Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 46

Artikel: Das Lünersee-Kraftwerk
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-64988

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: 15.12.2025

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

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Schluss von S. 734

Das Lünersee-Kraftwerk

DK 621.29

4. Die maschinentechnischen Anlagen

Die Maschinenhalle, Bild 10, ist 118,70 m lang, 18,80 m breit, 24,50 m hoch und in vier Blöcke eingeteilt, von denen drei die sechs Maschinengruppen aufnehmen, während der vierte als Montageplatz dient. Jede Gruppe umfasst einen Motorgenerator, eine Freistrahlturbine mit vier Düsen von 62 800 PS Leistung bei 972 m Nutzgefälle und 5,52 m³/s Wassermenge (Drehzahl 750 U/min), einen hydraulischen Wandler mit einer Uebertragungsleistung von 32 000 PS und eine fünfstufige Speicherpumpe, die 3,80 m³/s Wasser um 960 m heben kann und dazu 55 800 PS (Garantiewerte der Sulzer-Pumpe) aufnimmt. Bild 11 zeigt die Freistrahlturbine in Aufriss und Grundriss, Bild 12 den Schnitt durch eine Speicherpumpe, Bild 13 eine Speicherpumpe in Ansicht und Bild 14 eine vollständige Maschinengruppe.

Die Laufräder der Turbinen weisen je 23 Schaufeln auf und sind aus Chromnickelstahl in einem Stück gegossen. Sie sind an das untere Ende der Generatorwellen angeflanscht. Diese sind je in einem unteren und einem oberen Halslager gehalten. Das für Turbine und Generator gemeinsame Spurlager befindet sich über dem Generator (Bild 14). Zu oberst ist die Erregermaschine angeordnet. Eine Hohlwelle von 700 mm Durchmesser verbindet die Turbine mit dem unter dem Unterwasserkanal angeordneten Synchronisierwandler. Die Reguliernadeln in den vier Düsen jeder Turbine werden durch je einen Servomotor betätigt, deren Kolben in Richtung des Schliessens durch den vollen Druck des Betriebswassers und ausserdem durch Federn belastet sind, während in der Richtung des Oeffnens der vom Regler gesteuerte Oeldruck wirkt. Zum raschen Stillsetzen dient eine Bremsdüse (Bild 11, Grundriss).

Der Synchronisierwandler dient als Kupplung zwischen Turbinenlaufrad und Pumpenrotor und erlaubt, die immer mit Wasser gefüllte Pumpe nach jeder Betriebsperiode für sich auszukuppeln, wenn sie nicht mehr benötigt wird, oder sie bei normal laufender Turbinengruppe anzufahren und nach Erreichen des synchronen Laufs mechanisch zu kuppeln, wozu eine Zahnkupplung dient. Beim Anfahren einer grossen Gruppe werden zuerst Turbine und Generator auf volle Drehzahl gebracht, worauf der Generator synchronisiert, parallelgeschaltet und belastet wird. Soll auf Pumpbetrieb umgeschaltet werden, so schliesst man den Kugelschieber in der Druckleitung vor der Turbine sowie deren Düsen, worauf der Generator als Motor arbeitet und die Gruppe synchron weiterdreht. Dann bringt man die Pumpe bei geschlossenem Druckschieber mit Hilfe des Synchronisierwandlers auf volle Drehzahl, rückt dann die Zahnkupplung ein und öffnet den Pumpenschieber, worauf die Förderung einsetzt und der Motorgenerator die nötige Antriebsenergie dem Netz entnimmt. Alle diese Operationen werden vom Kommandoposten aus ferngesteuert. Das Umschalten aller fünf Gruppen vom Turbinenbetrieb (Vollast) auf vollen Pumpbetrieb, das täglich mehrmals vorgenommen werden muss, vollzieht sich in nur rd. fünf Minuten; in der umgekehrten Richtung kommt man sogar nur mit drei Minuten aus.

Der Turbinenregler ist für jede Maschine getrennt in einem Maschinensteuerschrank zwischen zwei Kranbahnpfeilern untergebracht. Das Pendel des Steuerwerks wird von einem Synchronmotor angetrieben, den ein mit der Generatorwelle gekuppelter Generator mit permanenten Magneten speist. Die Düsennadeln sind in Abhängigkeit von der Strahlablenkerstellung gesteuert. Der grösste Drehzahlanstieg bei plötzlicher Vollentlastung geht nicht über 13 % hinaus.

Der Synchronisierwandler besteht aus einem mit der Hauptturbinenwelle starr gekuppelten Pumpenrad, einem mit der Speicherpumpenwelle fest verbundenen Turbinenrad sowie aus zwei hintereinander angeordneten Leiträdern, die im Wandlergehäuse eingebaut sind und von denen das eine mit feststehenden, das andere mit drehbaren Leitschaufeln ausgerüstet ist. Wird der hydraulische Kreislauf des Wandlers mit Wasser gefüllt, so erzeugt das mit der Drehzahl der Hauptturbine umlaufende Pumpenrad des Wandlers eine

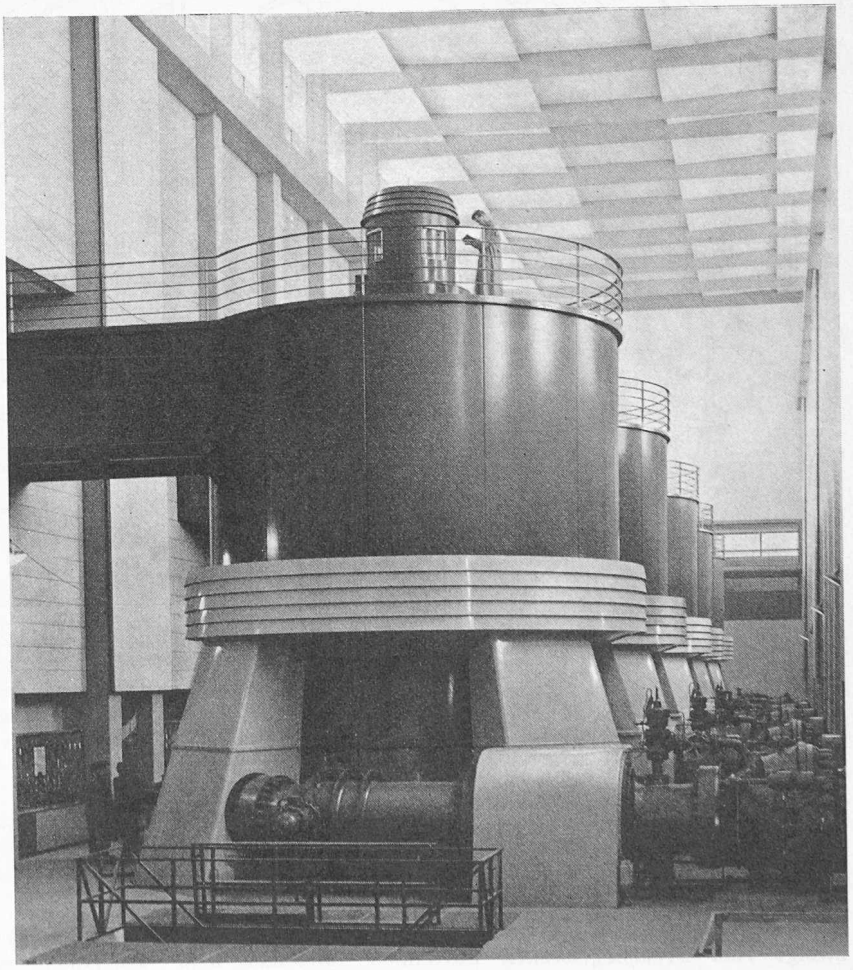


Bild 10. Maschinenhalle des Lünerseewerkes mit fünf Generatoren und den darunter sichtbaren Ringleitungen für die Peltonturbinen, Photo Maschinenfabrik Oerlikon

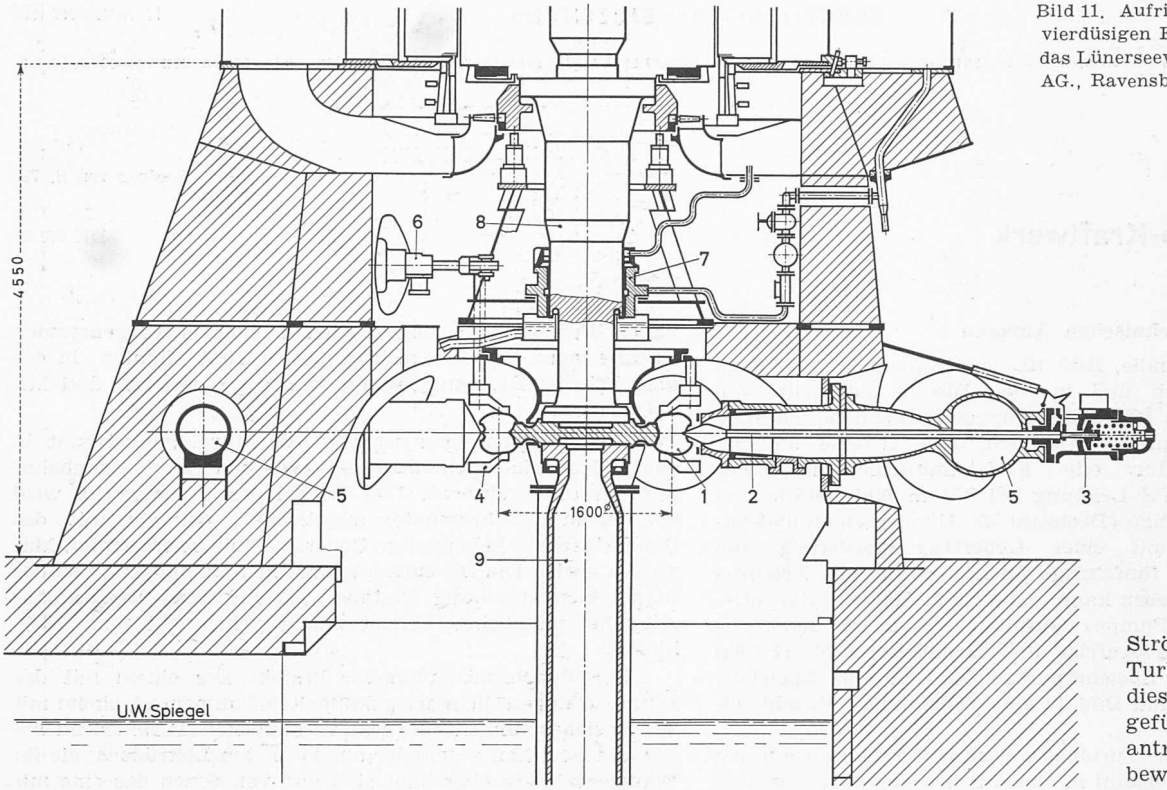
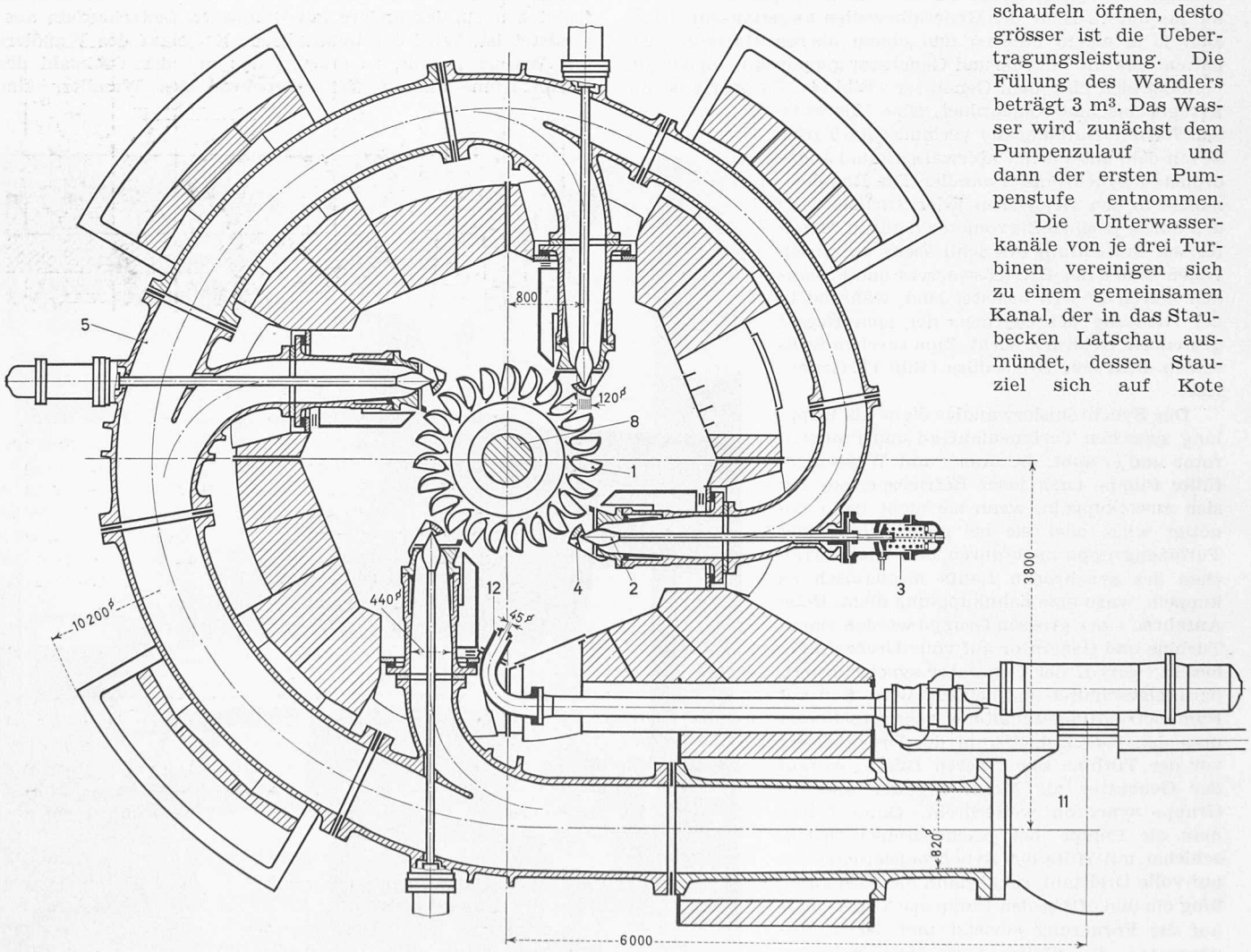


Bild 11. Aufriss und Grundriss einer vierdüsigen Freistrahlturbine für das Lünerseewerk, von Escher Wyss AG., Ravensburg, 1:70

1 Laufrad
2 Düse mit Nadel
3 Nadelservomotor
4 Ablenker
5 Ringleitung
6 Ablenker-Servomotor
7 Halslager
8 Generatorwelle
9 Zwischenwelle zur Kupplung mit der Speicherpumpe



Strömung, die dessen Turbinenrad und mit diesem die mit Wasser gefüllte Speicherpumpe antreibt. Je mehr die beweglichen Leitradschaufeln öffnen, desto grösser ist die Uebertragungsleistung. Die Füllung des Wandlers beträgt 3 m³. Das Wasser wird zunächst dem Pumpenzulauf und dann der ersten Pumpenstufe entnommen.

Die Unterwasserkanäle von je drei Turbinen vereinigen sich zu einem gemeinsamen Kanal, der in das Staubecken Latschau ausmündet, dessen Stauziel sich auf Kote 992,25 m befindet. Der Saugkanal für die Speicherpumpen zweigt vom Freispiegelstollen Partennen—Latschau, also vom Oberwasserkanal des Latschauer Werks ab, dessen Wasserspiegel auf Kote 1002,90 m liegt. Dieser Kanal ist als Absetzbecken für Feinsand ausgebildet und weist eine Oberfläche von 3500 m² auf. Von seinem bergseitigen Ende führen getrennte Leitungen zu den einzelnen Speicherpumpen, Bilder 6 und 8, S. 732 und 733.

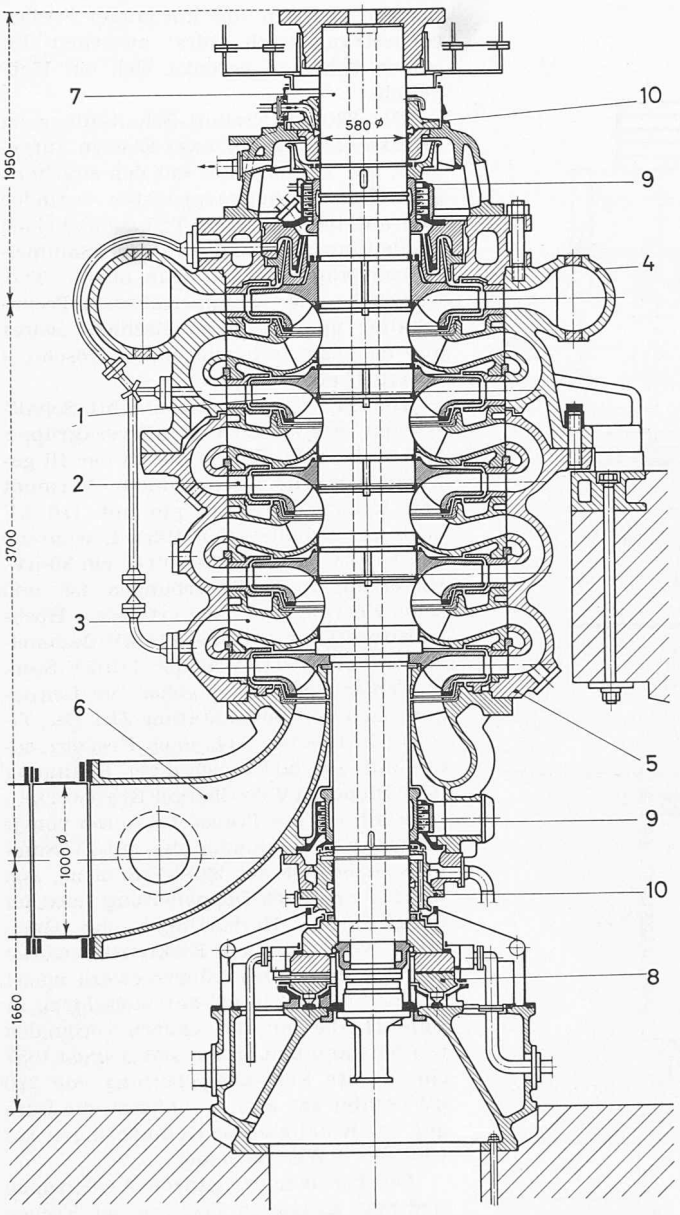


Bild 12. Schnitt durch die Speicherpumpe von Escher Wyss AG., Ravensburg, 1:50

1 Laufrad ⌀ 1550 mm
2 Leitrad
3 Umlenk-Leitrad
4 Gehäuse-Oberteil
5 Gehäuse-Unterteil
6 Zulaufkrümmer
7 Pumpenwelle
8 Spurlager
9 Stopfbüchse
10 Halslager

Reicht der Zufluss durch den Stollen Partennen—Latschau nicht aus, so kann mit den drei bereits erwähnten Zubringerpumpen Wasser aus dem Staubecken Latschau in eine Seitenkammer des Pumpwasserbeckens gefördert werden. Dazu besteht ein Saugkanal von 3,0 m Durchmesser, dessen Axe auf Kote 974,78 m liegt und der sich am Ende auf drei Aeste verzweigt, die zu den Saugstutzen der drei Pumpen führen. Jede Pumpe vermag 4,2 bis 8,4 m³/s um 13,3 bis 24,5 m zu heben und bedarf dazu 2130 bis 3300 PS; die Drehzahl verändert sich dabei zwischen 256 und 294 U/min, was beim Antrieb durch Peltonturbinen ohne weiteres möglich ist. Zwischen Turbinen und Pumpen, die beide vertikalachsig gebaut sind, ist ein Zahnradgetriebe 4,5:1 eingeschaltet, Bild 9, S. 733.

Der Hausmaschinensatz von 1500 kW versorgt die verschiedenen Hilfsbetriebe. Das Betriebswasser dieser Gruppe sowie das der Freistrahlturbinen für die drei Zubringergruppen wird der Druckleitung im Schieberhaus entnommen. Das Abwasser fliesst durch einen verdeckten Unterwasserkanal ins Staubecken Latschau.

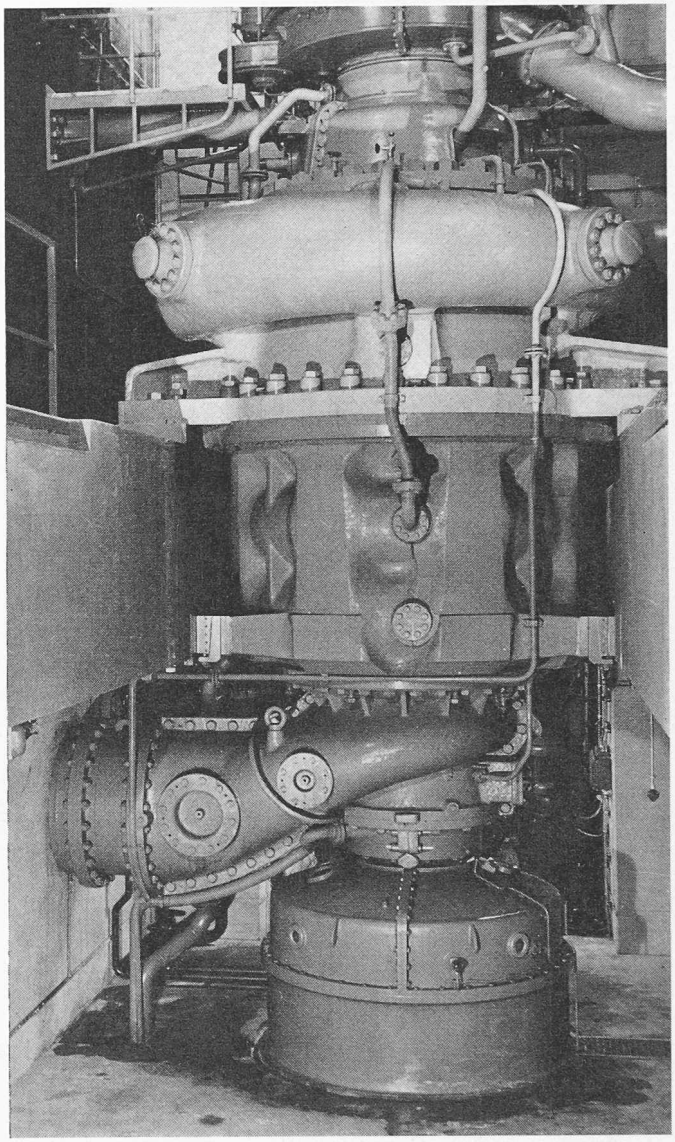
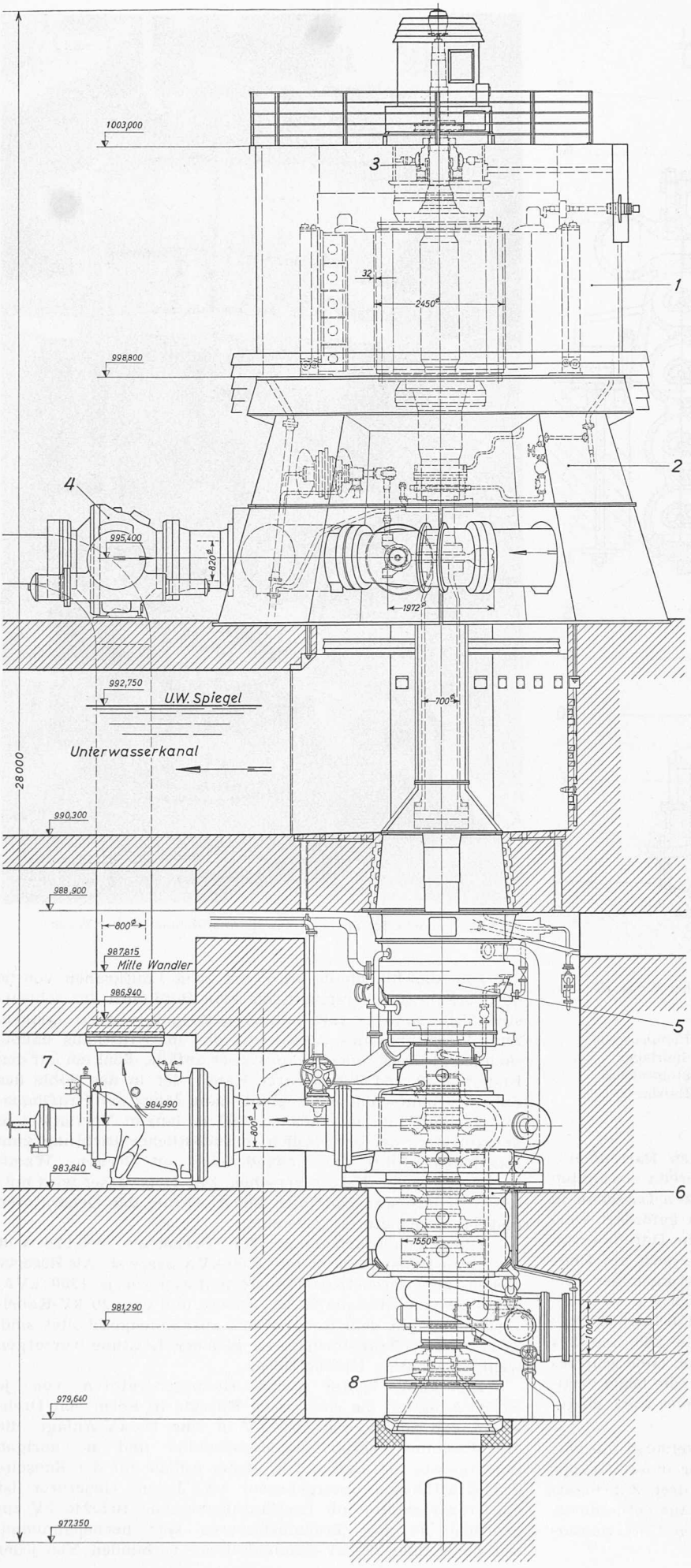


Bild 13. Ansicht der Speicherpumpe, Ausführung Escher Wyss

Die Maschinenhalle wird von zwei Laufkranen von je 60 t Tragkraft überspannt, die zum Befördern der schwersten Teile (110 t) miteinander gekuppelt werden können. Zum Wegführen des Abwassers, das im Krafthaus hauptsächlich als Leck- oder Sickerwasser anfällt, dient ein auf den Bildern 6, 8 und 9 sichtbarer Kanal, der in der Sohle des Zubringerpumpenhauses beginnt, dann längs der Krafthausaxe verläuft, um in einen rd. 500 m langen Vorflutstollen überzutreten, der schliesslich in südöstlicher Richtung zum Rasafeibach führt. Die Gebäude sind mit Decken-, Wand- und Boden-Heizregistern versehen. Das Heizwasser wird mittels Wärmeaustauscher aus der Abwärme der Generatoren und Transformatoren gewonnen.

Die Eigenbedarfsanlage für Drehstrom 380/220 Volt wird vom Hausgenerator mit 2200 kVA gespeist. Als Reserve dienen zwei Drehstrom-Transformatoren zu je 1250 kVA, 20/0,4 kV, die über die 20 kV-Anlage und eine 20 kV-Kabelverbindung mit dem Rodundwerk zusammengeschaltet sind. Zwei weitere Transformatoren gleicher Leistung versorgen weniger wichtige Hilfsbetriebe.

Die fünf, später sechs Hauptgeneratoren von je 56 MVA liefern die elektrische Energie in Form von Drehstrom von 50 Hz und 10,5 kV in eine 10 kV-Anlage, die die Maschinenschalter, die Messwandler und die übrigen Schaltgeräte umfasst und in einem Anbau auf der Südseite des Krafthauses untergebracht ist. Jedem Generator ist ein Transformator mit Leerlaufübersetzung 10,5/240 kV zugeordnet. Je drei Transformatoren sind hochspannungsseitig mit einer 220 kV-Sammelschiene verbunden. Von jeder



Schiene geht ein 10,5 km langer Freileitungsstrang nach Bürs; zwischen den beiden Schienen befindet sich ein Kuppelfeld.

Die 220 kV-Freiluft-Schaltanlage ist terrassenförmig auf zwei Ebenen aufgebaut. Die Transformer mit den zugehörigen Hochspannungsapparaten befinden sich auf dem unteren Teil, die beiden Freileitungsabzweige mit der Sammelschienenkupplung auf dem oberen Teil, während die Sammelschienen-Trennschalter und die Sammelschiene selbst auf der dazwischenliegenden Böschung untergebracht sind.

Bild 17 zeigt das vereinfachte Schaltschema der ganzen Kraftwerkgruppe. Wie ersichtlich, liefern die an der Ill gelegenen Werke Obervermunt, Vermunt und Rodund ihre Energie mit 110 kV nach der Schaltstation Bürs I, während das Kraftwerk Latschau über ein 20-kV-Kabel mit Rodund verbunden ist und seine Energie dort nach erfolgtem Hochtransformieren in die 110-kV-Sammelschiene einspeist. Von der 110-kV-Sammelschiene in Bürs I gehen die Leitungen nach der Schaltstation Zirl der Tiroler Kraftwerke AG., nach Bregenz, sowie mit auf 50 kV verringer Spannung nach Bludenz (Vorarlberger Kraftwerke).

Fünf weitere Transformatoren von je 100 000 kVA verbinden die 110-kV-Sammelschiene mit der 220-kV-Schiene, von welcher eine Fern-Doppelleitung nach der Schaltstation Herbertingen der Rheinisch - Westfälischen - Elektrizitätswerke (RWE) führt. Das Lünerseewerk speist in eine zweite 220-kV-Sammelschiene in Bürs II, die mit der andern verbunden werden kann und an der seit August 1957 eine zweite Fern-Doppelleitung von 220 kV (später 380 kV) anschliesst, die Bürs mit der Schaltstation Dellmensingen bei Ulm der RWE verbindet.

Die Turbinen der ganzen Werkgruppe sind zum grösseren Teil von der Escher Wyss AG., Ravensburg, zum kleineren Teil von J. M. Voith, Heidenheim, geliefert worden. Diese beiden Firmen bauten auch je zwei Speicherpumpen für das Lünerseewerk. Die Generatoren und

Bild 14. Maschinengruppe im Lünersee-Kraftwerk, 1:110

1 Motor-Generator 56 000 kVA, 10 500 V. Ausführung: zwei Einheiten AEG, drei Einheiten Elin
2 Vierdüsige Freistrahlturbine für 62 800 PS bei 750 U/min, 5,50 m³/s und 970 Nutzgefälle, Ausführung: zwei Einheiten J. M. Voith, drei Einheiten Escher Wyss
3 Spurlager für Turbine und Generator
4 Kugelschieber zur Turbine, 820 l. W., Nenndruck 127 at
5 Synchronisierwandler von J. M. Voith, Heidenheim, für eine Uebertragungsleistung von 32 000 PS
6 sechsstufige Speicherpumpe für 3,80 m³/s bei 960 m, Leistungsbedarf 55 800 PS. Ausführung: zwei Einheiten J. M. Voith, zwei Einheiten Escher Wyss, eine Einheit Gebr. Sulzer
7 Eckringschieber in der Druckleitung der Speicherpumpe 800 l. W., Nenndruck 127 at
8 Spurlager der Pumpe

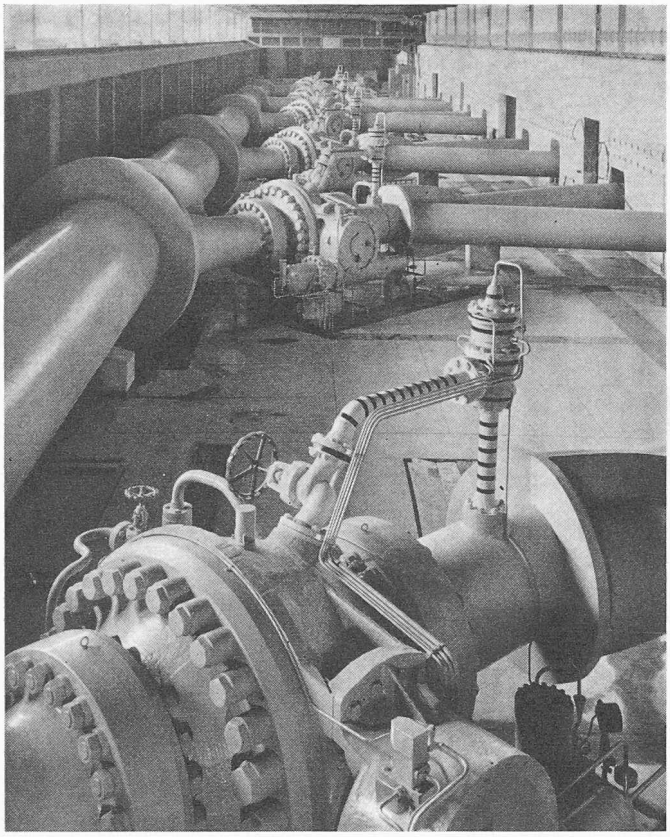


Bild 15. Blick ins Schieberhaus mit der Druckleitung (links), den Kugelschiebern in den Abzweigungen zu den einzelnen Maschinengruppen und den Verzweigungen für die Turbinen- und Pumpenleitungen

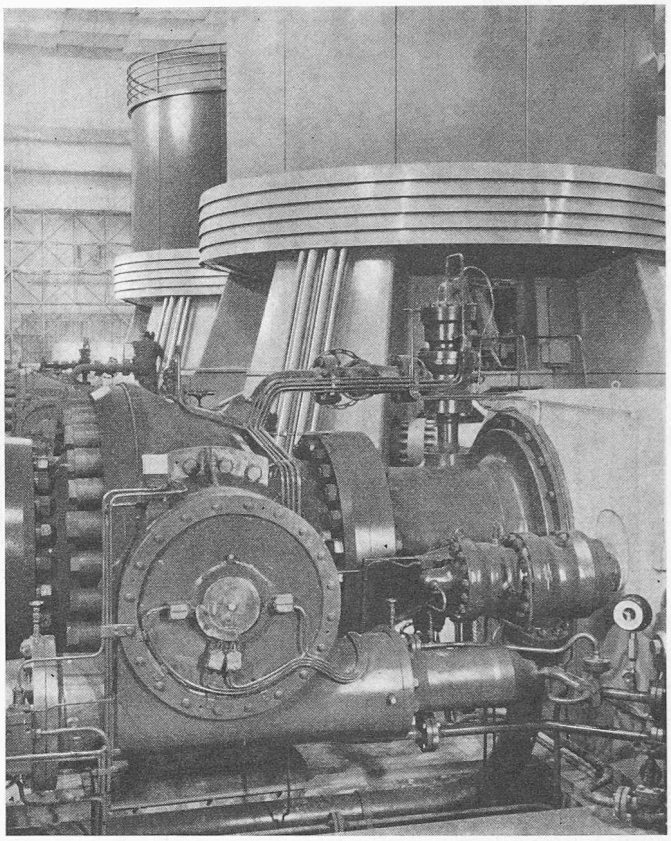


Bild 16. Kugelschieber mit Servomotor vor der Turbinenringleitung im Maschinensaal

Transformatoren sind grösstenteils Erzeugnisse der Siemens-Schuckert-Werke; daneben beteiligten sich die Firmen Elin, AEG und Bergmann an den Lieferungen für die elektrischen Anlagen. Aus der Schweiz stammt eine Speicherpumpe für das Lünerseewerk, die von Gebrüder Sulzer, Winterthur [1]) gebaut wurde. Die eingehenden Abnahmeversuche an dieser Pumpe ergaben bei den festgesetzten Gefällen grössere Fördermengen und um 1½ bis 2½ % bessere Wirkungsgrade als nach Garantie. Der günstigste Wert liegt mit 88,8 % ausserordentlich hoch.

Erwähnt seien auch die von der Maschinenfabrik Oerlikon für das Lünerseewerk gelieferten Transduktorregler und Verstärkermaschinen, durch welche die Stabilität des Parallelbetriebs in Störungsfällen erhöht und die Spannungserhö-

[1]) Beschreibung in «Techn. Rundschau Sulzer» 1959, Heft 2, S. 96.

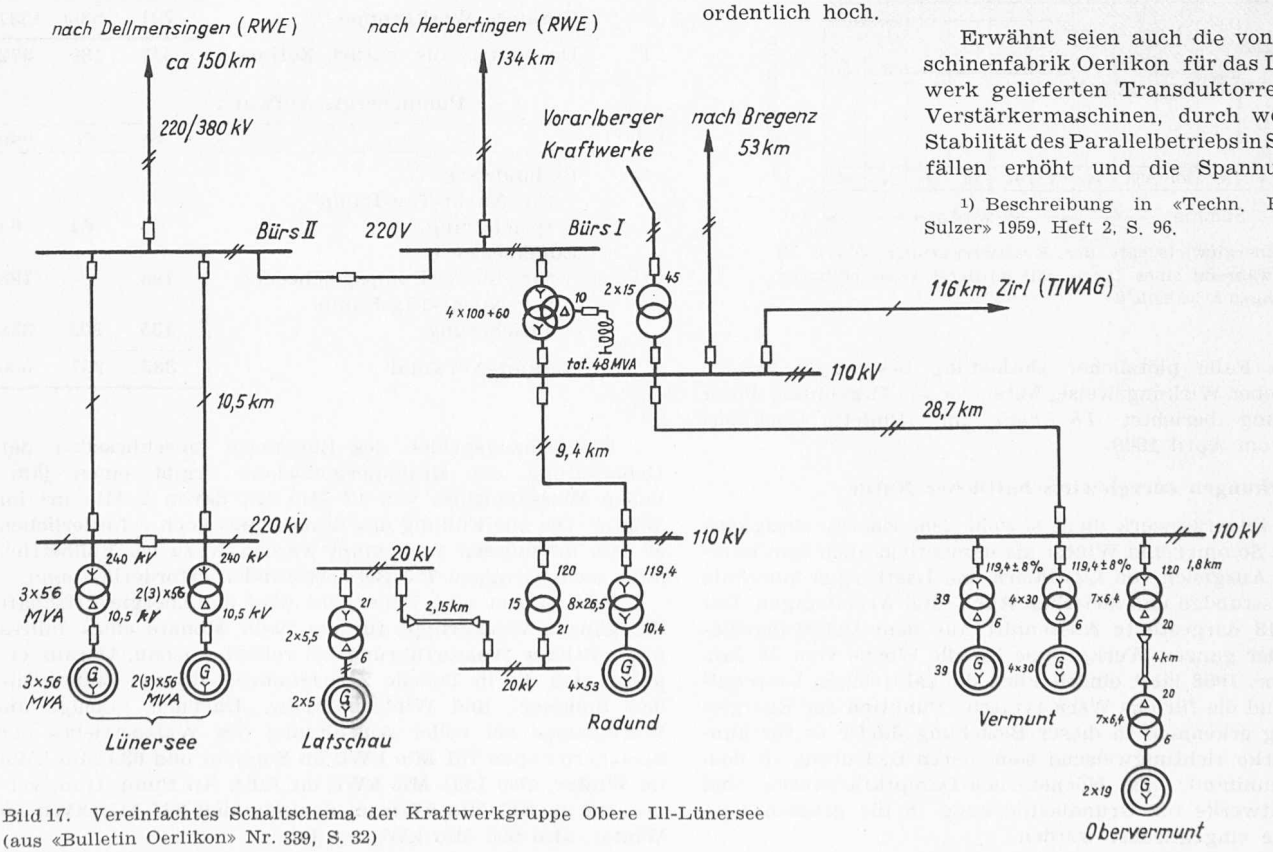


Bild 17. Vereinfachtes Schaltschema der Kraftwerkgruppe Obere Ill-Lünersee (aus «Bulletin Oerlikon» Nr. 339, S. 32)

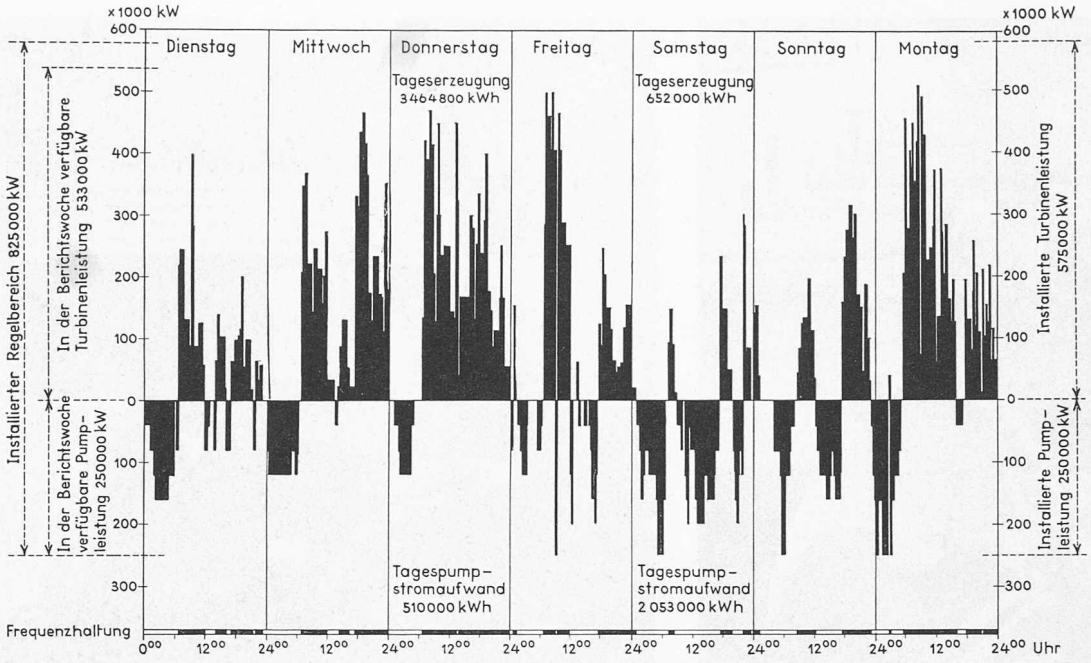


Bild 18. Belastungsdiagramm der Kraftwerkgruppe Obere Ill-Lünersee vom 28. Januar bis 3. Februar 1958. Die schwarzen Felder im Band «Frequenzhaltung» bezeichnen die Zeitabschnitte, während denen die Werkgruppe auf das Verbundnetz arbeitete und an dessen Frequenzhaltung teilnahm

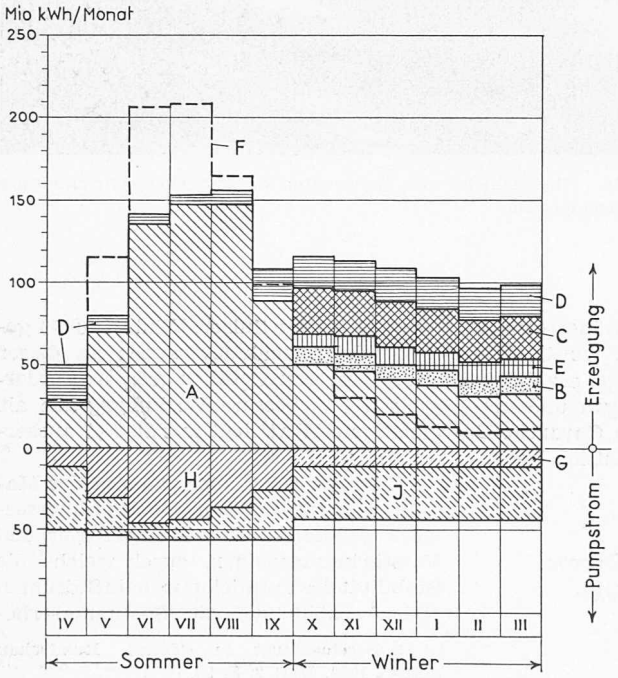


Bild 19. Energiewirtschaft der Kraftwerkgruppe Obere Ill-Lünersee während eines Jahres mit mittlerer Wasserführung. Bezeichnungen s. Tabelle 2

Tabelle 2. Energiewirtschaft der Werkgruppe «Obere Ill-Lünersee» in Mio kWh

Erzeugung

Feld		So	Wi	Jahr
A	Werke an der Ill	665	260	925
B	Rodundwerk:			
	Nacht-Tag-Pumpspeicherung	—	40	40
C	Lünerseewerk:			
	So-Wi-Speicherung			
	aus natürlichem Zufluss	—	34	34
	aus Pumpspeicherung	—	118	118
D	Lünerseewerk:			
	Nacht-Tag-Pumpspeicherung	80	121	201
	Rodundwerk:			
E	aus Lünerseezufluss	—	13	13
	aus So-Wi-Pumpspeicherung	—44	44	—
	Gesamte Werkgruppe	701	630	1331
F	Darbieten aus natürl. Zufluss	833	139	972

Pumpenergie-Aufwand

Feld		So	Wi	Jahr
G	Rodundwerk:			
	für Nacht-Tag-Pumpspeicherung	—	64	64
	Lünerseewerk:			
H	für So-Wi-Pumpspeicherung	198	—	198
J	für Nacht-Tag-Pumpspeicherung	135	203	338
	Gesamt-Aufwand	333	267	600

hung im Falle plötzlicher Entlastung beschränkt werden sollen. Ueber Wirkungsweise, Versuche und Ergebnisse dieser Einrichtung berichtet *Th. Laible* im «Bulletin Oerlikon» Nr. 339 vom April 1960.

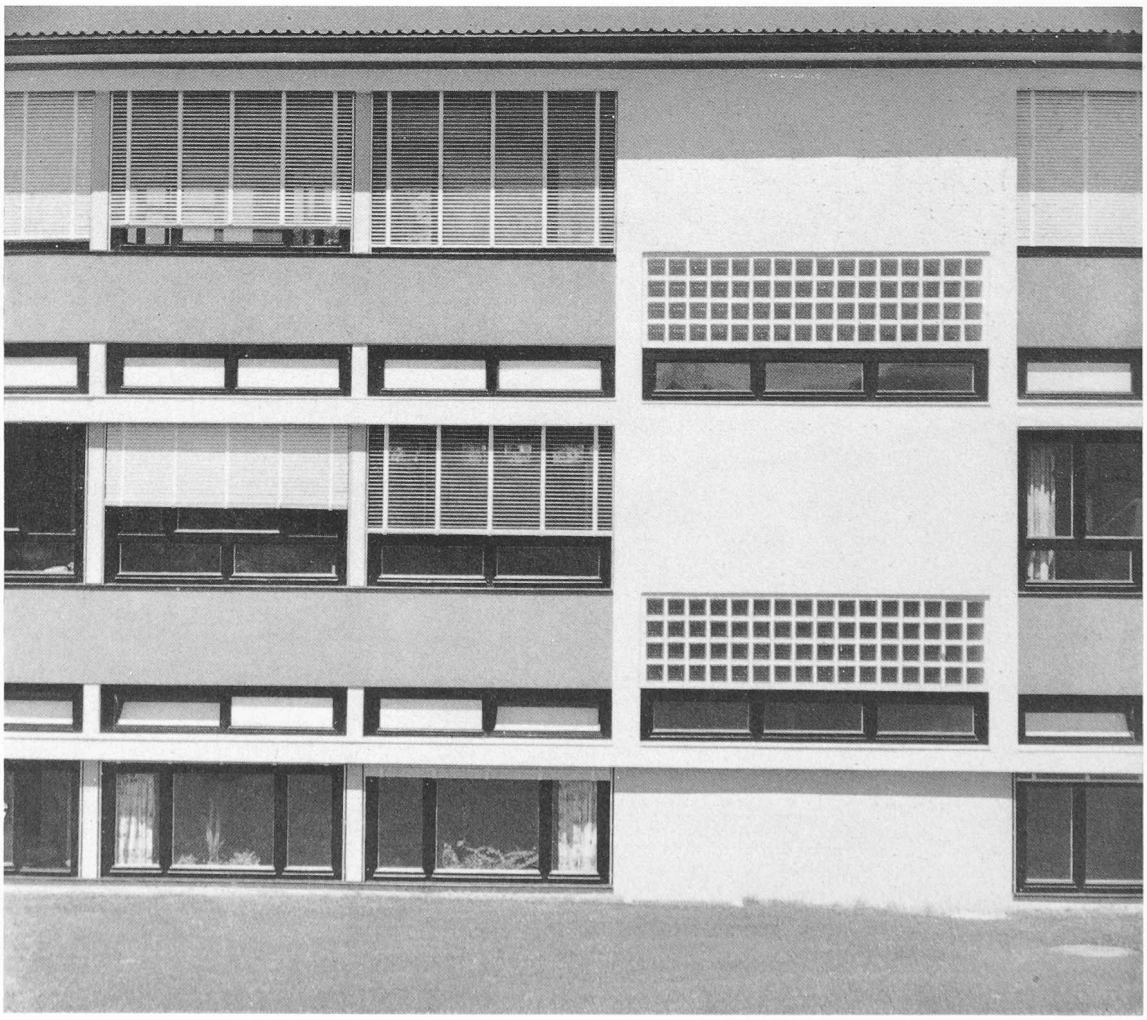
5. Bemerkungen energiewirtschaftlicher Natur

Das Lünerseewerk dient sowohl dem Energie-Ausgleich zwischen Sommer und Winter als namentlich auch dem kurzfristigen Ausgleich von Lasttälern und Lastbergen innerhalb der Tagesstunden und zwischen Ruhe- und Arbeitstagen. Der in Bild 18 dargestellte Ausschnitt aus dem Belastungsdiagramm der ganzen Werkgruppe für die Woche vom 28. Jan. bis 3. Febr. 1958 lässt eindrücklich die zahlreichen Umschaltungen und die für das Werk typische Funktion der Energiepufferung erkennen. In dieser Beziehung dürfte es für ähnliche Werke richtungweisend sein, deren Bedeutung in dem Masse zunimmt, als Höchstdruck-Dampfkraftwerke und Kernkraftwerke für Grundlastdeckung in die grossen Verbundnetze eingegliedert werden.

Das Einzugsgebiet des Lünersees einschliesslich der Ueberleitung des Brandnergletschers ergibt einen jährlichen Wasserzufluss von 17 Mio m³, davon 2 Mio m³ im Winter. Die zur Füllung des Stauraumes noch erforderlichen 59 Mio m³ müssen zugepumpt werden, wozu bei Vollbetrieb aller sechs Gruppen 750 Betriebsstunden erforderlich sind.

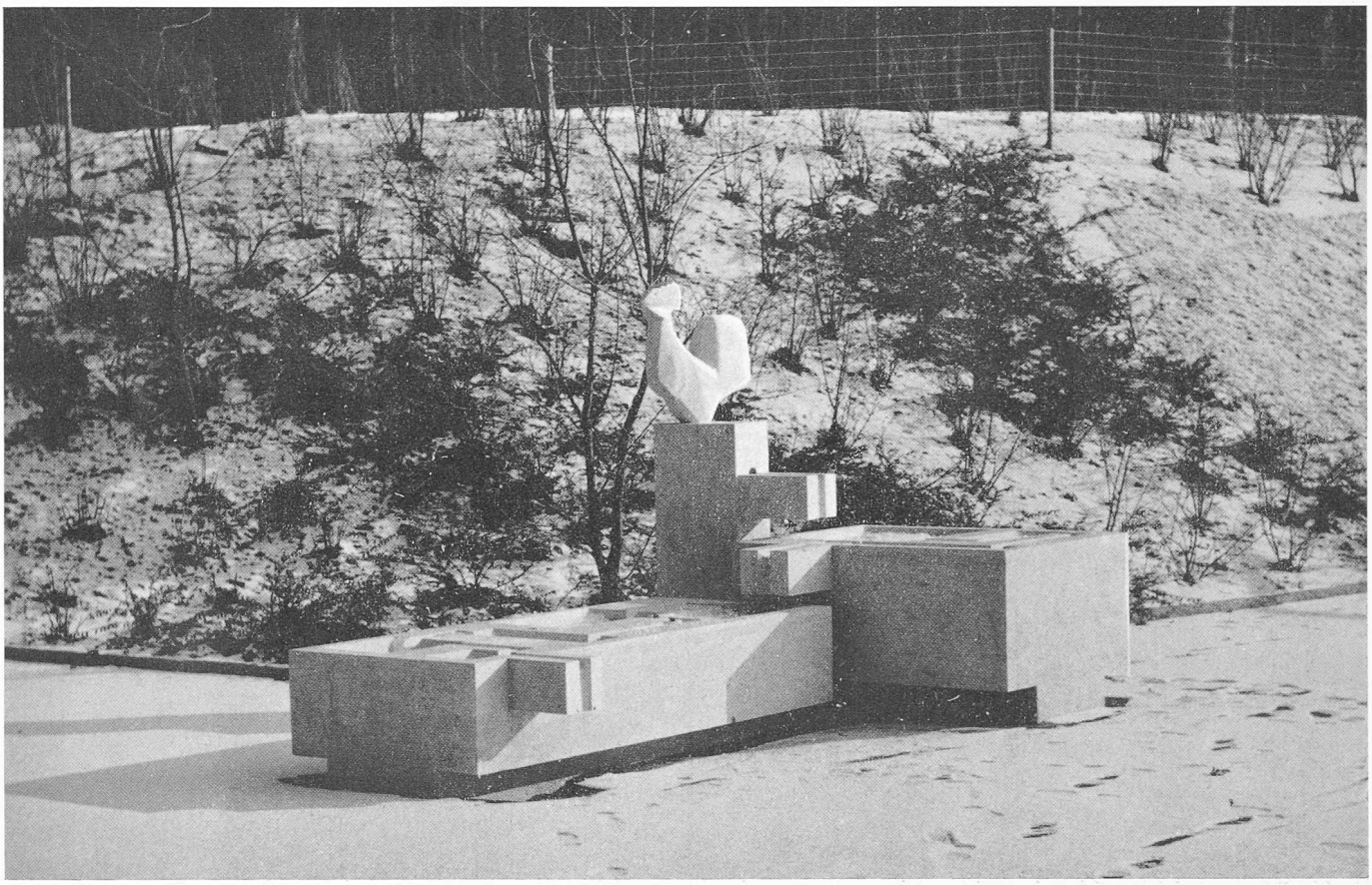
Bild 15 gibt eine Uebersicht über die Energiewirtschaft der ganzen Werkgruppe für die zwölf Monate eines Jahres mit mittlerer Wasserführung bei vollem Ausbau. Daraus ergeben sich die in Tabelle 2 zusammengestellten Zahlen für das Sommer- und Winterhalbjahr. Darnach erzeugt die Werkgruppe bei voller Ausnützung des Wälzbetriebes der Speicherpumpen 701 Mio kWh im Sommer und 630 Mio kWh im Winter, also 1331 Mio kWh im Jahr. An Pumpstrom verbraucht sie 333 Mio kWh im Sommer und 267 Mio kWh im Winter, also 600 Mio kWh im Jahr.

Primarschul-Anlage «Linde» in Biel. Links Singsaal, rechts Oberschule, von welcher das Bild unten ein Fassadendetail zeigt.
Architekt Gianpeter Gaudy, Biel

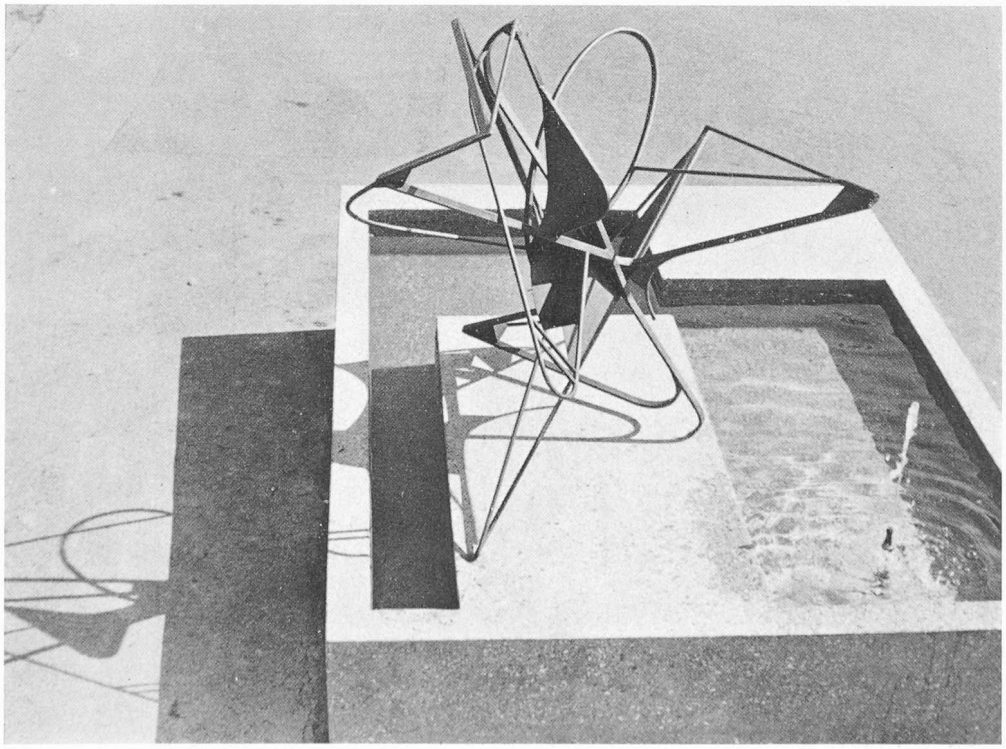


Der Kindergarten aus Südwesten

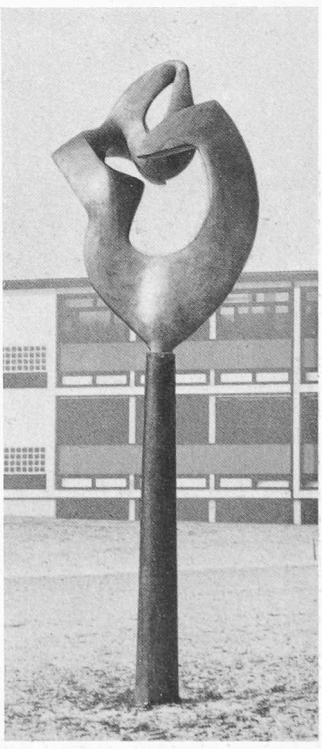
Nordwestfassade der Oberschule, hinten Singsaal



Spielbrunnen in Naturstein von H. Brogni



Brunnen und Plastik von W. Bodmer



Plastik von H. Ramseyer

Singsaal

Kindergarten