

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 111 (1993)  
**Heft:** 49

## **Sonstiges**

### **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:** 15.05.2025

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

registraustrittstemperatur bei rund 22 °C. Dies entspricht einer sensiblen Kühlleistung von rund 54 kW. Die Zulufttemperatur beträgt zu diesem Zeitpunkt 23 °C, die Raumlufthtemperatur im 4. OG liegt bei rund 26,5 °C.

Am Donnerstagmorgen des 7.2.1991 ( $t_a = -11$  °C) liegt die Erdregistraustrittstemperatur bei rund 6 °C. Dies entspricht einer sensiblen Heizleistung von rund 62 kW. Die Zulufttemperatur beträgt zu diesem Zeitpunkt 16 °C, die Raumlufthtemperatur im 4. OG liegt bei rund 20 °C.

## Schlussbemerkungen

In den Räumen des «Schwerzenbacherhofes» können dank der optimalen Abstimmung des Gebäudes und der einfachen Haustechnik während des ganzen Jahres komfortable Raumlufthzustände mit geringem Energieaufwand eingehalten werden. Den Firmen Wohlgröth und Spaltenstein Immobilien sei hier der Dank und die Anerkennung ausgesprochen, den Mut gehabt zu haben, als Bauherr und Bauherrn-Treuhand die-

ses unkonventionelle Gesamtkonzept zu realisieren. Die Verleihung des SIA-Energiepreises 1992 und die Zufriedenheit des Bauherrn und der Mieter hat alle am Bau Beteiligten bestärkt, auf dem richtigen Weg zu sein.

Adressen der Verfasser: *Thomas Baumgartner*, Ing. SIA, HLK-Ing. HTL, Bettlistr. 35, 8600 Dübendorf, *Rolf Lüthi*, Architekt, Unterburg, 8158 Regensberg, und *Bruno Wick*, dipl. Ing. ETH/SIA, Kesslernmattstr. 3, 8967 Widen.

## Tagungsberichte

### Kolloquium «Glasfaserbeton»

**Unter der Leitung von Prof. Dr. P. Marti fand am 1. Oktober 1993 an der ETH Zürich ein Kolloquium zu diesem vielseitigen Werkstoff mit weiterem grossen Entwicklungspotential statt. Organisiert vom Institut für Baustatik und Konstruktion (ETH) in Verbindung mit der Fachvereinigung Faserbeton e.V. (Düsseldorf) fand die Veranstaltung das Interesse von rund 200 Personen aus dem In- und Ausland, darunter vielen Bauingenieuren und Bauherrenvertretern.**

In seiner Einleitung verwies Prof. *Peter Marti* auf die wachsende Bedeutung des noch relativ jungen Werkstoffs Glasfaserbeton, dem sich dank Weiterentwicklungen in verschiedenen Bereichen laufend neue Anwendungsbereiche erschliessen. Schwerpunkte der technischen Verfeinerungen bilden insbesondere die Glasfasern selbst, die Rezepturen der Matrices (hochwertige Feinbetone), die Methoden von Formgebung, Konstruktion und Bemessung sowie schliesslich die verschiedenen Herstellungsverfahren im gewerblichen und industriellen Umfeld.

Mit seinem Engagement dokumentiert Prof. Marti zusammen mit den Mitarbeitern seines Instituts, dass auch die Hochschule gewillt ist, einen Teil ihres Forschungspotentials diesem spannenden und entwicklungs-trächtigen Thema zu widmen.

#### Glasfaserbeton – anspruchsvoll in der Werkstofftechnologie

Dr. *J. Majumdar* (Building Research Establishment, Garston, Watford, GB) schilderte als einer der «Väter des Glasfaserbetons» die Entwicklung dieses Werkstoffs seit den Anfängen in den sechziger Jahren.

In den ersten Jahren wurden E-Glasfasern verwendet, die vor allem bei bewitterten Bauteilen eine geringe Beständigkeit in normalen Zementmatrices aufwiesen. Eine Verbesserung wurde durch spezielle Zemente oder die Beigabe von Polymerdispersionen angestrebt. Anfang der siebziger Jahre gelang es, alkaliresistente Glasfasern zu entwickeln und mit Matrices auf Portlandzement-Basis ein breites Anwendungsfeld für diesen Werkstoff zu eröffnen.

Die Glasfasern werden nicht als Filamente, sondern gebündelt in die Matrix eingebettet. Damit wird ein verblüffend günstiges Duktilitätsverhalten erreicht. Massgeblich

hierfür ist der Umstand, dass bei der Verformung des Querschnitts die Fasern langsam aus dem Faserbündel bzw. aus der Matrix ausgezogen werden und dabei die Zugkraft in den Fasern erhalten bleibt.

Die Veränderung dieses Verhaltens in feuchter Umgebung und eine noch detailliertere Modellbildung hierzu sind weiterhin Gegenstand der Forschung.

Trotz des guten technischen Standes wurde für die praktische Anwendung der Werkstoffe erfolgreich an weiteren Optimierungsschritten gearbeitet – jetzt wieder verstärkt auf der Seite der Rezepturen und Verfahren. Die zweite Generation Glasfaserbeton, mit optimierter Abstimmung von alkaliresistenten Glasfasern und Matrix, zeichnet sich aus durch ein duktileres Verhalten des Werkstoffs über die Nutzungsdauer auch unter ungünstigen Bedingungen.

#### Eigenschaften, Verfahren und Anwendung von Glasfaserbeton

Prof. Dr. Ing. *J. Dahms* (Fachhochschule Kiel, Leiter Materialprüfanstalt Eckernförde, BRD) erläuterte die Funktionsweise von Faserbewehrung mit hohem E-Modul der Fasern (Stahl- und Glasfasern) und mit niedrigem (Kunststofffasern). Fasern mit niedrigem E-Modul beeinflussen das Materialverhalten nur in den ersten Stunden der Grünphase des Faserbetons. Fasern mit hohem E-Modul haben demgegenüber den Charakter einer Bewehrung.

Zur Verarbeitung von Glasfaserbeton stehen heute zwei Standardverfahren im Vordergrund: Beim Mixbetonverfahren werden die geschnittenen Glasfasern vor der eigentlichen Verarbeitung in die fertige Matrix eingemischt. Beim Spritzverfahren werden die Glasfasern während des Spritzvorgangs der Matrix beigemischt. Die Fasern

werden dabei in der Regel in zwei Dimensionen ausgerichtet, was namentlich bei dünnwandigen flächigen Bauteilen erwünscht ist. Für nach diesen Verfahren hergestellte Betone bestehen normierte Prüfverfahren und Kennwerte.

In der von ihm geleiteten Diskussion zeigte Prof. Marti die Analogien auf, die zwischen verschiedenen Betonbewehrungen bestehen, soweit gewisse Verhältnisse zwischen Faserlänge und Faserdurchmessern sowie Bauteilabmessungen bestehen. Der Bogen spannt sich vom Armierungsstahl (als sehr grober «Faser» in Bauteilen grosser Abmessungen) über Glasfasern bis hin zu Asbestfasern (die heute nicht aus technischen, sondern aus gesundheitlichen Gründen nicht mehr zur Anwendung gelangen).

#### Konstruieren und Bemessen von Glasfaserbeton-Bauteilen

*P. Curiger* (dipl. Ing. ETH, StahlTon AG, Mitglied der CEN-Normenkommission für Glasfaserbeton) stellte die Methoden der Konstruktion und Bemessung von Bauteilen aus Glasfaserbeton dar, wie sie in der praktischen Anwendung üblich sind.

Auf der Basis eines gesicherten Wissensstandes ist heute auch auf europäischer Ebene eine breite Normierung dieses Werkstoffs möglich. Dank ihres sehr guten technischen Standes konnte die Schweiz bei den bisherigen Arbeiten im CEN eine führende Rolle spielen.

Die Bemessung von faserbewehrtem Feinbeton erfolgt nach den gleichen Regeln wie beim stahlbewehrten Beton, da die gleiche Art von Verbundwerkstoff vorliegt. Der Ingenieur kann allerdings nicht einfach Materialqualitäten vorschreiben, da diese je nach Verarbeitungsmethode und Anwendung unterschiedlich sind.

Das vorgestellte Bemessungskonzept basiert auf den Nachweisen von Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Das bisher für Glasfaserbeton-Bauteile übliche Verfahren einer Bemessung auf zulässige Spannungen kann alternativ nach wie vor angewendet werden.

Der Tragsicherheitsnachweis umfasst drei Sicherheitsbeiwerte. Die von anderen Werkstoffen bekannten Beiwerte für Einwirkungen und Widerstand werden ergänzt durch einen Sicherheitsbeiwert bez. An-

wendung. Dieser ist abhängig von Nutzungsdauer, klimatischen Bedingungen während der Nutzung und dem Mischungsaufbau der Matrix.

Neben der eigentlichen Bemessung kommt auch einer einwandfreien konstruktiven Ausbildung der Bauteile eine grosse Bedeutung zu. Dem Zwängungseinfluss bei dünnwandigen und besonders bei räumlich geformten Elementen wird häufig zuwenig Beachtung geschenkt.

Wie bei jedem Werkstoff ist eine gute Synthese von theoretischem Modell und praktischem Erfahrungsschatz der beste Garant für ein langfristig erfolgreiches Arbeiten mit Glasfaserbeton.

### Glasfaserbeton als Asbestzementersatz

Prof. Dr. Ing. A. Meyer (Meyer & Partner, Leimen/Heidelberg, BRD) präsentierte die Wellcrete-Technologie als ausgereifte Alternative zur Asbestzement-Technologie. Dank ihres gegenüber Asbest wesentlich grösseren Durchmessers sind die Glasfasern nicht lungengängig und stellen somit kein Gesundheitsrisiko dar.

Mit dem vorgestellten Verfahren können insbesondere Wellplatten für die Bedachung hergestellt werden. Technisch und wirtschaftlich von Bedeutung sind vor allem zwei Besonderheiten des Verfahrens:

- Durch Einbetten von ungeschnittenen Glasfaser-Strängen wird die Faserbewehrung dort konzentriert, wo sie am wirkungsvollsten ist und gleichzeitig das duktile Verhalten der Platte weiter verbessert.
- Bei verhältnismässig geringen Investitionen lässt sich ein hoher Mechanisierungsgrad erreichen.

Das Wellcrete-Verfahren ist geeignet für den industriellen Einsatz. Die Kapazität eines Wellcrete-Werks kann über 2,5 Mio. m<sup>2</sup> pro Jahr erreichen.

In der anschliessenden Diskussion stellte ein Kolloquiumsteilnehmer die Kennwerte von Asbestzement und Glasfaserbeton einander gegenüber.

Prof. Dahms gab zu bedenken, dass die Festigkeitswerte von Asbestzement und Glasfaserbeton nicht direkt vergleichbar sind, da unterschiedliche Bruchmechanismen vorliegen. Die Asbestfaser ist sehr dünn; sie reisst immer, da sie immer bis zu ihrer Tragfähigkeit beansprucht wird. Sie wird nie aus der Matrix herausgelöst, so dass der Asbestzement immer ein sprödes Verhalten zeigt.

Prof. Marti betonte ergänzend, dass von der reinen Materialfestigkeit her Asbest, Glas und Stahl durchaus miteinander vergleichbar sind. Die Asbestfaser ist verhältnismässig dünn und liegt daher im Vergleich zu den anderen Fasern in einer anderen Verbundkategorie mit sprödem Bruchverhalten.

Auch diese Diskussion illustrierte nochmals, wie wichtig der Beitrag der Hochschulen für die Grundlagen einer richtigen ingenieurmässigen Behandlung von Glasfaserbeton ist.

Peter Lindenberg, Jona

### Herbsttagung 1993 der SVI

Die traditionelle Herbsttagung der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI) fand 1993 am 16./17. September in Frauenfeld und der Kartause Ittingen statt. Am ersten Tag traf man sich zu Fachvorträgen über den «Öffentlichen Verkehr im Kanton Thurgau». Dort konnte Dr. Fredi Bühlmann als SVI-Präsident über 80 Teilnehmer von Behörden, Verkehrsbetrieben und Ingenieurbüros sowie aus Forschung und Praxis begrüßen, unter anderem auch aus Österreich und Deutschland. Anschliessend leitete Kurt Burkhard, Vorstandsmitglied, die Tagung einschliesslich der Diskussionen.

Werner Müller vom Amt für Wirtschaft, Energie und Verkehr berichtete als Leiter für den öffentlichen Verkehr und Fremdenverkehr über die «Erschliessung eines ländlichen Raumes mit Bahn und Bus am Beispiel des Kantons Thurgau», der etwa 200 000 Einwohner hat. Die am ÖV beteiligten Verkehrsmittel umfassen: 8 Bahnlinien, 48 regionale Buslinien, 2 Ortsverkehrsbetriebe, 4 Schifffahrtslinien, mit einer Betriebslänge von insgesamt 755 km und einer Beförderung von 19,3 Mio. Passagieren (Stand Mai 1993).

Dank des guten Angebots hat die Beförderungsleistung im ÖV ständig zugenommen, doch müssen die Beförderungsmassnahmen bedarfs-, verkehrsmittel-, umwelt- sowie kostengerecht sein; so gibt es im Thurgau nur noch drei Ortschaften mit über 200 Einwohnern, die nicht an das ÖV-Netz angeschlossen sind. Verteiltaxi in den Tagesrandlagen helfen Kosten sparen (1992/93 0,1 Mio. Fr.). Die Thurgauer Tageskarte erschliesst 1066 km Bahn/Bus/Schiff.

Anschliessend sprach Peter Joss als Direktor der Mittelthurgau-Bahn/Frauenfeld-Bahn über «Probleme einer Privatbahn», wie sie wegen starker Rationalisierung der eigenen Strecken bei verringertem Angebot der SBB auftreten. In der Regionalisierung sieht er jedoch eine Chance.

Danach erläuterte Roland Büchi von der Stadtverwaltung Frauenfeld den «Stadtbus Frauenfeld, einen Stadtbusbetrieb in einer Kleinstadt» mit 20 000 Einwohnern. 1981 wurde nach dreijährigem Versuchsbetrieb der Stadtbusbetrieb in der Hauptstadt des Kantons Thurgau eingeführt. Heute verkehren inklusive Reserve neun Niederflrbusse auf sechs Radiallinien im 1/4- und 1/2-Std.-Takt und ein Bus auf der 7. Linie ins Industriegebiet – mit einem Einheitstarif und im ÖV-Verbund. (1982 leisteten fünf Minibusse 214 000 km und beförderten 0,47 Mio. Fahrgäste auf fünf Linien; 1992 waren es neun Busse mit 475 000 km und 1,4 Mio. Reisenden auf sieben Linien – bei 40% Kostendeckungsgrad.)

Anschliessend berichtete Kantonsingenieur Jürg Baerlocher über den «Frauenfeld Bahnhof 2000 als Drehscheibe des ÖV und Schnittstelle zum Privatverkehr» (33% Fussgänger und 35% Velo). Die heute schienen- gleichen Zugänge zu den Bahnsteigen und niveaugleichen Strassenkreuzungen sollen beseitigt, ein neues Empfangsgebäude errichtet und der Bahnhofvorplatz umgestaltet werden. Die SBB, der Kanton und die Stadt werden sich die 120 Mio. Fr. Baukosten teilen.

Am zweiten Tag wurden vormittags in der Kartause Ittingen im Rahmen von Workshops Fragen zu vier aktuellen und interessanten Themen behandelt. Dabei wurden neben den fachlich orientierten Problemen auch eine Diskussion über die künftige Zielsetzung, Grundsätze und Aktivitäten der SVI angeboten.

Vereinigung Schweiz. Verkehrsingenieure

### Preise

#### Auszeichnung guter Bauwerke im Kanton Luzern

Der Kanton Luzern will das öffentliche Bewusstsein und Gespräch über Baukultur fördern. Er führt dazu ein *öffentliches Verfahren* zur Auszeichnung guter Bauwerke auf Kantonsgebiet durch. *Bauherren und Architektinnen bzw. Architekten sind eingeladen*, Unterlagen zu Bauwerken, welche seit 1983 im Kanton Luzern erstellt wurden, einzureichen. Ausgezeichnet werden können auch architektonisch überzeugende Restaurationen/Renovationen, Umbauten sowie Ingenieurarbeiten.

Das Verfahren wird in *zwei Stufen* durchgeführt. In der ersten Stufe werden die Bewerbungen aufgrund von Dossiers (knappe übersichtliche Plandokumentation inkl. Fotos und Beschreibung des Baus) geprüft. Die dabei von der Jury (4 Mitglieder, alle mit Wohnsitz ausserhalb des Kantons) und der Projektgruppe ausgewählten Bewerber und Bewerberinnen werden zur Teilnahme an der zweiten Stufe zugelassen. In dieser *zweiten Stufe* vergibt die Jury (nach Besichtigungen) die *Auszeichnungen guter Bauwerke im Kanton 1983–1993*. Die zur zweiten Stufe zugelassenen Werke/Dokumentationen werden öffentlich publiziert.

*Eingabetermin* für die Dossiers ist der 20. Februar 1994. Die *Wettbewerbsunterlagen* (u.a. mit Juryzusammensetzung, Richtlinien, Werbungsblatt) können beim Erziehungsdepartement, Gruppe Kultur, Pilatusstrasse 18, 6003 Luzern, bestellt werden.

### Wettbewerbe

#### Schulanlage Hof in Gams SG

Die Schulgemeinde und die Politische Gemeinde Gams veranstalteten einen öffentlichen Projektwettbewerb für eine Schulanlage mit Turnhalle, Kindergarten und Gemeinderäumen im Hof. Teilnahmeberechtigt waren Architekten, die seit mindestens dem 1. Januar 1992 ihren Wohn- oder Geschäftssitz in einem der folgenden Bezirke haben: Sargans, Werdenberg, Oberrheintal, Unter- rheintal, Obertoggenburg, Rorschach. Es wurden 51 Projekte eingereicht und beurteilt. 17 Entwürfe mussten wegen schwerwiegender Verletzung von Programmbestimmungen von der Preiserteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis:

1. Preis (16 000 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Hubert Bischof, St. Margrethen
2. Preis (11 000 Fr.): Cristuzzi AG, Widnau; Rolf Cristuzzi, Jens Fankhänel