Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 94 (1976)

Heft: 51/52

Artikel: Zwölfhundert Tonnen Beton zum Schwimmen gebracht: Fortschritte beim Bau des Umwälzwerkes Oberaar-Grimsel

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73218

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: 10.07.2025

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

deutendes *Instrumenten-Entwicklungsprogramm* durch, um die eindrucksvollen optischen Möglichkeiten des Teleskops und die neuen Apparate voll ausnützen zu können. Neben Infrarot-Instrumenten wird es Photometer und Spektrometer geben, welche die Messungen direkt in Computersprache registrieren werden. Diese neuen Verfahren werden die Empfindlichkeit wesentlich erhöhen; sie werden auch, wenn der beobachtende Astronom zu seinem Institut in Europa zurückgekehrt ist, die analytische Arbeit erleichtern.

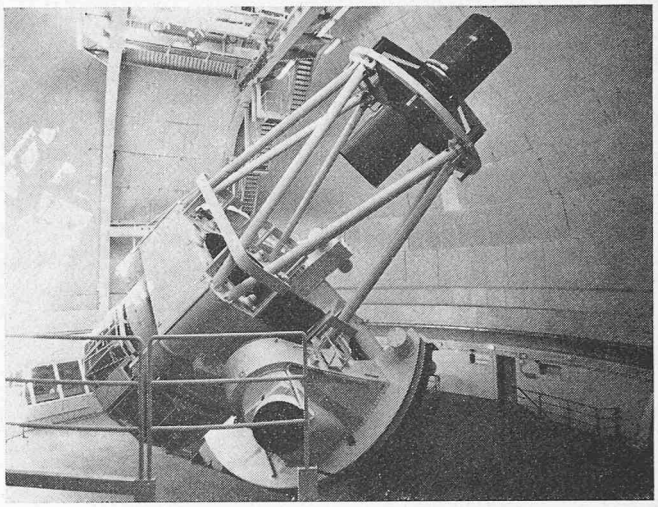
Einzelheiten des Projekts

ESO

Die ESO ist eine *zwischenstaatliche* Organisation. Sie wurde 1962 gegründet. Nachfolgend die Mitgliedstaaten und ihre gegenwärtigen Beiträge zu dem Budget: *Belgien* (8,29%), *Bundesrepublik Deutschland* (33,33%), *Dänemark* (4,72%), *Frankreich* (33,33%), *Niederlande* (10,93%), *Schweden* (9,40%). Die Beiträge beliefen sich 1976 auf *32,5 Mio. Mark*.
Das Büro des *Generaldirektors* (*Lodewijk Woltjer*, Niederlande) befindet sich in *Garching bei München* und die *wissenschaftlich-technische Abteilung* ist zur Zeit bei der *Europäischen Organisation für Kernforschung* (Cern) in Genf untergebracht.

Das 3,6-Meter-Teleskop

Typ: reflektierendes, auf einem Quasi-Ritchey-Chretien-Prinzip beruhendes Teleskop.
Montierung: Äquatorialsystem, Gabel-Hufeisen-Kombination
Freier Durchmesser des Hauptspiegels: 3,57 m
Gewicht des Hauptspiegels: 10,9 Tonnen
Blendenzahlen: Primärfokus: f/3; Coudé-Fokus: f/30
Geographische Lage: 20°15′ S, 70°44′ W, 2400 m Höhe
Leiter der Teleskopprojekt-Abteilung: Svend Laustsen
Chefkonstrukteur: Wolfgang Richter
Gruppenleiter für das *Steuersystem: Johannes Van der Lans*
Leiter der *Optik-Sektion: Raymond Wilson*



Weitwinkelaufnahme des ESO-Teleskopes in der Kuppel auf La Silla (Chile). Im Vordergrund rechts sieht man den Primärfokus-Käfig. Der 3,6-Meter-Spiegel im Zentrum ist nicht sichtbar. Links unten befindet sich der Cassegrain-Käfig für die Aufnahme von Zusatzinstrumenten

Hauptlieferanten:

Schleifen der Haupt- und Hilfsspiegel: REOSC, Recherche et Etudes en Optique et Sciences connexes (Frankreich)
Mechanische Konstruktion: Creusot-Loire (Frankreich)
Bautechnik: Interbeton B.V. (Niederlande)
Kuppel des Teleskop-Gebäudes (30 m Durchmesser): Krupp Industrie und Stahlbau (Deutschland)
Getriebe: Maag (Schweiz)
Basierend auf den Preisen von 1974 betrugen die Kosten des Projekts 68 Millionen Mark.

ESO-Pressedienst, Genf

Zwölfhundert Tonnen Beton zum Schwimmen gebracht

Fortschritte beim Bau des Umwälzwerkes Oberaar-Grimsel

DK 621.221

Die Kraftwerke Oberhasli AG in *Innertkirchen* bauen derzeit das System ihrer Wasserkraftwerke aus; gleichzeitig passen sie dabei ihr Konzept den neuen Gegebenheiten an, die aus dem Energieverbund zwischen Wasserkraftwerken und thermischen Kraftwerken sowie Kernkraftwerken resultieren. Von wesentlicher Bedeutung innerhalb dieser Anlage ist das im Bau befindliche Umwälzwerk Oberaar-Grimsel, dessen Projektbearbeitung in den Händen der *Ingenieur-Unternehmung AG Bern* liegt. Durch dieses Umwälzwerk wird es möglich sein, in Schwachlastzeiten mit überschüssiger Energie – beispielsweise aus Kernkraftwerken, deren Betrieb nicht unterbrochen werden kann – Wasser vom Grimselstausee in den Oberaarstausee hochzupumpen. Diese Energie steht dann bei Bedarf als *hochwertige Spitzenenergie* zur Verfügung; selbstverständlich kann sie auch bei einem vorübergehenden Ausfall anderer Kraftwerke schnell als *Notreserve* bereitgestellt werden. In jedem Fall aber wird auf diese Art *Schwachlastenergie in hochwertige Spitzenenergie umgewandelt*.

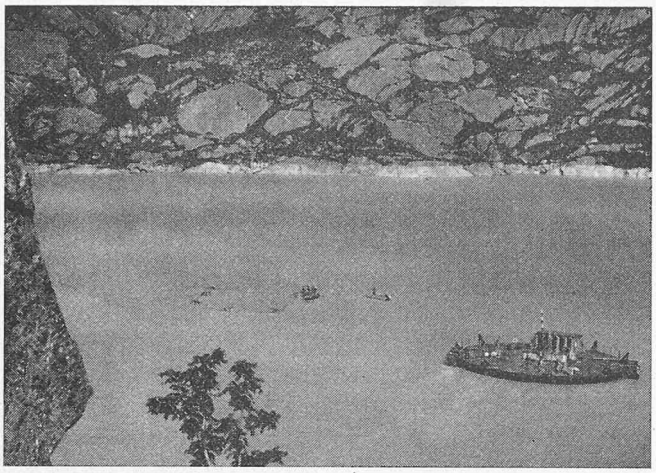
Neue Anlagen der Kraftwerke Oberhasli

Zu den neuen Anlagen des Umwälzwerks, das in zwei Halbetappen ausgeführt wird, gehört eine *Kavernenzentrale* (Grimsel II Ost, ca. 70000 m³ Felsenausbruch), ein *Druckstollen* (6,8 m ⌀ × 3900 m), ein *Druckschacht* (3,8 m ⌀ × 638 m) und ein *Unterwasserschacht* (4,2–6,8 m ⌀ × 304 m). Dadurch wird die Nennleistung zwischen Grimselstausee und Oberaarstausee von bisher 35 Megawatt auf *335 Megawatt* heraufgesetzt.

Bei Generatorbetrieb erfordert die maximale Leistung – bei einem grössten Nettogefälle von 430 m – ein Schluckvermögen der vier Turbinen von etwa 4 × 25 = 100 m³ Wasser je Sekunde. Bei Motorbetrieb können die vier auf der anderen Maschinenseite angeflanschten Pumpen im Maximum 4 × 22,1 = 88,4 m³ Wasser je Sekunde 370 m hoch fördern. Schon jetzt ist auch die zweite Ausbauetappe projektiert; mit ihrer Fertigstellung wird sich die Leistung verdoppeln.

Nebst Druckstollen und Unterwasserschacht sind das Einlaufbauwerk im Stausee Oberaar (Schwellenkote 2232 m ü.M.) wie auch das Auslaufbauwerk im darunter gelegenen Grimselstausee (Schwellenkote 1842 m ü.M.) bereits auf diese erhöhte Leistung ausgelegt.

Die Erstellung beider Bauwerke stellte eine Reihe technischer Probleme, für deren Lösung eine neue Methode zu finden war. Bei herkömmlicher Bauweise hätte man nämlich die Stauseen für die gesamte Bauzeit völlig entleeren müssen, um auf ihrem Grund das Ein- bzw. Auslaufbauwerk errichten zu können. Damit wäre verständlicherweise ein beachtlicher Energieausfall verbunden gewesen – und gerade das wollte man vermeiden. Es ging also darum, eine Bauweise zu finden, die den im jahreszeitlichen Rhythmus laufenden Betrieb der Stauseen wenig stört und nicht unterbricht.



Transport der Betonkonstruktion

Schaumstoff als Auftriebskörper

Diese Bauweise wurde gefunden und beim Umwälzwerk Oberaar-Grimsel erstmals angewandt: In einer kurzen Leerperiode wurde am Seeboden das Fundament betoniert, das zur Aufnahme des Einlauf- bzw. Auslaufbauwerks dient. Das Bauwerk selbst wurde als Fertigteil auf einer Helling am Seeufer – oberhalb des Wasserspiegels, aber innerhalb des Stauspiels – errichtet. Der Baufortschritt war dabei so mit dem Wasserstand koordiniert, dass das Bauwerk vor dem oberen Stauziel aufschwamm. Anschliessend wurde es über das in der vorausgegangenen Leerperiode betonierte Fundament verholt; auf dieses Fundament wird es sich mit fallendem Wasserstand ca. 60 m absenken.

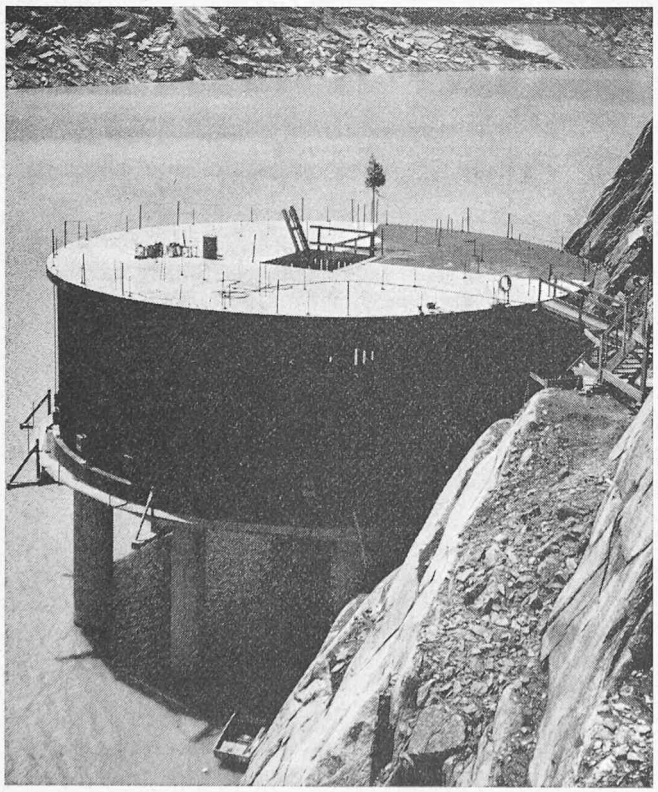
Eine besondere Schwierigkeit lag natürlich darin, das Betonbauwerk schwimmfähig zu machen. Das Ein- bzw. Auslaufbauwerk des Grimselstausees beispielsweise wiegt etwa 1200 t bei einem Durchmesser von 22 m und einer Höhe von 7 m. Es hat die Form zweier übereinanderliegender Teller, die durch zehn radial angeordnete Rippen miteinander verbunden sind. Auf dem Umfang dieser «Trommel» sind 226 senkrechte Stäbe angeordnet, die die Aufgabe haben, vor allem Gesteinsbrocken abzuhalten. In diesem «Käfig» wurden fast 1000 m³ *Styrodur-Schaumstoff als Plattenstapel* eingebaut (Stapelhöhe etwa 5 m, Abmessungen der Einzelplatten: 2500 × 600 × 50 mm). Die Baufirma *Ed. Züblin + Cie AG, Basel,* hatte sich aus verschiedenen Gründen für diesen Schaumstoff als Auftriebskörper entschieden:

1. Die Wasseraufnahme dieses extrudierten Polystyrolschaumstoffes mit einer Schäumhaut ist unter hydrostatischem Druck sehr gering;
2. Auch die Kompression des Materials ist unter hydrostatischem Druck sehr niedrig, sie ist rechnerisch erfassbar;
3. Das in Plattenbündeln von 2,5 × 0,6 × 0,4 = 0,6 m³ mit einem Gewicht von etwa 33 kg je Bündel gelieferte Material lässt sich beim Ein- und Ausbau leicht hantieren;
4. Das Material ist überdies so robust, dass es mehrmals eingesetzt werden kann.

Die Beanspruchungen, denen der Schaumstoff bei dieser Anwendung standhalten muss, übersteigen die üblichen Anforderungen bei weitem. Normalerweise werden nämlich Isolierschaumstoffe nur einachsig belastet. Hier aber liegt *hydrostatische Druckbelastung* vor, die von allen Seiten gleichzeitig – und mit der Wassertiefe steigend – auf den Schaumstoff einwirkt. In der Vertikalrichtung entspricht die aus dem Auftrieb resultierende Beanspruchung sogar konstant dem Druck an der tiefsten Stelle des Schwimmkörpers. Hinzu kommt, dass diese Druckbelastung unter Wasser erfolgt und – was noch wichtiger ist – über einen Zeitraum von acht Monaten konstant einwirkt; für einen thermoplastischen Schaumstoff ist das eine sehr lange Zeitspanne. In umfangreichen Vorversuchen, in die auch die *Eidgenössische Materialprüfungs-Anstalt* (EMPA) sowie das *Eidgenössische Flugzeugwerk,* Emmen, eingeschaltet wurden, erwies Styrodur sich als das bestgeeignete Material – die Praxis hat bis heute die Ergebnisse dieser Untersuchungen in vollem Umfang bestätigt.

Anfang August 1976 war der Wasserspiegel des Grimselstausees soweit angestiegen, dass das Auslaufbauwerk von seiner Helling abhob. Die zusätzlich vorgesehenen Auftriebshilfen zur Überwindung der Haftung zwischen Betonplattform und Bauwerksohle – Druckluft oder Flachpressen – brauchten nicht eingesetzt zu werden. Es stellte sich eine Freibordhöhe von etwa 1 m ein, die im oberen Teil des vorausberechneten Bereiches lag. Während der bisher mehrwöchigen Schwimmzeit hat sich die Freibordhöhe nicht verringert. Das bedeutet, dass kein Auftriebsverlust durch Wasseraufnahme oder Zeitstandskompression des Schaumstoffes eingetreten ist.

Am 21. September 1976 wurde der Baukörper 1,3 km weit bis über sein Fundament am Seeboden verholt und dort verankert. Über Ankerseile, die bei fallendem Wasserspiegel nachgespannt werden, lässt sich der Baukörper bis zum Aufsetzen in genauer Position halten. Über Winter wird seine Umgebung durch Air-Bubbler eisfrei gehalten; ein auf der Plattform installierter Kompressor liefert die dazu notwendige Druckluft. Nach dem Aufsetzen auf seinem Fundament im Frühjahr 1977 werden die Schaumstoffbündel ausgebaut und zum Oberaarstausee gebracht, wo dann das noch grössere und fast doppelt so schwere Einlaufbauwerk in ähnlicher Weise gebaut, verschwommen und abgesenkt werden soll. – Der Bauherr, Kraftwerke Oberhasli AG, rechnet damit, das Umwälzwerk Oberaar-Grimsel im Herbst 1979 in Betrieb zu nehmen

BASF-Information

Das Auslaufbauwerk während einer Bauphase am Ufer des Grimselstausees. Die übereinanderliegenden Platten sind durch Stege verbunden. Der Zwischenraum wurde danach mit Styroplatten gefüllt