

Das Schluchseewerk im bad. Schwarzwald

Autor(en): **O.Sch.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **105/106 (1935)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-47387>

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.

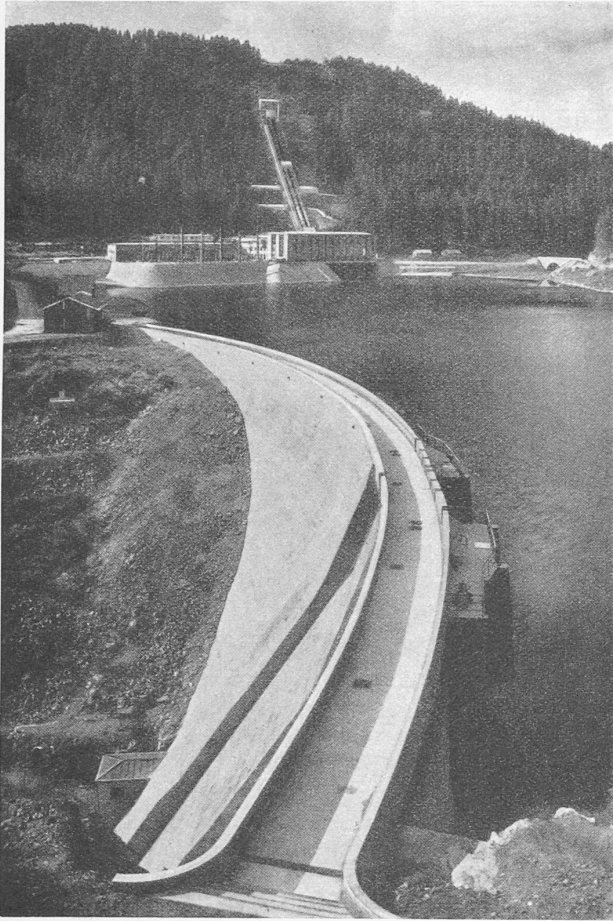


Abb. 6. Kraftwerk Häusern mit Schwarzasperre und Ausgleichbecken.

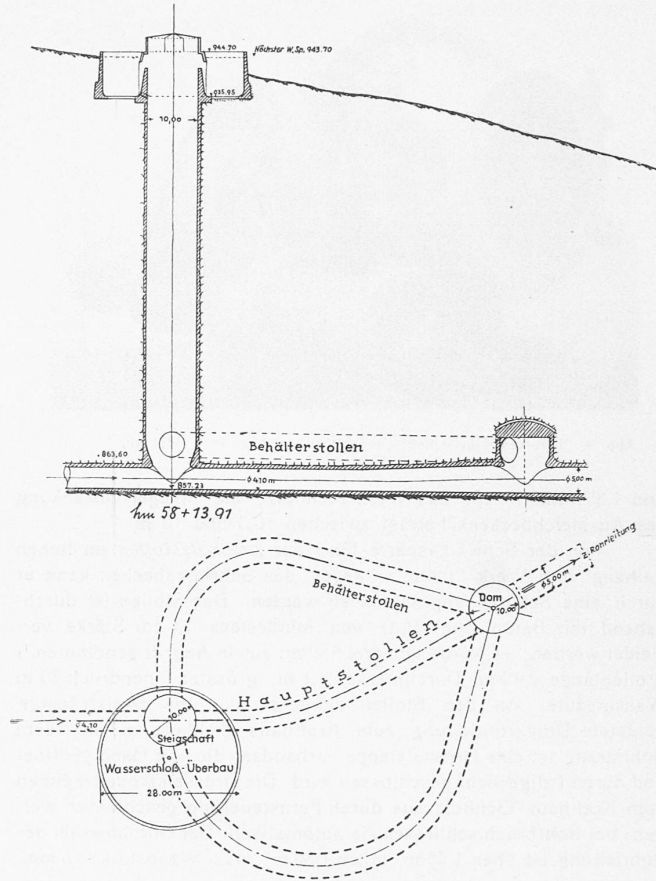


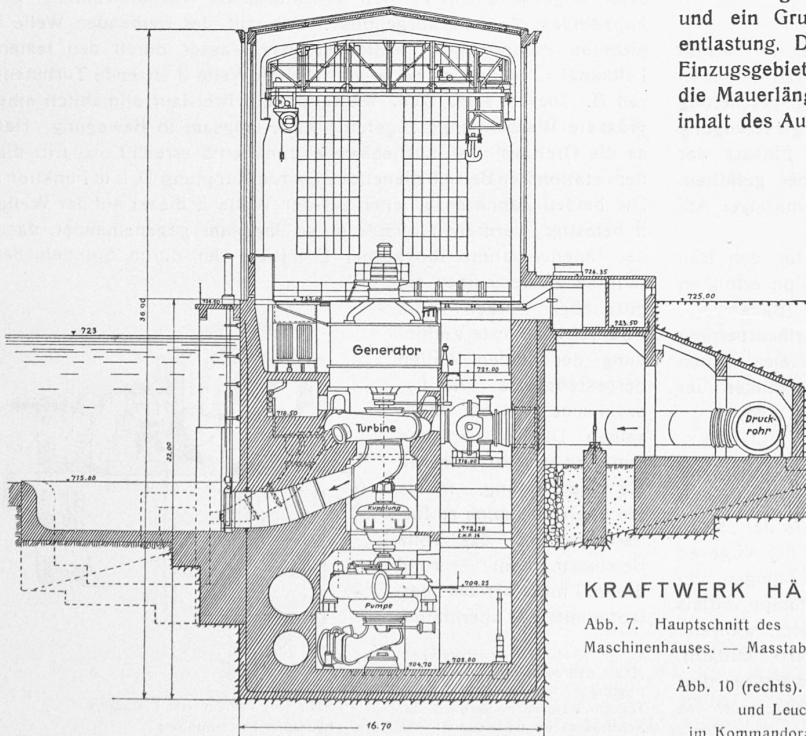
Abb. 5. Das Wasserschloss des Kraftwerks Häusern. — Masstab 1 : 1400.

besitzt. Zwei Transformatoren 16 000/380 Volt versorgen den Eigenbedarf, der ebenfalls mit Doppelsammelschienen ausgerüstet ist.

In der „Warte“ (Kommandoraum) sind alle Betätigungs- und Messeinrichtungen vereinigt. Von hier aus werden auch die Maschinen für die einzelnen Betriebsarten, Turbinen-, Pumpen- und Phasenschieber-Betrieb, angelassen oder abgestellt. Das Öffnen der einzel-

nen Schieber und die weitere Steuerung usw. erfolgt nacheinander automatisch, wenn durch Betätigen eines Schalters der erste Impuls gegeben ist (Abb. 10). Bei automatischem Anlassen beträgt die Zeit vom Stillstand bis zur Lastabgabe 90 Sekunden (Näheres s. S. 66).

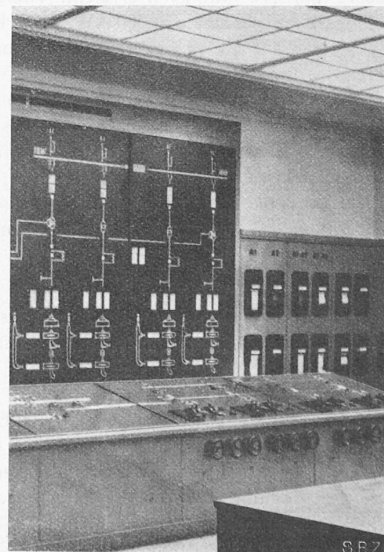
Eine *Staumauer* (Abb. 6) schliesst das Schwarzabecken gegen das Tal ab; sie ist ebenso wie die Schluchseesperre aus plastischem Beton hergestellt und unverkleidet. Zwei Ueberläufe, zwei Heber und ein Grundablass sorgen für die erforderliche Hochwasserentlastung. Der Stau reicht hier auf Höhe 723,00 m über NN; das Einzugsgebiet ist 93,9 km². Die grösste Mauerhöhe misst 42,5 m, die Mauerlänge 158 m und der Mauerinhalt 44 000 m³. Der Nutzinhalt des Ausgleichbeckens ist 1,20 Mill. m³ für das Werk Häusern



KRAFTWERK HÄUSERN

Abb. 7. Hauptschnitt des Maschinenhauses. — Masstab 1 : 375.

Abb. 10 (rechts). Schaltpult und Leuchtschaltbild im Kommandoraum (BBC).



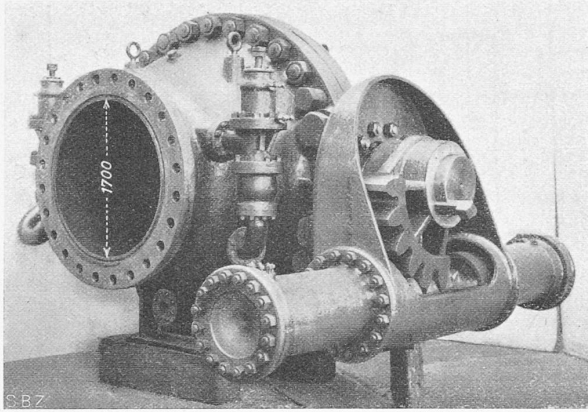


Abb. 9. Turbinen-Kugelschieber der EWAG im Kraftwerk Häusern.

und 1,35 Mill. m³ für das Werk Eichholz; die Spiegelschwankung des Ausgleichbeckens beträgt zwischen 10,5 und 13 m.

Von der Schwarzasperre führt der *Eichholzstollen* im linken Talhang zum Werk Eichholz; gegen das Schwarzabecken kann er durch eine Schütze abgeschlossen werden. Der Stollen ist durchgehend mit Beton ohne Putz von mindestens 13 cm Stärke verkleidet worden; er wurde von drei Stellen aus in Angriff genommen.¹⁾ Stollenlänge 2,9 km, Durchmesser 4,1 m, grösster Innendruck 25 m Wassersäule. An den Stollen schliesst sich die zweisträngige genietete Druckrohrleitung zum Krafthaus Eichholz an; in jedem Rohrstrang ist eine Drosselklappe vorhanden, die von Hand geöffnet und durch Fallgewicht geschlossen wird. Die Drosselklappen können vom Krafthaus Eichholz aus durch Fernsteuerung geschlossen werden; bei Rohrbruch schliessen sie automatisch. Der Durchmesser der Rohrleitung ist oben 1,75 m, unten 1,60 m; max. Wandstärke 15 mm.

Das Kraftwerk Eichholz nützt ein Gefälle von etwa 130 m aus. An jeden Rohrstrang ist eine Maschine mit horizontaler Welle angeschlossen (Abb. 11). Die Maschinenleistung ist so gewählt, dass die Schwarzza das unmittelbar zufließende Turbinenwasser ohne Schaden abführen kann. Als Absperrorgane auf der Druckseite dienen druckwassergetriebene Kugelschieber. Der Eigenbedarf wird über eine 16 kV-Leitung vom Krafthaus Häusern aus zugeführt. Zu jeder Maschine gehört ein 10,5/110 kV-Transformator und eine besondere Freileitung. Leistung pro Maschine 17500 kVA, Schluckfähigkeit der Francis-Turbinen je 14 m³/sec.

Das gesamte Kraftwerk Eichholz wird von der Warte im Krafthaus Häusern aus ferngesteuert.

Die *Jahresenergieerzeugung* des Schluchseewerkes beträgt im Mittel 73 Mill. kWh aus natürlichem Zufluss; hierzu kommen noch 60 Mill. kWh Spitzenstromerzeugung aus Pumpspeicherung durch Ueberschussstrom, sodass die gesamte Jahresenergieerzeugung des Schluchseewerkes im Mittel 133 Mill. kWh, bei Einsatz der Reserve bis 170 Mill. kWh erreicht. Hierbei stehen bei gefülltem Schluchsee insgesamt 152000 kW, und bei betriebsmässiger Absenkung 125000 kW in beiden Werken zur Verfügung.

Die Entwurfsaufstellung und die Vorarbeiten für den Bau des Schluchseewerkes und für den Erwerb der Konzession erfolgten durch die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.-G. (Badenwerk) in Karlsruhe. Die Bauleitung und die detaillierte Entwurfsbearbeitung für die gesamten Kraftwerkanlagen mit Ausnahme des elektrischen Teils, der dem Badenwerk übertragen war, lag in Händen der Elektrizitäts-A.-G. vorm. W. Lahmeyer & Co. in Frankfurt a. M.

O. Sch.

NACHSCHRIFT DER REDAKTION. Die grosse Aehnlichkeit des Kraftwerks Häusern (Abb. 7) mit dem genau vor Jahresfrist (Bd. 103, Seite 79, Abb. 33) in seinem baulichen Teil in der „SBZ“ beschriebenen Pump-Speicherwerk Schwarz-Weissee in den Vogesen veranlasst uns, kurz auf die Unterschiede der beiden Anlagen hinzuweisen. In Häusern wird bei Turbinenbetrieb die Pumpe mittels der hydraulischen Kupplung abgeschaltet und stillgesetzt, während beim Pump-Betrieb das Turbinenrad leer (entwässert) mitläuft. Anders in der um zwei Jahre jüngern Anlage am Schwarzsee; dort

¹⁾ Bemerkenswert, dass der Stollen mit seinem vollen Ausbruchprofil von 17,5 m² aufgeföhren worden ist (vergl. „Bauingenieur“ 1930, Seite 727).

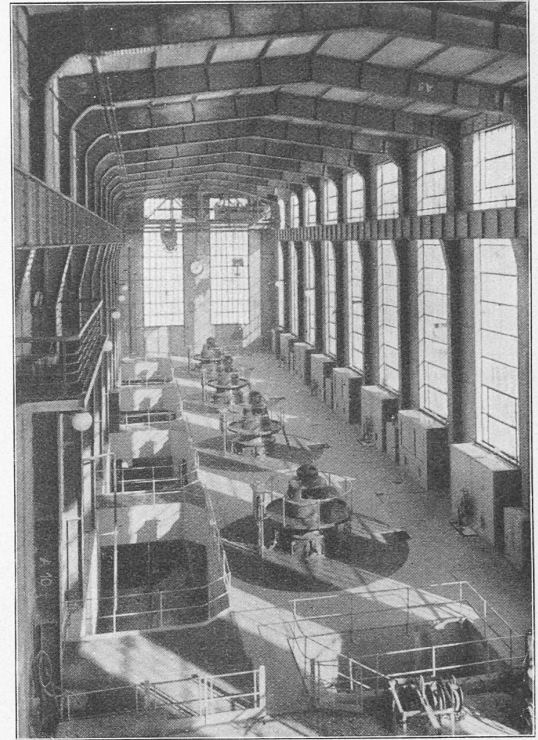


Abb. 8. Maschinensaal des Kraftwerks Häusern.

ist die Pumpe mit der Turbinenwelle starr gekuppelt, und es laufen stets beide Räder. Indessen wird das jeweils nicht arbeitende Rad von seinem Rohrstrang abgesperrt und mittels Druckluft (aus 25 at-Behältern) entwässert, sodass es leer mitläuft. Dadurch wird die hydraulische Kupplung entbehrlich und auch die Bauhöhe entsprechend verringert.

Ueber die *hydraulische Kupplung* des Schluchseewerkes enthalten die „Escher-Wyss-Mitteilungen“ 1932, Nr. 5, aus der Feder von G. Kühne nähere Angaben. Eine solche, in Abb. 12 schematisch dargestellte Kupplung gestattet, die Speicherpumpe dem Motor-Generator bei voller Drehzahl zuzuschalten. Der hydraulische Teil der Kupplung dient dem Zu- und Abkuppeln und ist nach dem Gedanken Föttingers¹⁾ der Verwendung einer durch die Zentrifugalkraft angetriebenen, in sich geschlossenen Wasserströmung als kuppelndes Medium ausgebildet: Das auf der treibenden Welle I sitzende Pumpenrad A schleudert das Wasser durch den festen Leitkanal C in das auf der angetriebenen Welle II sitzende Turbinenrad B. Dieses setzt sich, während dem Kreislauf allmählich eine grössere Wassermenge zugeführt wird, langsam in Bewegung. Hat es die Drehzahl der Antriebswelle annähernd erreicht, so tritt die dem stationären Betrieb dienende Zahnrad-Kupplung D, E in Funktion: Die beiden Zahnkränze, jener auf der Welle I, dieser auf der Welle II befestigt, verdrehen sich nun so langsam gegeneinander, dass der innenverzahnte Ringkörper F mittels der durch Spindeln betätigten Muffe G über sie geschoben werden kann, wodurch eine feste Verbindung der beiden Wellen hergestellt wird. Der hydraulische Teil hat damit seinen Dienst versehen und wird entleert, während die Verzahnung, indem die Speicherpumpe zu fördern beginnt, das volle Betriebsmoment — rund dreimal mehr als das Leerlaufmoment — übernimmt.

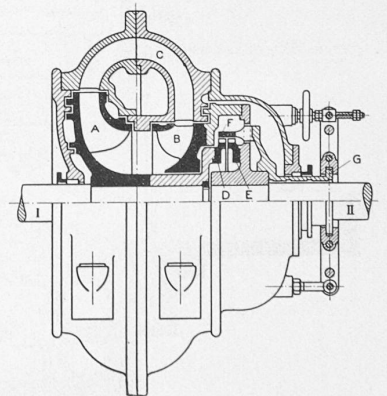


Abb. 12. Prinzip von Föttingers hydraulischer Kupplung.

¹⁾ Prof. Dr. H. Föttinger: „Die hydraulische Arbeitsübertragung, insbesondere durch Transformatoren“, Jahrbuch der Schiffbautechn. Gesellschaft 1930.

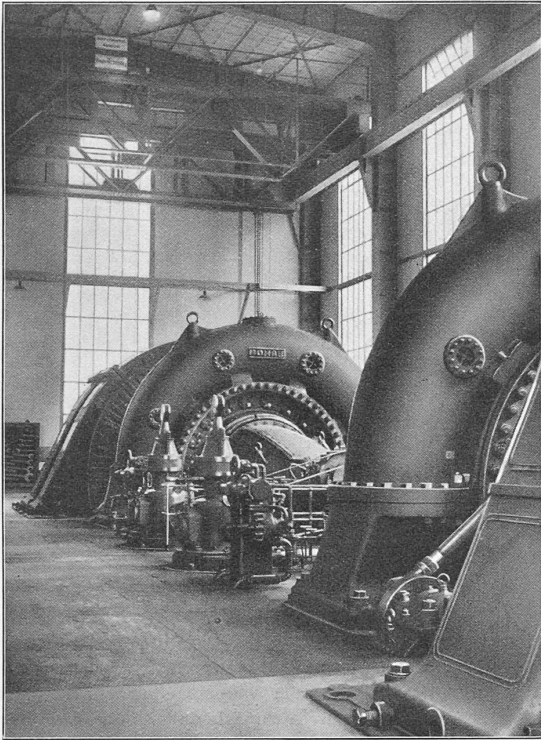


Abb. 11. Maschinensaal im Kraftwerk Eichholz.

Zur Erläuterung der Steuerung, welche die richtige Folge der einzelnen Schaltungen gewährleistet und Bedienungsfehler ausschliesst, diene das Schema Abb. 13. Während des Turbinenbetriebes läuft das auf der Generatorwelle I sitzende Pumpenrad A in Luft mit. Beim Uebergang auf Pumpbetrieb wird der Entleerungsschieber 5 geschlossen, der Füllschieber 6 geöffnet. Eine durch Elektromotor betätigte Synchronisierungsdüse 7 regelt den Wasserzufluss in die Kupplung aus der Druckleitung 4. Wenn die Pumpenwelle II die synchrone Drehzahl erreicht, schliesst das Kontakt-

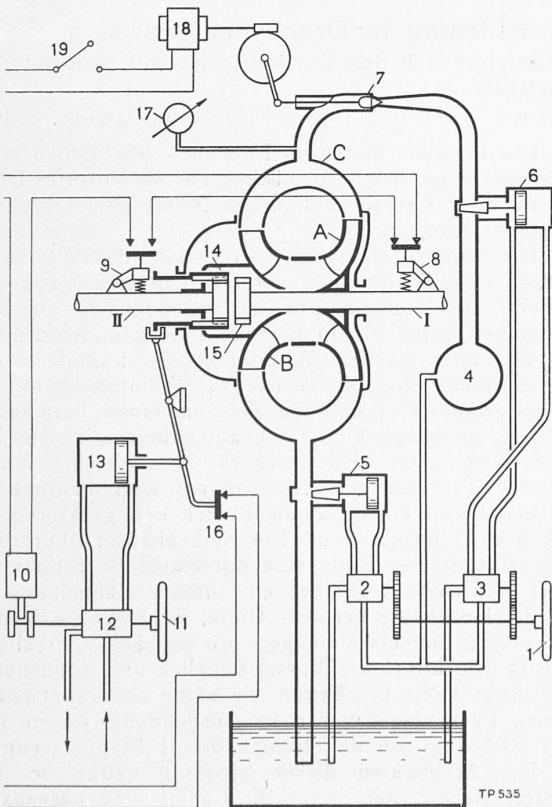


Abb. 13. Steuerungs-Schema der hydraulischen Kupplung.

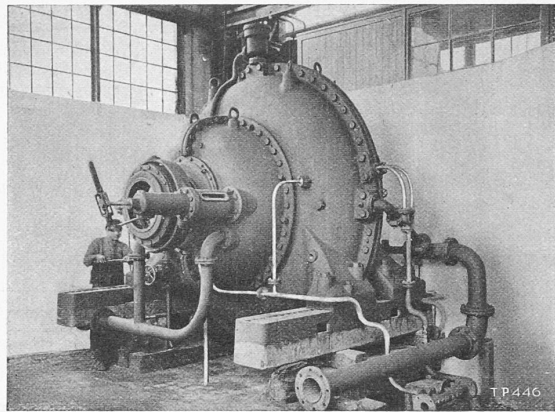


Abb. 14. Hydraulische Kupplung EWAG-Föttinger.

Tachometer 9 den Magnetisierungs-Stromkreis des Hebemagneten 10 und gibt damit den Antrieb des Servomotors 13 zur Steuerung des verschiebbaren Zahnkranzes 14 frei. Nach vollzogener Kupplung wird der Füllschieber 6 wieder geschlossen, der Entleerungsschieber 5 geöffnet. Wasser wird nur noch zur Kühlung der Radspalten benötigt. Zum Entkuppeln wird das Gehäuse wieder mit Wasser gefüllt. In steigendem Masse übernimmt wiederum das Turbinenrad der Kupplung das Drehmoment. Die Entlastung des Zahnkranzes ist perfekt, wenn die der synchronen Drehzahl bei ausgerückter Zahnkupplung entsprechende Strömung wieder hergestellt ist. Das Manometer 17 stellt dies fest und gibt damit das Zeichen zum Ausrücken des Zahnkranzes. Nachdem dies geschehen, wird das Kupplungsgehäuse wieder entleert. Eine Signallampe, mit dem Kontakt 16 verbunden, zeigt die jeweilige Stellung der Kupplungsmuffe an.

Diesem vereinfachten Schema gegenüber weist die Automatik der Schluchsee-Kupplungen einige Vervollkommnungen auf: An Stelle der Kontakt-Tachometer 8 und 9 tritt ein von der Pumpenwelle angetriebener Frequenzwandler; die Uebereinstimmung der Frequenz des von ihm gelieferten Stroms mit jener des Motorstroms zeigt die synchrone Drehzahl an. Der Servomotor 13 ist durch einen auf der getriebenen Welle umlaufenden, hydraulisch betätigten Ringkolben ersetzt. Die verschiedenen hydraulischen Steuerorgane werden nicht von Hand, sondern elektrisch betätigt. So wird das Ausrücken der Zahnkupplung direkt von einem dem Druck im Kupplungsgehäuse gehorchenden Relais aus in Gang gesetzt. Die Abb. 14 gibt einen Begriff vom äusseren Aussehen einer solchen Kupplung, deren hydraulischer Teil bis 10000 PS, deren mechanischer Teil bis 27000 PS, bei 333 Uml/min, zu übertragen hat.

Ein zweiter Unterschied zwischen dem Schluchsee- und dem Schwarz-Weisse-Werk liegt darin, dass im zweiten sozusagen stets das gleiche Wasser (rd. 2 Mill. m³) täglich hin- und herpendelt, da das Einzugsgebiet der beiden Seelein sehr gering ist; diese Wassermenge hat immerhin eine Installation von 4 × 40000 PS gerechtfertigt. Der Schluchsee dagegen verfügt, samt Zuleitungen, gegenwärtig über ein Einzugsgebiet von rd. 72 km² und einen mittl. Jahreszufluss von rd. 94 Mill. m³, was, nach der vorangehenden Darlegung, mit max. 152000 kW install Leistung eine Jahresenergie-lieferung von max. 170 Mill. kWh ermöglicht. Im angedeuteten (noch nicht endgültig festgelegten) späteren Ausbau können in einer zweiten, vom Werk Häusern unter Ausschaltung des heutigen Kraftwerks Eichholz z. B. bis Witznau ausgedehnten Mittel-Stufe 290 m Gefälle, und in einer dritten Stufe bis in den Rhein bei Waldshut noch 120 m ausgenützt werden. Ferner ist es möglich, etwa 3 km unterhalb St. Blasien (Abb. 1) die Alb zu fassen und unter Häusern hindurch (2,8 km weit) in das Schwarza-Becken zu leiten, und auch die östlich benachbarte Mettma heranzuziehen, wodurch die Einzugsgebiete der untern Stufen bedeutend vergrössert würden. Endlich erschliesst der Anschluss an den Rhein eine unerschöpfliche Pumpspeichermenge für die obere Speicherbecken. Im Voll-ausbau dürfte das Schluchseewerk auf eine installierte Leistung von gegen 400000 kW, bezw. auf eine mögliche Jahresleistung von über 500 Mill. kWh zu bringen sein.

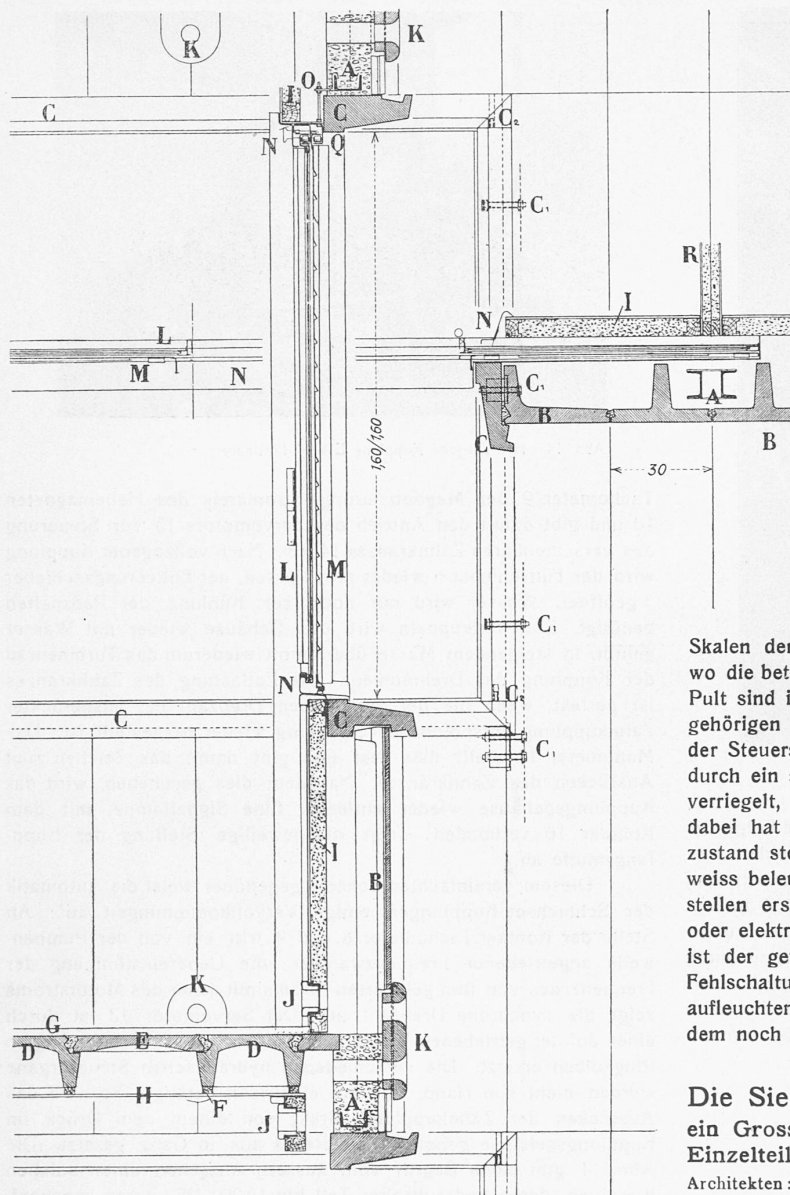


Abb. 3. Konstruktive Einzelheiten der Bauweise Drancy: Ansicht, Horizontal- und Vertikalschnitt durch Fenster, Aussenwand und Boden (nach „Chantiers“); Masstab 1 : 20. — A Stahlskelett, B Aussenwandelemente, C Fensterumrahmung, C₁ Schrauben dazu, C₂ Dübel dazu, D und E Bodenelemente, F angegossene Holzleiste, G Bodenbelag, H Isolier-Deckenplatte, I Innenplatten der Aussenwände, J u. K inneres, bezw. äusseres Luftloch, L Fenster, M Schiebeladen, N Anschlag, O Einstellschraube dazu, Q Gleitrollen, R Zwischenwand.

Kehren wir zum Schluss nochmals zum *Kraftwerk Häusern* zurück, das innen wie aussen in Form und Farbe auch eine *architektonisch vorbildliche Lösung* darstellt, so freut es uns, mitteilen zu können, dass zwei der Maschinengruppen von Escher-Wyss und Brown Boveri stammen, die auch die zugehörigen Transformatoren geliefert haben; die andere Hälfte der Maschinen haben Voith und die Siemens-Schuckertwerke geliefert, während alle vier hydraulischen Kupplungen und sämtliche Kugelschieber von 1700 mm I. W. in den Turbinen-, 1200 mm I. W. in den Pumpleitungen, für 25/38 at Betriebs-, bezw. Probedruck (Abb. 9), Erzeugnisse von Escher Wyss sind. Der Servomotor zur Bewegung des Drehkörpers sowie die beiden Hilfs-(Füll- und Entlastungs-)Schieber werden mit filtriertem Druckwasser betätigt, ihre Wassersteuerventile durch ein mit Oel bedientes Vorsteuerventil. Besonders beachtenswert ist die *Schaltwarte mit Leuchtschaltbild* von Brown Boveri eingerichtet (Abb. 10), in der alle Schaltvorgänge und Betriebszustände optisch, farbig und sinngemäss abgebildet vor Augen stehen. Man erkennt an der Wand die Bilder der vier Maschinengruppen: Generator, Turbine und Pumpe, links daneben die zugehörigen Druckleitungen, in denen vom, bezw. zum Schluchsee strömendes Wasser blau leuchtend angezeigt wird. Die (hellen, rechteckigen) Schattenzeiger-

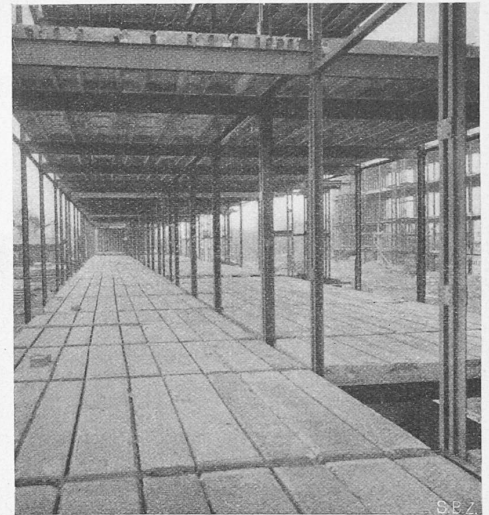


Abb. 4. Montiertes Stahlskelett mit aufgelegten Bodenelementen.

Skalen der Messinstrumente sind im Leuchtbild dort angebracht, wo die betreffende Grösse gemessen wird. Auf dem davor stehenden Pult sind in ähnlicher Weise die vier Maschinensätze mit den zugehörigen Betätigungsschaltern zu erkennen, mit denen der Weg der Steuerströme zu den betr. Apparaten geregelt wird. Alles ist durch ein sinnreiches Blocksystem derart untereinander elektrisch verriegelt, dass falsche Manipulationen verunmöglicht werden; dabei hat der Schaltwärter im Leuchtbild den jeweiligen Betriebszustand stets sinnfällig vor Augen. Spannungsführende Teile sind weiss beleuchtet, spannungslose grün; offene Schalter, also Trennstellen erscheinen rot, pulsierendes Licht weist auf mechanische oder elektrische Zustandänderung hin: sobald das Licht ruhig wird, ist der gewünschte Vorgang vollzogen. Eine am Pult versuchte Fehlschaltung lässt über dem Wandbild das Wort „Fehlschaltung“ aufleuchten, sie wird auch akustisch angezeigt und kann ausserdem noch registriert werden.

Die Siedlung in Drancy bei Paris, ein Grossversuch des Trockenbaues mit genormten Einzelteilen.

Architekten: E. BEAUDOUIN und M. LODS, Paris. Ingenieur: E. MOPIN.

Die Eigenart dieser im Entstehen begriffenen städtebaulichen Anlage des nordöstlichen Pariser Vorortes Drancy liegt in ihrer Grösse und in der Neuartigkeit ihrer konstruktiven Durchführung.

Die Verwirklichung des Projektes, das Wohnungen für 1200 Familien schaffen wird, soll in vier Etappen geschehen. Die erste Etappe ist vollendet (Abb. 9, S. 69) und umfasst zehn rd. 90 m lange Blöcke in Nordsüdrichtung mit zwei bis drei Wohngeschossen; fünf rd. 50 m hohe Turmhäuser (Abb. 1) mit 14 Wohngeschossen und eine Heizentrale (Kamin im Zentrum eines Turmhauses).

Die langgestreckten Flachbauten liegen, je zehn Dreizimmer-Wohnungen pro Geschoss, in ungleichen Abständen; die Treppen und Nebenräume sind hauptsächlich nach den kleineren, die Zimmer nach den grösseren Freiflächen orientiert (Abb. 2). Die Reihenhäuser überbrücken an ihrem südlichen Ende eine durchlaufende Strasse, ihre andere Stirnseite verbindet ein offener Säulengang, der auch die Hochhäuser berührt. Diese, mit zwei Zweizimmer- und zwei Einzimmerwohnungen pro Geschoss, enthalten in ihrem 15. Stockwerk die Wasser-Behälter und Sonnenbäder. Trotz ihrer Höhe beschatten sie keine anderen Gebäude, da eine Parkanlage von 2 ha Ausdehnung sie in nördlicher Richtung von den Bauten der II. Etappe trennt.

Die Architekten dieser Siedlung hatten bei einer früheren Arbeit, der „Cité du Champ des Oiseaux“ in Bagneux/Paris, die als Vorläufer dieser „Cité de la Muette“