Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 45

Artikel: Das Lünersee-Kraftwerk
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-64985

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

aber auch in der immer wirkungsvolleren Behandlung der mittelalterlichen Stile kundtut, so in einer Neugotik, die um 1840 noch zurückhaltend spröde auftritt, um 1890 jedoch sich zu höchstem malerischem Aufwand steigert. Dass man dabei vor «verschönernden» Umbauten altehrwürdiger Rathäuser und Tore nicht zurückschreckt, wie in Basel, Bern und Freiburg i.B., wirft ein besonders schlimmes Licht auf das respektlos gewordene Verhältnis des späten 19. Jahrhunderts zur Vergangenheit. Auch die Neuromanik beginnt in der ersten Jahrhunderthälfte mit klassizistischer Einfachheit, um gegen 1900 sich zu seltsam barocken Gebilden aufzubauschen. Der «Kult des Kolossalen», der bereits das 19. Jahrhundert durchgeistert und sich schon in einzelnen Entwürfen der Revolutionsarchitektur verrät, findet bereits kurz vor 1870 ausgerechnet in dem als demokratischer Musterstaat berühmten Belgien seinen geradezu furchterregenden Ausdruck. Es ist Polaerts Justizpalast in Brüssel, dessen Gesinnung später im Berliner Reichstagsgebäude und anderen Bauten der wilhelminischen Aera eine intensive Gefolgschaft beschieden war. Architektur als Ausdruck klotzigster und finsterster Macht, losgelöst von jedem klärenden Hauch des Humanismus, stellen die Bismarcktürme und ähnliche Nationaldenkmäler dar, die in Deutschland zwischen 1871 und 1914 entstehen. Sie sind sowohl vom Triumph über die endlich gelungene Reichsgründung erfüllt, wie auch von einem Kraftgefühl, das sich im ersten Weltkrieg entladen wird.

Architektur ist in ihrem öffentlichen Charakter in ganz besonderem Masse die Gestaltung jener an sich ausserkünstlerischen Kräfte, deren Umschichtung das 19. Jahrhundert stärker als andere Epochen kennzeichnet. Indessen lässt sich innerhalb der Baukunst eine innere Entwicklung der Form erkennen, die von der äusseren Stilrepetition weitgehend unabhängig ist, sich dafür aber um so intensiver mit jener Entwicklung verbindet, die in der gleichzeitigen Malerei durch kleine, doch höchst qualitätvolle Gruppen getragen wurde! Wie dort wird zu Beginn des Jahrhunderts der Klassizismus schon früh durch die im Grunde bedeutungsvollere Romantik unterfangen. Wie dann der romantisch beschwörende Eklektizismus durch einen solchen realistisch ausbeutender Art ersetzt wurde, ist hier bereits umrissen worden. Doch, analog der gleichzeitigen Malerei, lässt sich auch in der Baukunst in einer zwar breiteren, doch weniger ausgeprägten Linie die Weiterentwicklung zum Impressionismus verfolgen: Gemeint ist damit einmal die immer stärkere Betonung der optischen Erscheinung, die durch den flimmernden Reichtum der der Spätrenaissance und dem Barock entnommenen Ornamente erzielt wird. Was im Negativen als «Zuckerguss», als lose aufgesetztes Dekorum erscheint, entspricht anderseits dem impressionistischen Sehen, das nicht den Gegenstand, sondern nur noch dessen schimmernde und flimmernde Oberfläche wahrnimmt. — Die Oberflächlichkeit des Lebensstils im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts, die Unverbindlichkeit von Eindrücken, die wegen ihrer Ueberzahl und ihres raschen Wechsels überhaupt nicht mehr richtig realisiert werden können, bestimmt nun auch die Baukunst. Wir sehen es im Ausbau der Wiener Ringstrassen, wo in rascher Folge die verschiedenen Stilarten nebeneinander stehen und trotz der jedes Mal wieder anderen Formensprache gerade in dieser Varietät eine lose und trotzdem faszinierende Einheit bilden. Noch stärker zeigt sich das impressionistische Element in den Bazaren, Warenhäusern und nicht zuletzt in den für die Epoche bezeichnenden Weltausstellungen, wo jedes Mal eine bunte Fülle in einer Weise ausgebreitet wird, die weniger den ordnenden Verstand, sondern mehr das nach immer neuen Eindrücken haschende Auge anspricht. Unverbindlich, scheinbar jedem System entrückt und nur als schwebende Erscheinung wirkend, entsprechen solche Veranstaltungen einem ständig wechselnden Publikum, das nun ebenfalls die Bahnhöfe, Vergnügungsstätten und Hotels, und daneben immer mehr auch die Mietshäuser durchzieht. Dieser fluktuierenden Masse gegenüber sieht sich der Repräsentationsbau nun mehr und mehr im Zwiespalt: einerseits in betonter Monumentalität ein Gegengewicht darzustellen oder in der angedeuteten Auflösung dem impressionistischen Zeitgefühl entgegenzukommen. Es ist ein Zwiespalt, der nicht zumindest die innere Einheit der damaligen Baukunst belastet.

Zwiespältig oder doch zumindest zweideutig ist ganz allgemein die Baukunst des 19. Jahrhunderts. Dem raschen Ablauf der Entwicklung entsprechend, die nur zu oft eine mehr oder weniger offene Umwälzung ist, dient die Architektur schon seit dem Klassizismus der Bekundung eines Neuen, das sich gegen die gestürzten alten Mächte, doch sehr bald schon auch nach vorwärts gegen die Ueberholung durch das noch Neuere behaupten muss. Die alte Funktion der Architektur, das Dasein ordnend zu umfassen, ihm Wahrzeichen zu schenken, wird aufs äusserste angespannt und schliesslich in Frage gestellt. Und bereits meldet sich die Frage: Soll ein Bauwerk überhaupt noch den Alltag überragen oder soll es ihm dienen wie irgend ein Gebrauchsgegenstand? Gerade durch den ungeheuren Verschleiss an Wirkungen, durch den Verlust an echtem Wurzelgrund des Lebens und durch die Veräusserlichung der grossen Form zur leeren Phrase war für den ehrlichen Betrachter jene Art von Monumentalität zutiefst suspekt geworden, nach welcher die Baukunst des späten 19. Jahrhunderts mit allen, selbst den verwegensten Mitteln strebte. Gleichzeitig begann man auch des allzu leichten und bewussten Verfügens über die Vergangenheit überdrüssig zu werden. Eine Reaktion des Elementaren und Urtümlichen gegen das Abgeleitete, der Widerstand des aus tiefsten Gründen quellenden Gefühls gegen den allzu oberflächlich disponierenden Verstand, bahnten sich an. Vorbereitet durch die Engländer John Ruskin und William Morris gelangt schon kurz vor 1900 diese Bewegung im Jugendstil zum Durchbruch. Sie bedeutet zugleich das Ende des 19. Jahrhunderts.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *R. Zürcher*, Freudenbergstrasse 103, Zürich 44.

Das Lünersee-Kraftwerk

DK 621.29

1. Die Werkgruppe «Obere Ill-Lünersee» der Vorarlberger Illwerke AG.

Am 28. März 1958 ist das Lünersee-Kraftwerk dem Betrieb übergeben worden. Es bildet das Schlussglied der Kraftwerkgruppe «Obere Ill-Lünersee», die Eigentum der Vorarlberger Illwerke AG. (VIW) ist. Diese Aktiengesellschaft versorgt die Länder Vorarlberg, Tirol und die Oesterreichische Elektrizitätswirtschafts-AG (Verbundgesellschaft, Wien) bis zu einem Drittel des Dargebotes mit elektrischer Energie. Je ein weiterer Drittel wird an die Energie-Versorgung Schwaben AG., Stuttgart-Biberach (EVS) und an das Rheinisch Westfälische Elektrizitätswerk AG., Essen (RWE) abgegeben. Das Aktienkapital liegt mehrheitlich in der Hand der Bundesrepublik Oesterreich, der Rest beim Land Vorarlberg und bei einer Schweizerischen Gruppe, der Finelektra. Energiewirtschaftlich ergibt sich ein in mancher Hinsicht bemerkenswerter Zusammenschluss von thermischen Kraftwerken, die mit Stein- und Braunkohlen betrieben werden, mit Flusskraftwerken und Speicherwerken in den Alpen[1]).

[1]) Die vorliegende Beschreibung wurde aufgrund von Veröffentlichungen abgefasst, welche uns die Vorarlberger Illwerke AG (VIW) freundlicherweise zugestellt haben. Es sind dies die Heftfolge «Oesterreichische Kraftwerke in Einzeldarstellungen», herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Betriebe, Folge 19: Werkgruppe «Obere Ill», 1953; Folge 22: Kraftwerk Latschau, 1955; Folge 24: Kraftwerk Vermunt mit den «Bachüberleitungen nach Vermunt», 1956; Folge 25: Kraftwerk Obervermunt mit der Bieltalbach-Ueberleitung, 1956; Folge 27: Kraftwerk Rodund, 1956; ferner die anlässlich der Inbetriebsetzung von der VIW herausgegebene Festschrift: Lünerseewerk, 1958 sowie eine Gesamtübersicht der Werkgruppe «Obere Ill-Lünersee» der VIW, 1959. Weiter stützen wir uns auf einen Aufsatz von H. Neukirchen, Wien: «Das Lünerseekraftwerk» in der «Oesterreichischen Ingenieurzeitschrift», Heft 8 vom August 1959, S. 294. Die Redaktion

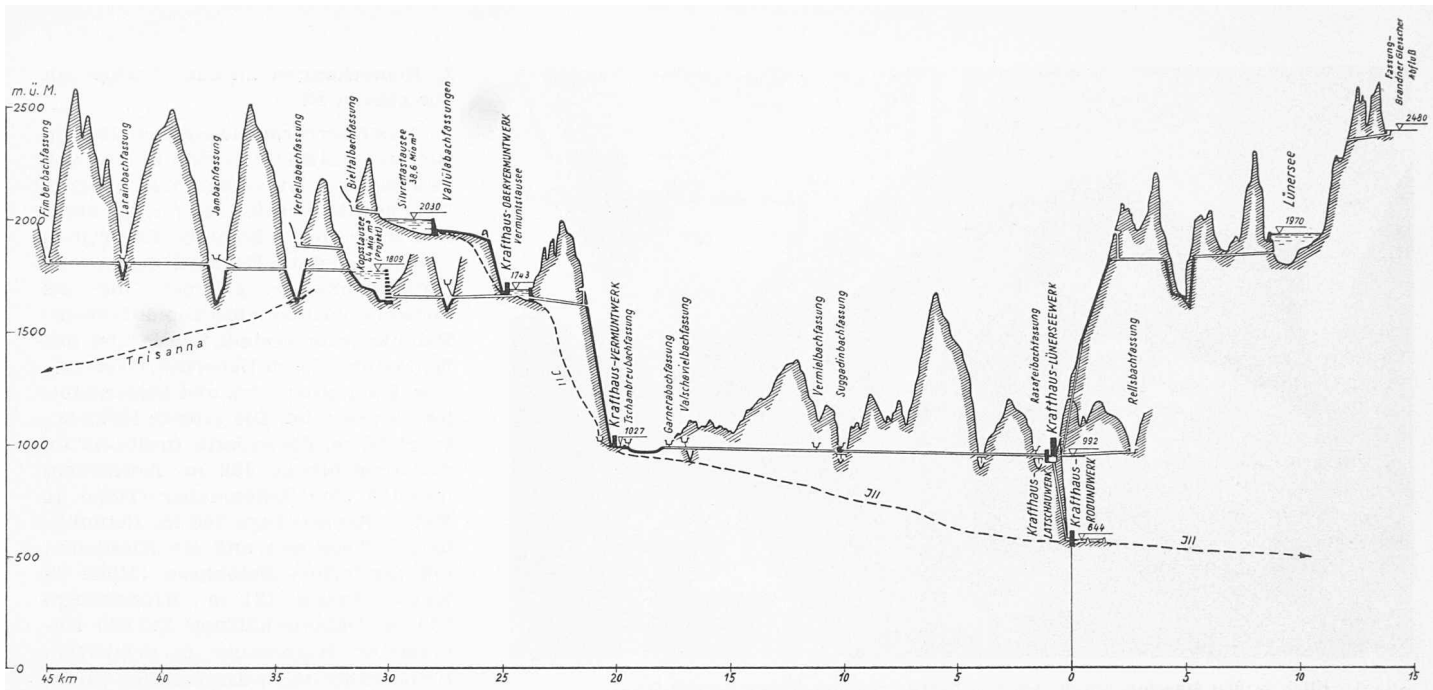


Bild 1. Längenprofil der Werkgruppe «Obere Ill-Lünersee», Längen 1 : 333 000, Höhen 1 : 33 300

Tabelle 1. Hauptdaten der Werke der Gruppe «Obere Ill-Lünersee»

Kraftwerk			Obervermunt	Vermunt	Latschau	Rodund	Lünersee[3])	Total
mittl. Nutzgefälle		m	257	665	11 bis 28	328	848	—
Ausbau-Wassermenge	Turbinen	m³/s	14	26	40	60	31,5	
	Pumpen	m³/s				20	26,3	
Nutzbarer Stauraum		Mio m³	38,6	5,0	0,1	1,0	76,0	
Gespeicherte Energie		Mio kWh	111,5	12,1	0,1	0,7	209,0	333,4
Leistung [1])	Turbinen	kW	29 000	140 000	8000	170 000	217 000	564 000
	Pumpen	kW				80 000 [3])	253 000	333 000
Jahreserzeugung [1]) [2])		Mio kWh	45	424	23	486 [4])	353	1331 [5])
Pumpenenergieaufwand [1])		Mio kWh				64	536	600

1) bezogen auf Stromverteilanlage Bürs als mittlere jährliche Nutzleistung bzw. Nutzarbeit

2) Ohne Id-, Bergler- und Kopsbach, die später zugeleitet werden

3) Vollausbau

4) Die Saison-Pumpspeicherung im Lünersee ergibt im Rodundwerk eine Veredlung von 44 Mio kWh Sommernachtenergie in Winterspitzenenergie

5) Davon werden rd. 347 Mio kWh aus dem Zufluss der «Bachüberleitungen nach Vermunt» und bei voller Ausnützung 241 Mio kWh aus Wälzpumpspeicherung erzeugt

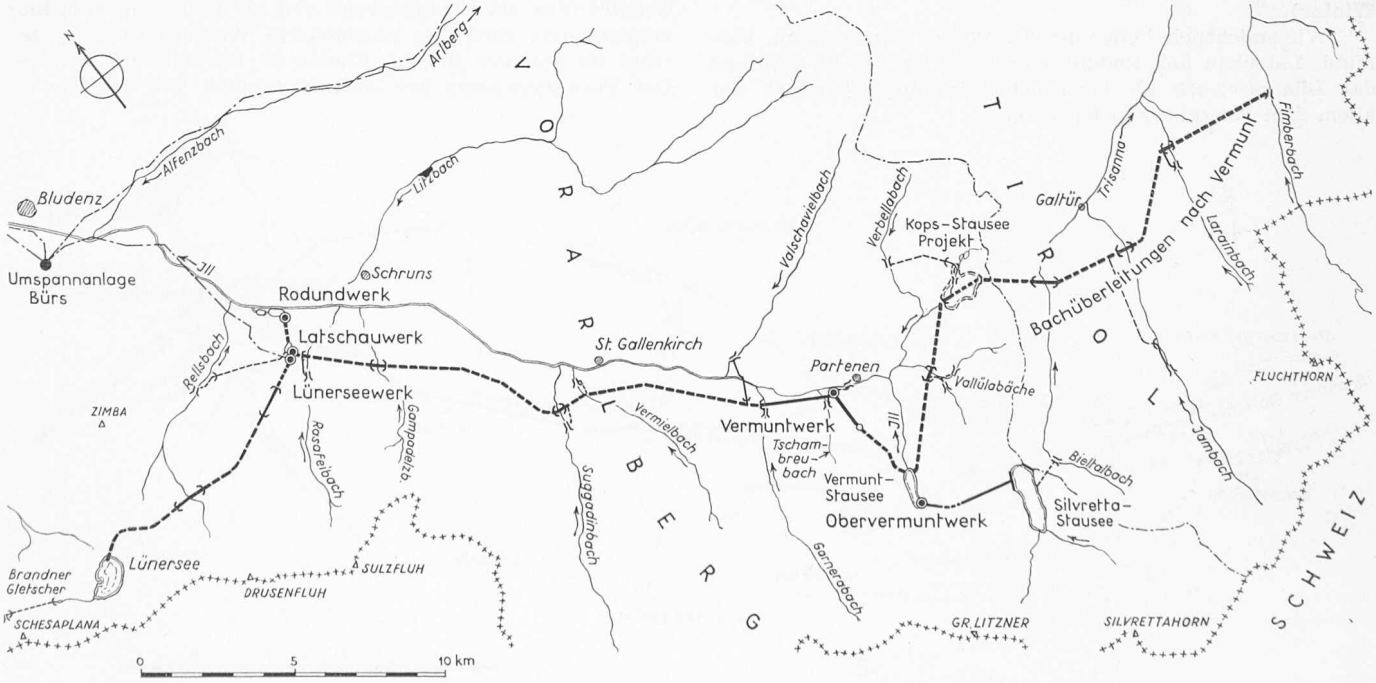


Bild 2. Uebersichtskarte der Werkgruppe «Obere Ill-Lünersee», Masstab 1:250 000

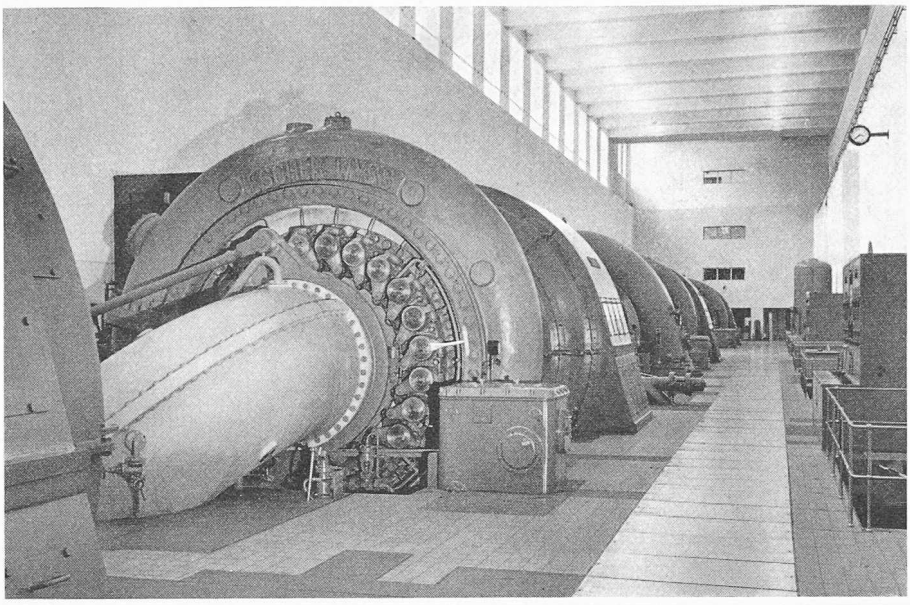


Bild 3. Blick in den Maschinenraum des Kraftwerks Rodund (Photo Escher Wyss)

Die Werkgruppe Obere Ill-Lünersee besteht aus fünf Kraftwerken. Bild 1 gibt eine Uebersicht, Bild 2 einen Längsschnitt und Tabelle 1 eine Zusammenstellung der Hauptdaten dieser Werke, die sich auf den Vollausbau beziehen. Die Zahlen für die Jahreserzeugung verstehen sich als mittlere Jahresarbeit, gemessen an den Abgabestellen der Stromverteilanlage Bürs bei Bludenz, von wo aus die Energie in Fernleitungen teils für 110 kV nach Bregenz und über den Arlberg nach dem Tirol, teils mit 220 kV (später 380 kV) nach den Verbrauchzentren in Deutschland geleitet wird.

Gegenwärtig sind im Lünerseewerk nur fünf Maschinengruppen eingebaut (Vollausbau sechs Gruppen) und im Rodundwerk fehlt noch die zweite Speicherpumpe. Im Vollausbau steht im Turbinenbetrieb eine mittlere jährliche Nutzleistung von 564 000 kW, im Pumpbetrieb ein Leistungsvermögen von 333 000 kW zur Verfügung. Somit besteht für den Lastausgleich eine Leistungsspanne von rd. 900 000 kW. Die Jahreserzeugung von 1331 Mio kWh bezieht sich auf volle Ausnützung des Wälzbetriebs der Speicherpumpen und verteilt sich zu 701 Mio kWh auf den Sommer und 630 Mio kWh auf den Winter. Dabei erfordert der Pumpbetrieb gegen 600 Mio kWh (333 Mio kWh im Sommer und 267 Mio kWh im Winter).

Wie ersichtlich, bilden die vier Werke Obervermunt, Vermunt, Latschau und Rodund eine Kette an der Ill, während das Lünerseewerk als eigentliches Pumpspeicherwerk vor allem dem Energieausgleich dient.

2. Bemerkungen zu den Werken an der oberen Ill

Das *Obervermutwerk* kam 1943 in Betrieb; das Silvretta-Staubecken von 38,6 Mio m³ Nutzinhalt mit Stauziel 2030 m ü. M. wurde 1948 fertiggestellt und erreichte im Sommer 1950 seinen ersten Vollstau. Es wird durch eine Hauptstaumauer gebildet, die als Schwergewichtsmauer von 407 000 m³ Betonkubatur erstellt wurde und mit Entlastung durch Ueberfall, Grundablass, Einlaufbauwerk und Umlaufstollen versehen ist. Die grösste Höhe beträgt 80 m, die grösste Breite 52 m, die Kronenlänge 432 m. Ausserdem mussten eine Seitenmauer (Höhe 31 Meter, Kronenlänge 140 m, Betonkubatur 18 400 m³) und ein Kiesdamm mit armiertem Betonkern (Höhe 25 Meter, Breite 121 m, Kronenlänge 733 m, Dammschüttung 342 000 Kubikmeter, Kernmauer in armiertem Beton 18 400 m³, wasserseitiger Steinwurf 33 000 m³) erstellt werden. Das natürliche Einzugsgebiet beträgt 35 km², wovon 13 km² vergletschert sind. Durch Ueberleiten des Bieltalbaches mittels Stollen konnte es um 10 km² auf insgesamt 45 km² vergrössert werden. Dieses Gebiet liefert jährlich 80 Mio m³ Wasser, die sich dank der Speicherung zu 33 Mio m³ auf den Sommer und zu 47 Mio m³ auf den Winter verteilen.

Die offen verlegte Stahlrohrleitung vom Staubecken zum Krafthaus ist 3270 m lang, weist 2,4 bis 2,1 m l. W. auf und wiegt 3630 t. Im Krafthaus, das sich am oberen Ende des Vermunt-Stausees befindet, sind zwei vertikalachsige Franzisturbinen von je 20 900 PS für 7 m³/s eingebaut, die mit Drehstromgeneratoren von je 19 000 kVA bei 6 kV direkt gekuppelt sind. Die installierte Leistung beträgt 30 000 kW. Die Energie wird auf 20 kV transformiert und mittels Kabel bis Trominier (beim Wasserschloss des Vermuntwerkes) geleitet, um dort auf 110 kV gebracht und in einer Freileitung zur Schaltanlage des Vermuntwerkes bei Partenen weitergeleitet zu werden. Die Maschinen im Krafthaus werden vom Vermuntwerk ferngesteuert.

Das *Vermuntwerk* verfügt dank der Bachüberleitungen vom oberen Paznauntal (rechte Talseite gegen die Schweizer Grenze) über ein Einzugsgebiet von 181 km², wovon 26 km² vergletschert sind. Die gespeicherte Wasserdarbietung beträgt im Sommer 200, im Winter 82, im Jahr 282 Mio m³. Der Vermuntstausee hat einen Nutzinhalt von 5,0 Mio m³

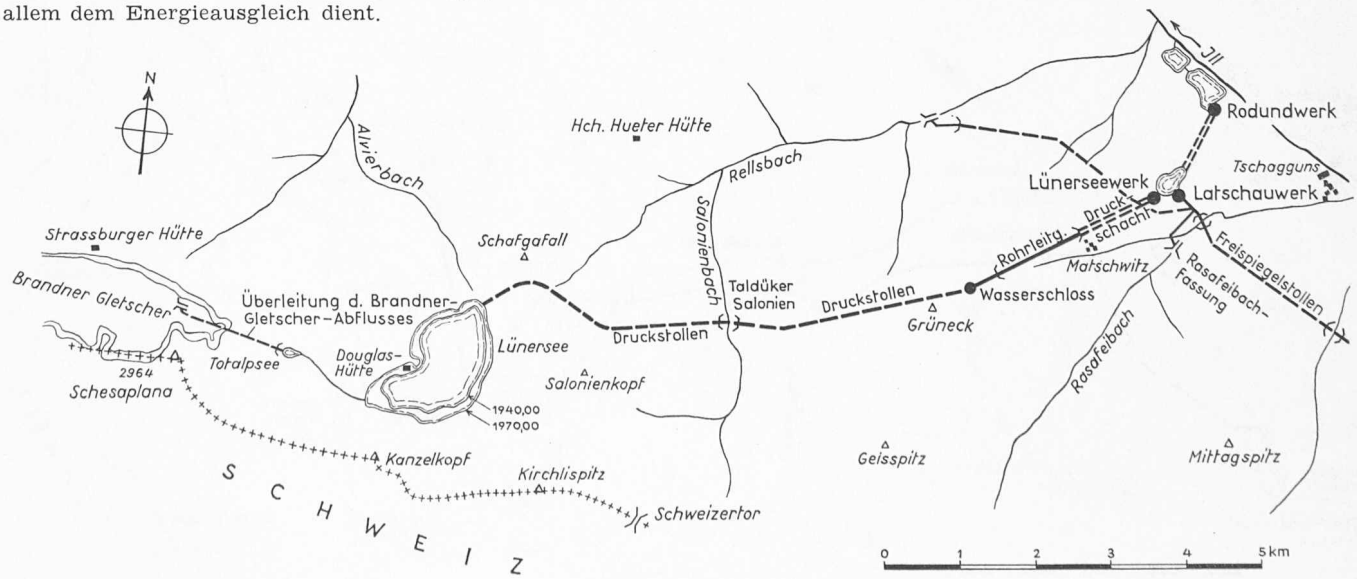


Bild 4. Lageplan des Lünerseewerks, 1:100 000

bei einem Stauziel auf Kote 1743 m ü. M. Er wird durch eine Gewichtsstaumauer gebildet, die bei 50 m grösster Höhe, 38 m Sohlenbreite, 386 m (Hauptmauer) + 102 m (Seitenmauer) Kronenlänge, 144 000 m³ Betoninhalt aufweist. Sie ist mit Ueberfall, Grundablass und Umlaufstollen versehen. Die Stollen für die Bachzuleitungen, die Hauptwasserführung, die Zugänge und die Fenster haben eine Gesamtlänge von 29 785 m. Davon sind 16 269 m Freispiegelstollen, 5829 m Druckstollen, 6352 m Stahlrohrleitungen und 1335 m Fenster- und Zugangsstollen. Vier Bachläufe mussten mittels Düker unterfahren werden.

Von der Staumauer führt ein 2,5 km langer Druckstollen von 2,8 m l. W. und maximal 4 atü zum Wasserschloss, von wo zwei offen verlegte Rohrstränge (je 1368 m lang, 1,77 bis 1,35 m l. W., 5100 t) das Betriebswasser dem Krafthaus bei Partenen zuleiten. In diesem sind fünf horizontalachsige Maschinengruppen aufgestellt. Davon bestanden ursprünglich vier Gruppen je aus einer eindüsigen Freistrahlturbine für 5 m³/s, die bei 500 U/min 40 000 PS leistet, und einem Generator für 30 000 kVA bei 6 kV. Die fünfte Gruppe verarbeitet 6 m³/s in einer zweidüsigen Freistrahlturbine von 50 000 PS, während ihr Generator für 39 000 kVA ausgelegt ist. Die ersten vier Maschinen kamen 1931 in Betrieb, die fünfte 1939. In den Jahren 1952/53 wurden die vier eindüsigen Turbinen durch zweidüsige mit etwa 25 % grösserer Leistung ersetzt, wodurch sich die installierte Leistung des ganzen Werkes auf 145 MW (140 MW in Bürs) erhöhte. Das verarbeitete Wasser sammelt sich in einem Ausgleichbecken von 110 000 m³ Inhalt. Die Energie wird auf 110 kV transformiert und mittels einer 29 km langen Doppelleitung nach der Umspannanlage Bürs transportiert.

Das *Latschauwerk* ist lediglich ein Zwischenkraftwerk, das das geringe Nutzgefälle von 11 bis 28 m zwischen dem Ende der Oberwasserführung und dem jeweiligen Wasserspiegel im Staubecken Latschau ausnützt. Vom Ausgleichbecken des Vermuntwerks führt ein 18,74 km langer Freispiegelstollen nach dem Latschauwerk, der mehrere Düker und drei Talkreuzungen mit Pfeilertrogbrücken aufweist. Ausser dem Betriebswasser des Vermuntwerkes wird das Restwasser der Ill in Partenen sowie das Wasser von sechs Seitenbächen zugeleitet, so dass sich die Betriebswassermenge von 26 m³/s auf 44 m³/s erhöht. Ausserdem wird der Rellsbach durch einen 2,93 km langen Stollen zugeleitet. Das Werk kam Ende 1950 in Betrieb. Es enthält zwei vertikalachsige Maschinengruppen, bestehend je aus einer Kaplanturbine von 5900 PS bei 300 U/min und 20 m³/s Schluckfähigkeit und einem Drehstromgenerator von 5000 kVA. Diese Gruppen werden vom Rodundwerk aus ferngesteuert.

Beim *Rodundwerk* beträgt das Einzugsgebiet 404,6 km², wovon 26 km² vergletschert sind. Die gespeicherte Wasserdarbietung wird zu 378 Mio m³ im Sommer und zu 217 Mio m³ im Winter, insgesamt also zu 595 Mio m³ angegeben. Der Tagesspeicher Latschau fasst 970 000 m³ bei einem Stauziel auf 992,25 m ü. M. Eine Entlastungsanlage mit automatischer Stauklappe und ein fester Ueberlauf verhindern ein Ueberschreiten des Stauziels. Vom Becken führt ein 854 m langer Druckschacht, der mit einbetonierten Stahlrohren von 3,2 bis 3,05 m l. W. gepanzert ist, zum Krafthaus. In diesem befinden sich vier horizontalachsige Maschinengruppen, die je aus einer Francis-Spiralturbine für 15 m³/s und 68 000 PS und einem Generator von 53 000 kVA (Drehzahl 500 U/min) bestehen, Bild 3. Gegenwärtig ist eine Gruppe mit einer zweiflutigen, zweistufigen Speicherpumpe (Wassermenge 10 m³/s, Förderhöhe 348 m, Leistungsaufnahme 40 000 kW) gekuppelt. Eine zweite gleiche Speicherpumpe ist vorgesehen. An das Krafthaus schliesst sich das Pumpenspeicherbecken mit 685 000 m³ Inhalt an, dem ein Ausgleichbecken von 295 000 Kubikmeter nachgeschaltet ist. Die auf 110 kV transformierte Energie gelangt über eine 9,5 km lange Doppelleitung nach Bürs. Das Werk steht seit 1943 mit zwei Maschinensätzen in Betrieb, 1944 kamen der dritte und 1952 der vierte mit der Speicherpumpe hinzu.

3. Die baulichen Anlagen des Lünerseewerks

Das Lünerseewerk ist vor allem für den Energieausgleich bestimmt, während die Energieerzeugung wegen dem kleinen Einzugsgebiet etwas zurücktritt. Dementsprechend ist es in seiner Art als Pumpspeicherwerk von grosser Leistung ausgebaut worden und weist interessante Einzelheiten auf. Der natürliche Inhalt des Lünersees von rd. 52 Mio m³ ist durch eine verhältnismässig kleine Staumauer von 380 m Länge und 28 m grösster Höhe auf 94 Mio m³ erhöht worden, wovon 76 Mio m³ nutzbar sind. Das Stauziel liegt auf Kote 1970,00, die Oberfläche beträgt 1,53 km². Als Entlastungsanlagen dienen ein Hochwasserüberfall, der ehemalige Ablassstollen, der als Grundablass ausgebaut wurde, und der Entnahmestollen. Zur Dichtung musste das Becken bis auf Kote 1888,50 abgesenkt, und es mussten Tiefbohrungen mit anschliessenden Zementeinpressungen durchgeführt werden, die, abgesehen von früheren Vorarbeiten, in den Jahren 1956 bis 1958 vorgenommen wurden und zu vollem Erfolg führten. Die Bauarbeiten an der Staumauer sind am 14. Juni 1956 vergeben worden, nachdem die nötigen Vorarbeiten beendet waren. Der Fundamentaushub dauerte bis Juni 1957; er musste vom Dezember 1956 bis April 1957 unterbrochen werden. Die Mauer war im Spätsommer 1958 fertiggestellt. Die Bilder 4, 5 und 6 geben eine Uebersicht über die Lage des Lünersees und die Kraftwerkanlagen.

Das natürliche Einzugsgebiet von 8,8 km² ist durch Einleiten des Abflusses aus dem Brandnergletscher auf 12 km² vergrössert worden. Die Wasserfassung befindet sich am tiefsten Punkt der Gletschermulde auf Kote 2480 m ü. M. in einer Eishöhle, in der sich früher jeweilen im Sommer aus dem Schmelzwasser ein kleiner See gebildet hatte. Sie wurde durch einen Einlaufkäfig aus Stahl gegen Verstopfung geschützt. Ein 1340 m langer Freispiegelstollen leitet das Wasser durch standfestes Gebirge ins Lünerseetalbecken hinüber. Vom Stollenende auf Kote 2452 m ü. M. fällt es in den kleinen Totalpsee hinunter und fliesst dann durch den Totalpbach dem rd. 500 m tieferliegenden Speichersee zu.

Bei der grössten Absenkung liegt der Seespiegel auf Kote 1897,00. Das Einlaufbauwerk wurde so angeordnet, dass es dann noch vollständig überflutet ist. Seine Sohle kam deshalb verhältnismässig tief, nämlich auf Kote 1890,60 zu liegen. Es weist zwei, mit je einem Grobrechen und einem Feinrechen versehene Oeffnungen von 4,0 m Breite und 6,4 m Höhe auf. Nötigenfalls kann zwischen den Rechen ein Dammbalkenverschluss eingesetzt werden. Nach den Rechen führt eine Trompete von anfänglich 50 m² Querschnitt zum 134 m langen Seestollen hinüber, der 3,05 m Durchmesser und rd. 4 ‰ Gefälle aufweist und in der Sperrkammer endet. In ihr sind zwei hintereinander angeordnete Drosselklappen von je 2,5 m Durchmesser eingebaut, die mittels Oeldruck öffnen und mittels Fallgewichten schliessen. Ein Mannloch erlaubt das Einsteigen in den anschliessenden Druckstollen. Von diesem führt ein gepanzerter Schrägschacht von 2,3 m Durchmesser über das Stauziel hinauf in den Stausee, durch den der Druckstollen be- und entlüftet werden kann und der auch unter allen Umständen einen unzulässigen Druckanstieg in der Oberwasserführung verhindert.

Der Druckstollen, der von der Sperrkammer zum Wasserschloss führt, besteht aus drei Teilen, nämlich einem 3056 Meter langen Stück von 3,04 m Durchmesser und 4,13 ‰ Gefälle bis zum Saloniental, einem Düker unter diesem Tal durch, der auf Kote 1877 m beginnt, bis auf Kote 1644 m hinabgeht und bei Kote 1855 m endet. An der tiefsten Stelle befindet sich eine Entleerungskammer mit zwei getrennten Entleerungsleitungen von 125 bzw. 200 mm Durchmesser. Der Düker besteht aus Stahlrohren (Aldur 44 und 47) von 2,4 bis 2,6 m Durchmesser und 14 bis 28 mm Wandstärke. Das dritte Stollenstück ist 2474 m lang, weist eine lichte Weite von 3,05 m auf und steigt mit 1,53 ‰ bis kurz vor dem Wasserschloss an, um zuletzt mit 11,3 ‰ zu steigen. Beide angenähert horizontalen Stollenstücke sind auf die ganze Länge gepanzert.

Das Wasserschloss besteht aus zwei Kammern, die durch einen Schrägschacht von 151 m Länge und 38 m² waagrechtem Querschnitt miteinander verbunden sind; davon ist die untere 66 m lang und weist 1715 m³ Inhalt auf; die obere mit 1590 m³ Inhalt und 90 m Länge liegt auf Kote 1982,78 m (Sohlhöhe), also rd. 13 m über dem Stauziel. Die Stollenaxe befindet sich beim Wasserschloss auf Kote 1859,73. Von dort

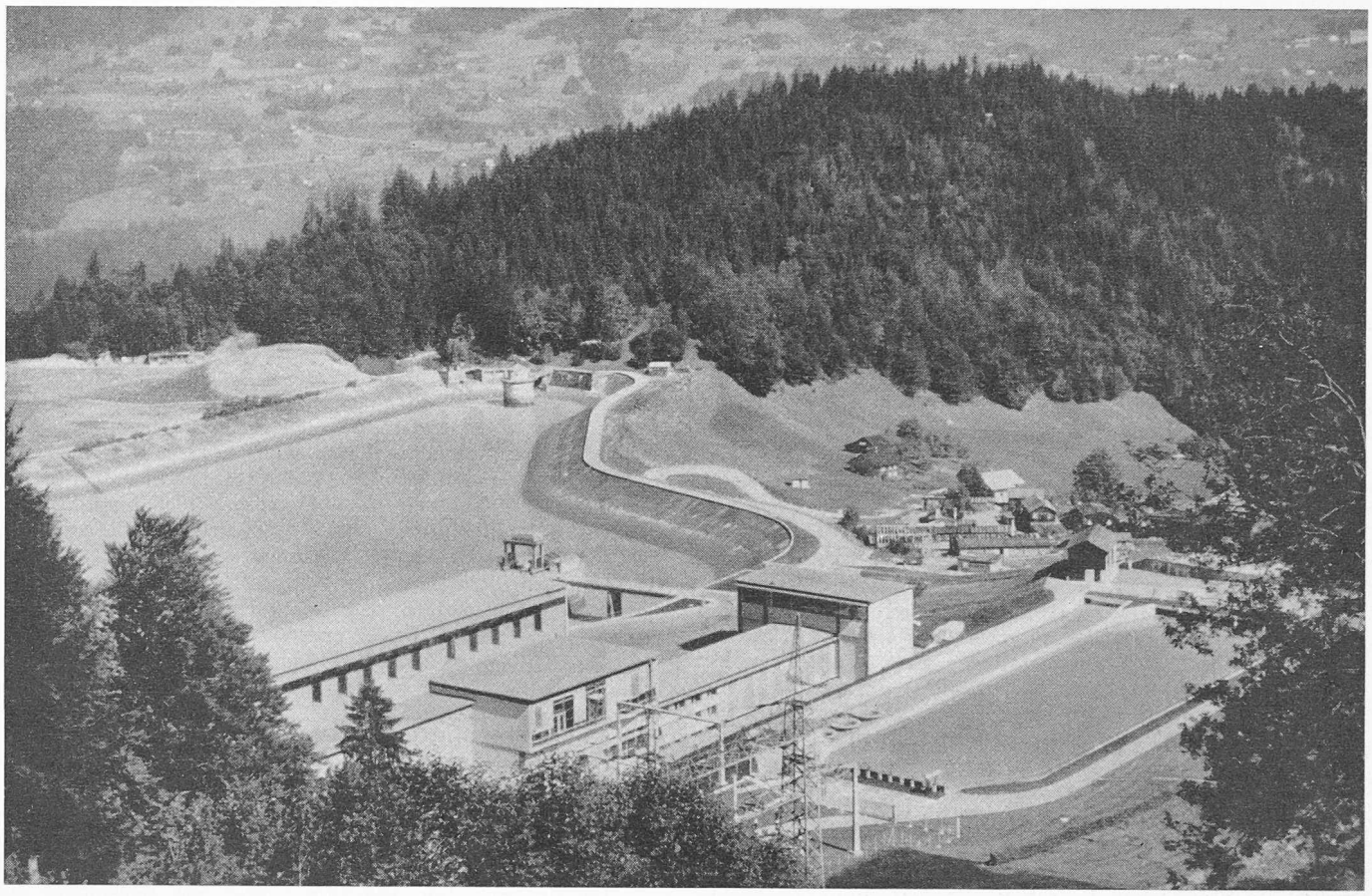


Bild 5. Das Maschinenhaus mit Pumpenwasserkanal und Staubecken Latschau (Photo Escher-Wyss)

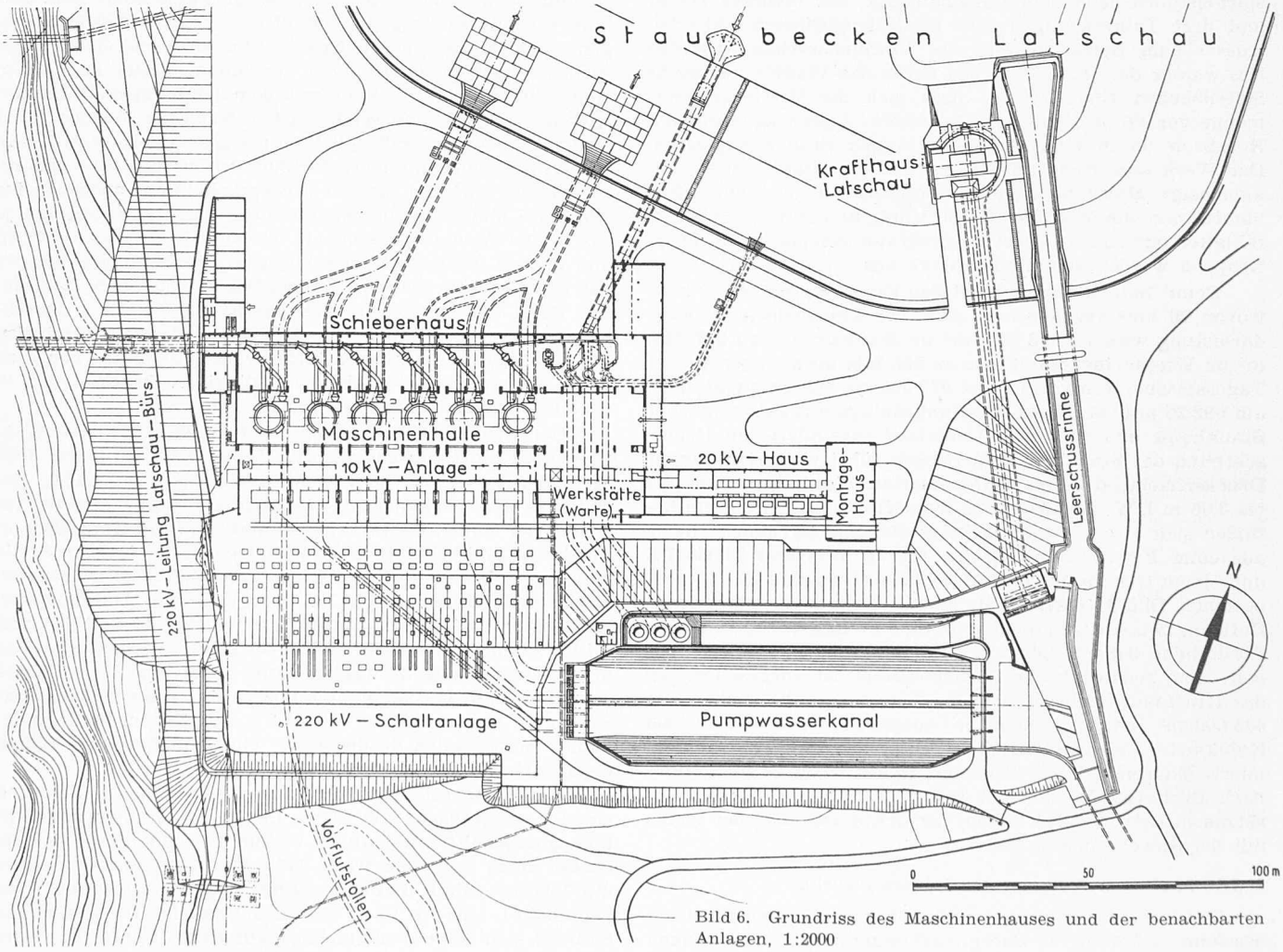


Bild 6. Grundriss des Maschinenhauses und der benachbarten Anlagen, 1:2000

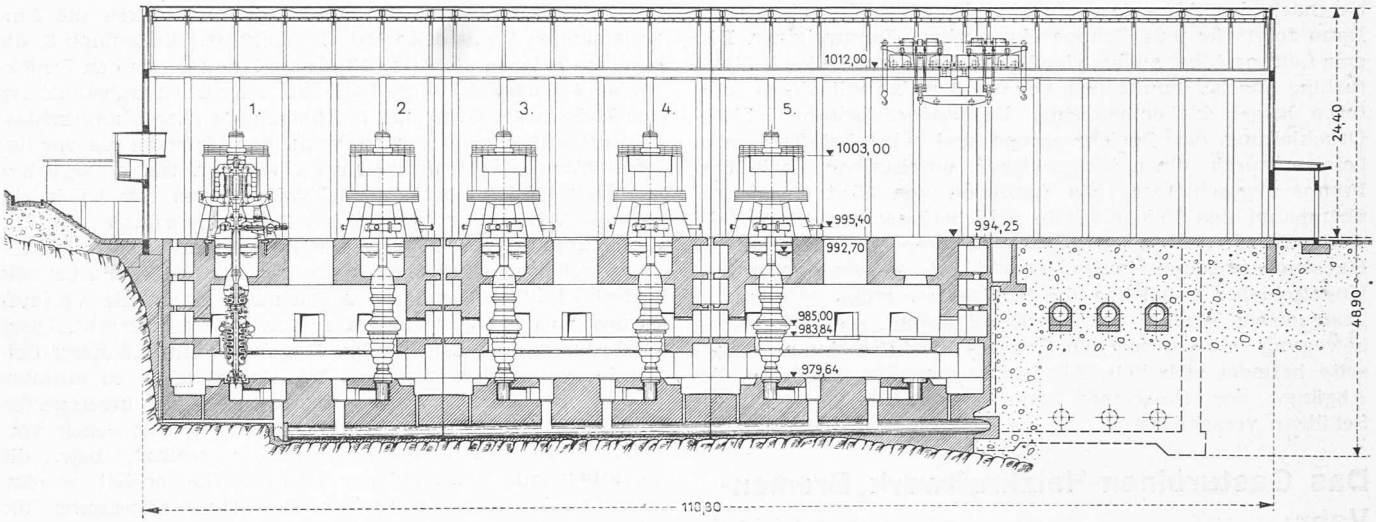


Bild 7. Längsschnitt durch das Maschinenhaus 1:800

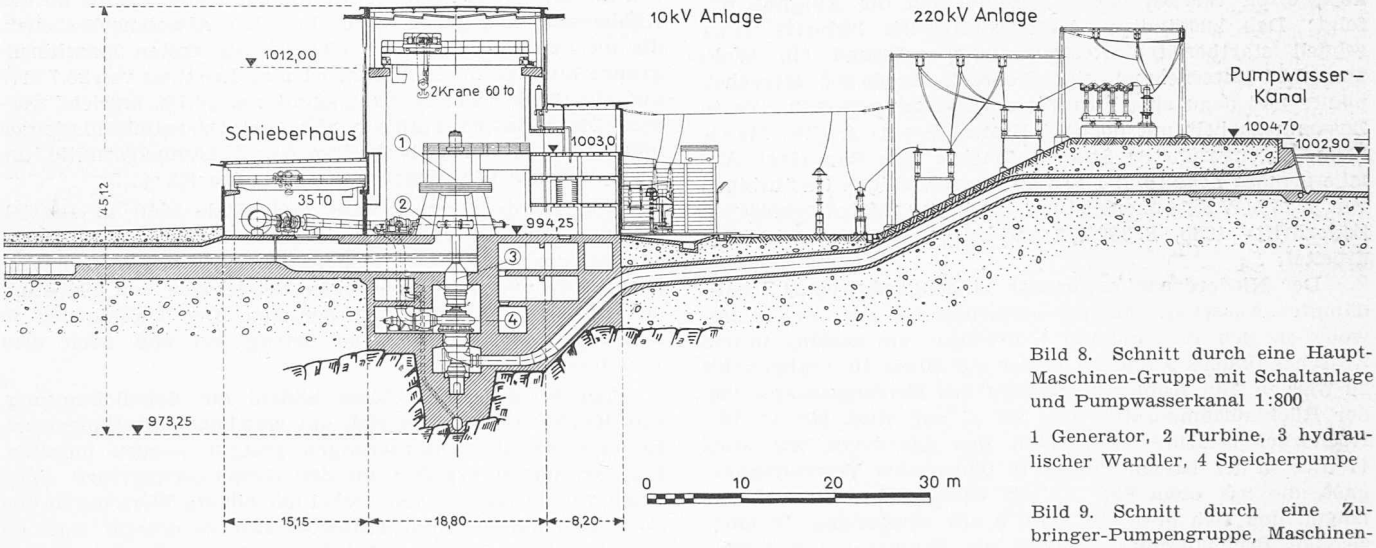
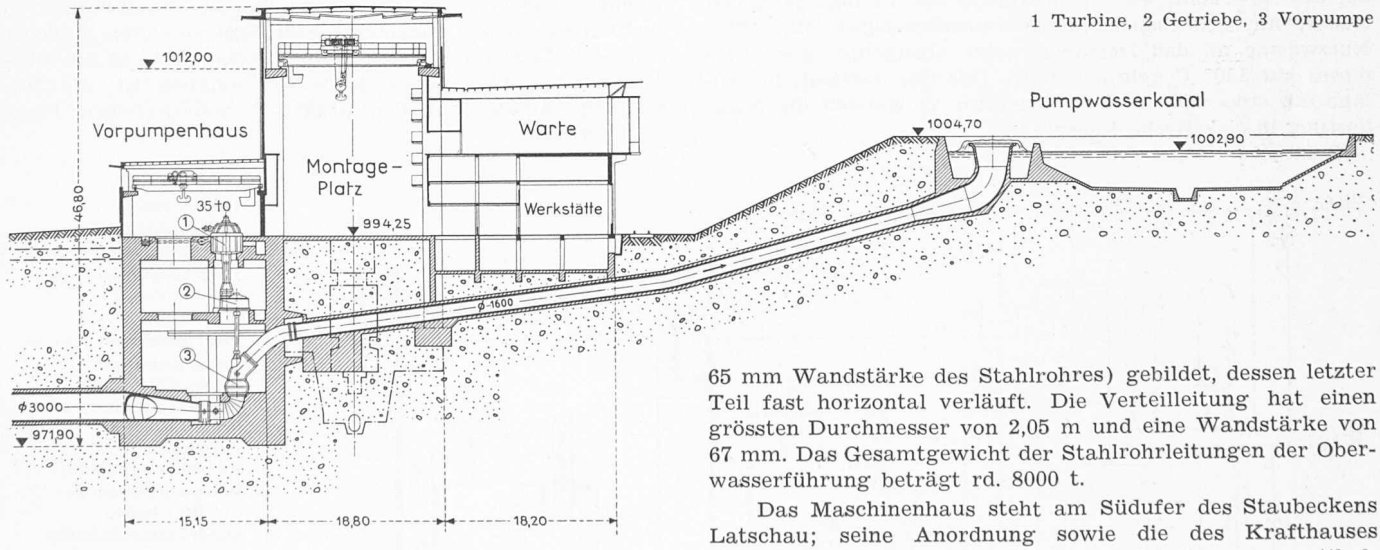


Bild 8. Schnitt durch eine Haupt-Maschinen-Gruppe mit Schaltanlage und Pumpwasserkanal 1:800

1 Generator, 2 Turbine, 3 hydraulischer Wandler, 4 Speicherpumpe

Bild 9. Schnitt durch eine Zubringer-Pumpengruppe, Maschinenhaus und Pumpwasserkanal, 1:800

1 Turbine, 2 Getriebe, 3 Vorpumpe



führt die 2873,76 m lange Falleitung nach dem Maschinenhaus. Diese besteht aus drei Teilen, nämlich einem rd. 500 m langen Panzerstollen von 3,2 m l. W., an dessen Ende (Kote der Stollenaxe 1814,65) als Absperrorgan eine Drosselklappe von 2,5 m l. W. eingebaut ist. Dann folgt eine frei am Hang verlegte Druckrohrleitung bis Kote 1517,00 (Länge 1020 m, l. W. 2,25 m, Wandstärke 22 bis 38 mm). Der unterste Teil wird durch einen aus dem Fels ausgesprengten, gepanzerten Druckschacht (1350 m lang, 2,15 bis 2,05 m l. W., 26 bis 65 mm Wandstärke des Stahlrohres) gebildet, dessen letzter Teil fast horizontal verläuft. Die Verteilleitung hat einen grössten Durchmesser von 2,05 m und eine Wandstärke von 67 mm. Das Gesamtgewicht der Stahlrohrleitungen der Oberwasserführung beträgt rd. 8000 t.

Das Maschinenhaus steht am Südufer des Staubeckens Latschau; seine Anordnung sowie die des Krafthauses Latschau gehen aus Bild 6 hervor. Es ist für sechs vertikalachsige Maschinengruppen vorgesehen, von denen gegenwärtig fünf eingebaut sind. Ausserdem sind an der Druckleitung drei vertikalachsige Peltonturbinen von je 2200 bis 3390 PS für den Antrieb von drei Zubringerpumpen sowie eine horizontalachsige Peltonturbine von 2400 PS, die als Hausturbine wirkt, angeschlossen.

Die Druckleitung tritt in ein reichlich bemessenes Schieberhaus, wo sie sich auf die Leitungen verzweigt, die zu den einzelnen Maschinensätzen führen, Bild 8. Unmittel-

bar nach den Abzweigungen sind Kugelschieber eingebaut. Dann folgt für jede Gruppe eine weitere Verzweigung. Die eine Leitung führt zu den vier Düsen der betreffenden Peltonturbine und ist unmittelbar vor der Turbine mit einem weiteren Kugelschieber versehen. Die andere Leitung ist die Druckleitung der Speicherpumpe und wird bei Turbinenbetrieb durch einen Ringschieber unmittelbar nach der Pumpe abgeschlossen. Ein Laufkran von 35 t Tragkraft überspannt das 15,5 m breite Schieberhaus. In seinem talseitigen Ende sind die drei Zubringerpumpengruppen und die Hausturbinengruppe untergebracht. Die Servomotoren der Kugelschieber vollziehen die Schliessbewegung mittels ungesteuertem Wasser aus der Druckleitung, die Oeffnungsbewegung mit gesteuertem Drucköl. Auf der Pumpensaugseite befindet sich kein Abschlussorgan. Dagegen sind die Abgänge der Saugrohre vom Pumpwasserkanal durch Schützen verschliessbar. *Schluss folgt*

Das Gasturbinen-Heizkraftwerk Bremen-Vahr

DK 621.182:621.438

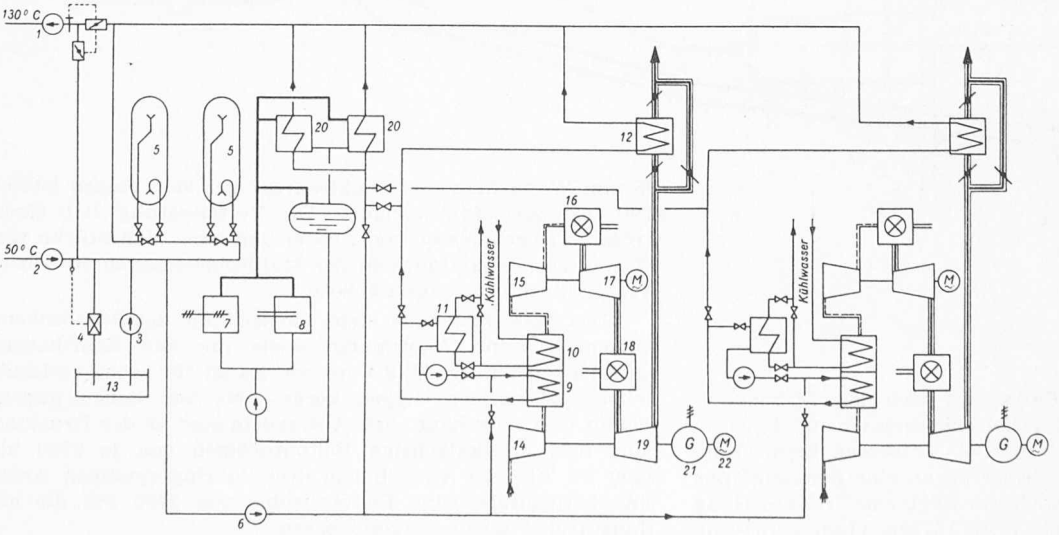
Als man anfangs 1957 mit der Planung dieses bemerkenswerten Werkes begann, stellte sich die Aufgabe wie folgt: Das zuständige Elektrizitätswerk bedurfte einer schnell startbereiten Reserveanlage, während ein Wohnungsbau-Unternehmen eine Siedlung für 35 000 Menschen plante und dazu eine Fernwärmeversorgung vorsah. Die in Zusammenarbeit mit der AG Brown, Boveri & Cie., Mannheim, durchgeführten Studien führten zum Bau einer Anlage gemäss Schaltbild 1 mit zwei zweiwelligen Gasturbinen von je 25 MW Klemmenleistung, die in der «Motortechnischen Zeitschrift» 1960, S. 382/385 beschrieben ist und wie folgt arbeitet:

Der Niederdruckkompressor 14 saugt über einen Schalldämpfer Aussenluft an und verdichtet sie auf etwa 4 ata, wobei sie sich auf rund 180° C erwärmt, um nachher in den Zwischenkühlern 9 und 10 wieder auf 30 bis 40° C abgekühlt zu werden. Der Kühler 9 erwärmt das Heizungswasser von der Rücklauftemperatur von 50° C auf etwa 80° C. Der Hochdruckverdichter 15 erhöht den Luftdruck auf etwa 17 ata; in der Brennkammer 16 bilden sich Verbrennungsgase, die mit etwa 625° C zur Hochdruckturbine 17 gelangen und sich dort auf etwa 6 ata entspannen. In einer zweiten Brennkammer 18 wird die Temperatur nochmals auf 625° C erhöht, worauf das Gas in der Turbine 19 Arbeit leistet, um schliesslich im Wärmeaustauscher 12 weiter Nutzwärme an das Heizungswasser abzugeben, durch das dieses auf 130° C gebracht wird. Das Gas verlässt die Anlage mit etwa 180° C. Der Generator 21 wandelt die Nutzleistung in elektrische Energie um.

Das Heizwasser wird dem Kraftwerk durch die Umwälzpumpen 2 mit etwa 50° C zugeführt. Die Pumpe 3, die aus dem offenen Behälter 13 absaugt und durch den Druckregler 4 gesteuert wird, hält den Netzdruck konstant. An das Heizwasser-Netz sind die Schichtspeicher 5 angeschlossen, die aufgeladen werden, wenn das Heiznetz die verfügbare Wärme nicht aufzunehmen vermag. Sie ermöglichen so einen Turbinenbetrieb mit Vollast, was mit Rücksicht auf den Wirkungsgradabfall bei Teillast erwünscht ist. Die Ladepumpen 6 fördern das Heizwasser entweder durch die dampfgeheizten Wärmeaustauscher 20 oder durch die Zwischenkühler 9 und die Abgaskühler 12 in die Vorlaufleitung, in der eine Temperatur von 130° C herrscht. Diese wird durch eine selbsttätige Regelung mit Rücklauf-Beimischung konstant gehalten. Die Austauscher 20 erhalten den erforderlichen Dampf entweder aus vier ölgefeuerten Kesseln 8 oder aus vier Elektrokesseln 7, mit denen vorhandene Laufwasser-Nachtenergie ausgenützt, bzw. die Nachtbelastung vorhandener Dampfwerke erhöht werden soll. Die Fernversorgung des Heiznetzes übernimmt die Umwälzpumpe 1. Im Sommer wird der Rückkühler 11 mit der zugehörigen Umwälzpumpe in Betrieb genommen, durch den die im Zwischenkühler 9 aufgenommene Wärme an das Kühlwasser abgegeben wird. Bei den Abnahmeversuchen, die im Februar und März 1960 an der ersten Maschinengruppe durchgeführt wurden, ist eine Leistung von 26,7 MW und ein thermischer Nutzungsgrad von 24,7% erreicht worden. Diese Zahlen beziehen sich auf Garantiebedingungen und bedeuten ein Uebertreffen der Leistungsgarantie um 6,8 % und der Wirkungsgradgarantie um 0,8 %.

Die zweite Gruppe wird erst Ende 1960 in Betrieb kommen. Der zu verwendende schwere Brennstoff macht ein periodisches Waschen der Turbinen notwendig. Im Winter 1959/60 wurde während einer Betriebszeit von 834 Stunden nur eine Wäsche vorgenommen. Der Unterschied in Leistung und Wirkungsgrad betrug vor und nach dem Waschen knapp 1,5 %.

Ein besonderes Problem bildete die Schalldämpfung. Das Kraftwerk befindet sich am westlichen Siedlungsrand, so dass erhöhte Anforderungen gestellt werden mussten. Die Messungen ergaben an der Grundstücksgrenze einen Pegel von 42 bis 50 Phon, wobei der höhere Wert durch den im Freien aufgestellten Transformator verursacht war. Es wird berichtet, dass es selbst während der ruhigsten Nachtstunden schwierig sei, die Geräusche des Kraftwerkes zu bestimmen, da der allgemeine Störpegel von etwa gleicher Höhe ist. Damit darf festgestellt werden, dass es bei Gasturbinen der hier verwendeten Art möglich ist, die Maschinengeräusche auf den praktisch erforderlichen Pegel zu dämpfen.



1 Umwälzpumpe für Fernversorgung im Vorlauf
2 Umwälzpumpe für Heizwasser im Rücklauf
3 Diktierpumpe
4 Netzdruckregler
5 Heisswasserspeicher
6 Speicherpumpe (Ladepumpe)
7 vier Elektrokessel
8 vier ölgefeuerte Kessel
9 Zwischenkühler, obere Stufe
10 Zwischenkühler untere Stufe
11 Rückkühler für Sommerbetrieb
12 Wärmeaustauscher für Rauchgase
13 Ausdehnungsbehälter
14 Niederdruck-Kompressor
15 Hochdruck-Kompressor
16 Hochdruck-Brennkammer
17 Hochdruck-Turbine
18 Niederdruck-Brennkammer
19 Niederdruck-Turbine
20 dampfgeheizte Wärmeaustauscher
21 Generator
22 Anwurfmotor

Bild 1. Wärmeschaltbild des Gasturbinen-Kraftwerks Bremen-Vahr