

# Spritzbeton-Technologie: 2. Internationale Fachtagung in Innsbruck

Autor(en): **Brux, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 42

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76732>

## **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.

# Spritzbeton-Technologie

## 2. Internationale Fachtagung in Innsbruck

Die 2. Internationale Fachtagung «Spritzbeton-Technologie» [1] fand wieder in Innsbruck-Igls (15.-16. Januar 1987) statt. Der Einladung des Instituts für Baustofflehre und Materialprüfung der Universität Innsbruck folgten über 300 Fachleute aus Deutschland, Norwegen, Österreich, der Schweiz und Schweden.

Durch 18 Fachvorträge mit anschließender offener Aussprache trugen Bauherren, Ausführende und Forscher zur rascheren Umsetzung von Forschungsergebnissen in der Praxis und Lösung anfallender Probleme bei, wie z. B. die Zugabe von flüssigen Erstarrungsbeschleunigern (BE) beim Trockenspritzverfahren, die Ausführung von Nassspritzbetonarbeiten, Verwenden von Aluminatbeschleunigern, Spritzbeton für Instandsetzungen, Arbeits- und Umweltschutz sowie Maschineneinsatz und Wirtschaftlichkeit und Maschinenentwicklung.

### Bauüberwachung

Zur «Anwendung von Spritzbeton aus der Sicht der Bauüberwachung» brachte Dipl.-Ing. *Günther Judtman*, Innsbruck, Vergleichszahlen, die vom Bau der 38 km Eisenbahntunnel für den Südabschnitt der Neubaustrecke Hannover-Würzburg stammen. Dabei zeigten sich teilweise zu geringe Spritzbetonmengen bzw. unauskömmliche Preise bei den Angeboten, bedingt durch Fehleinschätzungen des Gebirges und der Rückprallmengen sowie Ausführungsmängel. Die Tunnelbaukosten haben sich nämlich von 1981 bis 1984 um 28% verringert [2].

### Bauausführungen - Trockenspritzbeton

Dipl.-Ing. *Alfred Krischke*, München, brachte Einzelheiten über die Anwendung der «Spritzbetonbauweisen mit Druckluft» beim Münchner U-Bahnbau für die Aussenschale [3], wobei sich ebenso wie beim Wiener U-Bahnbau entgegen früherer Untersuchungen der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen (STUVA), Köln, keine Festigkeitseinbussen des Spritzbetons ergaben.

Bei der «baustellengerechten Optimierung von Spritzbeton beim Rossberg-Steinbergtunnel» der Neubaustrecke Hannover-Würzburg war nach Dipl.-Ing. *Josef Arnold*, Innsbruck, vorhandener Kalksplittzuschlag, Zement und BE aufeinander abzustimmen. Die Optimierung (B 25) geschah im Labor und danach in situ beim Fensterstollenvortrieb und ergab als Zement einen HOZ 35 F. Flüssiges BE erwies sich wirtschaftlicher als pulverförmiges (kleinere Mengen, geringerer Festigkeitsabfall in 28 d, weniger Rückprall). Das überdurchschnittlich harte Wasser von Würzburg ergab Ausfällungen im Wasser-BE-Gemisch und Ablagerungen in Rohr- und Schlauchleitungen; dem wurde mit Wasserenthärter und Anordnung der Hochdruck-BE-Dosierpumpe nahe der Spritzdüse begegnet.

Dipl.-Ing. *Peter Göbl*, Wien, berichtete über die für die Einführung des Huckepack-Verkehrs erforderliche «Überfirung des Patscher Tunnels» der 1867 erbauten Brenner-Bahn. Der Querschnitt dieses 167 m langen zweigleisigen Tunnels wurde durch einen neuen Vortrieb in Spritzbetonbauweise über dem alten Tunnelgewölbe bei äusserst begrenztem Arbeitsraum und Aufrechterhaltung des Bahnbetriebes (110/140 Züge/Tag) vergrößert, wobei der Betrieb unter einem Arbeitsgerüst eingeleistet, störungsfrei und sicher ablief bis auf eine dreitägige Sperrung zum Beheben der Folgen eines Verbruchs. Die Bauzeit betrug jedoch wegen grösserer Massen, vermehrter Ankerung und den hohen Sicherheitsanforderungen der ÖBB statt neun 16 Monate.

### Zemente und Erstarrungsbeschleuniger

Nach Dipl.-Ing. *Günter Strappler*, Wien, führte die «Problematik der Erzeugung von Spritzbeton unter ungünstigen Bedingungen» (Kalksplittzuschlag, Sand mit geringen Feinanteilen)

zu einem überraschenden Ergebnis, zu Spritzbeton mit NWHS-Zement, und zwar 400 kg HOZ 35 F (80% Hütten-sand)/m<sup>3</sup> FB bei im Mittel 16 N/mm<sup>2</sup> nach 24 h und sicher B 25 (28 d). Lagerzeiten des Trockengemisches unter 5 Stunden ergaben im Gegensatz zum bisher verwendeten PZ 35 F keine Festigkeitseinbussen. Der Trockenspritzbeton wurde mit flüssigem BE und mechanischen Spritzarmen eingebaut und der Rückprall so auf 15 bis 20% verringert.

Dipl.-Ing. *Günter Vogel*, Troisdorf, trug «Erfahrungen mit einem neuen System flüssiger BE im Tunnelbau» bei hoher Spritzbetonfrüh- und -endfestigkeit der Tunnelaussenschalen (NÖT) vor. Beim Trockenspritzverfahren wird das flüssige BE mit einer Hochdruckpumpe mit BE- und Wasser-Messvorrichtung der Kapillarspritzdüse (SBS) zugeführt (geschlossenes System). Die gute Benetzung bedingt einen geringen BE-Verbrauch (2-5%) und bei mechanischer Düsenführung weniger Rückprall (10-20%). Beim Nassspritzverfahren (Dichtstrom) gibt es auch geschlossene Systeme für die Zugabe von flüssigen BE (<5%; Dosierpumpe, Turboinjektordüse). Die Hersteller liefern heute flüssige BE verschiedener Zusammensetzung, um sich dem jeweils verwendeten Zement anpassen zu können.

Einen anderen Weg geht Dr. *Franz Koubowetz*, Kufstein, der über «Spritzbeton aus der Sicht des Zementherstellers» sprach. Die Mahlfineinheit des Zements (Blaine-Wert) und neuerdings seine Kornverteilung (gekennzeichnet durch Lageparameter und Steigungsmass) [4] beeinflussen besonders bei Zementen mit Zumahlungen von Hochofenschlacke oder Flugasche (in Österreich sind diese Zemente genormt) die Betoneigenschaften am nachhaltigsten. Neu ist hier der Übergang von der Zementoberfläche zum Zement hoher Hohlraumvolumen als aussagekräftiger Grösse (Tab. 1). Die Zementwerke streben deshalb eine grosse Gleichmässigkeit dieser Einflussgrössen an. Einflüsse aus der chemischen Zusammensetzung des Zements scheinen dagegen

#### Tagungsband:

Die überarbeiteten Vortragsmanuskripte sind im Tagungsband «Spritzbeton-Technologie; 2. Internationale Fachtagung, Innsbruck-Igls, 15.-16. 1. 1987» (127 Seiten) abgedruckt. Bezug: Institut für Baustofflehre und Materialprüfung, Universität Innsbruck, Technikerstrasse 13, A-6020 Innsbruck.

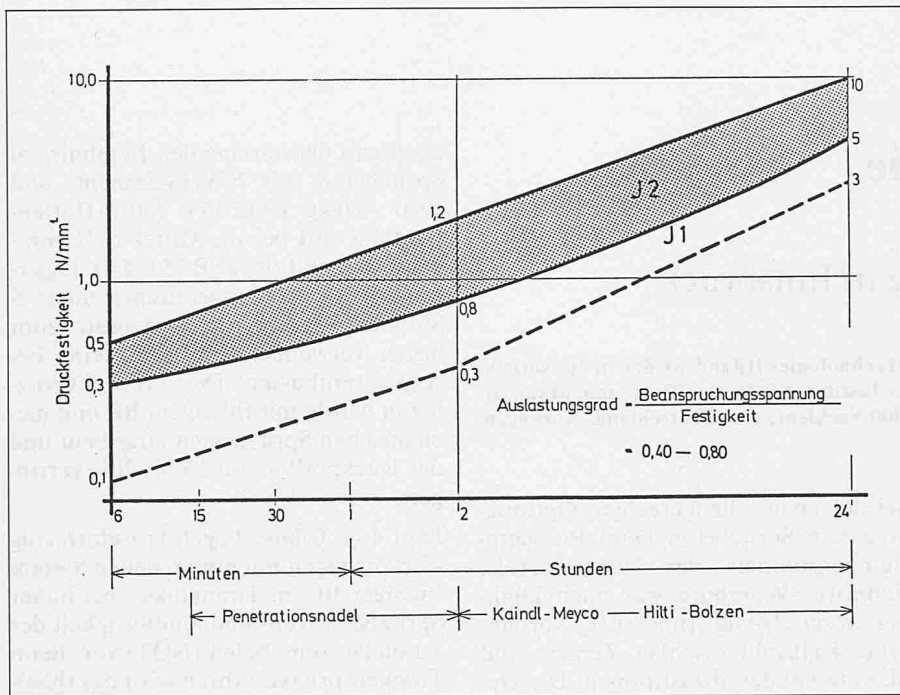


Bild 1. Festigkeitsanforderungen an «jungem» Spritzbeton (Richtlinie «Spritzbeton», ÖBV 1987)

von untergeordneter Bedeutung zu sein und sind letztlich über Zusatzmittel steuerbar, was an einigen Beispielen gezeigt wurde.

### Richtlinien mit wirklichkeitsnahen Anforderungen

Dr. techn. Helmut Huber, Strass, sprach über den Entwurf der «Richtlinie Spritzbeton des Österreichischen Betonvereins». Im Abschnitt «Anforderungen an den Spritzbeton» wird unterschieden nach «jungem» Spritzbeton bis zu 24 Stunden Alter mit den Anforderungsbereichen  $J_0$ ,  $J_1$  und  $J_2$  (Bild 1) [5] und Spritzbeton mit den neuen Festigkeitsklassen SP 12 bis SP 30 (Tab. 2) und besonderen Eigenschaften (gem. ÖNORM B 4200, 10. Teil und B 3303: WU, FB, MA, TST, LST). Die Beispiele für Spritzbetonsorten, wie Spritzbeton für

- die Aussenschale eines Strassentunnels SP 19/ $J_1$
- die ständige Auskleidung eines Triebwasserstollens SP 22,5 (90)/WU
- die Unterlagsschicht für Foliendichtung SP 12/GK 8 (GK 8 = 8 mm Grösstkorn des Spritzbetonzuschlags)
- die Aussenschale bei U-Bahn mit Sulfatangriff SP 25 (56)/ $J_2$ /WU/TGT/GK (TGT = mit stark treibendem Angriff)

Tabelle 1. Dichte, Kornverteilungsparameter und Werte wichtiger Eigenschaften verschiedener Zementarten (ZFI, Düsseldorf)

| Zementart                                     |   |               |                    | PZ 35 F | PZ 45 F | PZ 55 | EPZ 35 F | HOZ 35 L        | HOZ 45 L |
|---|---|---------------|--------------------|---------|---------|-------|----------|-----------------|----------|
| Zahl der Zemente                              |   |               |                    | 68      | 60      | 26    | 29       | 34              | 18       |
| Produktionsanteil                             |   |               | %                  | 49,9    | 20,4    | 3,0   | 8,1      | 14,3            | 2,0      |
| Dichte  | H | $\rho$        | g/cm <sup>3</sup>  | 3.15    | 3.18    | 3.15  | 3.12     | 3.04            | 3.04     |
|   | M |               |                    | 3.10    | 3.10    | 3.10  | 3.05     | 2.98            | 3.01     |
|   | N |               |                    | 3.03    | 3.03    | 3.05  | 3.00     | 2.92            | 2.96     |
| Lageparameter der Kornverteilung im RRSB-Netz | H | x             | $\mu\text{m}$      | 31.3    | 21.0    | 13.0  | 27.6     | 26.5            | 19.7     |
|   | M |               |                    | 24.8    | 16.0    | 10.8  | 22.7     | 18.8            | 16.5     |
|   | N |               |                    | 19.6    | 11.3    | 8.6   | 15.3     | 14.5            | 15.0     |
| Steigungsmass der Kornverteilung im RRSB-Netz | H | n             | -                  | 0.99    | 1.11    | 1.14  | 1.09     | 1.12            | 1.12     |
|   | M |               |                    | 0.90    | 0.99    | 1.02  | 0.94     | 0.98            | 0.99     |
|   | N |               |                    | 0.80    | 0.84    | 0.92  | 0.83     | 0.85            | 0.82     |
| massenbezogene Oberfläche nach Blaine         | H | $O_m$         | cm <sup>2</sup> /g | 3850    | 4730    | 6400  | 3850     | 5800            | 5240     |
|   | M |               |                    | 3040    | 3920    | 5290  | 3220     | 3600            | 3980     |
|   | N |               |                    | 2540    | 3200    | 4570  | 2690     | 3090            | 3220     |
| 2-Tage-Normdruckfestigkeit                    | H | $\beta_{02}$  | N/mm <sup>2</sup>  | 31      | 39      | 49    | 28       | 37 <sup>1</sup> | 24       |
|   | M |               |                    | 22      | 31      | 42    | 18       | 30 <sup>1</sup> | 19       |
|   | N |               |                    | 11      | 23      | 34    | 11       | 23 <sup>1</sup> | 16       |
| 28-Tage-Normdruckfestigkeit                   | H | $\beta_{028}$ | N/mm <sup>2</sup>  | 55      | 65      | 77    | 54       | 55              | 63       |
|   | M |               |                    | 48      | 59      | 68    | 49       | 50              | 57       |
|   | N |               |                    | 41      | 55      | 61    | 42       | 36              | 51       |
| Beginn des Erstarrens                         | H | EB            | h · min            | 4.00    | 3.40    | 3.20  | 4.20     | 5.30            | 3.40     |
|   | M |               |                    | 2.30    | 2.15    | 1.50  | 2.50     | 3.35            | 2.40     |
|   | N |               |                    | 1.40    | 1.20    | 1.05  | 1.50     | 2.00            | 2.10     |
| Ende des Erstarrens                           | H | EE            | h · min            | 6.00    | 5.20    | 4.50  | 6.00     | 7.00            | 5.30     |
|   | M |               |                    | 3.55    | 3.25    | 3.10  | 4.10     | 5.00            | 4.10     |
|   | N |               |                    | 2.50    | 2.40    | 2.00  | 3.20     | 3.50            | 3.20     |
| Wasseranspruch (DIN 1164)                     | H | WA            | Gew.-%             | 29.0    | 32.0    | 35.0  | 28.0     | 34.5            | 30.0     |
|   | M |               |                    | 26.0    | 27.5    | 30.0  | 26.0     | 28.0            | 28.0     |
|   | N |               |                    | 23.0    | 24.5    | 27.0  | 23.5     | 25.5            | 25.0     |

<sup>1</sup> Beim HOZ 35 L 7-Tage-Normdruckfestigkeit 2-Tage-Druckfestigkeit nicht genormt  
H = Höchstwert M = Mittelwert N = Niedrigstwert

Tabelle 2. Spritzbetonfestigkeitsklassen - in der Regel 28 Tage, bei 56 oder 90 Tagen Ergänzung durch Klammer (56) oder (90)

| Spritzbeton-Festigkeitsklassen | Mittelwert der Druckfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> zum Prüfalter mindestens | Anmerkungen   |
|--------------------------------|--|---|
| SP 12                          | 12   |   |
| SP 16                          | 16   |   |
| SP 19                          | 19   | bei Anforderungen $J_1$ oder $J_2$ in der Regel erreichbare Festigkeitsklasse nach 28 Tagen |
| SP 22,5                        | 23   | bei Anforderungen $J_1$ oder $J_2$ maximal erreichbare Festigkeitsklasse nach 28 Tagen      |
| SP 25                          | 25   |   |
| SP 28                          | 28   | bei Anforderungen $J_1$ oder $J_2$ maximal erreichbare Festigkeitsklasse nach 90 Tagen      |
| SP 30                          | 30   |   |

ergeben dann praxisingerechte, wirklickeitsnahe Anforderungen wie bisher in keiner Spritzbetonnorm. Diese Richtlinie soll Anfang 1988 eingeführt werden.

## Entwicklung der Maschinen

Die «maschinentechnischen Anforderungen an Spritzmaschinen im Dünnstromverfahren» schilderte Dipl.-Ing. Josef Scherer, Widen, insbesondere den technischen Stand der Rotormaschinen (Schlauchrotor und Vierpunktspannsystem ergeben geringen Verschleiss; Aliva 280 als Trocken- und Nassspritzmaschine stufenlos 3 bis 11 m<sup>3</sup>/h Gemisch) und die Düsenteknik (Halbnass- und MS-Düse) [6]. Eingegangen wurde auf die Bedienung, Wartung und Verschleisskosten sowie mobile Kompakteinheiten (stufenlos regelbare Trockenspritzmaschinen mit mind. 150 l/h, Kompressor und Druckerhöhungspumpe für das Anmachwasser) für Instandsetzungsarbeiten [7].

Über «Spritzbetonmanipulatoren in Kompaktbauweise im praktischen Einsatz» beim Streckenneubau Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart [2] berichtete Dipl.-Ing. Hans Dieter Müller, Aichtal. Bei den bis 150 m<sup>2</sup> grossen Querschnitten wird so Spritzbeton wirtschaftlich eingebaut (bis 20 m<sup>3</sup>/h) und die Abschlagzeit entscheidend verringert [1, 2]. Mechanische Spritzarme ermöglichen eine bessere Düsenführung (geringer Rückprall), schaffen dem Bediener einen gefahrlosen Platz und haben verschiedene Traggeräte; so besteht der «Spritzbüffel» aus einer Raupe mit zwei Spritzanlagen (Pumpe, Kompressor, BE-Dosierung, Spritzarm; alles mit Elektro- und Dieselantrieb). Es gibt auch Kompaktanlagen auf LKW und Anbaugeräte für Bagger und Hubgeräte. Die Entwicklung der Spritzmanipulatoren hat die vermehrte Anwendung des Nassspritzbetons bei Dichtstromförderung (heute meist Doppelkolbenpumpen) [6] gefördert.

## Bauausführungen – Nassspritzbeton (Dichtstrom)

Nach den «Baustellenerfahrungen und Kostenvergleichen» von Dr. Harald Lauffer, Wien, ist Nassspritzbeton [6] dem Trockenspritzbeton mit pulverförmigem oder flüssigem BE für die Tunnelaussenchale im Regelfall (über 1200 m<sup>3</sup>/Mon) wirtschaftlich überlegen (weniger Rückprall und Staub, niedrigere Verschleiss- und Energiekosten, höhere Einbauleistung) (Tab. 3). Das Trockenspritzbeton ermöglicht durch den grossen Verarbeitungsspielraum eine sehr freizügige zeitliche Disposition. Neben diesen kalkulatorisch gut erfassbaren Einflüssen sind die Einstellung und die Kenntnisse der Vortriebsmannschaften und die Erfahrungen und Vorlieben der Erfahrungsträger wichtig für die Entscheidung.

| Leistungsbereich<br>m <sup>3</sup> /Monat       | Trockenspritzen   |                    |                   | Nassspritzen     |                   |
|---|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|   | manuell<br>1 Düse | manuell<br>2 Düsen | 2 Spritz-<br>arme | 1 Spritz-<br>arm | 2 Spritz-<br>arme |
| 1500  | 1,27              | 1,05               | 1,05              | 1,04             | 1,00*             |
| 1200  | 1,28              | 1,06               | 1,07              | 1,06             | 1,04              |
| 900   | 1,30              | 1,09               | 1,11              | 1,10             | 1,11              |
| 600   | 1,36              | 1,16               | 1,22              | 1,22             | 1,30              |
| Einbaumenge m <sup>3</sup> /h<br>ohne Rückprall | 6<br>4,8          | 12<br>9,6          | 14<br>11,2        | 11<br>8,8        | 18<br>14,4        |

\* 1,00  $\Delta$  225 DM, 188 SFr oder 1578 ÖS

Tabelle 3. Kostenvergleich für Spritzbeton der Tunnelaussenchale (Spritzbetonbauweise) von zweigleisigen Eisenbahntunneln für verschiedene Einbauarten und -mengen sowie unterschiedliche Spritzbetonverfahren

Nach den Erfahrungen von Dr.-Ing. Edgar Kern, Frankfurt/Main, lag die erforderliche BE-Zugabemenge beim «Nassspritzen mit Aluminatbeschleuniger bei einem Autobahntunnel» [8] mit 30 bis 40 cm<sup>3</sup>/kg (zulässiger Höchstwert 50 cm<sup>3</sup>/kg) Zement erheblich niedriger als bei Wasserglas [9]. Das ergibt eine bessere Betonqualität (33 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit nach 28 Tagen, 18 N/mm<sup>2</sup> Druckfestigkeit nach 12 Stunden und 70% eines Spritzbetons ohne BE nach 28 Tagen), einfache betriebliche Handhabung (6 bis 8 m<sup>3</sup>/Stunde, bis 35 cm Auftragsdicke) und weniger Rückprall (5 bis 10% Strosse und 15% Kalotte). Auf die erforderlichen betrieblichen Massnahmen im Umgang mit dem Aluminatbeschleuniger und auf Fragen der Arbeitshygiene wurde eingegangen.

Die «Entwicklung des stahlfaserbewehrten Nassspritzbetons in Norwegen» hat nach M. Sc. Øyvind Skåtun, Oslo, zu 95% Nassspritzbeton – verarbeitet mit Mohnopumpen (7 bis 9 m<sup>3</sup>/Stunde) und im Tunnelbau mit Spritzmanipulatoren – und 70% des Nassspritzbetons mit Stahlfaserbewehrung (1986: 40 000 m<sup>3</sup>; 2000 t Stahlfasern) geführt. Mit Stahlfasern Nassspritzbeton werden hohe Einbauleistungen (bis 20 m<sup>3</sup>/Stunde), gegenüber Stahlnetzbelegung halbierte Abschlagzeiten beim Vortrieb und sichere Arbeitsbedingungen erreicht. Die Faserbewehrung ergibt einen dichteren Beton mit besserer Haftzugfestigkeit an der Felsoberfläche. Der Zusatz von 1 Vol.-% EE-Fasern (18 mm lange gerade Fasern mit 0,3 mm  $\varnothing$  und Kugeln von 0,6 mm  $\varnothing$  an den Enden; australisches Patent) ist ein normaler Bestandteil des norwegischen Spritzbetons geworden. Durch Verwenden von Zu-

satzmittel und Mikrosilika wird Nassspritzbeton der heute im norwegischen Tunnelbau geforderten Festigkeitsklasse B 35 sicher erreicht.

## Literatur

- [1] Lukas, W.: Spritzbeton-Technologie; 1. Internationale Fachtagung, Innsbruck-Igls, 15.-16.1.1985; Universität Innsbruck und Stuva, Köln. 105 Seiten
- [2] Maak, H.: Spritzbeton beim Bau des Südabschnitts der Bundesbahn-Neubaustrecke Hannover-Würzburg. Beton- und Stahlbetonbau 81(1986) H. 7, S. 169-172
- [3] Distelmeier, H.; Brenninger, P.; Reisinger, B.: Praktische Erfahrungen mit der Spritzbetonbauweise unter Druckluft. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 99(1987) H. 1 und 2, S. 4-10 und 66-75
- [4] Kuhlmann, K.; Ellerbrock, H.-G.; Sprung, S.: Korngrößenverteilung und Eigenschaften von Zement; Teil 1. Zement-Kalk-Gips 74(1985) H. 4, S. 169-178
- [5] Kusterle, W.: Kombinierte Verfahren zur Beurteilung der Frühfestigkeit von Spritzbeton. Beton- und Stahlbetonbau 79(1984) H. 9, S. 251-253
- [6] Brux, G.; Linder, R.; Ruffert, G.: Spritzbeton, Spritzmörtel, Spritzputz, Verlagsges. Rudolf Müller, Köln
- [7] Scherer, J.: Instandstellen und Verstärken von Betonbauteilen – Trockenspritzverfahren für Reparaturen. Schweizer Ingenieur und Architekt 104(1986) H. 43, S. 1086-1090
- [8] Schmidt, A.; Bracher, G.; Bächli, R.: Erfahrungen mit Nassspritzbeton. Schweizer Baublatt 98(1987) H. 59/60, S. 54-60
- [9] Manns, W.; Neubert, B.; Zimbelmann, R.: Spritzbeton im Test, Festigkeitsentwicklung und Verformungsverhalten. beton 37(1987) H. 8, S. 317-319
- [10] Ammon, C.: Wiederverwendung von Rückprall – Einfluss der Liegezeit des Trockengemisches auf die Qualität des Spritzbetons. Projekt 037/83, ETH Zürich, 48 Seiten
- [11] Ammon, C.: Haften von Spritzbeton an Fels, Beton und Tunnelsteinen. Projekt 042/84, ETH Zürich, 52 Seiten
- [12] Hodel, N.: Einfluss von tiefen Temperaturen auf die Qualität von Spritzbeton. Projekt 046/85, ETH Zürich, 40 Seiten
- [13] Teichert, P.: Eigenschaften des Spritzbetons und ihre Prüfung. Schweizer Ingenieur und Architekt 102(1984) H. 14 und 16, S. 257-264 und 301-308
- [14] Sandell, B.: Fortschritte in Schweden bei der Herstellung von Stahlfaserspritzbeton. Beton- und Stahlbetonbau 75(1980) H. 3, S. 53-55

## Spritzbeton-Forschung

Die «Spritzbeton-Forschung an der ETH Zürich» hat nach Prof. Dipl.-Ing. *Robert Fechtig*, Zürich, in den Jahren 1983/86 im Institut für Bauplanung und Baubetrieb in Zusammenarbeit mit der Praxis drei Forschungsvorhaben abgeschlossen, die grundlegende Erkenntnisse über die Wiederverwendung von Rückprall, den Einfluss der Liegezeiten des Trockengemischs auf die Qualität des Spritzbetons [10] und das Haften von Spritzbeton an Fels, Beton und Tunnelsteinen [11] sowie den Einfluss von tiefen Temperaturen auf die Qualität von Spritzbeton [12] geliefert haben.

Ergänzend dazu berichtete Ing. *Pietro Teichert*, Avegno, über «zehn Jahre Grundlagenforschung im Kleinen». Mit systematischen Güterprüfungen und gezielten Untersuchungen wurden Materialkennzahlen über Dichtigkeit, Porenstruktur und Frostbeständigkeit von Spritzbeton erarbeitet [13] und Trok-

kengemischrezepturen für Spritzbetone für bestimmte Anforderungen (Haftverbund, Frost- und Frosttausalzbeständigkeit usw.) gefunden.

## Instandsetzungen

Nach dem Bericht über «Stand und Entwicklung der Spritzbetontechnik in Schweden» von Dipl.-Ing. *Tommy Ellison*, Göteborg, wird vermehrt das Nassspritzverfahren angewandt, Stahlfaser-nassspritzbeton verwendet und Spritzmanipulatoren eingesetzt. Er beschrieb ein Verfahren, bei dem die Stahlfasern erst an der Spritzdüse dem Beton zugegeben werden [14]. – Nach Dipl.-Ing. *Walter Rosa*, Nürnberg, fordert die «Spritzbetonsanierung an Hoch- und Brückenbauwerken» von den Ausführenden grosse Sachkunde im Erkennen der Schäden und ihrer Behebung sowie einen hohen Kenntnisstand hinsichtlich der handwerklichen Durchführung der

Instandsetzung. Er berichtete über Prüfungen an hängend unter Verkehrsschwingungen aufgebrachtem Spritzbeton, über Vergleichsprüfungen der Karbonatisierung von Spritz- und Schalbeton, über Modifizierung des Spritzbetons mit Kunststoffdispersionen und die Verwendung von Mikrohohlkugeln an Stelle von Luftporen in Spritzbetonen mit hohem Widerstand gegen Frosttausalzbeanspruchung. – Abschliessend schlug Prof. Dr. *Walter Lukas*, Innsbruck, vor, für die «Sanierung von grossflächigen Betonoberflächen mit dünnen Spritzbetonschichten» (8 bis 25 mm) fabrikmässig hergestellte Fertigprodukte mit bestimmter Zusammensetzung und den jeweiligen technologischen Erfordernissen angepasst zu verwenden. Damit ist ein zusätzlicher Korrosionsschutz erzielbar, der auch bei starker Chlorideindringung an der Oberfläche eine Verminderung des Korrosionsfortschrittes erbringt.

G. Brux

## ETH Zürich

### Zum Stand der Dinge

Unter diesem Thema führt die Abteilung für Architektur an der ETH Zürich ihre Vortragsreihe vom Wintersemester 87/88 durch. Die Vorträge finden jeweils am Donnerstag statt. Dauer jeweils von 17 bis etwa 19 Uhr, HIL-Gebäude, Auditorium E3.

5. November: *Fritz Neumeyer*, Berlin: «Die Herausforderung der Moderne: Das Experiment Baukunst».

12. November: *Ernst Gisel*, Zürich: «Meine Bauten und Projekte in Fellbach und Frankfurt».

19. November: *Rafael Moneo*, Madrid: «The role of architecture».

26. November: *Pierluigi Nicolini*, Mailand: «les projets de Milan».

10. Dezember: *Kurt Forster*, Santa Monica, USA: «Frank Gehry's Improvisationen über das Thema Bau, oder die Ansicht der Dinge aus dem Handstand».

14. Januar: *Frank Gehry*, Venice, USA: «Current work».

21. Januar: *Herman Hertzberger*, Amsterdam: «Eigene Arbeiten».

28. Januar: *Toyo Ito*, Tokio: «The temporary in architecture».

4. Februar: *Sverre Fehn*, Oslo: «The thought of construction».

11. Februar: *André Corboz*, Zürich: «Stadt der Planer – Stadt der Architekten».

Das Institut für Geschichte und Theorie der Architektur (gta) führt im Architekturfoyer der ETH Hönggerberg HIL folgende Ausstellungen durch:

19. Oktober bis 6. November: «Villa Savoye» L.C. 1929, six photographes – une architecture. Eine Ausstellung der «Intermedia» und der «Fondation Le Corbusier». Doppelvortrag: Mittwoch, 28. Oktober; *René Furer*, ETH Zürich, «Die Villa Savoye»; *Max Risselada*, TH Delft, «The Villa Savoye as an outcome of patient research».

12. November bis 4. Dezember: Die Brüner Funktionalisten, moderne Architektur in Brün (Brno). Eine Ausstellung des Technischen Nationalmuseums Prag. Eröffnungsvortrag: Mittwoch, 11. November. Es spricht: *Ruggero Tropeano*, Architekt, Zürich.

10. Dezember bis 15. Januar: Das Projekt Le Corbusier für den Völkerbundpalast, Genf 1926/27. «A la recherche d'une unité architecturale». Eine Ausstellung des Instituts

gta. Eröffnungsvortrag: Mittwoch, 9. Dezember. Es spricht: Prof. Dr. *Werner Oechslin*, ETH Zürich.

25. Januar bis 19. Februar: Eternitpreis – Prix Vitroflex, Ausstellungen von Studentenarbeiten der Abt. für Architektur. Veranstalter: Abteilung für Architektur, Prof. *Mario Campi*, Doz. *Arthur Rüegg*.

2. Oktober bis 15. November: Le Corbusier und die Schweiz, Dokumente einer schwierigen Beziehung. Kunstmuseum Luzern, Robert-Zünd-Strasse 1 Luzern. Eine Ausstellung des Instituts gta, Patronat: Baudirektion der Stadt Luzern. Eröffnung mit Vortrag und Buchtaufe, Donnerstag, 1. Oktober, 20.00 Uhr.

20. November bis 20. Dezember: Le Corbusier et la suisse, Documents d'une relation difficile. Museo civico di Belle arti, villa Ciani, Lugano. Eine Ausstellung des Instituts gta.

20. Januar bis 20. Februar: *Hans Wittwer*, Flughafen Halle-Leipzig 1929–31, eine Baumonographie. SCI-ARC Sud California Istituto d'Architettura, Vico Morcote. Eine Ausstellung des Instituts gta.

Die Vortragsreihe und die Ausstellungen sind öffentlich, die Teilnahme ist gratis. Eine Einschreibung ist nicht erforderlich.