

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 24

## Sonstiges

### 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>**

## Tagungsberichte

### Injektionen in Boden und Fels

**Das Institut für Geotechnik (IGT) an der ETH Zürich führte unter dem Patronat der Schweizerischen Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik (SGBF) und des SIA am 10. und 11. März 1994 einen Weiterbildungskursus über «Injektionen in Boden und Fels» in der ETH Hönggenberg in Zürich durch mit 225 Teilnehmern auch aus Deutschland, Liechtenstein und Österreich.**

Prof. Dr.-Ing. *Peter Amann* und Prof. Dr.sc.techn. *Kalman Kovari* vom IGT leiteten den Lehrgang, und zehn international anerkannte Fachleute berichteten über die Entwicklungen im Bereich der Injektionsmittel und Injektionstechniken, die neuesten Erkenntnisse zur Beurteilung der Injizierbarkeit von Boden und Fels sowie verschiedene Anwendungen im Talsperren- und Tunnelbau und bei der Sanierung von Gründungen. Diese Ausführungen ergänzten einige Teilnehmer in lebhafter Diskussion.

Nach der Begrüssung durch Prof. Dr. K. Kovari gaben Prof. Dr.-Ing. *P. Amann* und Dipl.-Ing. *ETH A. Wyser* vom IGT mit ihrem einleitenden Referat «Injektionen in der Geotechnik» einen Überblick über die Anwendung als Bauhilfsmassnahmen, konstruktive Massnahmen und bei Schadensfällen, Injektionsmittel und -technik sowie Eigenschaften und Bemessung verfestigter Boden- und Felskörper. Die bisherige Entwicklung wurde bestimmt durch den Wunsch, im Lockergestein von der Bodenart unabhängig zu sein (Entwicklung des Düsenstrahlverfahrens), feine Hohlräume in Boden und Fels weitgehend ohne Chemie verpressen zu können (Entwicklung von Ultrafeinzementen) sowie die Injektionsverfahren im Grundwasserbereich umweltverträglich zu gestalten (Rückgang von Silikatinjektionen). Die Injektion von Lösungen ist in bestimmten Fällen den Suspensionen überlegen. Auf diesem Gebiet sollten umweltverträgliche Materialien entwickelt werden, die den Vorteil der Injizierbarkeit feinsten Poren und Klüfte mit der Umweltverträglichkeit bei ausreichender Dauerfestigkeit verbinden. Anschliessend brachte Dipl. Ing. *Jochen Kasselmann*, Dortmund, «neue Erkenntnisse zur Beurteilung von Injektionsmitteln im Berg- und Tunnelbau» insbesondere die Verbindung von gebirgsvergütenden Massnahmen mit der Injektions-/Bohrankertechnik (Gleitkopfanfertigung). Durch grossmassstäbliche Versuche konnte das Verhalten von Gebirgsklebern (Silikat- und Polyurethanharze) unter mehrachsigen Spannungszuständen hinsichtlich ihres Festigkeits- und Verformungsverhaltens beurteilt und neue Erkenntnisse über Bruch- und Konvergenzverhalten verklebten Gebirges gewonnen werden.

Dipl.-Ing. *Hans Stump*, Nänikon-Uster, erklärte «die Technik der Injektion» aus der Sicht des Unternehmers, wobei er auf die Mischer, Injektionspumpen, Steuerung und Registrierung für Qualitätskontrolle und Abrechnung näher einging, und Dr. mont. Dipl.-Ing. *Gert Stadler*, Neumarkt/A, «Injektionen in grosser Tiefe, mit grossem Druck», wie sie bei der Erdölgewinnung (600–2500 m, 50–500 bar), beim tiefen Bergbau (2500 m, 350 bar) und Bau tiefliegender Tunnels an-

fallen. Dabei wird eine ganz andere Injektionsphilosophie (Imprägnation und Frac, Kluftaufweitungen) angewendet. Näher eingegangen wurde auf die Verwendung von hochviskosen Harzen und feingemahlten Zusätzen (Mikrosilika).

Danach folgte Dipl.-Ing. *ETH/SIA Christian Amstad* vom IGT mit seinen Ausführungen über «Anwendung des Jet-Grouting-Verfahrens im Untertagbau» als Baugrundverfestigungsmassnahme, wie vorausseilendes Jetgewölbe im Tunnelbau, Jetsäulen zum Stabilisieren der Ortsbrust von der Geländeoberfläche aus oder vom Vortrieb aus, zum Unterfangen der Kalotte und zum Verringern von Setzungen im Tunnelbau, und auch zur Abdichtung gegen Grundwasser. Behandelt wurden baugrund- und verfahrensbedingte Einsatzgrenzen, Vorversuche in einem Testfeld, Herstellung der Jetsäulen und Ausführungskontrolle.

Den zweiten Tag begannen Prof. Dr. *P. Amann* und Dipl.-Ing. *ETH A. Wyser* vom IGT mit ihrem Vortrag über «Injektionen zur Hebung von Bauwerken» mittels Verdichtungsinjektion (Compaction Grouting) oder Aufbrechinjektion (Soil-Frac, hydraulische Rissbildung), wozu Ausführungsbeispiele, wie verkippte Silos und Hochhäuser, gebracht wurden. – Ergänzend dazu berichtete Dipl. Ing. *Eduard Falk*, Söding (Graz), über «Sanierungsarbeiten an der Inntalbrücke Kufstein». Dort wurde ein 52 m breiter Pfeiler, der durch einen 14 m tiefen Kolk 0,20 m bis 1,20 m abgesunken war, im Soilfrac-Verfahren stabilisiert und rückgedreht, wozu man 136 bewehrte, etwa 20 m lange Injektionsssäulen (1,20 m Durchmesser) durch die Fundamentplatte einbaute und mehrstufige Injektionen durch 240 Bohrlöcher (4 km; 1540 m<sup>3</sup>) durchführte.

Dipl.-Ing. *ETH Jean-Paul Waldmeyer*, Rennes, erläuterte die «Konsolidierungsinjektionen in zwei Strassentunnels – Habsburg AG (N3 Basel–Zürich) und Vernier GE (N1a Umfahrung Genf)». Beim ersten wurden von Vorstollen aus Verfüll-, Begrenzungs- und Hauptinjektionen mit Silikat-Gel, Micron S (Aufschwemmung von mineralischen Stoffen viel feiner als Zement) und C3S (stabilisierte Bentonit-Zement-Mischung), umweltfreundlichen Materialien, computergesteuert durchgeführt und ausgewertet für Abrechnung (3,8 Mio. Fr.) und beim zweiten ein Verbrauch mit Verfüll-, Verdichtungs- und Verfestigungsinjektionen die Standfestigkeit zum Wiederaushub hergestellt (4,5 Mio. Fr.).

Nach Dr.-Ing. *Peter Egger*, EPF Lausanne, wurden im Rahmen der Vorarbeiten für die «Wasserkraftanlage Cleuson-Dixence Grossversuche für Konsolidierungs- und Abdichtungsinjektionen» (Injektionsart, -mittel und -wirkung) durchgeführt, und zwar für einen 15 km langen, mit einer Tunnel-

bohrmaschine durch stark wechselndes Gebirge aufzufahrenden Stollen.

Der Bericht von Prof. Dr. *Kalman Kovari* und Dr.sc. techn. *Georges Anagnostou* vom IGT «zur Dimensionierung von Injektionskörpern im Tunnelbau» beantwortet anhand einfacher Modellrechnungen die Fragen: Wie beeinflussen Grösse und Festigkeit eines Injektionskörpers sein Tragvermögen unter Berücksichtigung des Ausbauwiderstandes und der Strömungskräfte? Und wie beeinflussen Injektionskörper mit gegebenen Abmessungen und Eigenschaften in bestimmter Gebirgsart und bei vorhandenem Wasserspiegel die in den Hohlraum fließenden Wassermengen? Dies ist besonders bei tief liegenden Tunnels unter hohen Bergwasserspiegeln und im druckhaften Gebirge oder gar im Lockergestein sowohl während der Bauausführung als auch im Betriebszustand von Bedeutung.

AB

## Bücher

### Brandsicherheit im Stahlbau: Eine globale Betrachtungsweise

Hrsg. Eurofer Steel Promotion Committee, Brüssel. Vertrieb: Schweiz. Zentralstelle für Stahlbau (SZS), Nr. A2.1., Zürich, 1993, 64 S., zahlreiche Bilder und Darstellungen, A4. Preis: Fr. 27.–.

Die Vorteile der von Architekten und Ingenieuren in vielen Fällen bevorzugten Stahlbauweise sind bekannt. Sie ist wirtschaftlich interessant und ermöglicht zugleich kurze Bauzeiten, grosse Spannweiten und geringes Konstruktionsgewicht.

Andererseits werden Stahlkonstruktionen vielfach als wenig brandsicher dargestellt. Dies ist unzutreffend, da sie bei entsprechender Planung jeder Brandschutzforderung gerecht werden können. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Forschungsergebnisse erarbeitet, um das Brandverhalten von Stahlkonstruktionen quantitativ zu erfassen.

Die Publikation verfolgt drei Zielsetzungen:

- Bereitstellung eines Leitfadens für Architekten, Entscheidungsträger, Bauherren und andere Interessierte. Damit soll ein besseres Verständnis von Brandschutzproblemen ermöglicht werden.
- Bereitstellung einer Orientierungshilfe für jene Stellen, die für die Erstellung und Einhaltung von Vorschriften und Auflagen zum Thema Brandschutz zuständig sind.
- Verbesserung der Verständigung zwischen Planern und Brandschutzbehörden.

Besonderer Wert wurde auf eine ganzheitliche, zusammenhängende Darstellung in einfacher, verständlicher und übersichtlicher Form gelegt. Es können drei Grundaussagen formuliert werden:

- Die Brandsicherheit von Gebäuden in Stahlbauweise kann in Abhängigkeit von der Nutzung optimiert werden.
- Brandsichere Gebäude mit unbekleideten Stahlkonstruktionen sind möglich, ästhetisch und wirtschaftlich.
- Es gibt eine Vielzahl kostengünstiger Massnahmen, um die Brandsicherheit von Stahlkonstruktionen sicherzustellen.

# Aktuell

## Schweizer Möbemesse International 1994

Die SMI '94, die Ende Mai in Bern stattfand, konnte über Desinteresse des Fachhandels nicht klagen: 300 Aussteller zeigten auf über 25 000 m<sup>2</sup> ihre zum Teil neuesten Kollektionen, und auch der Bereich des elitären Möbeldesigns war recht gut vertreten. Die Kaufbereitschaft des Handels war eindeutig grösser als erwartet. Viel Beachtung fanden die Sonderaktivitäten «CH-Kreativität» und die Vergabe des SMI-Förderpreises.

### CH-Kreativität

Auf viel Anklang stiess der zum erstenmal gezeigte Rück- und Ausblick auf Höhepunkte der CH-Designkreationen der letzten Jahrzehnte und Jahre. Das Schaffen schweizerischer Design-Pioniere seit 1930 wurde präsentiert, und zwar vor allem in Modellen, die noch oder wieder erhältlich sind! Ein Stück Schweizer Möbelgeschichte wurde hier auf sehr übersichtliche und attraktive Weise ausgestellt (Konzept der Standarchitektur durch *Stefan Zwicky*) und dokumentierte, dass gutes Design eine aktuelle Ausstrahlung behält.

### SMI-Förderpreis

Im vergangenen Jahr wurde der Förderpreis zum erstenmal vergeben, der international offen ist für herstellerun-

abhängige Entwerfer und Entwerferinnen im Alter unter 35 Jahren. Gesucht werden dabei vor allem neuartige, eigenständige Entwürfe von sinnvollen, brauchbaren Gegenständen im Wohnbereich, die geeignet sind für die Umsetzbarkeit in einer seriellen Produktion.

In diesem Jahr wurden rund 230 Entwürfe aus der Schweiz und dem Ausland eingereicht. Eine hochkarätige Jury (*Kurt Aeschbacher, Egon Babst, Massimo Iosa Ghini, Trix Haussmann, R. Schilling, Suzanne Schwarz* und *Kurt Thut*) wählte davon 24 Objekte aus, die

#### SMI-Förderpreis 1994

1. Preis (Fr. 5000): Laden- und Messebausystem 090 von *Thomas Bredel*, Designer, D-Trier.

2. Preis (Fr. 4000): Holzschalenstuhl «unica», *Peter Steinmann*, dipl. Arch. HTL, Basel.

Auszeichnungen für eine Idee (Fr. 4000):

– Kleiderschrank «Tuffi», *Lukas Buol* und *Marco Zünd*, dipl. Architekten HTL, Basel.

– Bücherregal «Falter», klappbar, *Rolf Caviola*, Basel.

– Regalsystem «H-Noi», *Rupert Kopp*, D-Pforzheim.

an der SMI '94 präsentiert wurden und grosse Beachtung fanden. Das Interesse der Messebesucher und Hersteller war schon letztes Jahr enorm, und mehrere der damals ausgestellten Produkte werden bereits in Serie produziert. Dieses Jahr konnten zwei Preise und drei Auszeichnungen verliehen werden (s. Kästchen und Bilder). Überreicht wurden die Preise von höchst kompetenter Hand, nämlich von der bekannten Architektin und Möbelentwerferin *Trix Haussmann*.

*Brigitte Honegger*

## Landschaftsbauzeichner, ein junger Beruf

(pd) Während in der Berufsberatung der Beruf Landschaftsbauzeichner zu einem offenbar geläufigen Begriff geworden ist, wie die grosse Nachfrage nach Schnupper- und Lehrstellen beweist, ist er im Kreise der nächsten Baufachleute praktisch noch unbekannt.

Der Beruf der Landschaftsbauzeichner ist eng verknüpft mit der zunehmenden Bedeutung der Umweltaspekte im Rahmen der Bautätigkeit und dem erweiterten Aufgabenfeld bzw. vergrösserten Auftragsvolumen der Landschaftsarchitekten.

Landschaftsbauzeichner und -zeichnerinnen sind qualifizierte Mitarbeiter der



2. Preis: Holzschalenstuhl «unica», *Peter Steinmann*, dipl. Arch. HTL, Basel. Sitzkomfort eines Freischwingers und Handlichkeit des Stapelstuhls sind hier vereinigt in einfacher, ablesbarer Konstruktion und klarer, eleganter Form (Bild: Ch. Bühler)

1. Preis (Bild links): Laden- und Messebausystem 090, *Thomas Bredel*, D-Trier. Die Basis des variablen Systems bildet ein Flächenbauelement mit neuartiger Sperrholzkonstruktion

Landschaftsarchitekten und -planer. Sie zeichnen Pläne und helfen bei der Vorbereitung und Überwachung der Ausführung. Der Hauptarbeitsplatz ist der Zeichen- und Schreibtisch, doch führen die Vorbereitung (Gelände- und Bestandaufnahmen) und die Überwachung der Arbeiten auch ins Gelände und auf die Baustelle.

Die Ausbildung vermittelt neben den zeichnerischen Fertigkeiten unterschiedliche Visualisierungstechniken, gute Pflanzenkenntnisse, Kenntnisse ökologischer Zusammenhänge, Material- und Baustoffkunde, Feldmessen, Bautechnik, Bauadministration sowie landschaftsplanerische Grundlagen.

## Interkantonale Gegenrechtsvereinbarungen im Submissionswesen

(*kiZH*) Seit Anfang 1994 besteht eine Gegenrechtsvereinbarung für kantonale Vergabungen zwischen den Kantonen Zürich und Aargau. Der Zürcher Regierungsrat hat die Baudirektion ermächtigt, auch mit anderen Nachbarkantonen und weiteren interessierten Kantonen solche Gegenrechtsvereinbarungen abzuschliessen, was inzwischen mit dem Kanton Zug (seit 1. April) und dem Kanton Thurgau (seit 1. Mai) erfolgte.

Die Vereinbarungen weisen für den Kanton Zürich jeweils folgenden Wortlaut auf: «Der Kanton Zürich wird bei Vergabungen von Arbeiten und Lieferungen für den Staat gemäss der Submissionsverordnung vom 19. Dezember 1968, die der Kanton ausführen lässt, Bewerber mit Geschäftssitz im Kanton gleich behandeln wie Bewerber mit Geschäftssitz im Kanton Zürich, so lange der Kanton Gegenrecht hält. Sollte der Kanton Zürich diese Praxis ändern wollen, wird er dies dem Kanton – sechs

Die Berufsschule ist für die Deutschschweiz und das Tessin in Wädenswil an der Ingenieurschule, Abteilung Berufsschule, zusammengefasst. Die Westschweiz führt eine eigenständige Berufsschule in Marcellin.

Im Jahre 1992 haben erstmals 20 Lehrlinge ihre Lehrabschlussprüfung absolviert. Im Sommer dieses Jahres wird bereits der dritte Jahrgang zur Prüfung antreten.

Kontaktadressen: Berufsbildungskommission Landschaftsbauzeichner BSLA/slpa, Thujastr. 11, 8038 Zürich; Berufsschule: Ingenieurschule, Abteilung Berufsschulen, 8820 Wädenswil.

Monate im voraus – schriftlich anzeigen.»

Aufgrund dieser Gegenrechtsvereinbarungen werden bei kantonalen Vergabungen Bewerber mit Geschäftssitz in den Kantonen Thurgau und Zug gleich behandelt wie Bewerber mit Geschäftssitz im Kanton Zürich und umgekehrt. Die Ausschreibungen für die kantonalen Vergabungen können jeweils dem Amtsblatt des vergebenden Kantons entnommen werden.

Diese Gegenrechtsvereinbarungen sind ein weiterer konkreter Schritt in Richtung Liberalisierung und Harmonisierung des öffentlichen Submissionswesens in der Schweiz, wie sie auch von der Konferenz der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltschutzdirektoren sowie der Konferenz der kantonalen Volkswirtschaftsdirektoren angestrebt werden. Es gilt, Behinderungen im Binnenmarkt Schweiz auszuschalten – zum Vorteil unserer Volkswirtschaft, auch in rezessiven Phasen.

## 2300 stromproduzierende Anlagen in der Schweiz

(*VSE*) Die 25 grössten Anlagen (entsprechend einem Prozent des Gesamtbestandes) liefern 57% des in der Schweiz produzierten Stromes. Es sind dies die fünf Kernkraftwerke Leibstadt, Gösgen, Beznau I/II und Mühleberg sowie die grössten Speicherkraftwerke (z. B. Grimsel, Dixence) in den Alpen. Zu einer mittleren Kategorie zählen rund 360 Anlagen: die übrigen Speicherkraftwerke, die Laufkraftwerke an grösseren und mittleren Fliessgewässern sowie die grösseren mit Öl, Gas und Kehrlicht betriebenen Wärmekraftwerke. Sie produzieren knapp 42% des Stroms.

Dazu kommen rund 1900 Kleinkraftwerke mit einer installierten Leistung

von unter einem MW: rund 800 Kleinkraftwerke, 450 Klein-Wärmekraftkopplungsanlagen (vor allem Blockheizkraftwerke) und 600 Photovoltaikanlagen. Sie produzieren rund 750 Mio. kWh Strom pro Jahr, die Kleinkraftwerke allein 580 Mio. kWh. Der Anteil aller Kleinanlagen an der gesamten Stromproduktion beträgt 1,3%, und sie produzieren zusammen gleichviel Strom wie drei mittelgrosse Wärmekraftwerke (z. B. Rheinau, Eglisau).

61,5% der gesamten Stromproduktion stammt aus erneuerbaren Energiequellen. Davon entfallen 99,3% auf die Wasserkraft, 0,7% auf Klär- und Biogas sowie die Photovoltaik.

## Ganz kurz

### Rund um den Verkehr

(*kiZH*) Der Zürcher Regierungsrat hat die **Bauprojekte für den Stationsausbau Feldbach sowie für die gesamte neue Leittechnik Furttal** in Zürich Oerlikon genehmigt und die entsprechenden Kredite freigegeben. Die SBB-Furttalstrecke wird neu in das zu erweiternde Fernsteuerzentrum Oerlikon integriert, und die bisherigen zentralen Ausrüstungen werden durch ein voll integriertes Leitsystem ersetzt. Die Kosten belaufen sich auf 13,6 Millionen Franken.

(*pd*) Den **Auftrag für 222 Schnellbahnwagen im Wert von 285 Millionen US\$** erteilte die Southeastern Pennsylvania Transportation Authority an ABB Traction Inc. Zudem enthält der Vertrag eine Option auf max. 120 zusätzliche Wagen. Die Wagen werden aus rostfreiem Stahl gefertigt und mit modernen Drehstromantrieben ausgerüstet.

(*SBB*) Obwohl noch unklar ist, wann der **Eurotunnel** endlich in Betrieb genommen wird, geht die **Verteilung der Frachtkapazität** bereits zügig voran. 300 Spezialfahrzeuge im Wert von rund 17,5 Millionen Franken hat die spanische Gesellschaft Ramafer für den Transport von Produkten des Automobilkonzerns Ford zwischen Grossbritannien und Valencia bestellt.

(*SBB*) Der **Inntal-Tunnel**, mit 12,7 km der längste Eisenbahntunnel Österreichs, geht Ende Mai nach 5 Jahren Bauzeit **in Betrieb**. Der Tunnel ist das Kernstück der neuen, 15 km messenden Umfahrung von Innsbruck. Täglich werden nun bis zu 200 Züge, vor allem des kombinierten Verkehrs, den neuen Tunnel in beiden Richtungen passieren.

(*DB*) **Berlin ist ab Herbst 1994 eine Grossbaustelle der Deutschen Bahn**. Ab Ende September, mit Beginn des Winterfahrplans, beginnt die Erneuerung der Stadtbahnstrecke vom Bahnhof Zoo bis Berlin Hauptbahnhof, und es wird hier vorübergehend kein Fernzug mehr verkehren können. Schon ab 29. Mai beginnen und enden deshalb sämtliche IC-Züge aus und nach Richtung Hannover in Berlin Zoo. Baumassnahmen und Streckensperren betreffen vor allem auch die IC-Linie Hamburg–Berlin–Dresden. Nach dem Ausbau können jedoch erheblich kürzere Fahrzeiten angeboten werden.