

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Band:** 69 (1951)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Das Fätschbachwerk. 2. Teil: Die mechanischen und elektrischen Anlagen  
**Autor:** Elmiger, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58859>

### **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:** 19.11.2024

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

## Technischer Auskunftsdienst zu Gunsten der OECE-Länder

DK 659.25

Die Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE), der auch die Schweiz angehört, hat sich unter anderem die Erhöhung der Produktivität und damit die Verbesserung des Lebensstandards in den ihr angeschlossenen Ländern zum Ziel gesetzt. Diesem Zweck dient auch der technische Auskunftsdienst, der im Rahmen des Marshallplans vom Office of Technical Services (OTS) im Department of Commerce in Washington und vom National Research Council in Ottawa ins Leben gerufen worden ist. Er wurde bereits vor einigen Jahren für die amerikanische Industrie organisiert, der er schon wertvolle Dienste geleistet hat; nun wird er in grosszügiger Weise auf alle OECE-Länder ausgedehnt. Beide oben angeführten Stellen verfügen über einen grossen Stab erfahrener Fachleute, über eine umfangreiche Dokumentation und vor allem über die Mitarbeit von über 400 amerikanischen und kanadischen Grossfirmen. Beide Stellen erteilen detaillierte Auskünfte über etwa 35 Fachgebiete der amerikanischen Industrie, und zwar besonders über Ausrüstung und Unterhalt industrieller Grossanlagen, Maschinenbau und mechanische Technologie, Präzisionsmechanik, Elektrotechnik, chemische Technologie, pharmazeutische Produkte, Konservierung von Nahrungsmitteln, Keramik, Metallurgie, Holzindustrie, Papierindustrie, Textilindustrie, Herstellung und Verwendung von Kunststoffen usw.

Die praktische Durchführung dieses Auskunftsdienstes gestaltet sich folgendermassen: In jedem der OECE-Länder wurde eine zentrale Stelle geschaffen, welche die eingehenden Anfragen zunächst daraufhin prüft, ob die gewünschten Auskünfte nicht im eigenen Land erhältlich sind oder in der wissenschaftlichen und technischen Literatur gefunden werden können. Die auf diese Weise gesichteten Fragen werden an das OTS in Washington gesandt, welches in 4 bis 6 Wochen der betreffenden Landeszentrale die ausführliche Antwort zustellt. Es werden detaillierte Auskünfte namentlich über Betriebsverfahren, Betriebsstörungen und ihre Behebung, Mängel der Erzeugnisse und ihre Beseitigung usw. erteilt, die auf den Erfahrungen der einschlägigen amerikanischen Industrien beruhen und mit grosser Offenheit bekanntgegeben wurden. Um es dem OTS zu ermöglichen, eine eingehende Antwort zu geben, muss auch die Frage sehr ausführlich und präzise gehalten sein und z. B. eine genaue Beschreibung der bisher verwendeten Verfahren, die Art der Fehler und Störungen, die Umstände, unter denen die Mängel der Erzeugnisse auftreten, usw. enthalten. Die Anfragen müssen in englischer Sprache verfasst sein und in fünf Exemplaren auf Luftpostpapier der Zentralstelle übermittelt werden. Der Dienst ist grundsätzlich kostenlos; es wird nur ein mässiger Beitrag zur Deckung der Unkosten erhoben.

Jede Landeszentrale erhält Kopien sämtlicher Auskünfte, die vom OTS auf Anfragen aus allen angeschlossenen Ländern erteilt wurden. Sie werden bei der schweizerischen «Zentralstelle» nach der internationalen Dezimalklassifikation geordnet und bilden zusammen eine äusserst wertvolle Dokumentation über Produktivitäts- und Betriebsfragen. Zugleich wird auf diese Weise verhindert, dass bereits für andere OECE-Länder beantwortete Fragen nochmals nach Washington gesandt werden, da bei eingehenden Anfragen immer zuerst in den Dossiers nachgesehen wird, ob die gewünschte Auskunft nicht bereits erteilt wurde.

Als typische Beispiele seien folgende Fragen angeführt (es werden nur die Gebiete erwähnt, ohne in die Details der Anfragen einzugehen): Starters-Cartridge Type (Anlassen mit Explosivstoffen); Cold heading (Kaltstauchen); Materials recommended for pressure casting machines plunger tips and sleeves (Materialien für hochbeanspruchte Bestandteile von Pressgussmaschinen); Tempering of high-speed tools (Anlassen von Schnelldrehstählen); Plastic gears and plastic screws (Zahnräder und Schrauben aus Kunststoffen); Refining of scrap aluminium (Raffinieren von Aluminiumabfällen); Manufacture of textile shuttles (Fabrikation von Weberschiffchen).

In unserem Lande befindet sich die «Zentralstelle» für diesen Dienst, welche alle weiteren noch gewünschten Auskünfte darüber gerne erteilt, bei Dipl. Ing. W. Mikulaschek, Wartstr. 14, Zürich 32, dem Delegierten der Schweiz im «Comité des Questions scientifiques et techniques» in der «Groupe de l'Assistance technique» der OECE in Paris. Es ist sehr zu hoffen, dass unsere Industrien, namentlich die kleineren und mittleren Firmen, die über keine eigenen Forschungslaboratorien, Versuchsanstalten und grösseren Fachbibliotheken verfügen, von dieser hervorragenden Informationsmöglichkeit umfassenden Gebrauch machen.

## Das Fätschbachwerk

Schluss von Seite 249

### 2. Teil: Die mechanischen und elektrischen Anlagen

Von Dipl. Ing. E. ELMIGER, Ennetbaden

#### 1. Turbinen und Kugelschieber

Direkt vor dem Maschinenhaus teilt sich die Druckleitung in zwei Stränge von 670 bzw. 500 mm lichter Weite. In der Schieberkammer des Maschinenhauses sind in jedem Stränge je ein Kugelschieber von 550 bzw. 400 mm Durchgang eingebaut. Den Schiebern sind konische Uebergangsstücke vorgeschaltet, an denen registrierende und zählende Wassermengenmesser angeschlossen sind. Zum Antrieb der Kugelschieber dient Wasser aus der Druckleitung. Das zugehörige Steuerventil kann, wie aus Bild 15 hervorgeht, von Hand an Ort und Stelle oder elektromagnetisch vom entsprechenden Bedienungspult im Maschinenaal aus betätigt werden. Eine Fernmeldeanlage zeigt die Schieberstellungen auf dem Bedienungspult im Maschinenaal an.

Um die im Verlaufe des Jahres stark veränderliche Wassermenge mit bestem Wirkungsgrad ausnützen zu können, sind zwei Freistrahlturbinen verschiedener Leistung aufgestellt worden; ihre Hauptdaten sind:

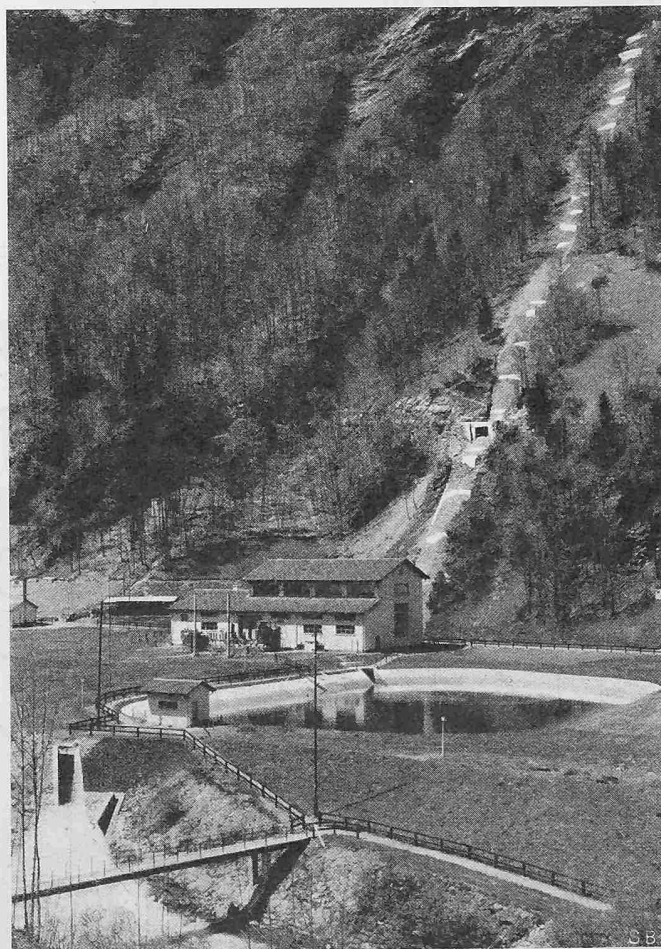


Bild 12. Maschinenhaus mit eingedeckter Druckleitung, Ausgleichbecken und Linthdotierung

		Turbine 1	Turbine 2
Nenngefälle . . . . .	m	580	580
Wassermenge . . . . .	l/s	2 000	1 000
Nennleistung . . . . .	PS	13 450	6 800
Nennzahl . . . . .	U/min	750	750

Kugelschieber und Turbinen wurden von der AG. der Maschinenfabrik Th. Bell & Cie. in Kriens geliefert.

Die beiden horizontalachsigen Maschinengruppen sind spiegelbildlich zueinander angeordnet (Bild 17). Diese Anordnung hat besonders in hydraulischer Hinsicht Vorteile, indem das Wasser aus der Richtung der gemeinsamen Druckleitung im Hosenrohr nur wenig abgelenkt werden muss. Ausserdem konnten die beiden Kugelschieber nahe zusammengedrückt werden, so dass sie sich zwanglos in einer gemeinsamen Kammer unterbringen liessen. Schliesslich war es möglich, die beiden Turbinengehäuse von einem gemeinsamen zentralen Luftschacht aus zu belüften.

Die Turbinenlaufräder sind fliegend an die Generatorwellen angeflanscht. Sie sind in einem Stück aus Stahl gegossen und gegenseitig auswechselbar. Die Turbine 1 ist mit zwei, die Turbine 2 nur mit einer Düse ausgerüstet. Aus jeder Düse tritt bei Vollast ein Wasserstrahl von rd. 113 mm Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 m/s aus und trifft auf das Laufrad, das im Strahlkreis von 1250 mm Durchmesser eine Umfangsgeschwindigkeit von 49,5 m/s aufweist. Der Erosionswirkung des Wasserstrahls begegnet man durch Schutzaufträge, die auf die Schaufeleintrittskanten und auf die Schneiden der Strahlableiter aufgeschweisst sind, sowie durch sorgfältig geschliffene Innenflächen der Schaufeln. Hohe Oberflächenglätte ist auch wichtig zum Erreichen eines guten Turbinenwirkungsgrades.

Die beiden Düsen der Turbine 1 sind, wie aus Bild 14 ersichtlich, unter einem Winkel von 45° zueinander geneigt. Diese, für Freistrahlturbinen der Firma Bell & Cie. typische Bauart hat den Vorteil, dass das Laufrad leicht zugänglich ist und so Kontrollen und Revisionen in kurzer Zeit durch-

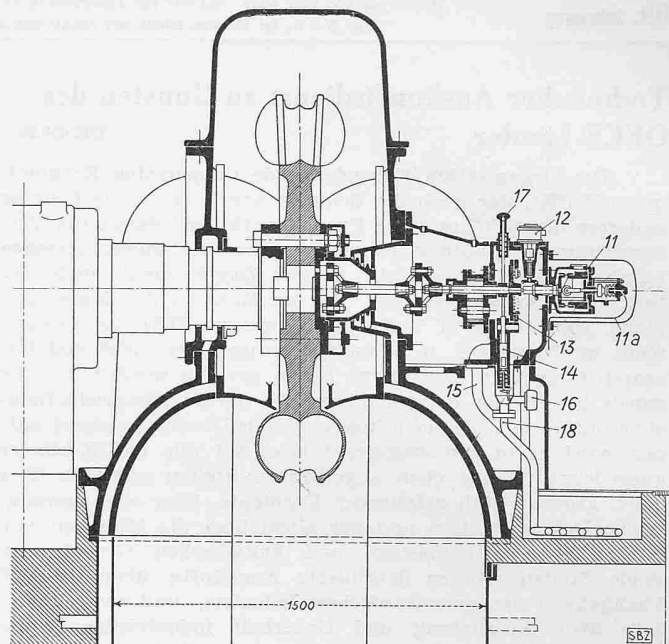


Bild 13. Querschnitt durch die Freistrahlturbine, Masstab 1:30

geführt werden können. Ausserdem ergibt sich hierbei eine für die Wasserführung vorteilhafte Anordnung der Druckleitungen zu den Düsen mit verhältnismässig kleinen Rich-

Legende zu den Bildern 13 und 14:

- |  |   |
|--|---|
| 1 Geberapparat für Nadelhubfernanzeige | 15 Druckölleitung (Arbeitsöl von der Oeffnungsseite des Ablenker-Servomotors) |
| 2 Schmiernippel                        | 16 Elektrischer Signalkontakt   |
| 3 Auflagen für Revisionsrost           | 17 Hand-Auslösung und -Rückstellung   |
| 4 Panzertüre                           | 18 Ablaufölleitung  |
| 5 Ablenschild                          |   |
| 6, 7 Belüftungskanäle                  |   |
| 8 Kühlschlange für Regulieröl          |   |
| 9 Kühlwasserüberlauf                   |   |
| 10 Kühlwasserkontrolle                 |   |
| 11 Fliehkraftpendel                    |   |
| 11a Hydraulisches Gestänge             |   |
| 12 Geberdynamo für Ferntachometer      |   |
| 13 Sicherheitsregler                   |   |
| 14 Oelablassventil                     |   |

Legende zu Bild 15, Bedienungspult

- |   |  |
|---|--|
| a Steuerschalter zum Kugelschieber          | n Handregulierung der Erregung   |
| b Steuerschalter zur Startpumpe             | p Umschalter «Hand-Automatisch» der Spannungsregulierung                         |
| c Lastbegrenzung                            | q Blindlastverstellung (Spannungsverstellung über automatischen Spannungsregler) |
| d Wirklastverstellung (Drehzahlverstellung) | r Steuerschalter zum Generator-Trenner   |
| e Druckknopf für Notabstellung              | s Synchronisierschalter  |
| f Kugelschieberstellung                     | t Steuerschalter zum Generatorschalter   |
| g Druck im Einlaufkrümmer                   | u Druckknopf Brandschutz   |
| h Nadelhub                                  |  |
| i Drehzahl                                  |  |
| k Pumpenöldruck                             |  |
| l Reduzierter Oeldruck                      |  |
| m Magnetfeldschalter                        |  |

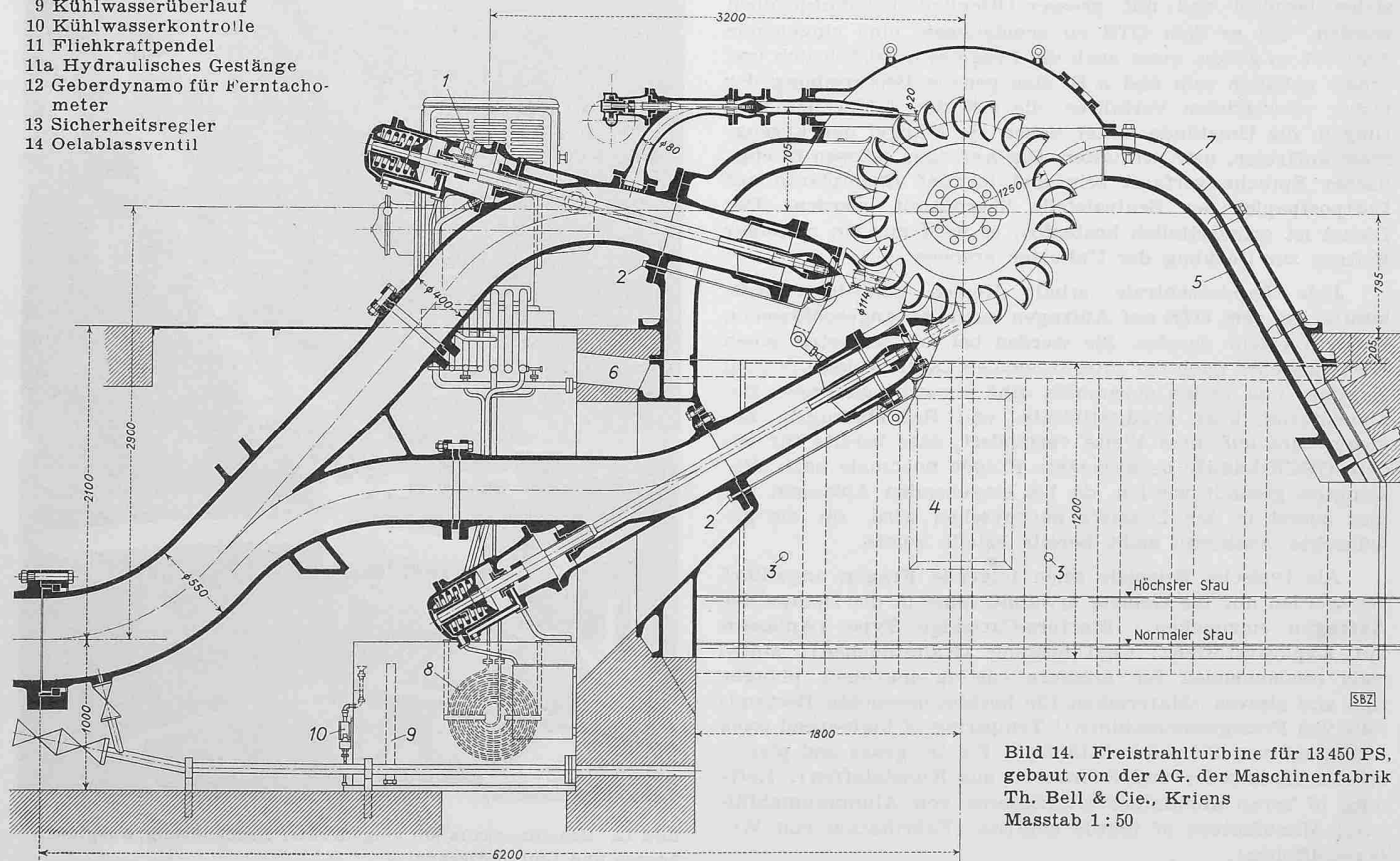


Bild 14. Freistrahlturbine für 13450 PS, gebaut von der AG. der Maschinenfabrik Th. Bell & Cie., Kriens Masstab 1:50

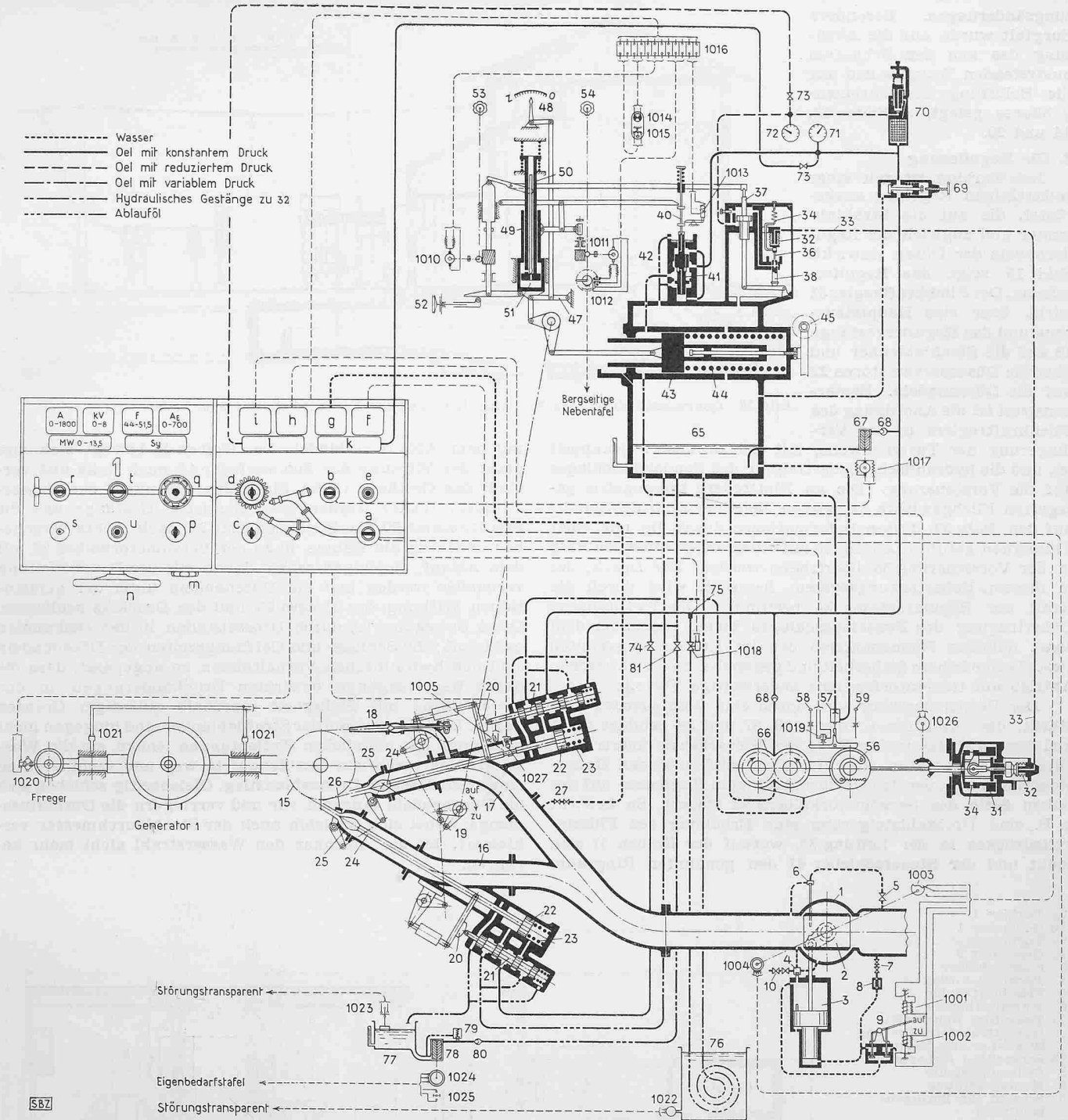


Bild 15. Reglerschema

**Kugelschieber:**

- 1 Gehäuse
- 2 Drehkörper
- 3 Servomotor
- 4 Zwischenhaltventil
- 5 Keilschieber zur Umleitung
- 6 Umleitventil
- 7 Keilschieber für Steuerwasserentnahme
- 8 Doppelfilter
- 9 Steuerventil
- 10 Spülschieber

**Turbine:**

- 15 Peltonrad
- 16 Unterer Einlauf
- 17 Oberer Einlauf
- 18 Bremsdüse
- 19 Reguliergestänge
- 20 Steuerkamm
- 21 Steuerschieber
- 22 Düsen-Servomotor
- 23 Schliessfeder
- 24 Düsenadel
- 25 Mundstück
- 26 Strahlableiter
- 27 Absperrventil zu Manometerleitung

**Regulator:**

- Hydropendel:
- 31 Fliehkewichte
- 32 Federbalg

- 33 Uebertragungsleitung
- 34 Aufhängefeder zu 31

**Vorsteuerung:**

- 36 Steuerstift
- 37 Steuerkolben
- 38 Rückführung

**Hauptsteuerung:**

- 40 Steuerstift
- 41 Steuerschieber
- 42 Steuerapparat
- 43 Servomotor
- 44 Schliessfeder
- 45 Handbetätigung

**Rückführung:**

- 47 Rückführgestänge
- 48 Öffnungsindikator
- 49 Rückführzylinder
- 50 Rückführkolben
- 51 Katarakt
- 52 Verstellung der bleibenden relativen Drehzahländerung
- 53 (Drehzahl-) Lastverstellung
- 54 Lastbegrenzung

**Sicherheitsregler:**

- 56 Fliehkewicht
- 57 Ablassventil
- 58 Handnotauslösung
- 59 Einklinkvorrichtung

**Steuerölversorgung:**

- 65 Ölreservoir mit Schauglas
- 66 Zahnrad-Oelpumpe
- 67 IMO-Pumpe für Start
- 68 Rückschlagventil
- 69 Sicherheits- und Handablassventil
- 70 Druckreduzierventil
- 71 Manometer für Pumpenöldruck
- 72 Manometer für reduzierten Oeldruck
- 73 Absperrventile in Manometerleitungen der unteren Düse
- 74 Ventil zum Abstellen der unteren Düse
- 75 Drosselstelle
- 76 Ölkühler
- 77 Sickerölbassin mit Schauglas
- 78 Sickerölpumpe (IMO-Pumpe)
- 79 Ueberströmventil
- 80 Rückschlagventil
- 81 Absperrventil

**Elektrische Ausrüstung:**

- Kugelschieber:**
- 1001 Öffnungsmagnet
- 1002 Schliessmagnet
- 1003 Signalschalter für Schieber-Endstellung
- 1004 Geber zur Fernanzeige der Schieberstellung
- 1005 Verriegelungskontakt

**Turbine:**

- 1010 Motor für Lastverstellung
- 1011 Motor für Lastbegrenzung
- 1012 Geberapparat für Schwimmersteuerung
- 1013 Magnet für Notabstellung
- 1014 Signallampe (Anzeige der Notabstellung)
- 1015 Druckknopf-«Entriegelung» (der Notabstellung)
- 1016 Klemmleiste im Regler
- 1017 Motor für Startpumpe
- 1018 Magnetventil in Kühlöleitung
- 1019 Kontakt für Notabstellung am Sicherheitsregler
- 1020 Zentrifugalschalter für elektr. Notabstellung
- 1021 Lagertemperaturkontakt
- 1022 Druckschalter für Kühlwasserüberwachung
- 1023 Schwimmkontakt am Sickerölbehälter
- 1024 Motor zur Sickerölpumpe
- 1025 Steuerschalter für Sickerölpumpe
- 1026 Geberdynamo für Tachometer
- 1027 Geber für Nadelhubanzeige

tungsänderungen. Besondere Sorgfalt wurde auf die Ableitung des aus den Schaufeln austretenden Wassers und auf die Belüftung des Turbinengehäuses gelegt, s. Bilder 13, 14 und 20.

**2. Die Regulierung**

Jede Turbine ist mit einer selbsttätigen Regelung ausgerüstet, die auf die Strahlableiter und zugleich die Regulieradeln der Düsen einwirkt. Bild 15 zeigt das Regulierschema. Der Fliehkraftregler 31 wirkt über eine Hauptsteuerung und das Reguliergestänge 19 auf die Strahlableiter und über die Düsenservomotoren 22 auf die Düsennadeln. Bemerkenswert ist die Anordnung des Fliehkraftreglers in der Verlängerung der Turbinenwelle, mit der er direkt gekuppelt ist, und die hydraulische Uebertragung des Pendelausschlages auf die Vorsteuerung. Die an Blattfedern reibungsfrei gelagerten Fliehgewichte 31 wirken über die zentrale Spindel auf den Balg 32, dessen Deformationen durch die mit einer Flüssigkeit gefüllte Leitung 33 auf einen entsprechenden Balg in der Vorsteuerung 36 übertragen werden. Der Druck, der in diesem Uebertragungssystem herrscht, wird durch die Kraft der Regulatorfeder 34 bestimmt. Die hydraulische Uebertragung des Pendelausschlages bietet gegenüber dem sonst üblichen Riemenantrieb des im Regler eingebauten Pendels eine höhere Sicherheit und gegenüber dem elektrischen Antrieb mit Generatorfrequenz anderweitige Vorteile.

Der Pendelausschlag wird durch eine Vorsteuerung verstärkt, die durch die Elemente 36, 37 und 38 gebildet wird, und dann auf das rechte Ende des Steuerhebels übertragen. Dieser Hebel betätigt über den Steuerstift 40 den Hauptsteuerkolben 41, der den Oeldurchtritt zum Ringraum auf der linken Seite des Servomotorkolbens 43 steuert. So bewirkt z. B. eine Drehzahlsteigerung eine Erhöhung des Flüssigkeitsdruckes in der Leitung 33, worauf der Kolben 37 sich senkt und der Steuerschieber 41 den genannten Ringraum

mit dem Ablauf verbindet. Der Kolben 43 bewegt sich nun unter der Wirkung der Schliessfeder 44 nach links und verstellt das Gestänge 19 im Sinne des Ablenkens der Wasserstrahlen. Weiter werden über elastische Gestänge und die Steuerkämme 20 die Steuerschieber 21 nach rechts verschoben, wodurch die Räume links der Servomotorkolben 22 mit dem Ablauf, diejenigen rechts davon mit der Druckölleitung verbunden werden und die Düsennadeln unter der gemeinsamen Wirkung der Federn 23 und des Drucköls schliessen. Diese Bewegung ist durch Drosselstellen in den Oelkanälen gedämpft; die Schluss- und Oeffnungszeiten in den Düsennadeln sind den hydraulischen Verhältnissen so angepasst, dass die durch Regelvorgänge bewirkten Druckänderungen in der Druckleitung mit Sicherheit innerhalb zulässiger Grenzen liegen. Die Bewegungen der Strahlableiter sind hingegen nicht gedämpft. Bei plötzlichen Entlastungen lenken sie die Wasserstrahlen rasch von den Schaufeln weg und verhindern so einen unzulässigen Drehzahlanstieg. Gleichzeitig schieben sich die Düsennadeln langsam vor und verringern die Durchflussmenge, wobei sich zugleich auch der Strahldurchmesser verkleinert, bis die Ablenker den Wasserstrahl nicht mehr berühren.

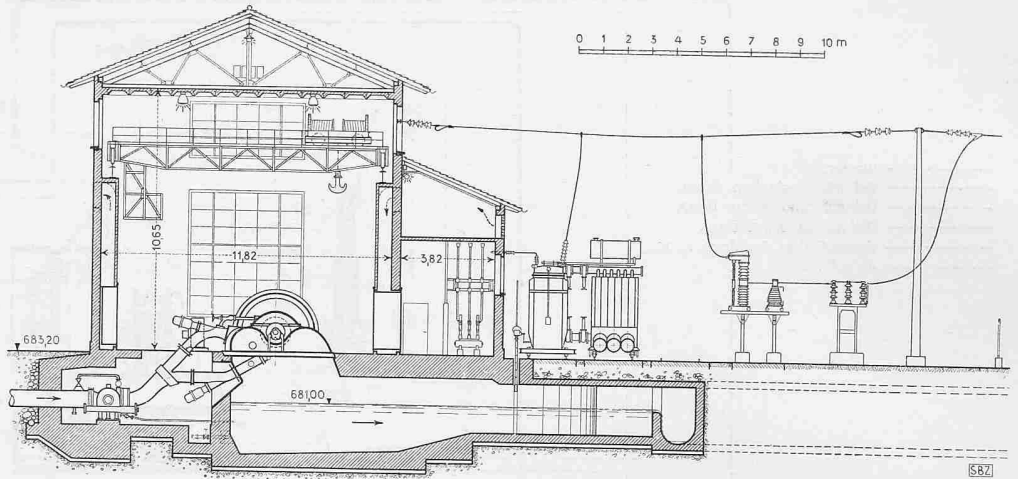


Bild 16. Querschnitt durch das Maschinenhaus und die Freiluft-Schaltanlage, 1:300

- 1a Turbine 1
- 1b Generator 1
- 2a Turbine 2
- 2b Generator 2
- 3 Kugelschieber
- 4 Turbinen-Auslauf
- 5 Frischluftkanäle
- 6 Warmluftkanäle
- 7a Talseitige Nebentafel (Haupttransformator und 50 kV-Leitung Netstal)
- 7b Bergseitige Nebentafel
- 8 Bedienungspulte
- 9 Montageöffnung
- 10 Schacht für Turbinenbelüftung
- 11 Auslaufschützen
- 12 Druckluftbehälter
- 13 20 MVA-Haupttransformator
- 14 Radiatoren für Oelkühlung
- 15 50 kV-Oelstrahlschalter
- 16 Messgruppen (Spannungs- und Stromwandler)
- 17 50 kV-Leitung nach Netstal
- 18 Werkbank
- 19 Telefonkabine
- 20 Schalttafel für Verteilanlage und Eigenbedarf
- 21 Spannungswandler
- 22 Erdschlusskontrolle
- 23a Feld Schwanden
- 23b Feld Eigenbedarf A
- 23c Feld Eigenbedarf B
- 24 Feld Hauptspeisung
- 25 Feld Hilfsspeisung
- 26a, b, c Linienfelder für abgehende 5,4 kV-Leitungen
- 29 Transformator für Apparatenumgebung und Wasserfassung
- 30a, b Eigenbedarfstransformatoren
- 31 1,5 MVA-Reguliertransformator
- 32 3 MVA-Reguliertransformator
- 33 Transportwagen
- 34 Bureau
- 35 Aufenthaltsraum
- 36 Toilette

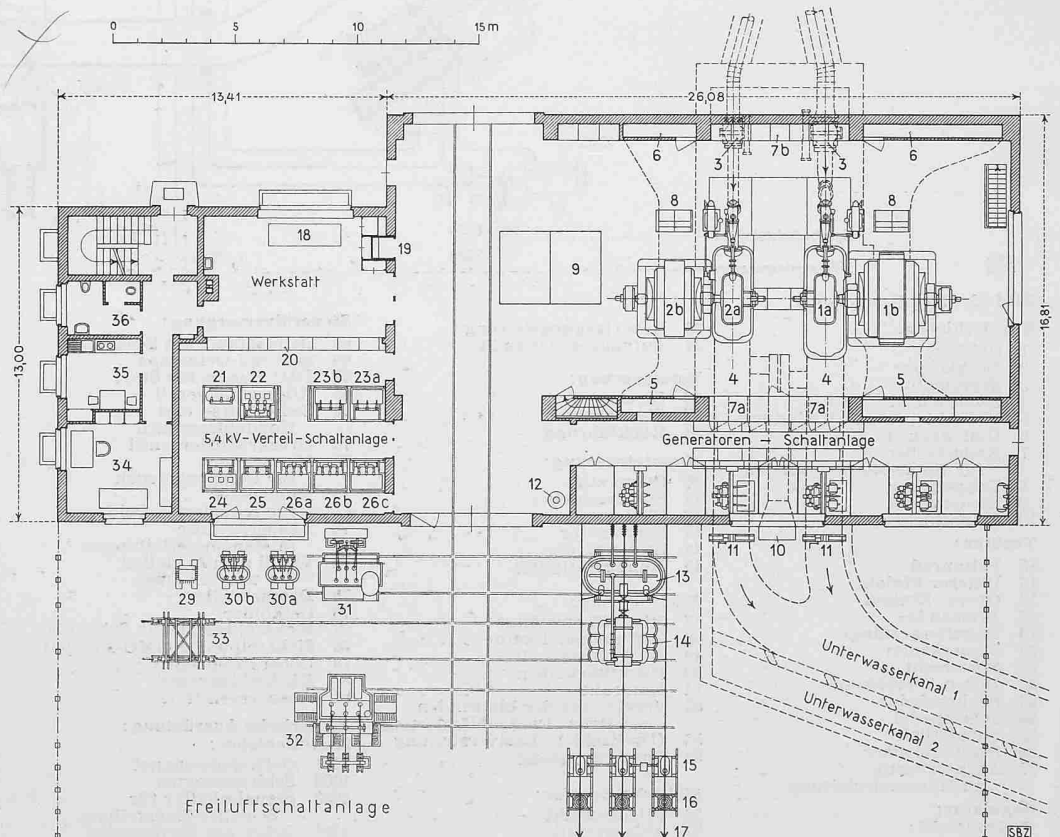


Bild 17. Grundriss des Maschinenhauses, Masstab 1:300

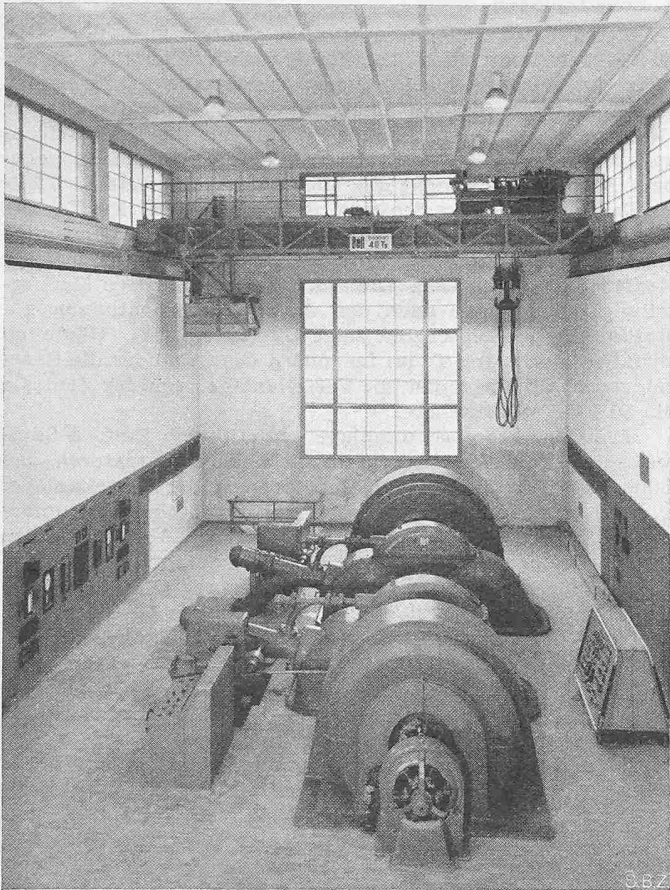


Bild 18. Maschinensaal. Im Vordergrund Maschinengruppe 2, dahinter Gruppe 1, links die bergseitige Nebentafel

Im Betrieb erhält der Regulator das erforderliche Drucköl durch die Zahnradpumpe 66 beim Anlauf durch die von einer Akkumulatorenbatterie gespeiste Elektro-Startpumpe 67. Als Sicherheitsvorrichtungen sind ein Magnet für Notabstimmung 1013 und ein Sicherheitsregler 56 vorgesehen. Der Magnet 1013 wird bei Störungen entweder von Hand oder automatisch unter Spannung gesetzt und drückt über die Vorsteuerung 40 den Hauptsteuerkolben 41 in die Schliesslage. Der Sicherheitsregler spricht bei etwa 20% Ueberdrehzahl an und bewirkt über das Ablassventil 57 das sofortige Verschwinden des Oeldruckes im Ablenker-Servomotor 43.

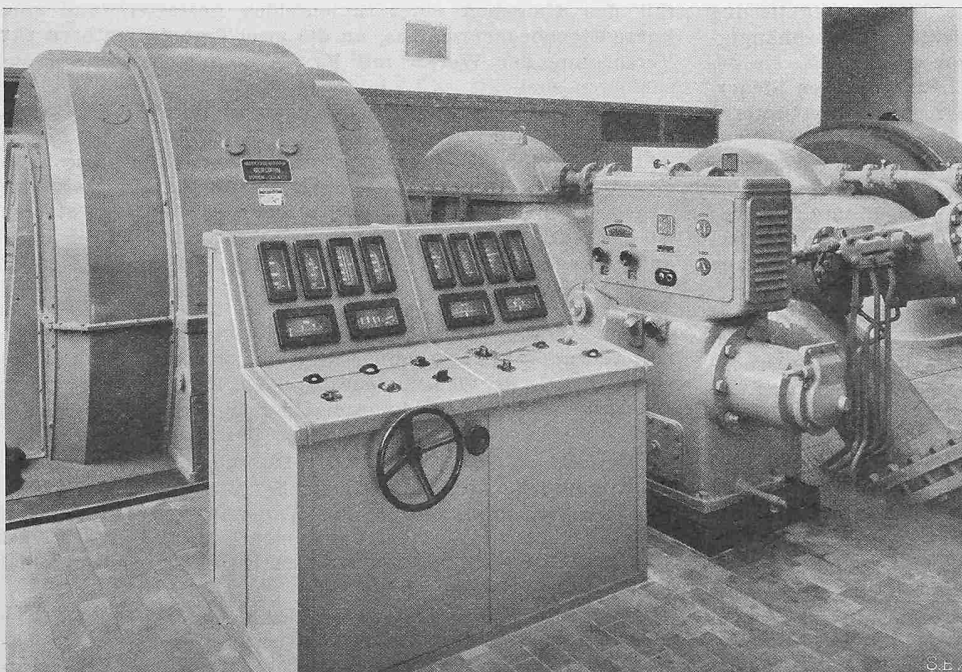


Bild 19. Maschinengruppe 1, im Vordergrund Bedienungspult und Turbinenregulator

Da sowohl die Strahlableiter als auch die Düsenadeln im Schliess-Sinne durch Federdruck betätigt werden, ist alle Gewähr geboten, dass bei einem Defekt im Druckölsystem die Turbine unbedingt abstellt.

Die durch die Organe 47 bis 54 gebildete starre und nachgiebige Rückführung lässt sich durch eine Drehzahl-Verstellvorrichtung beeinflussen, die entweder am Handrad 53 oder vom Schaltpult aus über den Motor 1010 betätigt werden kann und bei Parallelbetrieb mit dem Netz zur Lasteinstellung dient. In ähnlicher Weise wirkt die Lastbegrenzungs-Vorrichtung, auf die am Handrad 54 oder durch eine Fernsteuerung über den Motor 1011 eingewirkt werden kann. Diese Fernsteuerung steht unter dem Einfluss des Wasserstandes im Stauweiher, der elektrisch auf die Geberapparatur 1012 übermittelt wird und den Motor 1011 sinngemäss steuert. In der Regel stellt dieses Steuerwerk die Turbinenleistung so ein, dass sie der jeweiligen Wasserdarbietung des Fätschbaches entspricht und der Wasserstand im Stauweiher konstant bleibt. Damit nun aber der verhältnismässig kleine Stauweiher bei Niederwasser gut ausgenutzt werden kann, ist in die bergseitige Nebentafel ein zweites Steuerwerk eingebaut, das während der Zeit der täglichen Spitzenbelastung die Turbinenregulierung selbsttätig auf Vollast einstellt.

### 3. Generatoren

Die beiden Drehstrom-Synchrongeneratoren, die von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert wurden, sind für folgende Nenndaten konstruiert:

	Generator 1	Generator 2
Betriebsspannung . . . V	5 700 bis 6 300	5 700 bis 6 300
Nennstrom . . . . . A	1 250	625
Nennleistung . . . . kVA	13 000	6 500
Nendrehzahl . . . . U/min	750	750

Der Stator des grösseren Generators musste zweiteilig ausgeführt werden, damit er per Bahn transportiert werden konnte. Die Rotoren wurden mit der Durchgangsdrehzahl von 1350 U/min in der Werkstätte der Lieferfirma geschleudert. Jede Maschinengruppe ruht nur in den beiden Generatorlagern, so dass der Raumbedarf gering und die Montage einfach ist. Das Kühlwasser für die Hauptlager wird aus dem Turbinenschacht entnommen und mit etwa 2,5 kg/cm<sup>2</sup> Druck in die Leitungen gepumpt. Ein kleines Hochreservoir von etwa 40 m<sup>3</sup> Inhalt bildet eine Notreserve, die auch bei einem Ausfall der Pumpen während einigen Stunden den Betrieb gestattet.

Die Generatoren sind mit automatischer Spannungsregulierung versehen und werden durch für Maschinen dieser Grösse übliche Schutzapparate überwacht (Thermo-Relais mit Grenzstromauslösung, Differential-, Maximalspannungs- und Rotorerdschluss-Schutzrelais). Ausserdem ist auch die Generatoren-Sammelschiene gegen Erdschluss geschützt.

Die Generatorkühlung erfolgt durch Frischluft, wobei ein Teil der Warmluft für die Heizung des Maschinensalles abgezweigt werden kann. Bei einem innern Generatordefekt schliesst eine Brandschutzeinrichtung die Luftkanäle ab und füllt den Generator innert Sekundenfrist mit Kohlendioxid, damit sich kein Wicklungsbrand ausbilden kann.

Vor jeder Maschinengruppe steht ein Bedienungspult (Bild 19), von dem aus der Maschinist die Gruppe anlassen, parallelschalten und belasten kann. Die Bedienungsorgane sind so angeordnet, dass sie sich in einem aufgemalten Schaltschema an der richtigen Stelle einfügen und beim Anlassen oder Abstellen der Maschinen in der Reihenfolge betätigt werden müssen, in der sie auf dem Pult montiert sind. Die Instrumente befinden sich möglichst direkt über denjenigen Bedienungsorganen, durch deren Verstellung sie beeinflusst werden. Die Steuerschalter für Kugelschieber, Generatorschalter und Trenner sind

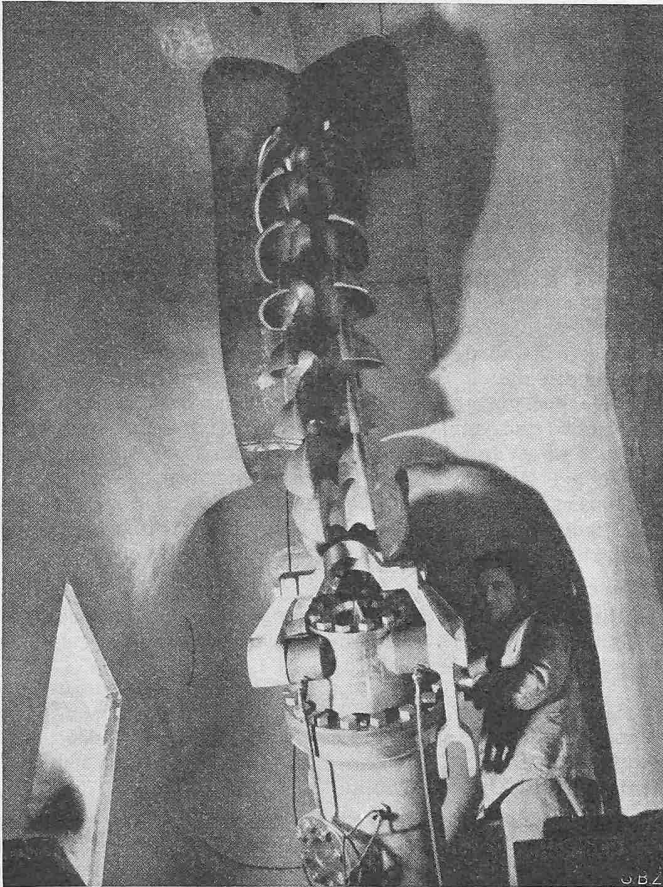


Bild 20. Turbine 1, Peltonrad und untere Düse bei der Montage

mit einer eingebauten Rückmeldelampe ausgerüstet, die aufleuchtet, solange die Stellung des Steuerschalters mit derjenigen des gesteuerten Organes nicht übereinstimmt.

Die bergseitige Nebentafel (Bild 22) ist entsprechend der Anordnung der Maschinengruppen symmetrisch aufgebaut. Die mittleren drei Felder enthalten sämtliche Apparate für die Regulierung und Ueberwachung des hydraulischen Teiles der Anlage. In der Mitte befindet sich ein kombinierter Fernempfänger und Steuerapparat der Firma F. Rittmeyer AG., Zug, auf dessen Schreibtrommel die Wasserstände des oberen und unteren Ausgleichbeckens und die im Venturikanal gemessene Dotierwassermenge der Linth registriert werden. Mit dieser Einrichtung sind die oben bereits erwähnten Steuerwerke für die wasserstandsabhängige Turbinenregulierung verbunden. Da ihre Rückführungen elektrisch in Abhängigkeit der Turbinenöffnung erfolgen, war es möglich, sie getrennt von den Turbinen anzuordnen. Ein weiteres Steuerwerk reguliert die Dotierschütze am Ausfluss des unteren Ausgleichbeckens derart, dass die in die Linth abfliessende Wassermenge gleich der jeweiligen natürlichen Wasserführung des Fätschbaches ist.

Von der Firma Chr. Gfeller AG., Bern-Bümpliz, wurde eine Apparatur geliefert, welche die Fernsteuerung der Reglerschütze bei der Wasserfassung und wahlweise deren automatische Steuerung in Funktion des Wasserstandes erlaubt. Die Stellung dieser Klappe wird ferngemeldet und auf einem beweglichen Abbild angezeigt. Eine symbolische Wiedergabe der Stellung der Einlaufgrosselflappe in die Druckleitung zeigt bei Hand- oder automatischer Auslösung die erzeugte Bewegung sinnfällig an. Als Gegenbild zu diesem Instrument orientiert ein Manometer über die Druckzustände in der Hauptleitung. Beidseitig der hydraulischen Apparaturen schliessen je ein Turbinenfeld mit einem Wassermengemesser und ein Generatorfeld an. Im letztgenannten sind die Schutzrelais und die Spannungsschnellregler untergebracht.

Sämtliche betriebswichtigen Störungsmeldungen des Werkes erscheinen auf einer besonderen Signaltafel in einem Transparent, das bei einer Grösse von nur  $45 \times 45$  cm 55 verschiedene Warnmeldungen wiedergeben kann, die zudem jeweils akustisch unterstützt werden.

#### 4. Schaltanlagen

Der grösste Teil der erzeugten Energie wird über eine 50 kV-Freileitung nach dem Kraftwerk am Löntsch in das Netz der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG. geliefert. Als Realersatz für das eingegangene Werk «Fätschli» der Gemeinde Linthal wird weiter Energie an die 5,4 kV-Hochspannungsleitungen des Elektrizitätswerkes Linthal abgegeben. Schliesslich besteht die Möglichkeit, über eine 8,6 kV-Freileitung von der Zentrale Schwanden der Kraftwerke Sernf-Niedererbach AG. Energie zu beziehen (Hilfsspeisung) oder umgekehrt, z. B. in Revisionsfällen, das Ortsnetz dieses Kraftwerkes zu speisen. Die Schaltanlagen müssen die Verteilung der Energie nach den dargelegten Richtungen gestatten. Ihr Prinzipschema zeigt Bild 23 (S. 285). Räumlich zerfallen sie in drei Teile: im Innern des Gebäudes die Generatorenschaltanlage und die Verteilanlage, vor der Zentrale die 50 kV-Freiluftanlage.

Die Generatorenschaltanlage enthält eine Einfach-Sammelschiene mit vier Feldern für die beiden Generatoren, das Linienfeld Netstal und die Hauptspeisung der Verteilanlage. Die Ableitung aus dem Linienfeld führt mit blanken Kupferschienen nach der Freiluftanlage auf die 6 kV-Seite des Haupttransformators von 20 000 kVA Nennleistung, der von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert wurde (Bild 21). Seine Oberspannungsseite besitzt drei Anzapfungen bei 45, 50 und 55 kV, die jedoch nur im spannungslosen Zustand umgeschaltet werden können. Die Verlustwärme des Transformators wird im Bedarfsfalle von einer künstlich belüfteten Radiatorenbatterie an die Luft abgegeben. Ueber einen Oelstrahlschalter, eine Messgruppe (mit je zwei unabhängigen Stromwandlerkernen und Spannungswandlerwicklungen) und einen Trenner fliesst hierauf die hochgespannte Energie auf die 50 kV-Freileitung nach dem Löntschwerk. In der Freiluftanlage sind auch sämtliche übrigen Transformatoren aufgestellt. Von diesen besitzt der Reguliertransformator von 3 000 kVA Leistung der S. A. des Ateliers de Sécheron, Genève, eine Radiatorenbatterie für natürliche Luftkühlung. Er vermittelt den Uebergang von der Generatorenschaltanlage auf die Verteilanlage. Bei einer Nenn-Uebersetzung von 6 000 auf 5 800 V kann seine Sekundärspannung in zwölf Stufen zu je 75 V unter Last hinauf- oder hinunterreguliert werden. So ist es möglich, dass die Verteilanlage mit einer konstanten Spannung von 5 400 Volt betrieben wird, trotzdem die Generatorspannung in ziemlich weiten Grenzen variiert. Die Regulierung geschieht automatisch. Ueber einen weiteren Stufentransformator von 1 500 kVA Leistung kann im Bedarfsfalle die Verteilanlage ihre Energie von der Leitung «Schwanden» beziehen oder dorthin abgeben.

Die Verteilanlage weist drei Sammelschienen auf: die Hauptschiene, von der normalerweise die drei abgehenden Leitungen versorgt werden, eine Hilfsschiene, die im Bedarfsfall das Umgehen eines Linienfeldes gestattet, und eine kurze Eigenbedarfsschiene, an die zwei Transformatoren zur Versorgung des Werks mit Kraft- und Lichtstrom angeschlossen sind.

Bei allen Apparaten der Innenraumschaltanlagen wurden durchwegs Druckluftschalter, Druckluft-Spannungswandler und Durchführungs-Stabstromwandler verwendet, also Konstruktionen, die kein Oel als Isoliermittel enthalten. Da sämtliche Leistungstransformatoren in der Freiluftanlage stehen, ist das Auftreten eines Oelbrandes in der Innenraum-Schaltanlage ausgeschlossen.

#### 5. Hilfseinrichtungen

Zur Montage und Revision der Maschinen und Transformatoren dient ein Maschinensaalkran von 40 t Tragkraft, der von der AG. der Maschinenfabrik Th. Bell & Cie., Kriens, geliefert wurde. Ein Montageschacht ermöglicht das Einsetzen und Ausheben des aktiven Teils der Transformatoren.

Die für die Schalter benötigte Druckluft wird zudem für die Trennmesserbetätigung in den Schaltanlagen, die Druckluft-Spannungswandler und die Bedienung der Fenster im Maschinensaal angewendet. Auf pneumatischem Wege wird auch der Wasserstand im Kühlwasserreservoir angezeigt und überwacht.

Die Aussenposten der Anlage, bestehend aus der Wasserfassung mit dem Einlaufwehr im Urnerboden und der Apparatenumgebung am Ende des Druckstollens mit den Abschlussorganen der Druckleitung, sind durch ein Kraft- und ein

Steuerkabel mit dem Maschinenhaus verbunden. Diese Kabel wurden längs der Druckleitung und im Druckstollen verlegt.

Bei einem Schaden an der Druckleitung ist es sehr wichtig, dass die Drosselklappe in der Apparatekammer unverzüglich geschlossen wird. Die Schliessbewegung wird durch Ausklinken eines Gewichtes bewirkt. Zwei voneinander unabhängige Apparate können das automatische Schliessen veranlassen, nämlich erstens ein hydraulischer Auslöseapparat, der auf rein mechanischem Weg das Schliessen bewirkt, wenn die maximale Betriebswassermenge um etwa 20 % überschritten wird, und zweitens ein Längsdifferentialschutzrelais, das elektrisch auslöst, wenn am Anfang der Druckleitung eine grössere Durchflussmenge als unten bei der Zentrale gemessen wird. Da die Druckleitung auf der ganzen Länge entweder in Rohrstollen verläuft oder vollständig eingedeckt wurde, dürfte eine Beschädigung durch Steinschlag fast ausgeschlossen sein.

#### 6. Betriebsaufnahme

Die Maschinengruppe 1 von 10000 kW Nennleistung konnte ihren Betrieb am 13. Oktober 1949 aufnehmen. Die zweite Gruppe steht seit dem 5. April 1950 in Betrieb. In den sechs Wintermonaten bis Mitte April 1950 wurden bei praktisch vollständiger Ausnützung des verfügbaren Niederwassers 15 Mio kWh erzeugt. Infolge der grossen Trockenheit von 1949 blieb die Wasserführung beträchtlich unter dem Jahresmittel. Immerhin konnte diese Energieproduktion einen, wenn auch bescheidenen, so doch fühlbaren Beitrag an die Verbesserung der Energieversorgung im Winter 1949/50 leisten. Bis Ende März 1951 belief sich die Energieerzeugung auf insgesamt 81,9 Mio kWh. Dank der Möglichkeit, mit Hilfe der Ausgleichbecken zur Niederwasserzeit die ganze Werkleistung während der täglichen Spitzenbelastung des Netzes einzusetzen, wird die Wertigkeit der im Fätschbachwerk erzeugten Energie für den Verbundbetrieb der NOK beträchtlich erhöht.

### Der direkte oder indirekte Antrieb von Schiffen durch Dieselmotoren

DK 621.436 : 629.12

Ueber diese Frage äussert sich Ing. J. Steiger in der «Technischen Rundschau Sulzer» 1951, Nr. 1. Bisher üblich war der direkte Antrieb der Propellerwellen durch langhubige Motoren niedriger Drehzahl, wie er beispielsweise für das 1939 in Dienst gestellte Passagierschiff «Oranje» angewendet

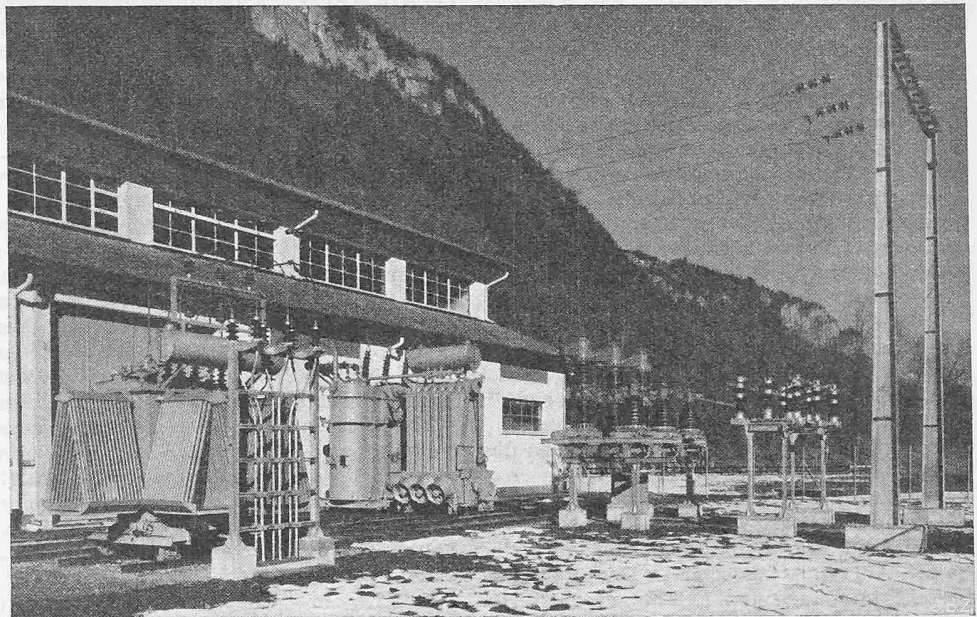


Bild 21. Freiluft-Schaltanlage. Von links nach rechts Reguliertransformator 3000 kVA, Haupttransformator 20000 kVA, Oelstrahlschalter, Messgruppe, Trenner

worden war, dessen Propeller durch drei zwölfzylindrige Sulzer-Zweitakt-Dieselmotoren von 760 mm Bohrung, 1250 mm Hub, 145 U/min angetrieben werden. Die Gesamtleistung dieser Motoren beträgt 37500 PS. Diese Lösung ergibt einen niedrigen Brennstoffverbrauch und dank der robusten Bauart hohe Betriebssicherheit und grosse Lebensdauer; sie bietet die Möglichkeit der Verwendung von billigerem Schweröl, was die Wirtschaftlichkeit des Schiffsbetriebs unter Umständen wesentlich beeinflusst. Wohl kann auch der schneller laufende Getriebemotor mit Schweröl betrieben werden. Doch lassen sich erfahrungsgemäss die Schwierigkeiten des Schwerölbetriebs in Motoren mit grossen Zylindern und von niedriger Drehzahl besser beherrschen als in kleinen Zylindern.

Nun sind bis Ende 1950 insgesamt 50 Schiffe mit Sulzer-Motoren und Getrieben gebaut worden, die meisten mit Leistungen von 6000 bis 9000 PS. Das grösste Motorschiff, die «Willem Ruys» des Koninklijke Rotterdamse Lloyd, das 1947 in Dienst gestellt werden konnte, ist mit acht achtzylindrigen Motoren von 580 mm Bohrung und 840 mm Hub ausgerüstet, die bei 215 U/min insgesamt 32500 PS leisten. Je vier Motoren wirken über ein Zahnradgetriebe auf eine gemeinsame Propellerwelle, die mit 140 U/min umläuft. Das Schiff weist zwei Propeller auf.

Von massgebender Bedeutung sind bei dieser Antriebsart die Kupplungen zwischen den Motoren und dem Getriebe. Starre Kupplungen stossen über einer gewissen Leistungsgrösse wegen dem ungleichförmigen Motordrehmoment und der Gefahr erhöhter Beanspruchungen der Getriebezähne infolge Torsionsschwingungen auf den Widerstand der Getriebelieferanten. Als elastisches Zwischenglied sind bei zwei Motorschiffen mit je 6700 PS totaler Motorleistung Bibby-Kupplungen eingeschaltet worden, wobei zugleich am andern Wellenende hydrostatische Schwingungsdämpfer angebaut wurden. Diese Kombination, die gestattet, die Kurbelwellen der Motoren unter dem günstigsten Versetzungswinkel miteinander zu kuppeln, hat sich in 17 Betriebsjahren bestens bewährt.

Eine weitere Verbesserung stellt die hydrostatische Dämpferkupplung dar, deren primärer Teil aus einem Zahnrad besteht, in das die Ritzel einer Anzahl darum herum angeordneter Ölpumpen eingreifen.

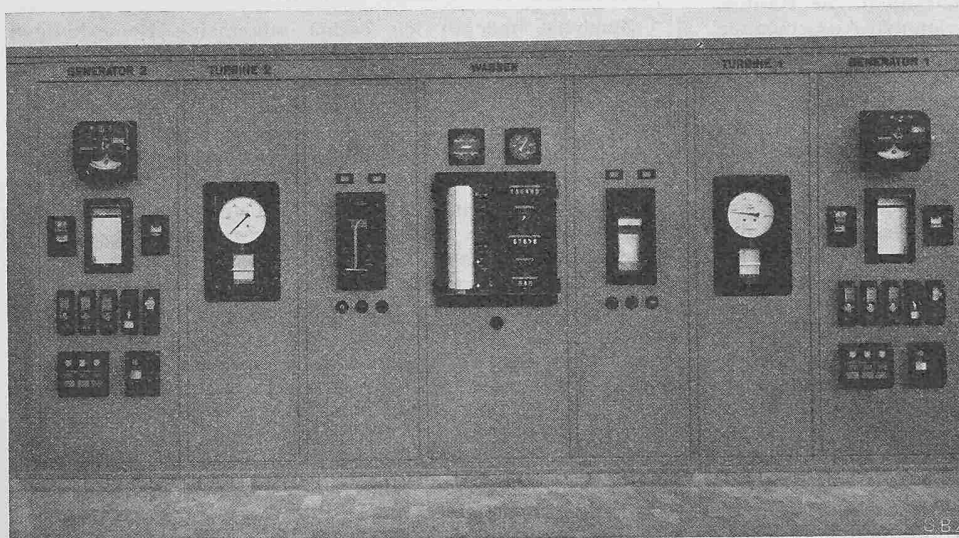


Bild 22. Bergseitige Nebentafel im Maschinensaal des Fätschbachwerkes