

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 3

Artikel: Die Maschinen-Anlage des Schwarzenbach-Werkes in Schwarzwald
Autor: Treiber, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38943>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.03.2025

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

INHALT: Die Maschinenanlagen des Schwarzenbachwerkes im Schwarzwald. — Wettbewerb für ein Kirchengemeindshaus in Zürich-Wipkingen. — Grundsätze für architektonisches Schaffen. — Die neuen amtlichen Vorschriften für Eisenbauwerke der Deutschen Reichsbahn. — Miscellanea: Ausfuhr elektrischer Energie. Zum Wiederaufbau in Kleinasien. Flugzeughalle aus Eisenbeton in Villacoublay (Seine-et-Oise). Ausbau des

Rheines Basel-Bodensee. Eidgenössische Technische Hochschule. Schweizerischer Technikerverband. Holländische Baukunstausstellung in Amsterdam. Lötschbergbahn. Erweiterung des Kunsthauses in Zürich. — Konkurrenzen: Reformierte Kirche in Dietikon — Nekrologie: Prof. Arnold Engler. Julius Kunkler. — Literatur. — Vereinsnachrichten: S. T. S.

Band 82.

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

Nr. 3.

Die Maschinen-Anlagen des Schwarzenbach-Werkes im Schwarzwald.

Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe.

Das zur Zeit im Bau befindliche Schwarzenbachwerk der Badischen Landes-Elektrizitätsversorgung (Badenwerk) A.-G., das die mit dem grössten Gefälle in Deutschland arbeitende Hochdruckanlage darstellt, ist eine Erweiterung des 1918 in Betrieb gesetzten *Murgwerkes* in Forbach (Baden). Dieses nützt das Wasser der Murg, eines Nebenflusses des Rheins, mit rd. 14,5 m Gefälle aus und ist mit fünf Maschinensätzen, bestehend aus einfachen Francis-Spiralturbinen von 7000 PS Höchstleistung bei 500 Uml/min ausgerüstet. Da es nur einen verhältnismässig kleinen Sammelweiher vor dem Einlauf des rd. 5 1/2 km langen Stollens und ein entsprechendes Ausgleichbecken unterhalb der Hochdruck-Anlage besitzt, kann unter den vorliegenden Betriebsverhältnissen nur eine Wasserführung der Murg bis zu 13 m³/sek im Sommer, bzw. 14 m³/sek im Winter voll ausgenützt werden, wobei zu Zeiten der Spitzenbelastung bis zu 22 m³/sek in den Hochdruckturbinen verarbeitet werden. Das im Bau befindliche *Schwarzenbachwerk* stellt nun eine wertvolle Ergänzung der bestehenden Anlage dar, da es aus einem 15 Mill. m³ fassenden Staubecken im Schwarzenbachtal mit Jahresausgleich gespeist wird. Die Anlage eines zweiten, rd. 16 Mill. m³ fassenden Staubeckens im Raumünzachtal ist einer späteren Vergrösserung des Schwarzenbachwerkes vorbehalten. Für die Anlage dieser Staubecken liegen insofern sehr günstige Verhältnisse vor, als in nur rd. 2000 m Luftlinien-Abstand von der bestehenden Anlage oberhalb Forbach die Möglichkeit zur Errichtung der Talsperre im Schwarzenbach- und der etwas weiter entfernten im Raumünzachtal besteht, durch die diese Seitenbäche der Murg auf rd. 370 m über dem Flusspiegel am Hochdruckkrafthaus bei Forbach aufgestaut werden können. Auf derartig kurze Strecken zusammenfassbare Hochdruckgefälle gehören, besonders in Deutschland, zur Seltenheit.

Die beiden genannten Staubecken sollen unmittelbar miteinander verbunden werden, gleichen also ihren Wasserspiegel untereinander aus; die Wasserentnahme erfolgt in der Regel aus der Schwarzenbachsperre, es werden aber Vorkehrungen getroffen, dass die Maschinen des Schwarzenbachwerkes auch unmittelbar aus der Raumünzachsperre gespeist werden können.

Die jetzt im Bau befindliche Schwarzenbach-Sperrmauer erhält eine grösste Höhe von rd. 67 m, eine Sohlenstärke von 50 m; ihre Mauerkrone ist 380 m lang. Die grösste Stauhöhe über der Talsohle ist 51,5 m, die tiefste Absenkung des Seespiegels 40 m. Die Mauer wird als Schwergewichtsmauer in Gussbeton mit grossen Granitblock-Einlagen hergestellt und überall auf klingendem Felsen gegründet; die Mauerwerkmasse beträgt 290 000 m³. Die Entnahme des Betriebswassers aus der Schwarzenbachsperre erfolgt in neuartiger Weise durch einen Entnahmestollen, der in seinem ersten Stück als Eisenbetonrohr ausgebildet unmittelbar auf der Sperrmauer-Wasserseite beginnt, das linke Hangwiderlager der Mauer in grossem Bogen umfährt, um sodann in den eigentlichen Druckstollen überzugehen. Die Gesamtlänge der Stollenleitung bis zum Wasserschloss beträgt 1730 m. Im Gegensatz zu den meisten Ausführungen findet also die Entnahme des Betriebswassers nicht durch Rohrleitungen, statt, die durch die Mauer verlegt sind; dies ist nur mit zwei 0,80 m weiten Grundablässen der Fall, die durch sogenannte *Kugelschieber* gleicher Lichtweite, im vorliegenden Fall durch solche in Sonderbauart mit Doppelverschluss, abgesperrt werden; auf deren Bauart und Vorteile werden wir noch zu sprechen kommen. Der Einlauf in den Ent-

nahmestollen an der Sperrmauer kann durch eine entlastete *Zylinderschütze* verschlossen werden, deren Aufzugsgestänge in einem sich an die Wasserseite der Mauer anlehenden Turm hochgeführt wird. Das elektrisch betätigte Windwerk steht auf der Plattform des Turmes über dem Stauspiegel. Vor dem Anheben des eigentlichen Verschlusszylinders wird durch das gleiche Aufzugsgestänge zunächst ein entlasteter Füllschieber geöffnet, durch den das anschliessende Stollenstück gefüllt wird, sodass der grosse Verschlusskörper in entlastetem Zustand mit verhältnismässig geringer Aufzugskraft angehoben werden kann. Das Betriebswasser strömt durch sechs im Fuss des Entnahmeturmes angeordnete Einlauföffnungen unter dem angehobenen Zylinderventil zunächst senkrecht nach unten in den Entnahmestollen ein und wird dann in die wagrechte Richtung des Stollenzuges gelenkt. Die sechs Einlauföffnungen werden durch Feinrechen mit Fangkörben verdeckt, die zum Reinigen während der Betriebspausen mit Hilfe des genannten Windwerkes in Führungen an der Aussenseite des Turmes über Wasser gezogen werden können.¹⁾

Nach den ersten 270 m Stollenlänge wird ein weiterer Satz Abschlussvorrichtungen eingeschaltet in Gestalt der bereits erwähnten *Kugelschieber*, und zwar erhält der Schwarzenbachstollen zwei derartige Kugelschieber von 1900 mm l. W., während die hier anschliessende Ueberleitung von der zukünftigen Raumünzachsperre durch einen Kugelschieber von 2300 mm l. W. verschlossen werden kann. Diese drei grossen Kugelschieber, die durch Elektromotoren betätigt werden, finden in einer unterirdischen, im Felsen ausgesprengten Kammer Platz und sind zu beiden Seiten durch Blechrohre in die mit entsprechenden Uebergängen ausgebildete Stollenstücke eingebunden. Die mit einem Laufkran versehene Schieberkammer selbst ist durch einen 60 m hohen Schacht mit der Oberfläche verbunden, über dem ein elektrisch betriebener Aufzug angeordnet wird. Der Entnahmestollen bis zur Schieberkammer und der eigentliche Stollen von hier bis zu dem Wasserschloss des Schwarzenbachwerkes erhält Kreisform von 3,0 m Durchmesser. Um ihn gegen den ausserordentlich hohen Innendruck von 6 at wasserdicht zu machen, werden ganz besondere Massnahmen zur Dichtung der Betonauskleidung getroffen, die eine Wiederholung der mit ähnlichen Druckstollen gemachten ungünstigen Erfahrungen möglichst vermeiden sollen.

An das *Wasserschloss* von rd. 65 m Gesamthöhe, das aus einer oberen und einer unteren Kammer und einem 10,0 m weiten Steigschacht besteht, schliesst mit einem 140 m langen Vorstollen die aus zwei Strängen bestehende *Druckrohrleitung* an, die zunächst noch auf eine grössere Strecke im Stollen eingebunden ist. Vor dem Uebergang der Rohrleitung in die Steilstrecke wird in jeden der beiden Stränge eine *Drosselklappe* mit Gewichtsakkumulator-Betätigung eingebaut; diese kann durch elektrische Fernsteuerung vom Krafthaus aus, oder selbsttätig durch eine pendelnd im Rohrrinnern aufgehängte Stauscheibe in Tätigkeit gesetzt werden, sobald durch einen Bruch in der Rohrleitung die Wassergeschwindigkeit über das normale Höchstmass von rd. 4,4 m an dieser Stelle steigt. Das Akkumulatorgewicht wirkt unmittelbar auf einen Hebel der Drosselklappenachse und wird durch einen unter ihm angeordneten Presszylinder angehoben, der nach Auslösung einer Verriegelung, die das Gewicht in der Höchstlage hält, als Bremszylinder das zu rasche Absinken des Gewichtes beim Abschluss der Drosselklappe verhindert. Mit Rücksicht auf die zwei vorerwähnten Stollenabschlüsse erscheint

¹⁾ Der mechanische Teil der beschriebenen Verschlusseinrichtung und Rechenanlage wird von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Werk Gustavsburg geliefert.

nur je eine Drosselklappe, die in der Hauptsache als Notverschluss zu wirken hat, an dieser Stelle ausreichend.

Von den beiden Parallelsträngen der Schwarzenbach-Leitung wird zunächst nur der eine verlegt,¹⁾ vom zweiten nur diejenigen Teile, die mit Brückenbauwerken usw. zusammenhängend jetzt gleich miteingebaut werden müssen. Die im Grundriss geradlinige Rohrleitung hat eine Länge von rd. 806 m und ist eingeteilt in drei Zonen von 2,00, 1,80 und 1,60 m l. W. Die Wandstärke der mittels Wasser-gas überlappt geschweissten Rohre wächst von 12 mm auf 37 mm an. Für die Verbindung der im Mittel 8,0 m langen Rohre werden ein- bis dreireihige konische und zylindrische Nietmuffen, an den Rohrkrümmern Bundflanschen verwendet. Jeder Rohrstrang ist in neun Fixpunkten verankert, unterhalb deren jeweils ein Ausdehnungstück eingeschaltet ist. Für die Montage der Schwarzenbach-Rohrleitung wird die zum gleichen Zweck beim ersten Ausbau des Werkes angelegte Standseilbahn bis zum oberen Wasserschloss verlängert. Die Druckrohrleitung geht an der Flusseite des Krafthauses in eine Verteilrohrleitung über, an welche die Turbineneinlaufrohre schräg angeschlossen sind; auch sonst ist bei der Formgebung der Verteilrohre und Turbinen-Einläufe auf möglichst günstige hydraulische Formen grösster Wert gelegt, da bei Nichtbeachtung dieser Forderung ausserordentlich hohe Druckverluste sich ergeben, was durch genaue Messungen mittels des Differentialmanometers nach Prof. Reichel (vergl. „Z. V. D. I.“ 1911, S. 1361) an der Verteilrohrleitung des ersten Ausbaues auch zahlenmässig festgestellt wurde.

Die zunächst aufzustellenden zwei Maschinensätze des Schwarzenbachwerkes, die aus dem ersten Rohrstrang gespeist werden, finden in einem Erweiterungsbau des bestehenden Krafthauses oberhalb Forbach Aufstellung (Abbildung 1 bis 3). Jeder dieser beiden grossen Maschinensätze besteht aus einer *Drillings-Freistrahlturbine*²⁾ mit je zwei Düsen vor jedem der drei Laufräder, die vertragsgemäss bei einem höchsten Nutzgefälle von 357 m eine Volleistung von 25 800 PS ergeben soll. Zuzufolge der bei der hohen Leistungsfähigkeit der beiden Lieferfirmen zu erwartenden Wirkungsgrad-Ueberschreitung dürfte eine Volleistung von mindestens 27 500 PS erreicht werden. Die Anordnung mit drei Laufrädern und je zwei Düsen wurde gewählt, um mit Rücksicht auf die Kosten der Generatoren eine möglichst hohe Drehzahl, nämlich 500 in der Minute zu erreichen. Trotz der Verteilung der Vollwassermenge auf insgesamt sechs Düsen ergibt sich unter den vorliegenden Verhältnissen noch ein verhältnismässig sehr rasch laufender Freistrahlturbintyp mit einer spezifischen Drehzahl $n_s = 23$. Es ist zwar bei den bekannten Versuchen von Reichel & Wagenbach („Z. V. D. I.“ 1914 S. 441 und 1918 S. 822) die Erweiterung des Verwendungsbereiches der Freistrahlturbine bis auf eine spezifische Drehzahl von 35 erwiesen worden; diese extrem hohe „Schnellläufigkeit“ lässt sich jedoch nur bei verhältnismässig kleinen Rädern durchführen, wo die Befestigung der einzelnen Becher auf der Radscheibe noch eher möglich ist. Bei den grossen Schwarzenbach-Turbinen macht die natürlich nicht sicher genug auszuführende Befestigung der Doppelbecher schon einige Schwierigkeiten. Die Aufgabe wurde bei der Turbine von Escher, Wyss & Cie. (vergl. Abbildung 3) in der Weise gelöst, dass die einzelnen Doppelbecher auf angeschmiedete Flanschen der Turbinenwelle gesetzt, mit diesen verschraubt und untereinander verkeilt werden. Die Firma J. M. Voith dagegen befestigt die Doppelbecher mittelst Verschraubung und Verkeilung auf besonderen Radscheiben aus Stahlguss. Die drei Laufräder werden nach Entfernung des gusseisernen Gehäuse-Oberteiles zugänglich; im Gehäuse-Unterteil sind zwischen den einzelnen Laufrädern Trennwände eingebaut.

¹⁾ Die Lieferung ist der Firma Thyssen & Cie., Mühlheim-Ruhr, die schon die aus zwei Strängen bestehende Leitung des ersten Ausbaues geliefert hat, und zwar nach Ausführungszeichnungen der Firma Escher Wyss & Cie. übertragen, wobei diese auch noch die Rohrmontage besorgt.

²⁾ Turbine I ist der Firma J. M. Voith, Heidenheim a/Br., Turbine II an Escher Wyss & Cie., Ravensburg in Auftrag gegeben.

Ein unter den Laufrädern fest eingebauter Eisenrost, der durch eine Einsteigöffnung zugänglich ist, bietet einen sicheren Stand für Arbeiten an den Laufrädern, Düsen usw. Der Abfallschacht unterhalb der Turbine ist teilweise mit Blech gepanzert, im übrigen mit Stahlbeton bewehrt. Jede Turbine besitzt einen eigenen Auslauf, an dessen Ende ein festes Ueberfallwehr für Messzwecke eingebaut ist. Auch zum Abschluss der beiden grossen Turbinen werden *Kugelschieber* zwischen die Zulaufrohre und die mit möglichst günstigen hydraulischen Formen ausgebildeten Verteilrohre mit den sechs Düsenansätzen eingeschaltet.

Die *Regulierung* der beiden Turbinen erfolgt nach der jetzt für grössere Freistrahlturbinen allgemein üblichen Art mit Hilfe einer Doppelregulierung in der Weise, dass bei Entlastungen die Wasserstrahlen zunächst mit grosser Geschwindigkeit aus dem Bereich der Laufradschaufeln abgelenkt werden, während der freie Ausflussquerschnitt durch Verschiebung der Düsenadeln langsam verkleinert wird. Durch diese langsame Verkleinerung des Düsenquerschnittes und entsprechende allmähliche Verzögerung der bewegten Wassermasse in der Druckleitung kann die Drucksteigerung im Höchstfall auf 10% beschränkt werden. Bei rasch zunehmender Belastung wirkt nur die Düsenregulierung, jetzt aber mit grösserer Geschwindigkeit. Die Bewegungen der Düsenadeln und der Strahlablenker müssen so zusammenhängen, dass diese immer unmittelbar am Strahl anliegen und ohne Leerlauf in diesen einschneiden können.

In der konstruktiven Ausführung der Doppelregulierung unterscheiden sich die beiden Lieferungen derart, dass der JMV-Doppelregler mit einem Doppelservomotor versehen ist, dessen Bewegungen mechanisch auf die Nadeldüsen und Strahlablenker übertragen werden. Dagegen besitzen bei der EWC-Turbine die oberen Düsen einläufe unmittelbar aufgebaute eigene Servomotoren, die mechanisch mit den unteren Düsen gekuppelt sind. Die Strahlablenker dagegen werden von einem besonderen selbständigen Regler aus betätigt, der auch die Ventile der einzelnen Düsenregulierungen steuert. Diese letzte Konstruktion ermöglicht es auch, je eine obere und eine untere Düse zusammen ganz abzuschalten, was infolge der Verteilung der Wassermenge statt auf sechs auf nur vier, schliesslich zwei Düsen eine Verbesserung der Wirkungsgrade bei kleinen Beaufschlagungen bedeutet. Die Fliehkraftpendel der Regler werden durch Riemen von der Turbinenwelle an angetrieben, während das Drucköl für die Servomotor-Betätigung von einer eigenen, unten beschriebenen Druckölanlage geliefert wird. Unmittelbar neben dem Regler der grossen Turbine stehen die Instrumentensäulen und die Steuersäulen für die Betätigung des Kugelschiebers und von Bremsdüsen, die zur raschen Stillsetzung der abgeschlossenen Turbine, besonders in Gefahrfällen dienen. Die Steuerung der Bremsdüsen erfolgt durch einen entlasteten Ringschieber.

Die Turbinenwellen ruhen in zwei Lagern, von denen das äussere als Bundlager ausgebildet ist. Neben Ringschmierung besitzen diese Lager ebenso wie die Generatorlager noch eine Spülölschmierung. Das mit einem Druck von 1 bis 2 at an geeigneter Stelle der Lagerschalen eingeführte Spülöl wird gleichfalls von der Oelversorgungsanlage geliefert. Die Turbinenwelle ist mit der Generatorwelle durch Kuppelflanschen starr verbunden.

Jede der grossen Turbinen besitzt eine Hilfsturbine von 300 PS Höchstleistung und 1090 Uml./min. Diese Hilfsturbinen sind gleichfalls als Freistrahlturbine mit einem Strahl ausgebildet und mit einem einfachen, nur auf Düsenverstellung wirkenden Geschwindigkeitsregler versehen. Sie treiben einerseits je eine Gleichstrom-Dynamo für die Erregung der grossen Generatoren, andererseits verschiedene Oelpumpen an, und zwar je eine Zahnradpumpe für die Lieferung des Reglerdrucköles, ferner eine solche für die Förderung des Spülöles zur Schmierung und Kühlung der Maschinenlager und schliesslich eine mit einer ausrückbaren Kupplung angeschlossene zweiteilige Hochdruckpumpe. Diese letzte hat den Zweck, geringe Mengen Drucköl von 30 bis 40 at Druck vor dem Anlassen der Maschinen unter

die schwer belasteten Generatorlager zu drücken, sodass diese schon im Augenblick des Anlaufes an der Lagerstelle des Wellenzapfens mit Oel versorgt sind. Auch beim Auslaufen werden die Generatorlager mit Drucköl versorgt, wenn die Schmierringe nicht mehr genügend Oel fördern. Sowohl das Regleröl als auch das Lagerschmieröl wird durch in die Oelbehälter eingelegte Kühlschlangen, bezw. durch einen besonderen Röhrenkühler gekühlt; das Kühlwasser wird dem Ablauf der Hilfsturbine entnommen. Durch Anordnung eines mit einer nachgiebigen Kupplung verbundenen Schwungrades zwischen Hilfsturbine und Gleichstrom-Dynamo konnten die Regulierverhältnisse für diesen Hilfsmaschinensatz sehr günstig gestaltet werden.

Die Drehstrom-Generatoren der beiden grossen Maschinensätze werden für 20 000 kVA Leistung und 10 000 Volt Maschinenspannung¹⁾ in ganz geschlossener Bauart gebaut. Die Kühlluft wird dem Innern der Generatoren durch besondere Frischluftkanäle von der Bergseite her zugeführt, die Warmluft durch getrennte Kanäle ins Freie abgeleitet; ein Teil der Warmluft kann zur Heizung des Maschinenhauses in dieses geleitet werden. Um bei Brandfall die Frischluftzuführung sofort abzuschneiden, können die beiden Luftkanäle durch Fallklappen selbsttätig oder durch Handeingriff augenblicklich verschlossen werden.

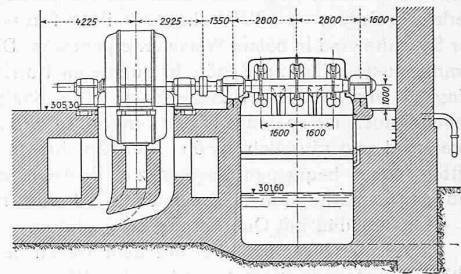
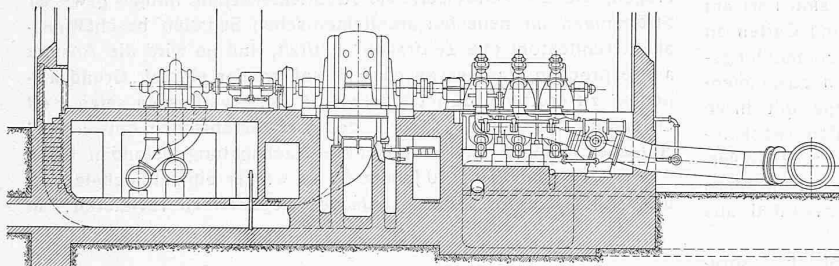
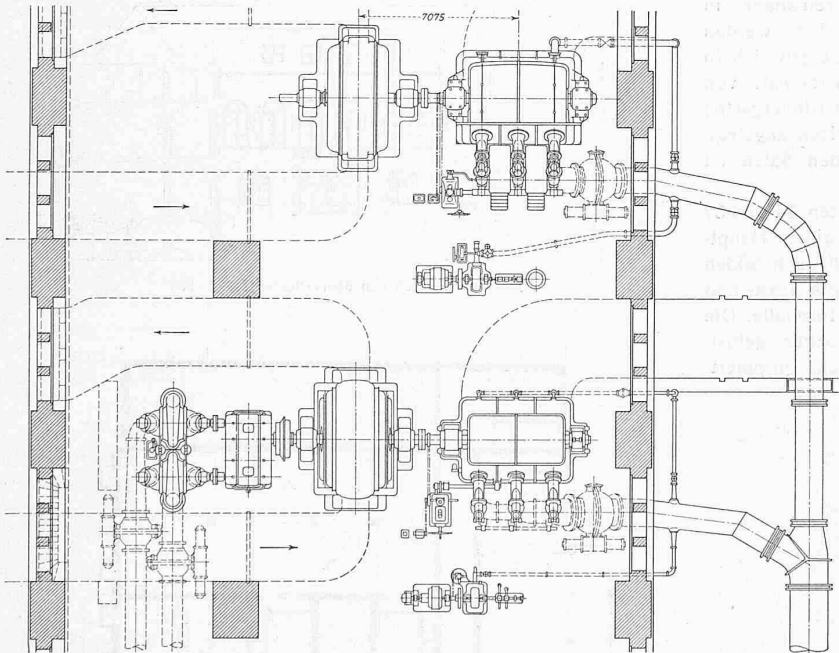


Abb. 1 bis 3. Grundriss des Maschinenraums des Schwarzenbachwerkes mit Ansicht der Gruppe I (JMV-Turbine) und Schnitt der EWC-Turbine — 1:300.



Beim Schwarzenbachwerk bietet sich in hervorragender Weise Gelegenheit, mit Hilfe von Ueberschuss-Strom aus dem ersten Ausbau oder aus fremden Kraftwerken Murgwasser in die hochgelegene Schwarzenbachsperre zu pumpen und so den sonst minderwertigen oder ganz verloren zu gebenden Ueberschuss-Strom in hochwertigen Bedarfstrom zu verwandeln. Das Besondere der *Hochdruck-Speicherung* des Schwarzenbachwerkes liegt darin, dass den Speicherpumpen das Förderwasser unmittelbar aus der Rohrleitung des ersten Ausbaues, also mit etwa 14 bis 15 at

¹⁾ Der Generator zur JMV-Turbine wird von den Siemens-Schuckert-Werken, der zur EWC-Turbine von Brown, Boveri & Cie., Mannheim geliefert.

Druck zugeführt und dieses nur um den Höhenunterschied bis zum Talsperren-Wasserspiegel hochgedrückt wird. Für die Hochdruckspeicherung stehen natürlich die Turbinen-Rohrleitungen zur Verfügung, es bedarf also nur der Aufstellung der Pumpen selbst. Vorerst kommt eine Speicherpumpe zur Aufstellung, die für die Förderung von 2 m³/sek Wasser gegen einen Druck von 183 bis 252 m bemessen wird. Der grosse Unterschied in den Förderhöhen ergibt sich aus den in weiten Grenzen schwankenden Wasserspiegeln im Sammelbecken bezw. in der Talsperre. Bei einer Antriebsleistung bis zu 10 000 PS stellt die erste Speicherpumpe des Schwarzenbachwerkes weitaus die grösste überhaupt ausgeführte Hochdruckpumpe dar, wie auch die beiden Schwarzenbach-Turbinen die s. Zt. grössten Wasserkraft-Maschinen des europäischen Festlandes sind. Die mit dem JMV-SSW-Maschinensatz zu kuppelnde EWC-Pumpe wird nicht unmittelbar mit 500 Uml/min, sondern unter Zwischenschaltung eines hochwertigen Stirnrädergetriebes mit Zwischenrad mit 1000 Uml/min angetrieben. Da es für den Betrieb ausserordentlich günstig erscheint, unmittelbar vom Kraft- in den Pumpenbetrieb überzugehen, ohne also die grosse Maschine still zu setzen und den zum Antrieb der Pumpe als Motor arbeitenden Generator von neuem an das Netz schalten zu müssen, wird für den Anschluss der

Speicherpumpe eine elektromagnetische Kupplung benützt; auch diese Kupplung stellt bis jetzt die bei weitem grösste Ausführung dar.¹⁾ Das erwähnte Rädergetriebe besteht aus einem Antriebsrad, einem gleich grossen Zwischenrad und zwei zu beiden Seiten derselben angeordneten halb so grossen Ritzeln, die über nachgiebige Lederpaket-Kupplungen mit den beiden parallel geschalteten Pumpenhälften gekuppelt werden. Die vier Räder des Getriebes erhalten Pfeilverzahnung, die arbeitenden Zahnflanken werden dauernd durch einen vor die Eingriffstellen gespritzten Oelstrahl geschmiert und gekühlt. Für die Erzeugung dieses Drucköles dient eine unmittelbar mit einer Ritzelwelle gekuppelte Zahnradpumpe, die das angesaugte Drucköl zunächst durch einen Röhrenkühler und dann auf die Eingriffstellen der Zahnräder und in die Lager der Zahnradachsen drückt. Das Rädergetriebe ist in einem sehr kräftig gebauten Gehäuse eingebaut, dessen

Oberteil zur Nachschau an den Rädern abgehoben werden kann. Die in der gleichen wagrechten Ebene auf dem Gehäuseunterteil aufgestellten Lager der vier Zahnräder erhalten gleichfalls Druckschmierung. Vor dem Anlaufen des Getriebes werden mit Hilfe einer besonderen kleinen Räderpumpe die Eingriffstellen der Räder mit Oel benetzt. Die kleine Hilfsölpumpe wird von einem Drehstrommotor getrieben, der gleichzeitig den Anlasser der Magnetkupplung mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung betätigt, sodass die Kupplung erst eingerückt werden kann, wenn die Zahnflanken bereits vorgeschmiert sind.

(Schluss folgt.)

¹⁾ Ausführung der Magnetwerke G. m. b. H., Eisenach.