

Escher Wyss-Grossspeicherpumpen

Autor(en): **Obrist, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **80 (1962)**

Heft 26

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66181>

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.

5. Die Speicherpumpen Vianden

Wie viele Wasserkraftanlagen hat auch das Speicherwerk Vianden eine lange Vorgeschichte. Auf Veranlassung der Luxemburgischen Regierung wurde im Jahre 1951 die Société Electrique de l'Our gegründet, der die Aufgabe gestellt war, die verschiedenen Möglichkeiten für den Bau von Pumpspeicherwerken im Tal der Our zwischen dem Grossherzogtum Luxemburg und Deutschland zu untersuchen. Eine eingehende Prüfung ergab, dass sich die Gegend um Vianden-

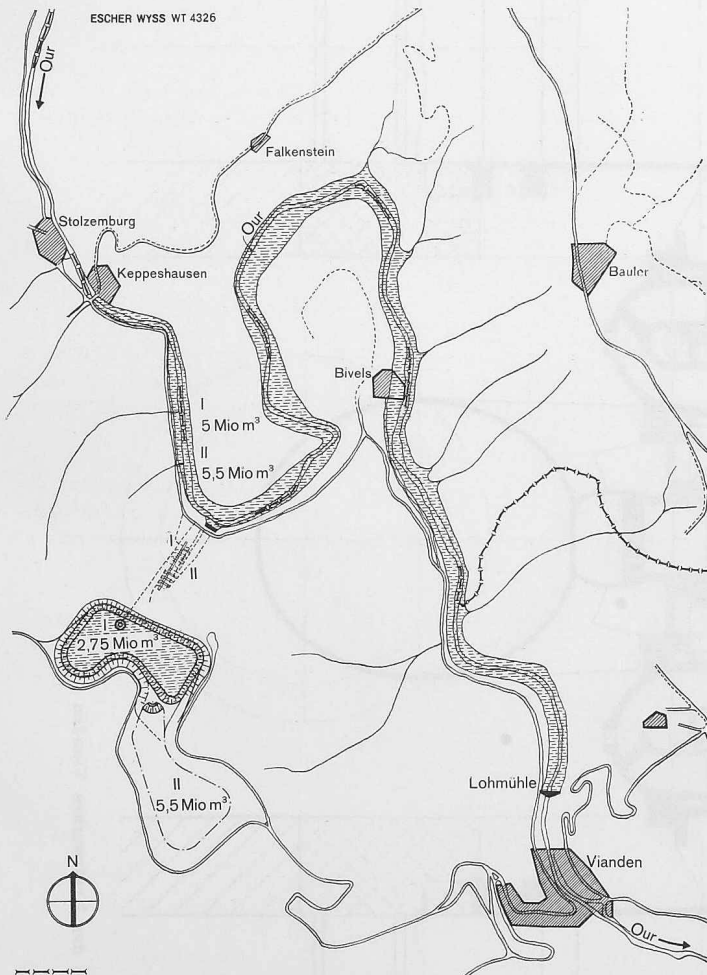


Bild 9. Lageplan des Speicherwerkes Vianden

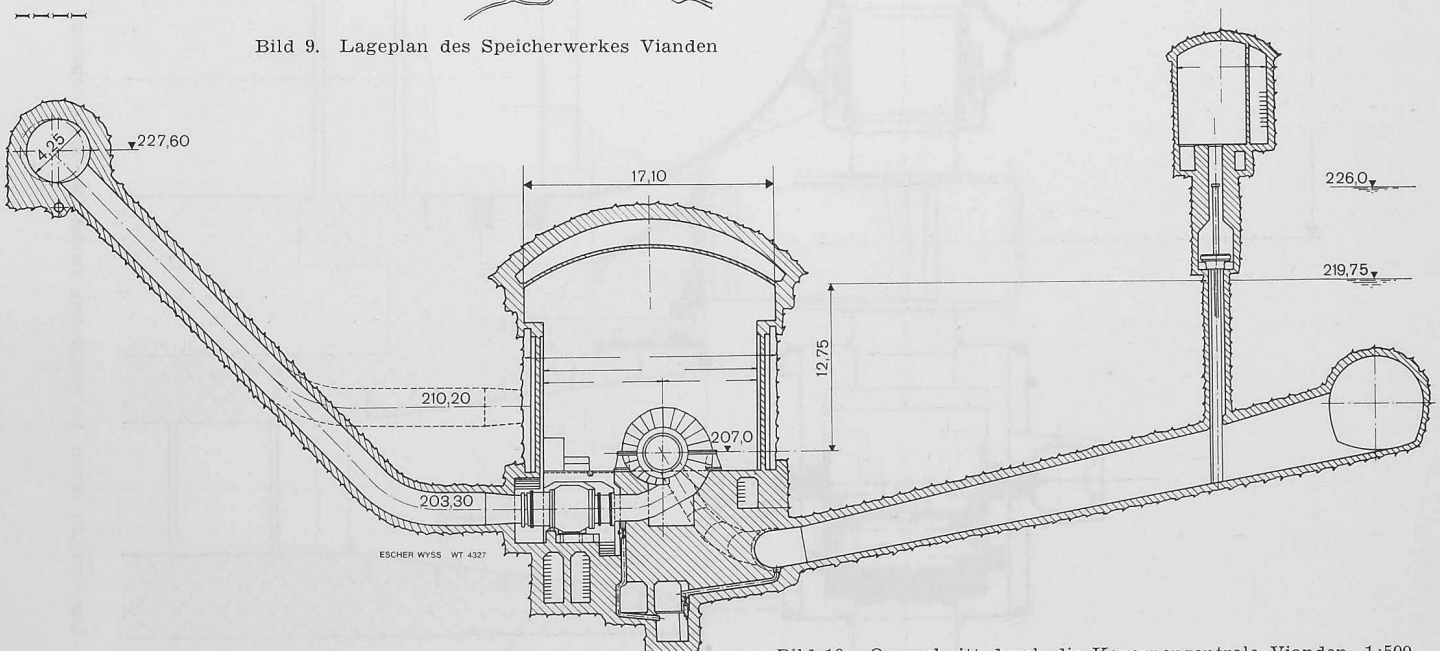


Bild 10. Querschnitt durch die Kavernenzentrale Vianden, 1:500

Bivels am Hang des Nicolausberges für die Erstellung einer grossen Wasserkraftanlage am besten eignen würde. Das Werk ist in bezug auf die Versorgungsgebiete zentral gelegen und kann über das Verbundnetz der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke (RWE) mit mehreren anstossenden und weiteren Ländern verbunden werden. Planung und Ausführung erfolgte in internationaler Zusammenarbeit. Bild 9 zeigt den Lageplan der ganzen Werkanlage.

Die Maschinen sind in einer 326 m langen und im Minimum 14,5 m breiten Kaverne aufgestellt, deren Boden sich auf Kote 205,75 m befindet; der höchste Unterwasserspiegel liegt auf Kote 227. Am Hang des Berges ist ein zweigeteiltes Wasserbecken vorgesehen, dessen Wasserspiegel zwischen den Koten 494,0 und 509,8 m ü. M. variiert. Das Wasser wird durch besondere Einlaufwerke und zwei Druckstollen neben die Kaverne geleitet und gelangt dann durch Stichleitungen zu den einzelnen Maschinensätzen. Auch die Verbindung mit dem Fluss Our wird durch zwei Unterwasserstollen hergestellt.

Für den Vollausbau sind neun hydroelektrische Gruppen mit horizontaler Achse vorgesehen, die je aus einer Francis-turbine, einem Motor-Generator und einer Speicherpumpe bestehen. Den Einbau der Pumpen in die Kaverne und die Verbindung mit der Unter- und Oberwasserseite zeigt Bild 10. Der Abschluss der in die Unterwasserstollen mündenden Saugleitungen erfolgt durch Vertikalschützen, die von einem besonderen Stollen («Trafostollen») aus betätigt werden. Auf der Druckseite sind für die Pumpen der ersten Ausbautappe Ringschieber und für diejenigen der zweiten Kugelschieber vorgesehen. Der Wasserspiegel der Our schwankt zwischen 219,75 und 226,0 m, so dass die Pumpen stets unter einem Zulaufdruck von rd. 13 bis 19 m arbeiten.

Die Pumpen sind, wie aus dem Längsschnitt Bild 11 hervorgeht, doppelflutig und zweistufig; sie weisen je drei Laufräder auf, zwei Zulaufräder (1. Stufe) und ein Doppelrad in der Mitte (2. Stufe). Dadurch ergibt sich eine zur Mittelebene vollständig symmetrische Anordnung mit theoretisch vollkommenem Ausgleich der axialen Kräfte. In Wirklichkeit bleiben nur kleine Kräfte auszugleichen, die sich aus Ungleichheiten der Bearbeitung oder ungleichen Abnützungen der Labyrinthringe ergeben. Hiefür genügen entsprechende Spurkränze im einen Traglager. Das Pumpengehäuse ist in der horizontalen Mittelebene getrennt, um den Ein- und Ausbau der Welle mit den Laufrädern zu erleichtern. Das Spiralgehäuse ist aus Stahlblechstücken und aus Stahlgussteilen

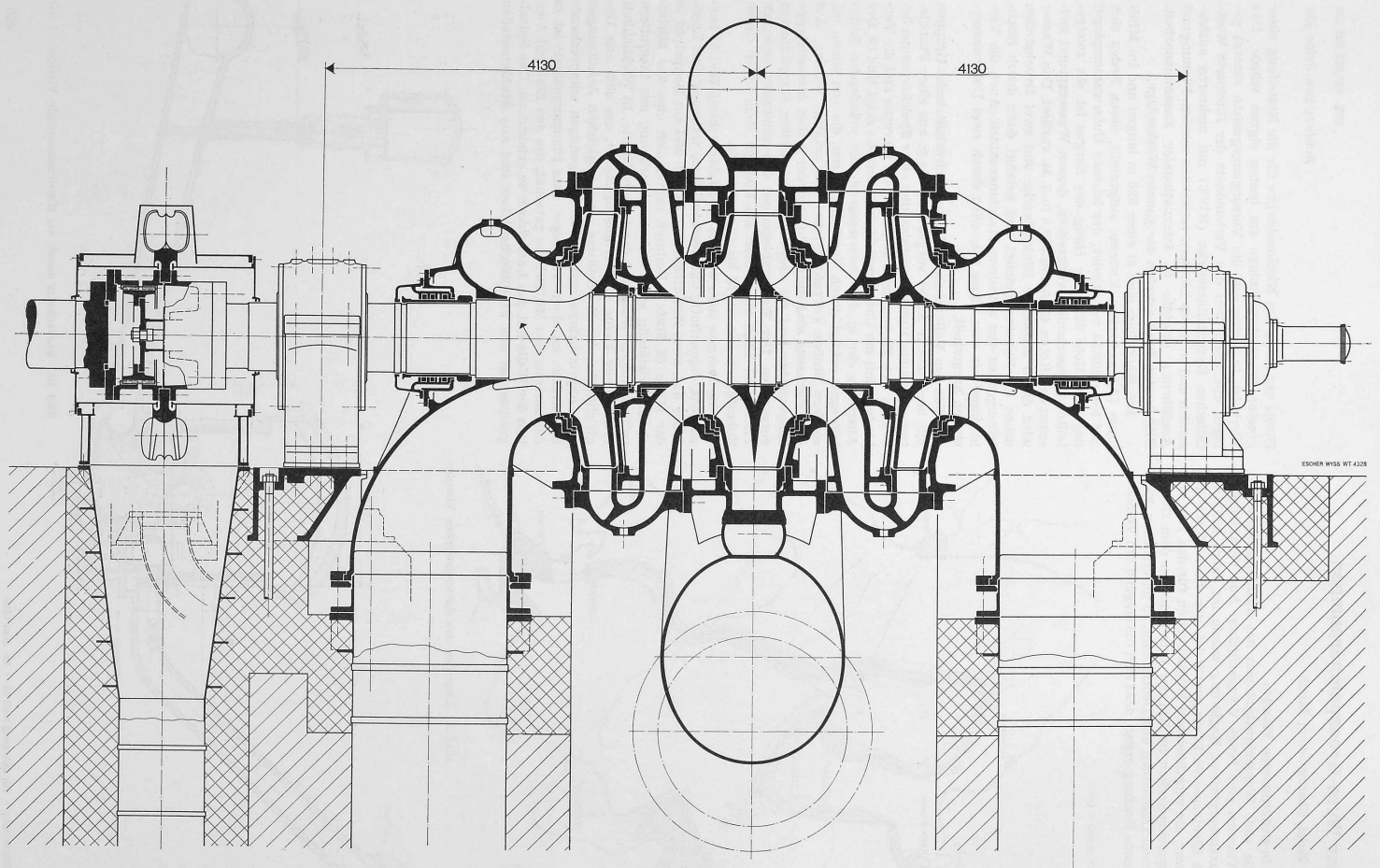


Bild 11. Längsschnitt durch die zweiflutige zweistufige Speicherpumpe des Kraftwerkes Vianden

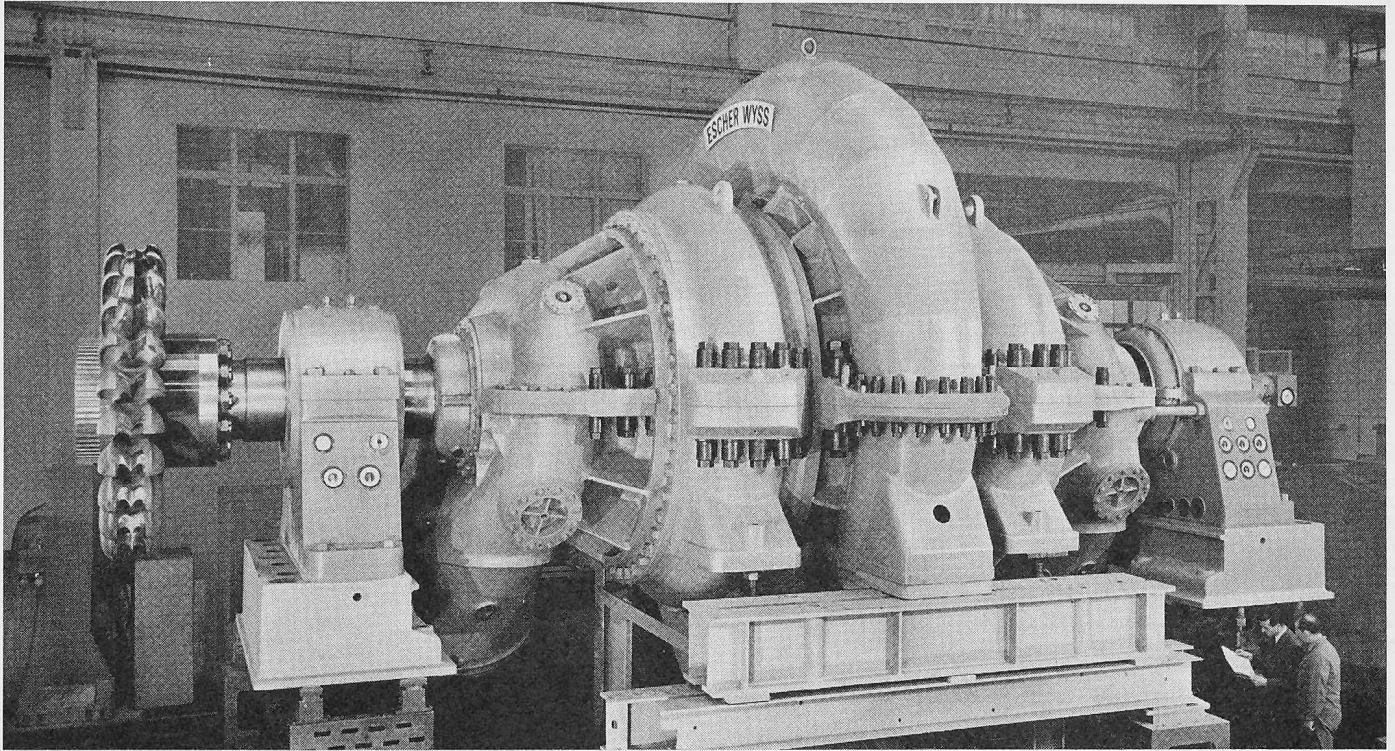


Bild 12. Ansicht der Speicherpumpe Vianden

durch Schweissung hergestellt und spannungsfrei gegläht. Die anschliessenden äusseren Umlenkgehäuse sind aus Stahlguss und enthalten im Innern die verwundenen Ueberströmkanäle, die das Wasser nach dem Leitapparat der ersten Stufe zum Laufradeintritt der zweiten Stufe leiten. Die Laufräder dieser Stufe sowie die Leiträder wurden aus einer besonderen Stahllegierung hergestellt. Auch die an die Ueberströmgehäuse anschliessenden Saugkrümmer sind aus Sicherheitsgründen aus Stahlguss hergestellt. Da die Maschinensätze tiefer liegen als der Unterwasserspiegel der Our, war es angebracht, auch für die Einlaufkonstruktion nur bestes Material zu verwenden. Da die ganze Pumpe horizontal geteilt ist, konnten die Laufräder auf die Welle warm aufgezogen werden; ausserdem werden sie durch vier Federkeile festgehalten. Diese Ausführung hat sich bereits bei anderen Anlagen gut bewährt.

Sowohl die umlaufenden als auch die feststehenden Labyrinthringe bestehen aus Spezialmaterial, das gegen Verschleiss — sei es durch die Einwirkung des Wassers oder infolge allfälliger Berührungen — besonders widerstandsfähig ist. An den Eintrittsstellen der Wellen durch die Zulaufstutzen sind Drosselbüchsen mit Dichtungselementen aus Kohle angeordnet. Derartige Kohledichtungen sind bereits für andere grosse Speicherpumpen und Wasserturbinen in grosser Zahl mit gutem Erfolg verwendet worden. Die Verbindung der Zulaufstutzen mit den während des Baues einbetonierten Zulaufhosenrohren wird durch eine lösbare Flanschkonstruktion hergestellt, die

ein gutes Anpassen an die beiden Enden der Hosenrohre erlaubt. Die Welle ist in zwei Lagern abgestützt, von denen dasjenige am Ende der Pumpe zugleich als Spurlager aus-

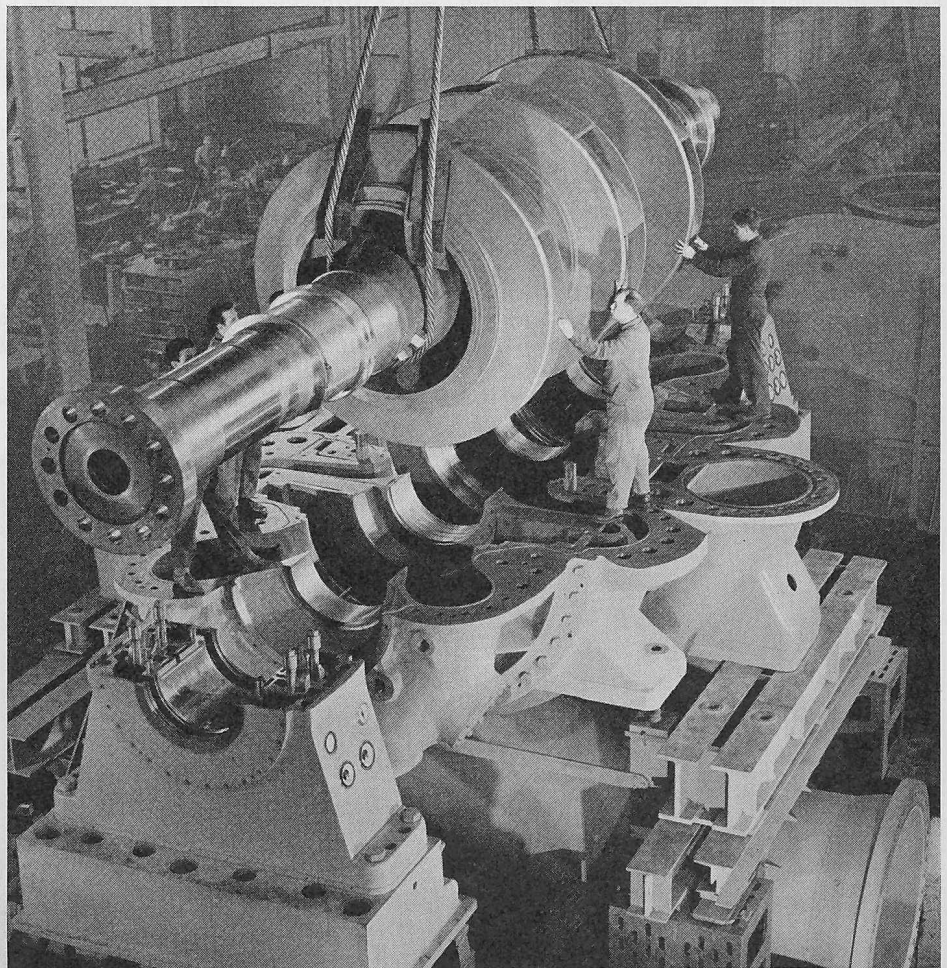


Bild 13. Die Speicherpumpe Vianden beim Zusammenbau im Werk

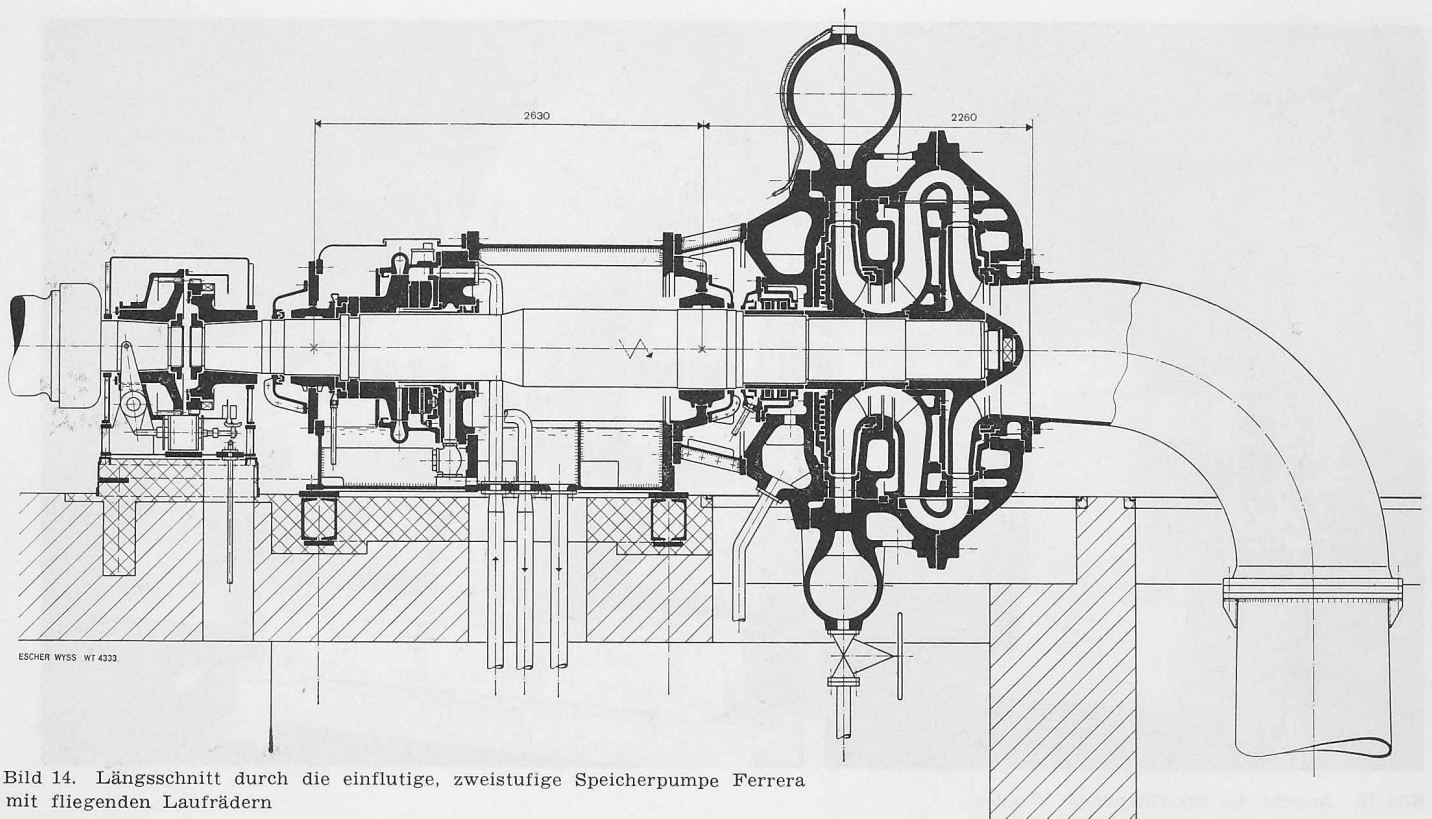


Bild 14. Längsschnitt durch die einflutige, zweistufige Speicherpumpe Ferrera mit fliegenden Laufrädern

gebildet ist, um einen allfällig verbleibenden Restschub des Pumpenläufers aufzunehmen.

Auf der Antriebsseite der Pumpenwelle sind eine lösbare Zahnkupplung und das Laufrad einer Freistrahlturbine von 3600 PS Leistung angeordnet. Wenn vom Turbinenbetrieb auf Pumpenbetrieb übergangen werden soll, wird die Pumpe mittels Pressluft von Wasser entleert und dann von der durch einen Regler gesteuerten Freistrahlturbine auf Betriebsdrehzahl gebracht. Wenn diese nahezu erreicht ist, kann durch Verschieben des inneren Zahnkranzes die Verbindung mit dem Motor-Generator, der mit seiner vollen Drehzahl umläuft, einwandfrei hergestellt werden. Nach dem Einkuppeln wird der Wasserzutritt zur Hilfsturbine geschlossen, und der Generator übernimmt als Motor den Antrieb der Speicherpumpe. Während des Hochfahrens der Pumpe wird den Labyrinthringen und den Wellendichtungen Kühlwasser zugeführt, um eine Erwärmung an diesen Stellen mit Sicherheit zu vermeiden.

Das Laufrad der Francisturbine dreht während des Pumpenbetriebes in der entwässerten Turbine mit; während dieser Zeit werden die Turbinenlabyrinth ebenfalls mit

Kühlwasser versorgt. Durch Ablassen der eingeführten Pressluft wird die Pumpe langsam mit Wasser gefüllt, wobei sie zunächst gegen den geschlossenen Abschlusschieber fördert, der mit einem sogenannten Leerlaufschieber versehen ist, so dass sofort eine kleine Wasserförderung einsteht und ein Erwärmen der Pumpe vermieden wird.

Soll die Pumpe abgestellt und auf Turbinenbetrieb übergangen werden, so schliesst man zunächst das Abschlussorgan in der Pumpendruckleitung, setzt darauf die Pumpe unter Druckluft, so dass sie sich von Wasser entleert, und schaltet die Kupplung aus, worauf die Pumpe zum Stillstand kommt. Nun kann die Turbine durch Öffnen des Abschlussorgans in der Zuleitung in Betrieb genommen werden. Alle zu überwachenden Teile der Pumpe und der Kupplung sind mit den notwendigen Kontrollinstrumenten versehen, an denen sich der Betrieb überwachen lässt. Auch die notwendigen Kühleinrichtungen für die Lager sind vorhanden. Leichtes Anlaufen der Wellen in den Lagern und weitgehende Schonung dieser Teile wird durch besondere Anlaufpumpen erreicht.

Escher Wyss wurde für den ersten Ausbau der Zentrale mit der Lieferung von zwei Speicherpumpen und zwei Francisturbinen, für den zweiten Ausbau mit der von je drei weiteren gleichen Einheiten sowie von einer Anzahl Kugelschieber betraut. Die Pumpen werden im Zürcher, die Turbinen im Ravensburger Werk von Escher Wyss gebaut.

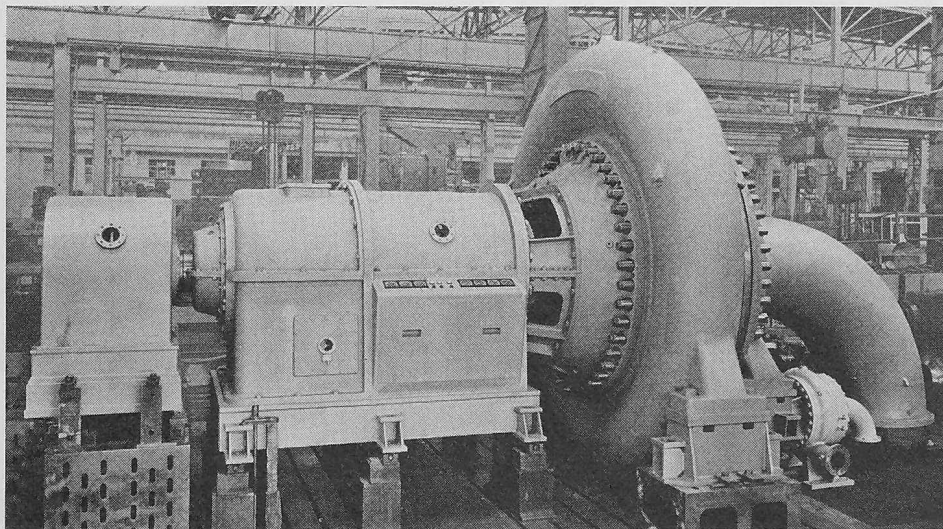


Bild 15. Ansicht der Speicherpumpe Ferrera

6. Die Speicherpumpen in der Zentrale Ferrera

Im Rahmen einer grösseren Aufzugsfolge, die unter dem Titel: «Aus der Projektierung für die Kraftwerkgruppe Hinterrhein» erschienen ist [9], hat Dir. Ing. P. Jaray die maschinellen Einrichtungen in der Zentrale Ferrera an Hand ausführlicher Schnittbilder der drei dort aufgestellten Maschinensätze beschrieben (SBZ 1960, Heft 33, S. 535). Zwei dieser horizontalachsi-

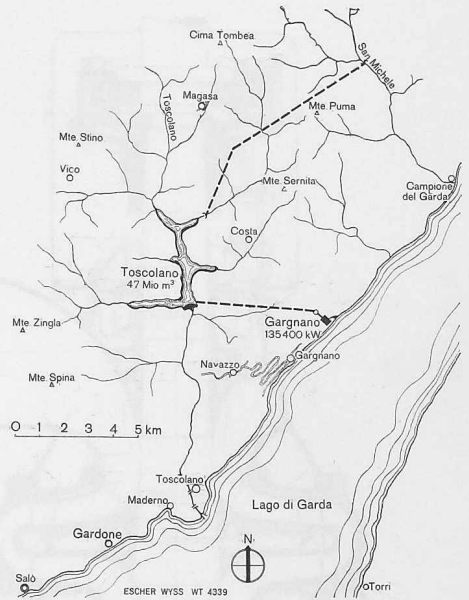
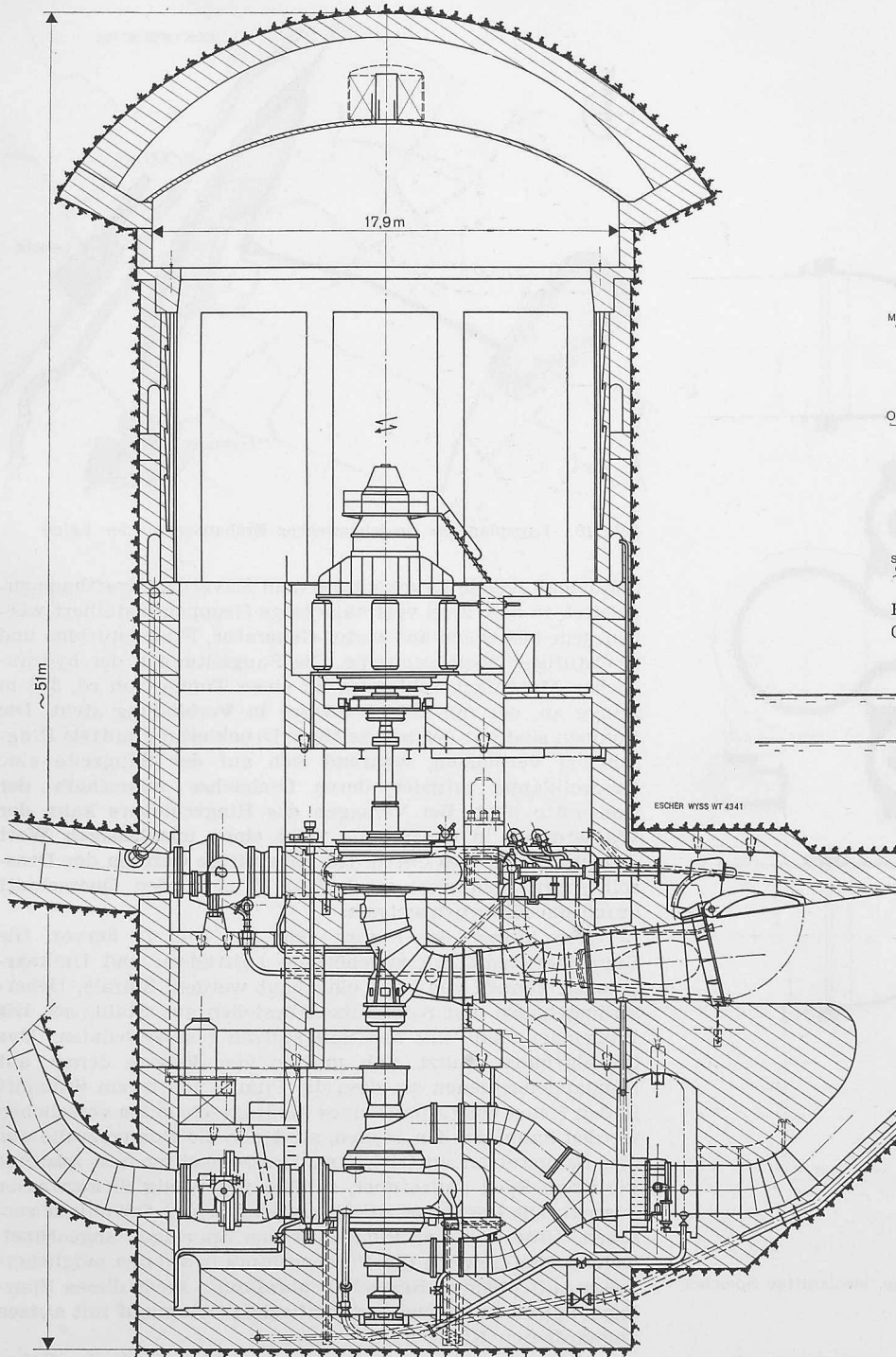


Bild 16. Lageplan des Kraftwerkes Villa Gargnano

Bild 17 (links). Querschnitt durch die Kavernenzentrale Villa Gargnano

gen Sätze bestehen je aus einer Francisturbine von 72 100 kW beim damals ungewöhnlich hohen Gefälle von 522 m, einen Drehstrom-Motor-Generator von 70 000 kVA und einer Speicherpumpe für eine Leistungsaufnahme von 24 000 kW. Die dritte Maschinengruppe, die aus einer gleichen Francisturbine mit Motorgenerator besteht, soll später ebenfalls mit einer Speicherpumpe versehen werden. Diese Pumpen sollen hier etwas eingehender betrachtet werden.

Jede der zwei zweistufigen Speicherpumpen ist jeweils auf der einen Seite des Motor-Generators angeordnet; auf der andern Seite befindet sich die Turbine. Das Betriebswasser fließt jeder Pumpe unter Druck zu. Dieser wird in Zubringerpumpen erzeugt und schwankt je nach den Betriebsverhältnissen zwischen 29,6 und 38,6 m. Als besonderes Merkmal ist die fliegende Anordnung der beiden Pumpenlaufräder hervorzuheben, Bild 14. Sie erlaubt, das Wasser durch einen Rohrkrümmer der ersten Stufe unter den denkbar günstigsten Strömungsverhältnissen zuzuführen, was sich naturgemäß auf den Wirkungsgrad vorteilhaft auswirkt. Ueberdies kommt man bei dieser Bauweise mit einer einzigen Wel-

boden eine Labyrinthdichtung angebracht, die den Wasserdruck auf das gewünschte Mass abdrosselt. Sie ist so gebaut, dass sie den Axialschub der beiden Laufräder bei allen Betriebsbedingungen weitgehend ausgleicht. Sämtliche Labyrinthringe sind aus Spezialmaterial ausgeführt und zum Teil hart verchromt. Für die genaue Einstellung der Spiele bei der Montage dienen Kontrollbohrungen. Es ist offensichtlich, dass beim Einbau des zweistufigen Rotors mit grosser Vorsicht vorgegangen werden muss, damit Reibstellen in den Labyrinth vermieden werden. Die Lagerung ist deshalb so ausgeführt, dass der Rotor genau eingestellt werden kann.

Die Welle ist an zwei Stellen gelagert; zur Aufnahme eines verbleibenden Restschubes dient ein Spurlager. In dieses ist eine Vorrichtung zum Umwälzen des Oeles für alle drei Lager eingebaut, die wie folgt wirkt: Das von den Lagern abfließende Oel sammelt sich im untern Teil des gemeinsamen Lagerkörpers, der als Oelreservoir ausgebildet ist. Von dort saugt die Umwälzvorrichtung, die aus radialen Bohrungen im rotierenden Spurplattenträger besteht und wie eine Zentrifugalpumpe wirkt, Oel über ein Rückschlagventil

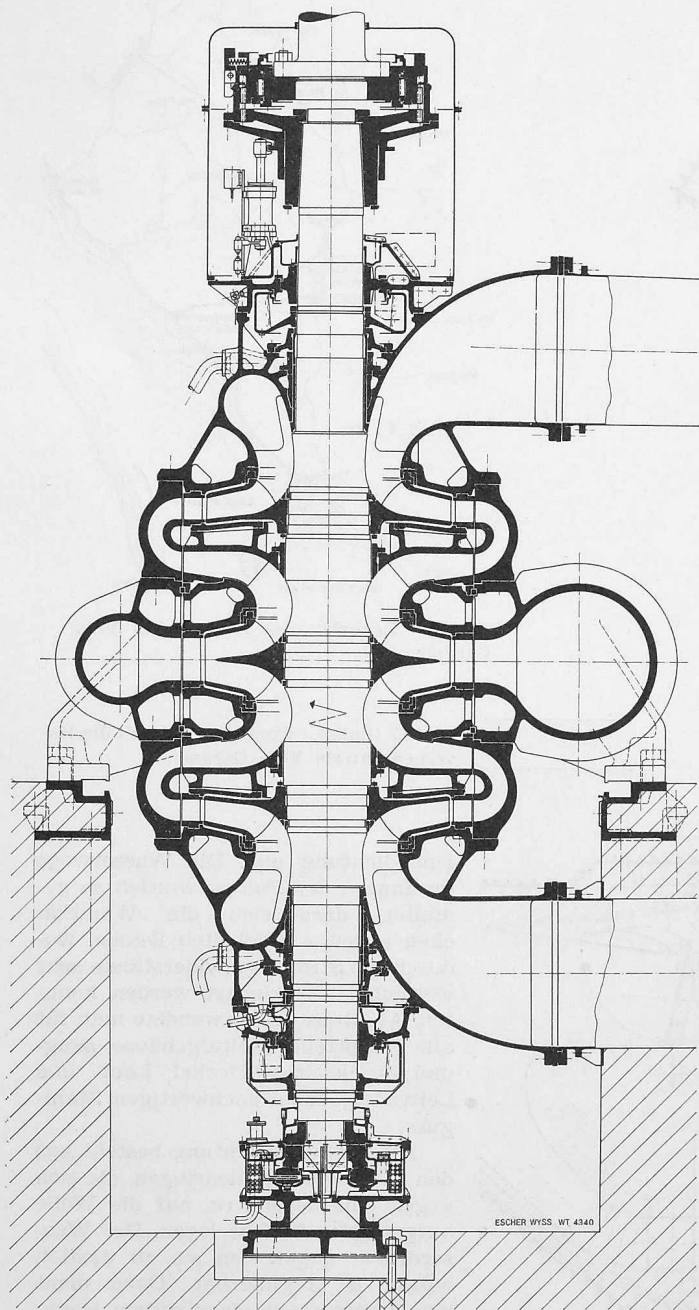


Bild 18. Vertikalschnitt durch die zweiflutige, zweistufige Speicherpumpe Gargnano

ab und fördert es in einen Ringraum und durch eine an diesen angeschlossene Druckleitung nach einem im Untergeschoss angeordneten Kühler, von dem es durch besondere Leitungen den Lagern zufließt. Vor dem Inbetriebsetzen der Speicherpumpe wird zuerst eine elektrisch angetriebene Hilfsölpumpe in Betrieb genommen, die Öl aus dem Reservoir absaugt und den Lagern zuführt. Sobald die Speicherpumpe ihre volle Drehzahl von 750 U/min erreicht hat, setzt ein Öldruckschalter die Hilfspumpengruppe still.

Zur Verbindung der Speicherpumpe mit dem Motor-Generator dient eine Zahnkupplung, die im Stillstand mittels Fernsteuerung ein- bzw. ausgerückt werden kann. Bei Turbinenbetrieb bleibt die Pumpe stets abgekuppelt.

7. Speicherwerk Villa Gargnano

Die Società Elettrica Selt-Valdarno mit Sitz in Florenz baut am Ufer des Gardasees ein Speicherwerk. Das Speicherbecken liegt im Gebiet des Flusses Toscolano; es weist einen maximalen Inhalt von 47,5 Mio m³ auf, der Wasserspiegel befindet sich auf einer Höhe von 503 m. Bild 16 zeigt den Lageplan. Das Wasser wird durch einen Druckstollen und anschließende Absperrorgane, sowie über ein Wasserschloss

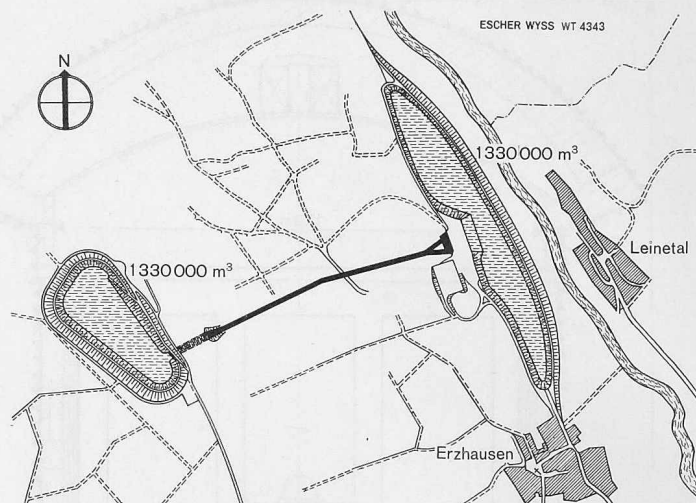


Bild 19. Lageplan des Speicherwerkes Erzhausen an der Leine

und nachfolgende Druckleitung dem Kavernen-Krafthaus zugeleitet, in dem zwei vertikalachsige Gruppen installiert werden, jede bestehend aus Motor-Generator, Francisturbine und zweistufiger Speicherpumpe. Die Saugleitungen der hydraulischen Maschinen schliessen an einen Tunnel von rd. 328 m Länge an, der mit dem Gardasee in Verbindung steht. Die Pumpen sind mit der bergseitigen Druckleitung mittels Ringschieber verbunden, während sich auf der Saugseite eine Drosselklappe befindet, deren Drehachse ausserhalb der Rohrmitte liegt. Bei Versagen des Ringschiebers kann der Wasserdruck in der Pumpe nicht einen unzulässigen Wert erreichen, weil dies durch das selbsttätige Öffnen der Drosselklappen verhindert wird. Bild 17 zeigt den Querschnitt durch die Kavernenzentrale.

Der Aufbau der Pumpe geht aus Bild 18 hervor. Die Laufräder samt den zugehörigen Leiträdern und Umkehrstücken können von oben eingebaut werden. Spirale, Ueberströmgehäuse und Saugstutzen bestehen aus Stahlguss. Die Wellenlager sind mit den Saugstutzen fest verbunden. Das Spiralgehäuse stützt sich mittels vier Füßen derart auf Fundamentschienen ab, dass die Pumpe von ihrem Standort in den freien Querschnitt eines Montageschachtes verschoben werden kann. An den Stellen, an denen die Pumpenwelle aus den Saugstutzen austritt, sind Drosselbüchsen mit äusserst geringem Spiel angeordnet, so dass nur wenig Sickerwasser austritt. Die Lagerung ist mit automatischem Ölumlaufring versehen. Unterhalb der Pumpe ist das Spurlager angeordnet, welches das Gewicht des Pumpenrotors sowie den möglicherweise auftretenden Restschub aufnimmt. Auch dieses Spurlager hat einen eigenen automatischen Ölumlaufring mit aussen angeordneten Kühlern.

Über dem oberen Pumpenlager befindet sich eine Zahnkupplung, so dass bei Turbinenbetrieb die Pumpe abgekuppelt werden kann. Zum Ein- und Ausschalten dieser Kupplung besteht eine Fernsteuerung. Der Einrückvorgang kann in jeder Lage des Pumpenrotors erfolgen, da die Kupplung wie bei der Anlage Ferrera mit einem losen Zahnkranz versehen ist. Zum Verschieben des beweglichen Kupplungsteiles dienen drei Servomotoren, die auf dem Lagerdeckel des oberen Lagers angeordnet sind. Das für die Betätigung der Kupplung notwendige Drucköl wird der bestehenden Druckölanlage entnommen. Für die installierten Einheiten sind pro Jahr rd. 3000 Stunden für die Deckung der Tagesspitzen und rd. 3000 Stunden in der Nacht und an Festtagen für den Pumpenbetrieb vorgesehen.

8. Speicherwerk Erzhausen

In den Vorbergen des Harzes, in der Nähe des Bahnknotenpunktes Kreiensen, wird das Speicherwerk Erzhausen erstellt. Jede der vier Gruppen besteht aus Motor-Generator, Francisturbine und Speicherpumpe. In Verbindung mit der Leine steht ein Unterbecken mit Staukote 103,89, und auf dem Erzhausen-Hügel befindet sich das Oberbecken mit

Staukote 394,1. Von dem im Oberbecken angeordneten Einlaufbauwerk führt die Druckrohrleitung in die Zentrale zu den dort installierten Maschinen. Bild 19 zeigt den Lageplan mit Ober- und Unterbecken von je 1,33 Mio m³ Nutzinhalt und einem grössten Gefälle von rd. 290 m. Die Anordnung der Speicherpumpen geht aus dem Querschnitt durch das Maschinenhaus Bild 20 hervor. Ihre Konstruktion deckt sich weitgehend mit derjenigen der Anlage Vianden, weshalb auf eine nähere Beschreibung verzichtet wird.

*

In den beschriebenen Anlagen sind für die Leistungserzeugung Turbinen und für die Speicherung Zentrifugalpumpen vorgesehen. Es zeigt sich aber heute eine deutliche Tendenz, sowohl aus betrieblichen als auch aus wirtschaftlichen Gründen den hydraulischen Apparat zu vereinfachen und diese beiden Maschinen zu einer einzigen zu vereinen, zur Pumpenturbine.

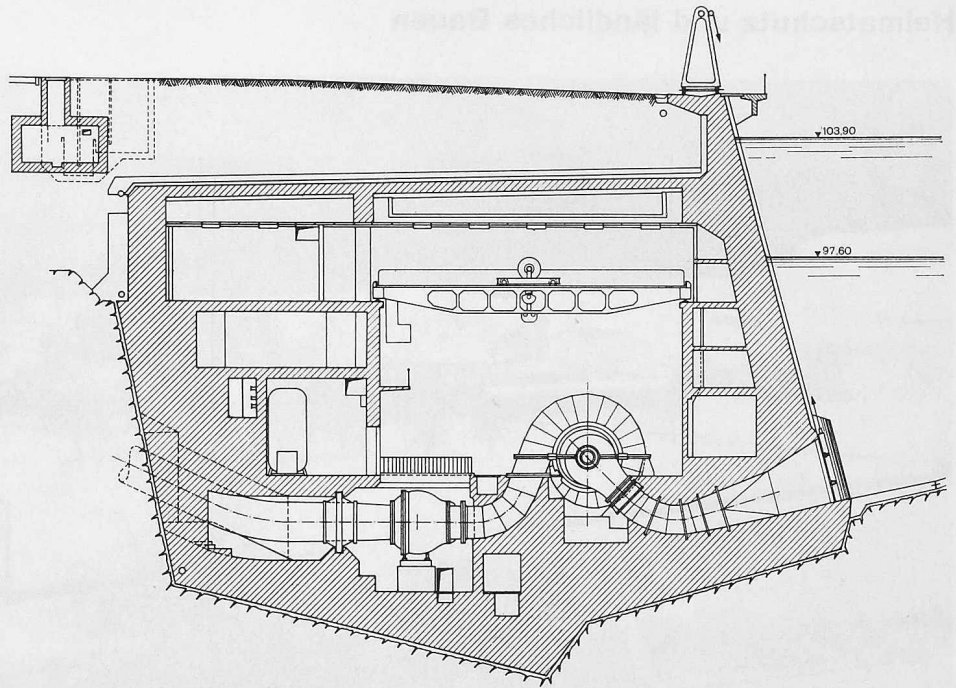


Bild 20. Querschnitt durch das Maschinenhaus der Speicheranlage Erzhausen, 1:400

Vorhangwände

DK 624.022.31

Im Laufe des letzten Jahrzehntes hat sich in der Gestaltung von Spezialfassaden (Ausfachung; Vorhangwände) für Skelettbauten eine bauliche Entwicklung ergeben, die, abgesehen von früheren Ansätzen wie etwa von Walter Gropius um 1911 (Fagus-Werk, Alfeld/Leine) namentlich in Amerika weit fortgeschritten ist. In der Alten Welt haben industriell gefertigte Spezialfassaden vor allem in Frankreich grosse Verbreitung (bisher über 1 Million m²) erfahren, aber auch in anderen Ländern Europas zunehmend Anwendung gefunden.

Mit dieser Entwicklung hat offenbar das technische Schrifttum nicht Schritt gehalten. Noch fehlt es an zusammenfassenden Darstellungen der Probleme, die mit der Konzeption und der Ausführung von ausgefachten Fassaden und Vorhangwänden verbunden sind. Die letztgenannten behandelt nun Rolf Schaal in einem 1961 erschienenen Werk¹⁾. Diese Gesamtdarstellung enthält Typen, Konstruktionsarten und Gestaltung von Vorhangwänden in einer klaren Gliederung mit zahlreichen Zeichnungen und Bildwiedergaben.

Vorhangwände sind nach Schaal nichttragende Aussenwände, die vor dem tragenden Skelett befestigt sind. Eigengewicht und Windlasten werden punktweise auf das Skelettsystem übertragen. Bei entsprechender Ausbildung der Fugen können beliebig grosse ununterbrochene Wandflächen erstellt werden. Diese umschliessen das zurückgesetzte, tragende Skelett als dünne Aussenwand ähnlich einem Vorhang. Die Skelettausfachungen andererseits sind ganz oder teilweise am tragenden Skelett angeschlagen. Eigengewicht und Windlasten der Ausfachungen werden über die kontinuierlichen Anschläge auf das Skelett übergeführt. Das Skelett bzw. die Geschossdecken oder die Stützen sind in der Fassade sichtbar.

Der Autor unterscheidet sodann innerhalb der Vorhangwände *Sprossenkonstruktionen* (mit Platten oder Glas ausgefüllte Sprossenraster, die in der Fassade lesbar sind) und *Tafelkonstruktionen* (grossformatige, selbsttragend ausgeformte, geschoss- oder halbgesschshohe Tafeln). Gestaltungsmerkmal ist die geschlossen wirkende Wandfläche.

Beide Ausführungsarten werden im Buch auch illustrativ erläutert. Interessant sind sodann die in einem Schluss-

kapitel wiedergegebenen technischen, konstruktiven und gestalterischen Tendenzen, wie sie sich für den Architekten auf diesem Gebiet abzeichnen. Schaal erweist dabei einen klaren und weiten Blick, dem bei allem technischen Fortschritt in der Konstruktion vorgehängter Skelettfassaden nicht entgeht, dass die heterogene Zusammensetzung der Vorhangwände zahlreiche neue Fragen konstruktiver und bauphysikalischer Art (z. B. allein schon das «Fugen»-Problem!) aufwirft. So sieht dann auch der Verfasser eine besondere Problematik für den Architekten darin, dass das Fehlen allgemein gültiger Regeln ihn dazu zwingt, entweder jedes neu an ihn herantretende Problem von Grund auf und unter Beratung durch unabhängige Fachleute zu klären oder eine in der Regel subjektive Beratung seitens der Industrie in Anspruch zu nehmen. Nur selten aber hat der Architekt Gelegenheit und Zeit, selbst eine Konstruktion zu entwickeln. Ganz abgesehen davon, dass eine solche Entwicklung nicht nur auf dem Reissbrett vor sich gehen kann, sondern praktischer Versuche im Originalmassstab und vor allem einer intensiven Beratung durch mehrere Spezialisten bedarf, läuft der Architekt Gefahr, mit Schutzrechten zu kollidieren. Die Mehrzahl der Hersteller von Vorhangwänden haben ihre Fabrikate in eigener Forschung entwickelt und betrachten ganze Konstruktionen, Detaillösungen oder Herstellungsprozesse als ihr geistiges Eigentum — Feststellungen, die auch für die Schweiz angenähert zutreffen dürften.

Schaal kommt zum Schlusse, dass die technische und konstruktive Weiterentwicklung von Vorhangwänden (Spezialfassaden) an den heute erkennbaren Konstruktionsmethoden nichts Grundsätzliches ändern. Eher ist eine Vereinfachung in Art und Zahl der Methoden zu erwarten. Fortschritte hält der Verfasser für möglich, wenn es gelingt, grundsätzlich neue Materialien mit besseren Eigenschaften als die bekannten zu entwickeln.

In ihrer Gesamtheit bieten die Vorhangwände bei Beachtung ihrer konstruktiven Gesetze eine Fülle von Gliederungs- und Gestaltungsmöglichkeiten. Gefahr droht ihnen aber in der Verkennung ihrer eigentlichen Funktion als leichte, nichttragende Aussenwand und ihrer Einstufung als zusätzliches dekoratives Bauwerk. Die Überlegungen Rolf Schaaals und die fachliche Substanz seines Buches verdienen volle Beachtung.

Gaudenz Risch, dipl. Arch., Zürich

1) *Vorhangwände*, Von R. Schaal. 248 S. mit 180 Photos und 240 Zeichnungen. München 1961, Verlag Georg D. W. Callwey. Preis 54 DM.