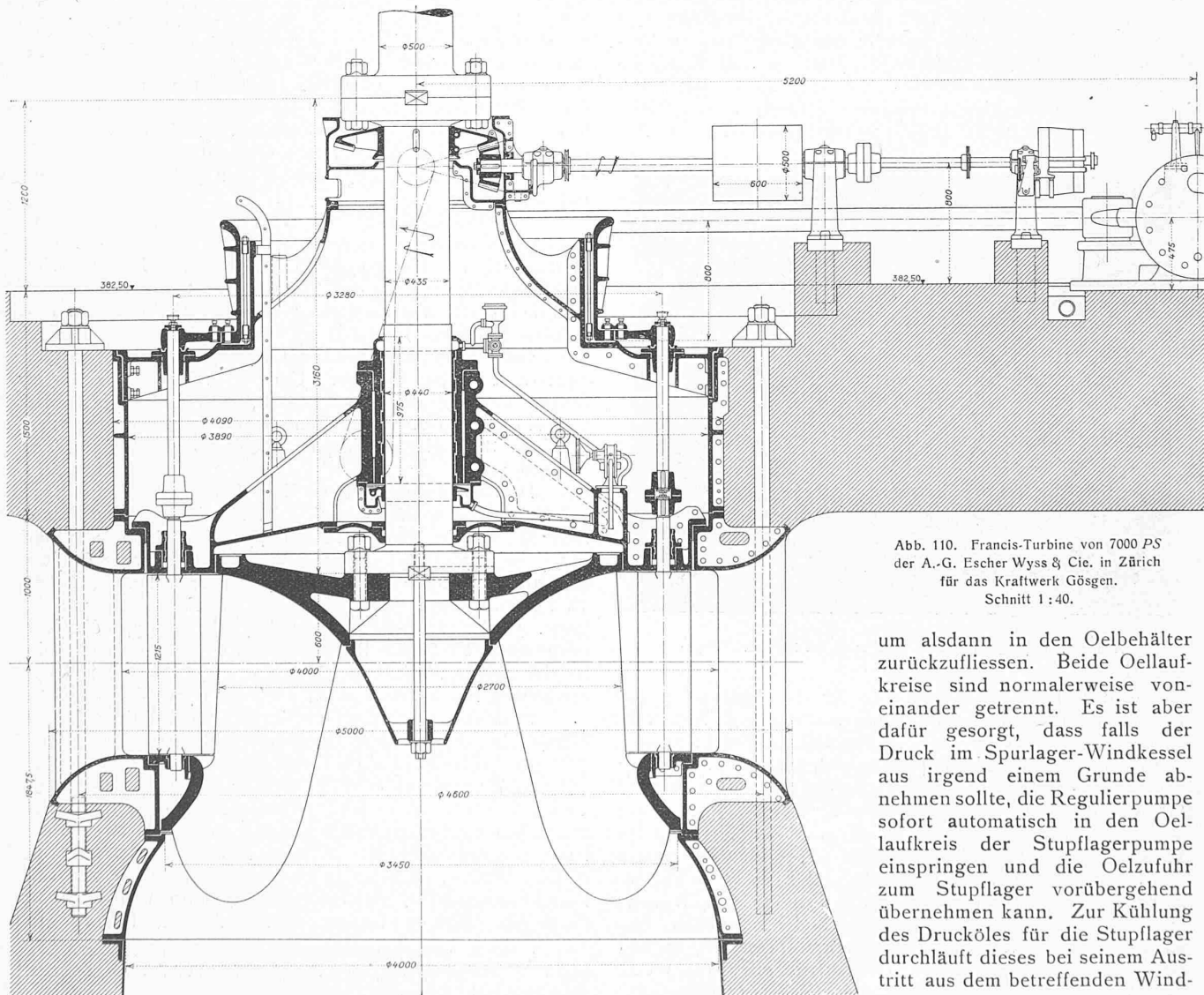


Abb. 110. Francis-Turbine von 7000 PS der A.-G. Escher Wyss & Cie. in Zürich für das Kraftwerk Gösgen. Schnitt 1:40.

um alsdann in den Oelbehälter zurückzufließen. Beide Oellaufkreise sind normalerweise voneinander getrennt. Es ist aber dafür gesorgt, dass falls der Druck im Spurlager-Windkessel aus irgend einem Grunde abnehmen sollte, die Regulierpumpe sofort automatisch in den Oellaufkreis der Stupflagerpumpe einspringen und die Oelzufuhr zum Stupflager vorübergehend übernehmen kann. Zur Kühlung des Drucköles für die Stupflager durchläuft dieses bei seinem Austritt aus dem betreffenden Wind-

kessel eine um deren untern Teil verlegte, durch Zirkulationswasser umspülte Rohrschlange, während bei den Gleitlagern eine eingebaute Kühlschlange die Oelkühlung im Lager selbst besorgt. Das zum Reguliersystem bestimmte Drucköl wird in ähnlicher Weise wie jenes für die Stupflager gekühlt, ohne jedoch am Austritt aus dem Windkessel durch eine Kühlschlange geleitet zu werden.

Wie früher schon erwähnt, sind die Oelbehälter in der unterwasserseits durchlaufenden Galerie unterhalb des Maschinenhausbodens untergebracht. Beide Oelpumpen werden während des Betriebes der Maschine von einer über Maschinenhausboden verlegten horizontalen Vorgelegewelle aus mittels Riemen angetrieben (Abbildungen 110 und 116). Ein eingekapseltes, in Oel laufendes konisches Räderpaar treibt von der Turbinenwelle aus die Vorgelegewelle an. Beim Anlassen der Turbine wird zudem die Oelpumpe für das Stupflager durch einen eigens dazu aufgestellten Elektromotor, ebenfalls unter Zwischenschaltung eines Riementriebes angetrieben. Beide Riementriebe zu dieser Pumpe haben Voll- und Leerscheibe, sodass sie jederzeit umgewechselt werden können, wogegen der Riementrieb der Regulierpumpe nur eine Vollscheibe hat. Der Pendelantrieb erfolgt ebenfalls mittels Riemen, von der Vorgelegewelle aus, und ist bei zwei Gruppen als Doppelkonus entsprechend den beiden möglichen Drehzahlen angeordnet. Von der Vorgelegewelle aus wird noch eine kleine Oelzirkulationspumpe für jedes Führungslager angetrieben.

Zum Absaugen von allfälligem sich über dem Leitrad-Deckel der Turbinen ansammelndem Verlust- bzw. Leckwasser ist eine besondere Absaugleitung vorgesehen, die am innersten Teil des Deckels einmündet und an dieser Stelle mit dem Vakuum des Saugrohres in Verbindung kommt. Eine kleine doppelte zentrale Kompressoranlage mit elektromotorischem Antrieb ist am turmseitigen Ende des Maschinenhauses aufgestellt und liefert Druckluft einerseits in die Oeldruckwindkessel beim An-

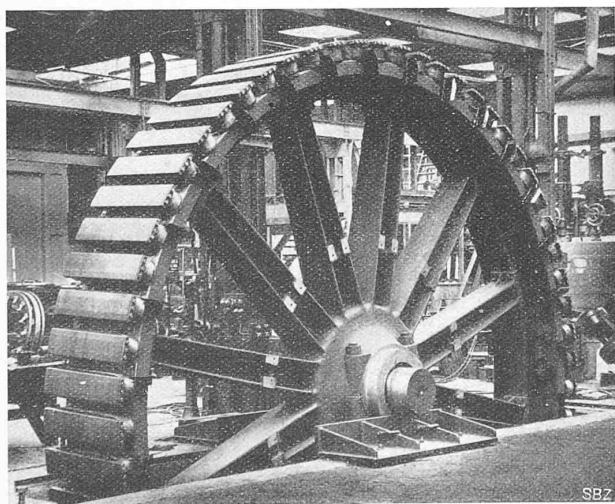


Abb. 118. 64-poliges Rad eines Generators des Kraftwerk Gösgen.

lassen der Maschinen, andererseits für die Betätigung von Druckluftbremsen, die an den Generatoren (vergl. Abb. 116) zum raschern Stillsetzen der Aggregate angebracht sind.

Die in Abbildung 114 aufgezeichneten Kurven geben bei dem meist vorkommenden Gefälle von 15,3 m und für die beiden Umlaufzahlen von 83,3 bzw. 93,6 in der Minute die vom Lieferanten für die Turbinen garantierten Wirkungsgrade und Wassermengen an, und zwar erstere als Verhältnis der vom Generator und Erreger aufgenommenen Leistung zur theoretisch aus Produkt von Wassermenge und Gefälle ermittelten. Bei anderen Gefällen verschieben sich die Wirkungsgradkurven entsprechend, sodass, im besondern bei den hohen Gefällen, die effektiven Werte der Wirkungsgrade angehört die gleichen bleiben.

Die Generatoren und Erreger.¹⁾

Die durch ihre grossen Abmessungen auffallenden und dennoch gefälligen sechs vertikalaxigen Generatoren mit den oberen über die Spurlager fliegend aufgebauten Erregermaschinen sind aus der kurz nach erfolgter Montage aufgenommenen, in Abbildung 84 (Nr. vom 17. April) wiedergegebenen Innenansicht der Zentrale ersichtlich, während Abbildung 115 auf Seite 249 einen fertiggestellten Generator zeigt. Die Höhe der acht hohlen gusseisernen Stützsäulen, die den Stator tragen, gestattet den ungehinderten Zugang zu den unterhalb des Generators stehenden Turbineneinrichtungen, wie Aussenregulierung, unteres Führungslager, Antrieb usw. Die beiden Zugstangen zum Reguliering der Turbine und die Antriebs-Vorgelegewelle sind zwischen den zwei dem Servomotor zugekehrten Stützsäulen geführt; je zwischen diesen und den beidseitig nächstfolgenden Säulen läuft der Antriebsriemen der Antriebsriemen zu der Stupflager- bzw. zu der Regulierpumpe (vergl. Abb. 77 und 78, S. 178/179, Nr. vom 17. April). Ferner ist unterhalb des Stators der von den beiden dem

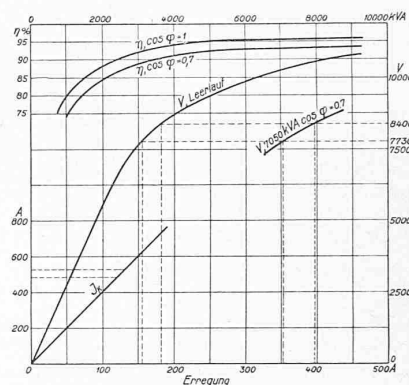


Abb. 119. Charakteristische Kurven des Generators, η = Wirkungsgrad, V = Spannung, J_k = Stromstärke im Kurzschluss.

Kommandoraum zugekehrten Stützsäulen umschlossene Raum durch ein mit perforiertem Blech verkleidetes Schaltfeld belegt, in dem Unterbrecher und Kabelend-Verschlüsse für den Anschluss der von den Generatoren ausgehenden, zur Schaltanlage führenden 8000 Volt Kabelleitungen untergebracht sind.

Die Verankerung der Generatoren im Maschinenhausboden erfolgt an den Sockeln der Stützsäulen mittels je vier Bolzen von 58 mm Durchmesser. Bei der sich ergebenden Verteilung der Stützsäulen über der Turbinen-Spirale konnten alle Verankerungsbolzen durch die armierte Betonbodenplatte hindurch geführt und auf der unteren Seite mit starken und breiten Unterlagscheiben unter den Muttern versehen werden. Um vorspringende Teile im Innern der Spirale zu vermeiden, sind Unterlagscheiben und Muttern in Aussparungen eingelassen, die vermauert und mit dem glatten Verputz überzogen sind (vergl. Abbildung 116).

Die Generatoren, deren Einzelheiten die Abbildungen 116 und 117 erkennen lassen, sind für eine normale Dauerleistung von je 7050 kVA bei 7700 bis 8400 Volt und $\cos \varphi = 0,7$ gebaut. Die vier Generatoren für 50 Per/sek, die mit 83,3 Umdrehungen in der Minute laufen, haben 72 Pole, die zwei ursprünglich für die Erzeugung von 40 bzw. 50 periodigem Strom bei 75 bzw. 93,6 Uml/min bestimmten 64 Pole. Bei diesen letzteren hätte sich beim Betrieb mit 40 Per/sek die Generatorenspannung bei gleichbleibender Normalleistung zu 6200 bis 6700 Volt ergeben.

In den Abmessungen und in den konstruktiven Einzelheiten sind die beiden Generatoren-Typen genau gleich gebaut; das Gewicht eines Generators samt Erreger beträgt 168000 kg, wovon etwa 56000 kg auf die rotierenden Teile: Polrad, Welle und Erregeranker entfallen. Das obere Lagerkreuz, auf dem unter dem Erreger das Spurlager untergebracht ist, — eine Anordnung, welche die A.-G. „Motor“, Baden, schon früher in ihrer Zentrale Biaschina einführte, und die damals schon gemeinschaftlich durch die Firmen Brown, Boveri & Cie., Baden, und

¹⁾ Die Abschnitte betr. Generatoren und Transformatoren sind unter Benützung von Mitteilungen der Firma Brown, Boveri & Cie in Baden zusammengestellt worden.

Escher, Wyss & Cie., Zürich, mit bestem Erfolg ausgeführt wurde — hat ausser den rotierenden Teilen des Generators von der Turbine her eine Belastung von ca. 43 t aufzunehmen, sodass sich auf dieses, bezw. auf das Spurlager die schon früher erwähnte Totalbelastung von rund 100 t ergibt.

Das Statorgehäuse ist vierteilig und ruht, wie eingangs erwähnt, auf acht gusseisernen Säulen; das Statorisen hat 6800 mm Bohrung und ist an seinem innern Umfang mit den Wicklungsnuten versehen, in denen die Spulen mittels Holzkeilen befestigt sind; die Spulen selbst sind imprägniert und mit Glimmer-Umpressung isoliert. Zum Zwecke ausgiebiger Belüftung ist das Statorisen durch Luftschlitze in 15 schmale Pakete eingeteilt. An seinem äussern Umfang besitzt das Statorgehäuse grosse, durch Glanzbleche abgeschlossene Öffnungen, die zu Reinigungszwecken dienen. Auf dem Statorgehäuse ruht der Lagerstern, dessen acht Arme gewissermassen die Fortsetzung der Statorsäulen bilden und entsprechend der aufzunehmenden Belastung als kräftige Hohlträger ausgebildet sind. Der Radkörper des Polrades (Abbildung 118) ist vollständig aus Stahlguss und besteht aus dem zweiteiligen Radstern und dem vierteiligen Radkranz; diese Unterteilung ermöglicht es, mit einem Minimum von Gewicht auszukommen. Das Schwungmoment des Polrades beträgt auch so noch 1500 tm^2 , während für die vorgeschriebenen Turbinenregulierungs-Garantien nur etwa 1000 tm^2 erforderlich gewesen wären.

Die ebenfalls aus Stahlguss erstellten Magnetpole tragen lamellierte Polschuhe sowie die aus Kupferband gewickelten Magnetspulen. Die Schleifringe befinden sich unterhalb des Polrades, sind also vom Maschinenhausboden aus zugänglich.

Zwischen Polrad und Turbinenlage ist die Welle mit einer Flanschkupplung versehen, sodass nötigenfalls das Polrad unabhängig von der Turbine abgehoben werden kann. Die bei der Besprechung der Turbine erwähnte, mittels Druckluft aus der zentralen Kompressorenanlage betätigte Bremse, durch die das Aggregat in wenigen Minuten zum Stillstand gebracht werden kann, ist aus Abbildung 116 ersichtlich. Die Lüftung des Generators erfolgt in der Weise, dass die Kühlluft von unten angesaugt und nach Bestreichung der aktiven Teile nach oben ausgestossen wird; die Luftförderung besorgt das Polrad selbst, einerseits durch die Pole und entsprechende Öffnungen im Polradkranz, andererseits durch besondere am Rad befestigte Ventilationsflügel.

Jeder Generator besitzt seine eigene Erregermaschine, eine auf dem obern Lagerstern befestigte 10-polige Nebenschlussdynamo mit Hüllspulen, bemessen für eine maximale Leistung von 145 kW bei 250 Volt. Zur Bedienung und Kontrolle des Erregers und des Spurlagers ist eine mit Geländer versehene Plattform mit Zugangstreppe vorhanden.

Für die Generatoren wurde bei normaler Dauerleistung eine Temperaturzunahme von maximal 50° C und über-

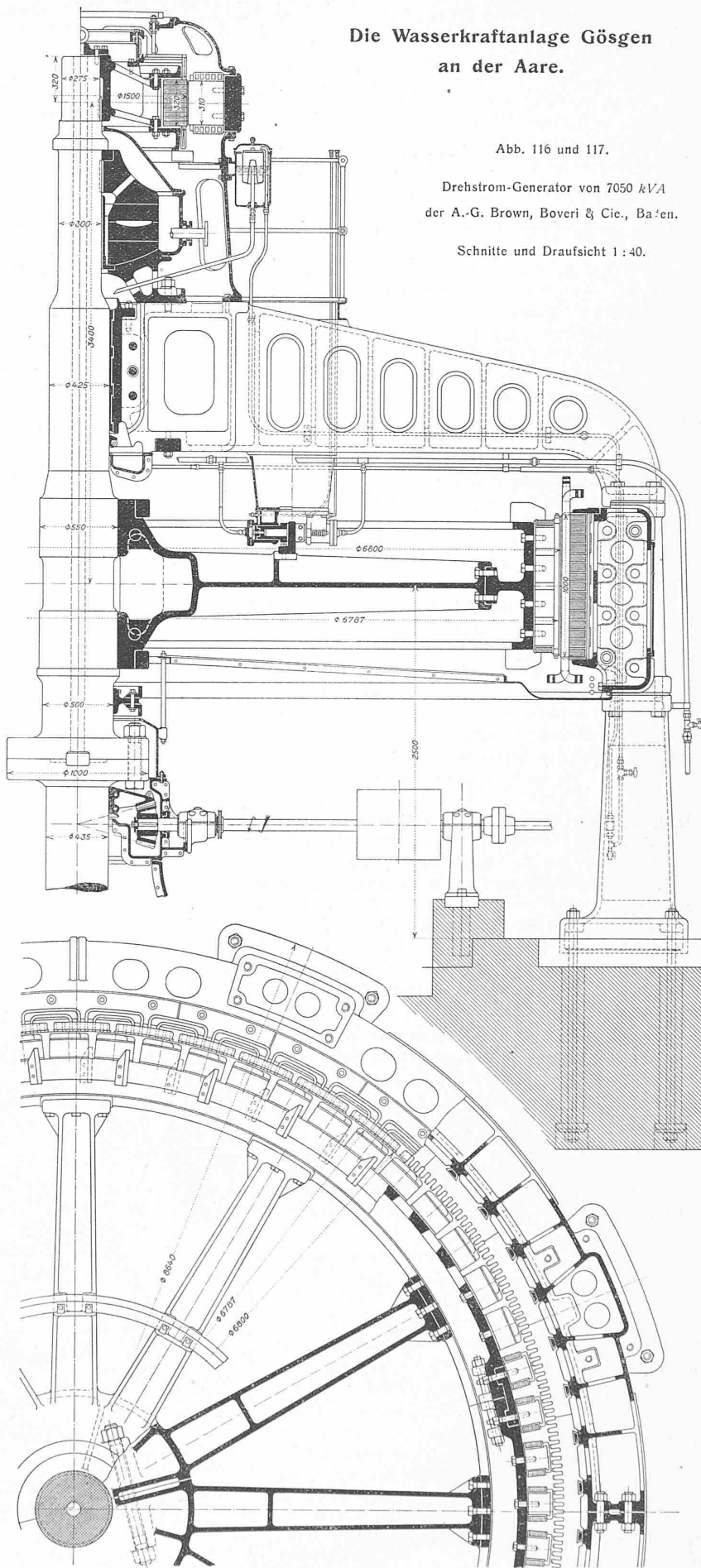


Abb. 116 und 117.

Drehstrom-Generator von 7050 kVA
der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Schnitte und Draufsicht 1:40.

dies eine dauernde Ueberlastung um 10% und eine kurzzeitige um 25% garantiert. Der Wirkungsgrad des mit 83,3 Uml/min arbeitenden Generators wurde bei Vollast und $\cos \varphi = 0,7$ zu 92,5%, bei $\frac{3}{4}$ Last zu 91,5% und bei $\frac{1}{2}$ Last zu 89% garantiert. Bei diesen Garantiezahlen ist jedoch mit einer Ueberschreitung des Wirkungsgrades um 1 bis 2% zu rechnen. Die charakteristischen Kurven des Generators gehen aus Abbildung 119 hervor.

(Forts. folgt.)

Die schweizer. Eisenbahnen im Jahre 1919.

(Schluss von Seite 246.)

Rollmaterial.

Wegen der hohen Preise macht sich in bezug auf Ergänzungen und Neuanschaffungen im allgemeinen starke Zurückhaltung geltend. Einzig bezüglich der Beschaffung elektrischer Lokomotiven für die zu elektrifizierenden Linien trifft dies nicht zu. Von den Bundesbahnen wurden im Laufe des Jahres 32 Stück bestellt, und zwar an Einphasenwechselstromlokomotiven 13 Güterzuglokomotiven der Bauart 1C+C1 bei der Maschinenfabrik Oerlikon, 6 Schnellzuglokomotiven 1B+B1 und 1 Lokomotive 1B1+1B1 und 4 Lokomotiven 2C1 bei Brown Boveri & Cie. in Baden, 6 Schnellzuglokomotiven 1B1+B1 bei den Ateliers de Sécheron in Genf, sowie zwei Drehstromlokomotiven für die Strecke Sitten-Iselle bei Brown Boveri & Cie., je in Gemeinschaft mit der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur. Auch die Lötschbergbahn hat 14 elektrische Lokomotiven für die erwähnten Linien der Bernischen Dekretsbahnen, und zwar je sieben Stück 1B+B1 an die MFO und an BBC in Auftrag gegeben.

Der Mangel an normalspurigen Güterwagen machte sich zeitweise noch immer etwas fühlbar. Im Bau von privaten Güterwagen (Kessel-, Fass- und sonstigen Wagen) ist noch kein Rückgang zu verzeichnen; es waren 53 Vorlagen und 48 Indienstsetzungen zu behandeln gegenüber 33 bzw. 36 im Vorjahre.

Der Bestand an Spezialfahrzeugen zum Transport von Normalspurwagen auf Schmalspurbahnen hat wieder etwas zugenommen und beträgt am Ende des Jahres 96 Rollwagen und 36 Paar Rollböcke gegenüber 92 bzw. 36 im Vorjahre.

Auch im Berichtsjahre fanden noch Verkäufe von Dampf-Lokomotiven in das Ausland statt, was bei der weiter fortschreitenden Elektrifizierung wohl verständlich ist und übrigens nur in dem Masse gestattet wird, das in jedem Falle zulässig erscheint.

Bezüglich Verbesserungen am Rollmaterial ist zu erwähnen, dass auf Ende des Jahres 732 oder 52,3% aller Dampflokomotiven mit Rauchverminderungseinrichtungen ausgerüstet waren gegenüber 733 oder 51,8% im Vorjahre und mit Dampfüberhitzung 376 oder 26,4% gegenüber 373 oder 26,0% im Vorjahre.

Ueber den Stand der elektrischen Beleuchtung in den Personenwagen bei den normalspurigen Bahnen gibt nachstehende Zusammenstellung Auskunft:

Petrolbeleuchtung,	122 Wagen	oder	3,19%	(3,82%)
Gasbeleuchtung	94	"	2,46%	(2,78%)
Elektr. Beleuchtung	3610	"	94,35%	(93,5%)

Die Bemühungen des Departements, die Bahnen auch zum Ersatz der Lokomotiv-Petrollaternen zu veranlassen, ergaben noch keine nennenswerten Erfolge.

Auch bezüglich der Einführung der elektrischen Zugheizung auf den normalspurigen Bahnen hat das Berichtsjahr keinen merklichen Fortschritt gebracht; die Angelegenheit befindet sich noch im Studium.

Auf der Lötschbergbahn haben die mit elektrischen Lokomotiven der Bundesbahnen vorgenommenen Versuche die Möglichkeit der elektrischen Bremsung, verbunden mit Stromrückgewinnung, bewiesen.¹⁾

Die Ausrüstung der Trambahnmotorwagen mit selbsttätigen Schutzvorrichtungen neuer Bauart (mit Taster und Fanggitter) gegen das Ueberfahren von Personen und die Verbesserung dieser Apparate macht Fortschritte. Auf Ende des Berichtsjahres waren 281 oder 28,3% aller Trambahnmotorwagen mit solchen Schutzvorrichtungen ausgerüstet (im Vorjahre 23,5%).

¹⁾ Vergl. Band LXXIV, S. 84 (16. August 1919).

Bei elektrischen Schmalspurbahnen mit Adhäsionsbetrieb waren auf Ende 1919 mit elektromagnetischen Schienenbremsen ausgerüstet: 7 oder 10,1% aller Lokomotiven, 522 oder 39,7% aller Motorwagen, 10 oder 1,26% aller Anhängewagen. Auch bezüglich der Einführung dieser Sicherheitsvorrichtung, die bei Strassenbahnen nur bei mehr als 60‰ Gefälle auf Ueberlandstrecken und mehr als 50‰ Gefälle auf städtischen Strecken verlangt wird, ist ein Fortschritt zu verzeichnen.

Die selbsttätig wirkende Wagenkupplung wurde im Berichtsjahre von drei weiteren Strassenbahnen eingeführt und findet sich nun bei zwölf Bahnen vor.

An Materialschäden sind dem Departement zur Kenntnis gebracht worden: Lokomotiv- und Motorwagenschäden 150 bei den Bundesbahnen, 375 bei den übrigen Bahnen; ferner 1472 Kuppelungsbrüche gegen 2093 im Vorjahre, 17 Radreifenbrüche und 46 Achsenbrüche.

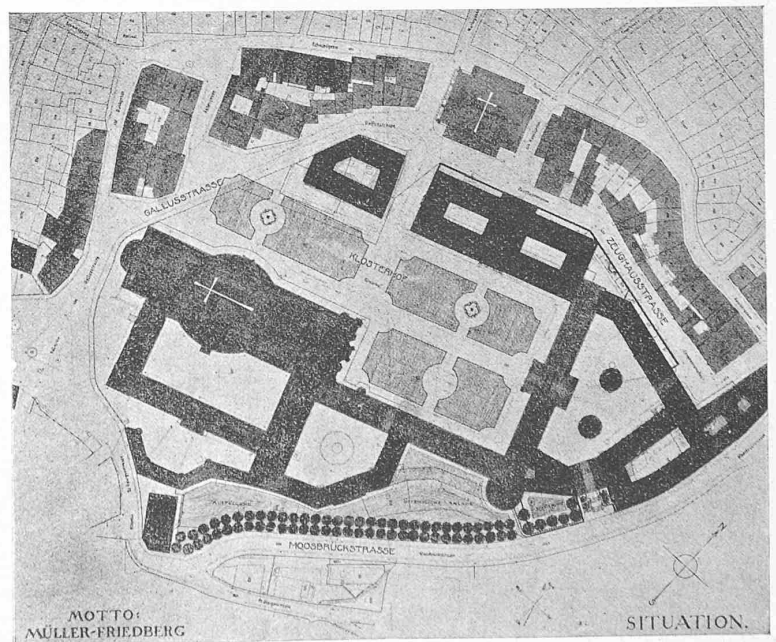
Für die Ausbesserung oder den Ersatz von kupfernen Feuerbüchsteilen wird immer Eisen verwendet, jedoch schon in vermindertem Masse, da Kupfer wieder etwas leichter erhältlich ist. Das Departement hat über die Erfahrungen, die mit den eingebauten eisernen Ersatzteilen gemacht wurden, Erhebungen angestellt, die jedoch noch nicht zum Abschluss gebracht werden konnten.

Die im Frühjahr in beträchtlichem Umfang aufgenommene Holzfeuerung auf den Lokomotiven musste während der trockenen Jahreszeit wegen der Feuersgefahr eingestellt werden, da trotz aller Bemühungen ein sicheres Mittel zur Verhütung des Funkenwurfes nicht gefunden wurde.

Bauausgaben.

Die im Laufe des Berichtsjahres durchgeführte Prüfung der Baurechnungen für das Vorjahr 1918 ergab einen Zuwachs an Bauwert von 62,5 Mill. Fr. gegenüber 23,5 Mill. Fr. im Jahre 1917, 34,5 Mill. Fr. im Jahre 1916 und 78,0 Mill. Fr. im Jahre 1915. Dabei entfallen 61,8 Mill. Fr. auf die Bundesbahnen (davon der Hauptteil für die Elektrifizierung), 6,7 Mill. Fr. auf die Schmalspurbahnen, 2,6 Mill. Fr. auf Trambahnen und 142 000 Fr. auf Drahtseilbahnen, während die privaten Normalbahnen infolge des Verkaufes der Tösstal- und der Wald-Rüti-Bahn an den Bund mit einer Abnahme der Baukosten von 8,8 Mill. Fr., die Zahnradbahnen mit einer solchen von 51 000 Fr. in der Aufzählung figurieren.

Als gesamte bis Ende 1918 für das schweizerische Eisenbahnnetz gemachte Ausgaben werden angegeben: für die Bundesbahnen 1587 Mill. Fr., für die andern Normalspurbahnen 325,5 Mill. Fr., für die Schmalspurbahnen 326 Mill. Fr., für die Zahnradbahnen 51,6 Mill. Fr., für die Trambahnen 91,5 Mill. Fr. und für die Drahtseilbahnen 29 Mill. Fr., zusammen rund 2411 Mill. Fr. gegenüber 2348 Mill. Fr. zu Ende 1917.



Entwurf Nr. 3 (Prämie 8000 Fr.). — Arch. Ernst Fehr in St. Gallen. — Situationsplan 1:3000.