

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95 (1977)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Instrumente zur Überwachung von Staumauern und Staudämmen: eine Tagung des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren  
**Autor:** Ziegler, Alfred  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73321>

### **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:** 08.02.2026

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

eckmembranen nach dem vorhin beschriebenen Stempelverfahren verformt. Einzelne der doppelwandigen Dreieckelemente sind im Bild sichtbar. Doppelwand ist für alle transparenten Dachelemente nötig, da sonst Schwitzwasser abtropft.

#### Kletterplastik von Angel Duarte

Eine hübsche Anwendung von gestaltetem tragendem Polyester ist die Kletterplastik im Schwimmbad Tramelan vom Künstler Angel Duarte. Über hundert hyperbolische Elemente, bestehend aus Polyester mit Mikrobillfüllung, sind zusammengefügt zu einem Werk von  $5 \times 5 \times 5$  m. Es dient dem herrlichen Freibad als Zierde und den Kindern als Kletterberg (Bild 23). Die Ingenieuraufgabe bestand in der Auswahl von Material und Methode, im Nachweis der Standfestigkeit, und der Kreation einer Verbindung zwischen den Elementen, die völlig unsichtbar aber dennoch haltbar werden musste.

#### Schaumstoffe

Hauptexponent der bisher gezeigten Beispiele war der glasfaserverstärkte Polyester mit seinen Vorzügen:

- einfaches Giessverfahren
- hohe Festigkeit mit Glasfaserarmierungen
- Wetterbeständigkeit, Transparenz usw.

Seit einigen Jahren ist nun ein weiterer Kunststoff auf dem Markt, der für uns Ingenieure ebenso interessant zu werden scheint: Die Polyurethanschäume.

Bei Zimmertemperatur werden zwei flüssige Komponenten gemischt, beginnen aufzuquellen wie Hefeteig, um schliess-

lich hochzuschäumen zum 20- bis 30fachen Volumen (Bild 24). Einige Typen des Polyurethans werden so hart und sind wetterbeständig, dass daran gedacht werden kann, sie als tragendes Material im Ingenieurbau einzusetzen.

Kuppelförmige Schalen können auf Ballone gespritzt werden. Einzeligloos oder ganze Gruppen für eine holländische Schule sind bereits im Gebrauch und an Projekten fehlt es nicht, sei es für Hütten in Entwicklungsländern, Katastrophenunterkünfte, Militärunterstände oder für richtige Wohnhäuser in unseren Breiten.

Das in Bild 25 gezeigte Wochenendhaus (Arch. M. Balz, Stetten) mit kleeblattförmigem Grundriss kann entweder über einer pneumatischen Form an Ort gespritzt oder aus vorgefertigten Schaumstoffteilen zusammengeschweisst werden. Die Innenwandung erhält einen aufgespritzten Teppich, die Aussenfläche einen gewöhnlichen Mörtelverputz.

Der Schaum-Polyurethan ist ein hervorragender Isolator, also prädestiniert für Häuser aller Art. Aber nicht genug damit: Mit den heutigen Schaumstoffen sind selbsttragende Dome von über 100 m Spannweite möglich, Schalen freier Formen aller Art und selbst Türme von beachtlicher Höhe.

Aber auch hier beim Polyurethan wird nur das von Dauer sein können, was man unter Ausnützung der Eigenheiten des Materials seriös konstruiert, immer mit der Kenntnis, dass es eine Grenze gibt, und wo sie liegt.

Alle Bilder nach Photos vom Verfasser

Adresse des Verfassers: *Heinz Isler*, dipl. Ing. ETH, SIA, Lyssachschachen, Postfach, 3400 Burgdorf.

## Instrumente zur Überwachung von Staumauern und Staudämmen

### Eine Tagung des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren

Auf Einladung des Schweizerischen Nationalkomitees für Grosse Talsperren trafen sich am Freitag, 19. November 1976, in den Räumen der Elektrowatt AG die Verantwortlichen für die Überwachung unserer Stauanlagen zu einer Instrumentenmesse mit Vorträgen. Die Gerätehersteller, die sich in der Schweiz mit der Entwicklung, der Herstellung und dem Einbau von Überwachungsanlagen befassen, erhielten Gelegenheit, im Fachgespräch mit für die Sicherheit der Anlagen verantwortlichen Behörden, Vertretern von Kraftwerken mit Talsperren, Projekt Ingenieuren und Wissenschaftlern über den neuesten technischen Stand des einschlägigen Instrumentariums zu berichten. *Louis Kolly*, dipl. Ing. ETH, Vizedirektor des Eidg. Amtes für Strassen- und Flussbau (ASF), begrüßte die 130 Teilnehmer. Er führte u. a. folgendes aus:

Die Überwachung der Talsperren, der Stauseen sowie der weiteren dazugehörigen Bauwerke obliegt dem ASF. Diese Überwachung erstreckt sich nicht nur auf die Projektierung und den Bau der Stauanlagen, sondern auch auf das Verhalten derselben während ihrer ganzen Betriebsdauer.

Die *Projekte* werden unter folgenden Gesichtspunkten geprüft: allgemeine Disposition und Wahl des Sperrentyps; Geologie der Widerlager, des Sperrenuntergrundes und des ganzen Staubeckens; hydrologische Untersuchungen und Bestimmung der maximalen Hochwasser; statische und hydraulische Berechnungen; Betonvorversuche. Aufgrund dieser Untersuchungen erteilt das Eidgenössische Departement des Innern die Projektgenehmigung.

*Während des Baus* prüft das ASF fortlaufend die Berichte der Bauleitung über die Qualitätskontrollen des verwendeten Materials, über die Injektionen in den Verankerungen der Tal-

sperren sowie auch die Berichte über andere Faktoren, die auf das Verhalten der Stauanlage einen Einfluss haben. An Begleitungen werden weitere Probleme, die sich während der Bauausführung stellen, mit der Bauleitung und allfälligen Experten besprochen.

Die Staubecken werden stufenweise nach einem vom ASF genehmigten Programm gefüllt. Sobald das Werk fertig erstellt ist und der Stausee mindestens einen ganzen Füllzyklus durchlaufen hat, gibt das ASF einen Bauabnahmebericht heraus, der die Ergebnisse einer eingehenden Werkbesichtigung und aller notwendigen Berichte über die Bauausführung und die Kontrollmassnahmen an der Talsperre enthält.

*Während des Betriebes* müssen die Werkeigentümer jährlich einen Bericht über das Verhalten der Talsperre an das ASF und an die Konzessionsbehörden abliefern. Das Messprogramm ist mit dem Einvernehmen des ASF festzulegen. Die 1971 revidierte Talsperrenverordnung schreibt zudem vor, dass die Werkeigentümer die Stauanlagen alle fünf Jahre einer umfassenden Expertise zu unterziehen haben, die im Einverständnis mit dem ASF einem anerkannten Fachmann des Talsperrenbaus anzuvertrauen ist. Nicht nur die Talsperre selbst, sondern auch die Umgebung des Stausees ist zu begutachten, insbesondere hinsichtlich der Stabilität der Ufer, der Talflanken und allfälliger Gletscher. Die Ergebnisse der Expertise sind in einem Bericht niederzulegen. Dieser soll eine genaue Aufzählung aller Feststellungen enthalten, die an einer gemeinsamen Inspektion des Experten mit Vertretern des Kantons, der Werkeigentümer und des ASF gemacht wurden. Ferner müssen darin eine Analyse des Verhaltens der Stauanlagen, ein Überwachungsprogramm für die nachfolgende fünfjährige

Kontrollperiode und eine Aufstellung allfällig notwendiger Ergänzungsmassnahmen aufgeführt sein. Bei Bedarf kann der Experte weitere Spezialisten zuziehen, wie z.B. Geologen, Boden- und Felsmechaniker, Glaziologen, Lawinenfachleute usw.

Es ist auch ein *Seismographennetz* in den Alpen vorgesehen. Mit diesem Netz sollen diejenigen seismischen Erscheinungen erfasst werden, die grossen Erdbeben vorangehen können. Es gilt hier somit, die nötigen Unterlagen bereitzustellen, die eine systematische Erforschung der Möglichkeiten einer Erdbebenvorhersage erlauben. Mit der Verwirklichung des Seismographennetzes wurde bereits begonnen.

Nicht unerwähnt darf unser *Wasseralarm-System* bleiben, das den Talsperrenbesitzern sehr hohe Kosten bereitet. Dieses wurde in erster Linie für Kriegszeiten eingerichtet. Es kann aber, sollte eine Gefahr irgendwelcher Art drohen, auch in Friedenszeiten benutzt werden.

An der Messe wurde gezeigt, dass es heute möglich ist, die Staumauer oder die Triebwasserfassungen unter der Wasseroberfläche mit einer ferngesteuerten und fernüberwachten

Unterwasserkamera zu kontrollieren. Dadurch muss für diese Arbeiten der See nicht mehr entleert oder ein Taucher eingesetzt werden.

Die geringen Verformungen einer Staumauer unter der Wasserlast und infolge der saisonalen Temperaturschwankungen werden mit entsprechenden Instrumenten sorgfältig kontrolliert und registriert. Die Verformungen geben Auskunft über den Zustand des Bauwerkes und dessen Untergrund.

Für die Messungen werden Pendel, Klinometer, Theodolite und neuestens Mekometer (elektronisches Gerät für die Längenmessung) eingesetzt. Dieses Instrumentarium wird laufend verbessert, wobei Fernübertragung, Fernsteuerung und automatische Registrierung immer mehr zur Anwendung gelangen.

Verschiedene der gezeigten Geräte wurden auf Anregung der schweizerischen Projektierungsingenieure für unsere Talsperren entwickelt. Diese Geräte werden heute – oft auf Empfehlung unserer Talsperrenbauer – auch im Ausland mit Erfolg eingesetzt.

Alfred Ziegler, Altendorf

## Nochmals: «Wieviel Energie braucht ein Haus?»

Die Professoren Franz Füeg und Fritz Haller haben in der «Schweizerischen Bauzeitung» (Heft 34, S. 497–501, 1976) und in «Bauen + Wohnen» (Heft 6, S. 231–234, 1976) einen Artikel mit dem Titel «Wieviel Energie braucht ein Haus? Widersprüche zwischen Theorie und Praxis» veröffentlicht. Aus den zahlreichen uns zugegangenen Zuschriften zu diesem Aufsatz haben wir zwei in Heft 42 (1976) publiziert. Inzwischen hat auch Paul Haller Stellung genommen, dessen Veröffentlichung «Bautechnische Fragen zur Energieersparnis» («Schweizerische Bauzeitung», Heft 44, S. 702–705, 1975) den beiden genannten Autoren zum Ausgangspunkt ihrer Kritik diente. Wir veröffentlichen zuerst P. Hallers Entgegnung, darauf die Replik von F. Füeg und F. Haller, denen der Wortlaut von P. Hallers Antwort bekannt war. Damit schliessen wir vorerst die Diskussion um dieses noch widersprüchliche aber höchst aktuelle Thema ab. –yer.

### Stellungnahme von Paul Haller

*«Denn eben wo Begriffe fehlen,  
da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein.  
Mit Worten lässt sich trefflich streiten,  
mit Worten ein System bereiten,  
an Worte lässt sich trefflich glauben,  
von einem Wort lässt sich kein Jota rauben.»*

Mephistopheles in Faust I

Dass mit den beiden Sätzen «Wenn heute wegen den eingangs genannten Erfordernissen Energie gespart werden soll, so verlieren die Glaspaläste ihre Daseinsberechtigung. Sie müssen entweder nachträglich zusätzlich isoliert oder aber unter Denkmalschutz gestellt werden, als Zeugen vergangener, von Energieproblemen noch unbeschwerter Zeiten» die Glasarchitekten aus dem Busch geklopft würden, war zu erwarten. Dass sie sich aber mit einem unsachlichen Machwerk in Fachkreisen zu rechtfertigen versuchen, kann nur bedauert werden.

Zunächst einige *wärmetechnische Grundwahrheiten*, die jedem in der Bau- oder Heizungsbranche Tätigen geläufig sein müssen. Die Wärmequellen eines Gebäudes haben die Aufgabe, bei kühler und kalter Witterung den Wärmeverlust durch die Aussenflächen in die Aussenluft zu ersetzen, so dass der Mensch sich wohl fühlt und gesund bleibt. Der *Wärmeverlust* ist also in erster Linie von der *Grösse der Oberflächen*, dann aber auch vom *Aufbau der Oberflächenschichten* abhängig.

1. Die beiden Autoren Franz Füeg und Fritz Haller berechnen und vergleichen jedoch den Heizölverbrauch für freistehende ein- und zweigeschossige Bauten pro m<sup>3</sup> heizbares

Luftvolumen. Bekanntlich ist die Oberfläche eines Körpers nicht durch das Volumen ersetzbar. Oberfläche = 2 Volumen (1/a+1/b+1/c), wenn a, b und c die Abmessungen des Quaders bezeichnen.

Nach Bild 1 wäre der Heizölbedarf H in Liter einfach das 10,5fache Luftvolumen. Eine Differenzierung nach den in der nachstehenden Tabelle aufgezählten, den Heizbedarf beeinflussenden Zuständen ist offenbar nach Ansicht der Autoren nicht notwendig. Die Formel kann lediglich für *sehr grobe Überschlagsrechnungen* Verwendung finden. Der Versuch mit dieser Formel den Beweis für den geringen Einfluss grosser Fenster auf den Wärmeverlust zu erbringen, ist ein Griff nach den Sternen.

2. Die Glashäuser 4.1 bis 4.5 haben, wie unter der Tabelle 1 in Kleindruck ausgeführt, die undurchsichtigen Fassadenteile und Dächer eine Wärmedurchgangszahl von 0,4 bis 0,6 kcal/m<sup>2</sup>h°C. Da die Angaben für die übrigen Häuser fehlen, muss angenommen werden, dass ihre Dachkonstruktion die übliche Wärmeisolierung um k = 1,0 kcal/m<sup>2</sup>h°C aufweist. Bei den Glashäusern hat man also den höheren Wärmeverlust der grösseren Glasflächen mit einem grösseren Wärmewiderstand der Dachfläche paralysiert. Es steht dem Glashauserkonstrukteur frei, den grösseren Wärmeverlust eines Bauteiles mit einem besser isolierten anderen Bauteil auszugleichen. Wenn aber Glashäuser mit einer wesentlich höheren Dachisolation Häusern mit kleinerer Fensterfläche und wesentlich geringerer Dachisolation gegenübergestellt werden, so ist dieser Vergleich unkorrekt, besonders deshalb, weil bei den ein- und zweigeschossigen Bauten die Dachfläche einen hohen Prozentsatz an der Gesamtoberfläche ausmacht. In Bild 2 ist nicht auf die höhere Wärmeisolierung der Dächer hingewiesen worden, weshalb sein Inhalt als irreführend bezeichnet werden muss. In Artikeln, die Anspruch auf wissenschaftliche Bewertung erheben, sind solche Manipulationen nicht tragbar.

Die Autoren vertreten jedoch die Auffassung: «Der sicherste Weg und auf die Dauer weitaus billigste Weg um zu schlüssigen Resultaten zu kommen, sind gebaute und genutzte Häuser.» Mit dieser Ansicht dürften die beiden Autoren allein bleiben. Jedenfalls lassen sich durch solche Vergleiche keine «bauphysikalische, physiologische, psychische und ökonomische Gesichtspunkte» berücksichtigen, noch werden «Aspekte der Baukonzeption» mit dieser Berechnungsweise gewürdigt.