

# Instandsetzung und Unterhalt von Bauten aus Beton und Stahlbeton

Autor(en): **G.B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 45

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85842>

## **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.

**Bildnachweis**

Bild 1, Foto: *Luca Maraini*, dipl. Arch. ETH/BSA/SIA. Bilder 2-8, Zeichnungen und Diagramme: *Sabine Scheurer*, stud. Arch. HTL

mehr Milch - aus diesen wirtschaftlichen Gegebenheiten entstand offenbar

der Zwang, der letztlich die Weiterentwicklung des Puschlaver Kragkuppelhauses zum Kühl-«Crôt» zur Folge hatte. Diese Annahme findet übrigens eine verblüffende Parallele in der Feststellung, dass auch die Milchkeller auf den Maiensässen des Schächentals, insbesondere die Einrichtung der wasserdurchflossenen «Bachnytlern», ein Ergebnis von Umwälzungen in der Milch-

wirtschaft (Übergang zur Produktion von Magerkäse, entsprechend längere Lagerung der abgerahmten Milch) im Laufe des 19. Jahrhunderts waren.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *Klaus Speich*, Höhere Technische Lehranstalt, HTL, Klosterzelgstr., 5200 Windisch.

## Instandsetzung und Unterhalt von Bauten aus Beton und Stahlbeton

**Das Institut für Baustofflehre und Materialprüfung an der Universität Innsbruck veranstaltete gemeinsam mit dem Österreichischen Betonverein am 14. und 15. Januar 1988 eine internationale Fachtagung über «Instandsetzung und Erhaltung von Bauten aus Beton und Stahlbeton», zu der über 350 Fachleute aus Deutschland, Österreich und der Schweiz nach Innsbruck-Igls kamen. In 20 Fachvorträgen mit anschließender offener Aussprache wurden Erfahrungen und Forschungsergebnisse ausgetauscht und zur Lösung anfallender Probleme beigetragen, wie z.B. Korrosionsschutz von Stahl in Beton, Instandsetzung mit Fertigmörteln im Spritzverfahren, Sanierung von Spannbetonbauten, grossflächige Beschichtungssysteme (Dichtungsschlämmen), Fugen- und Rissanterierung, Qualitätssicherung, Verfahrens- und Kostenvergleiche.**

**Dr. W. Lukas, Universität Innsbruck, weist auf den wachsenden Erhaltungsbedarf bei Betonbauten und die Informationsflut über Schadensursachen, -erfassung und -sanierung hin. Falsche Material- und Verfahrenswahl kann die Sanierung der Sanierung zur Folge haben.**

### Korrosion von Stahl in Beton

*R. Springenschmid* und *A. Volkwein*, TU München, zeigen in ihrem Vortrag über elektrochemische Grundlagen für das Rosten von Stahl in Beton die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Instandsetzung von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken, und *D. Jungwirth*, München, fordert aus der Sicht der Ausführenden robuste Erhaltungssysteme, die klaren Anforderungen (Tab. 1) genügen und die durch eindeutige Nachweise zu belegen sind [1].

Nach *P. Schiessl*, TU Aachen, erreicht man die Sanierung von Korrosionsschäden der Bewehrung von Stahlbetonbauteilen je nach Ursache des Rostens [2, 3] durch Repassivierung der Stahloberfläche und durch dauerhafte

Realkalisierung der Umgebung der Bewehrung, Unterbinden des elektrolytischen Prozesses durch Absenken des Wassergehaltes im Beton und Verhindern der anodischen Eisenauflösung durch Beschichten der Stahloberfläche, wo durch Beton der Korrosionsschutz nicht gewährleistet werden kann, oder durch kathodischen Korrosionsschutz [4]; für diese drei Sanierungsmassnahmen sind unterschiedliche Anforderungen an den Betonausbruch, die Vorbehandlung der Stahloberfläche, die Eigenschaften der Sanierungsmörtel und Betonschutzmassnahmen zu stellen.

Bei Chlorideinwirkung unterscheidet *G. Hartl*, Wien, bei Stahlbeton Chloridgehalte an der Bewehrungsoberfläche von unter 1% der Zementmasse und darüber sowie ohne und mit Korrosion

- bei Spannbeton unter 0,2% und darüber - und schlägt Instandsetzungsmassnahmen für Mindestanforderungen und Optimallösungen vor.

### Sanierung mit Spritzmörtel und Spritzbeton

Nach *W. Kusterle*, Universität Innsbruck, kann man frosttausalzgeschädigte Betonflächen mit rein zementgebundenem Spritzmörtel/-beton dauerhaft sanieren (Entfernen des Betons nur an Rissen und korrosionsbedingten Abplatzungen und Verzicht auf besonderen Korrosionsschutz der Stahleinlagen), wenn die Instandsetzung grossflächig ausgeführt wird [26]; vorausgesetzt wird eine gute Nachbehandlung des Spritzmörtels/-betons (Fertigprodukte) und die Möglichkeit zum Vergrössern der Betondeckung der Bewehrung.

*W. Rosa*, Nürnberg, befasst sich mit dem Erkennen und Abstellen der Ursachen von Betonschäden und deren Sanierung mit Spritzbeton [7-10], der kostenintensivsten aber langlebigsten Instandsetzungsart. Eingegangen wird auf den Einfluss von Verkehrserschütterungen auf die Spritzbetonqualität bei Brückensanierungen [11], die Modifizierung des Spritzbetons mit Kunststoffdispersionen, den kathodischen Schutz von chloridgeschädigtem und versuchsweise auch von karbonatisiertem Beton und Leichtbeton.

*F. Petscharnig*, Klein St. Paul, Österreich, schlägt für die Betonsanierung fabrikmässig hergestellte, in Säcken, Containern oder Silofahrzeugen angelieferte Fertigmörtel/-betone mit Gewährleistung zugesicherter Eigenschaf-

ten vor [12, 13], wofür Ausführungsbeispiele zeugen [14-16].

Nach *H. Sager*, Bottrop, ist das Nassspritzverfahren beim Verwenden von werkmässig vorgemischten polymervergüteten, zementgebundenen Spritzmörteln die optimale Auftragstechnik (Bild 1), da hierbei die Einflussmöglichkeiten der Verarbeiter am geringsten sind. Dazu werden grossflächige Sanierungen im Hoch- und Wasserbau [17] gezeigt (Bild 2).

*O. Vogt*, Stuttgart, weist nach, dass Ausbeschichtungen indirekt zum Korrosionsschutz der Betonstähle beitragen, da sie das Eindringen von Schadstoffen in den Beton behindern, und besonders bei unzureichender Überdeckung eine sinnvolle Ergänzung der Instandsetzungsmassnahmen darstellen.

**Baustoffprüfung und Qualitätssicherung**

*A. Hächler*, Beinwil am See, erläutert die Aufgaben des Baustoffinstituts bei den Voruntersuchungen und der Qualitätssicherung [18] bei Instandsetzungsarbeiten. Die Fluoreszenz- und Polarisationsmikroskopie an Dünnschliffen (Bild 3) eignet sich zum Erkennen von profilabhängigen, verarbeitungs- oder nutzungsbedingten Schwachstellen und Schäden (Risse, Poren, Kapillarität, Hydratationsgrad, Karbonatisierungsverlauf, Verbund usw.).

Zu den neuen qualitätsverbessernden Verfahren bei der Instandsetzung von Spannbetonbauwerken gehören nach *B. Hillemeier*, Frankfurt am Main, u.a. die Radartechnik und Thermografie zum Ermitteln der Bewehrung und Silica-Spritzbeton, ein neuartiger hochwertiger Nassspritzbeton, bei dem Rückprallminderung und Erstarrungsbeschleunigung nicht chemisch, sondern physikalisch durch Zugabe von Fällungskieselsäure (Pulver mit etwa 200 m<sup>2</sup>/g Oberfläche) zusammen mit Treibluft erst kurz vor der Spritzdüse erreicht werden.

**Fugen- und Rissesanie rung**

*H. Huber*, Strass, Österreich, berichtet über praktische Erfahrungen bei Fugen- und Rissesanie rungen im Kraftwerksbau [19]. Bei entsprechender Zugänglichkeit von der Wasserseite dichtet man Fugen und Risse am besten mit einer geklebten Folie oder rissüberbrückenden Beschichtung ab; für kraftschlüssige Verbindung einer Rissfläche oder Abdichtung von unzugänglichen

| Materialkennwerte (Mittelwerte) |                       | Beton B 35 | Kunststoff-modifizierter Zementmörtel K:Z = 1:10 | Epoxidharz-mörtel H:Z = 1:3 |
|---------------------------------|-----------------------|------------|--|-----------------------------|
| Druckfestigkeit                 | [N/mm <sup>2</sup> ]  | 45         | 50   | 90                          |
| Biegezugfestigkeit              | [N/mm <sup>2</sup> ]  | 5          | 10   | 45                          |
| Elastizitätsmodul               | [N/mm <sup>2</sup> ]  | 34 000     | 25 000   | 15 000                      |
| Lineare Temperaturdehnzahl      |                       | 10         | 15   | 30                          |
|                                 | [10 <sup>-6</sup> /K] |            |  |                             |
| Schwinden                       | [mm/m]                | 1          | 1,5  | 0,6                         |

Tabelle 1. Kennwerte von Ausbesserungsmörteln verschiedener Zusammensetzung im Vergleich zu Beton der Güte B 35 (Jungwirth)

Fugen- oder Rissflächen sind Injektionen mit Kunststoffen und im begrenzten Rahmen mit Zementsuspensionen auszuführen (Tabelle 2).

**Hydrophobierung und Beschichtung**

Nach Erfahrungen in den USA [20, 21] (*K.-M. Rödder*, Troisdorf) wird die Chloridkorrosion der Bewehrungsstähle durch Hydrophobierung des Betons mit lösungsmittelfreien monomeren Alkylsilanen höchster Eindringtiefe gestoppt, denn die Aufnahme und der Transport flüssigen Wassers und damit auch der darin gelösten Salze wird unterbunden.

*F. Jung*, Mannersdorf a.L./Österreich, behandelt in seinen Ausführungen über grossflächige Sanierungssysteme auf Zementbasis für Stahlbeton hochverformbare risseüberdeckende Dünnbeschichtungen zwischen 0,3 und 5 mm und Dickbeschichtungen über 5 mm

aus kunststoffmodifizierten Fertigmörteln [22-26]; karbonatisierter Altbeton braucht wegen des Alkalidepots im Fertigmörtel (Nassspritzmörtel) nicht abgetragen zu werden und Rostschutzanstriche und Kunststoffhaftbrücken sind bei Zementschlämmen oder Spritzmörtel entbehrlich.

**Verfahrens- und Kostenvergleich**

Dazu untersucht *M. Schnell*, Augsburg, verschiedene Sicherungssysteme. Beim Verwenden von Spritzmörtel/-beton entfallen zwar einige Arbeitsschritte, doch entstehen zusätzliche Kosten zum Sichern des Baustellenumfeldes. Beim Mörtelverfahren unterscheiden sich die Systeme durch die Materialien (EP, PMMA, Zement, Zementkunsthharz, Silikate), die Anmachart und Höhe der Kunststoffvergütung (hand- und werkgemischte PCC-Mörtel, Fasermörtel); dabei liegt der Materialanteil bei 20 bis 35% und der Gesamtpreis kann je nach

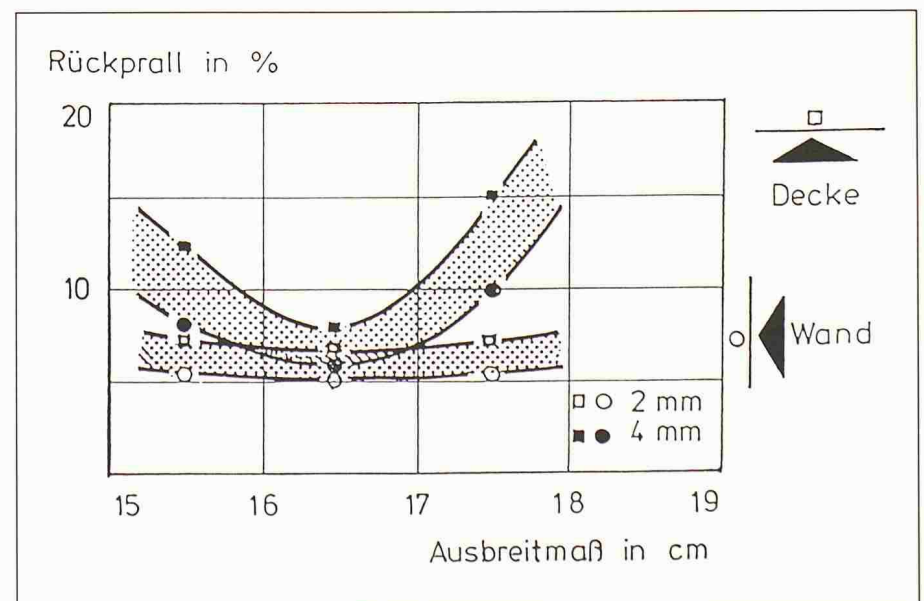


Bild 1. Rückprallmenge beim Nassspritzverfahren in Abhängigkeit vom Ausbreitmass des Sanierungsmörtels und der Lage der gespritzten Fläche (Sager)

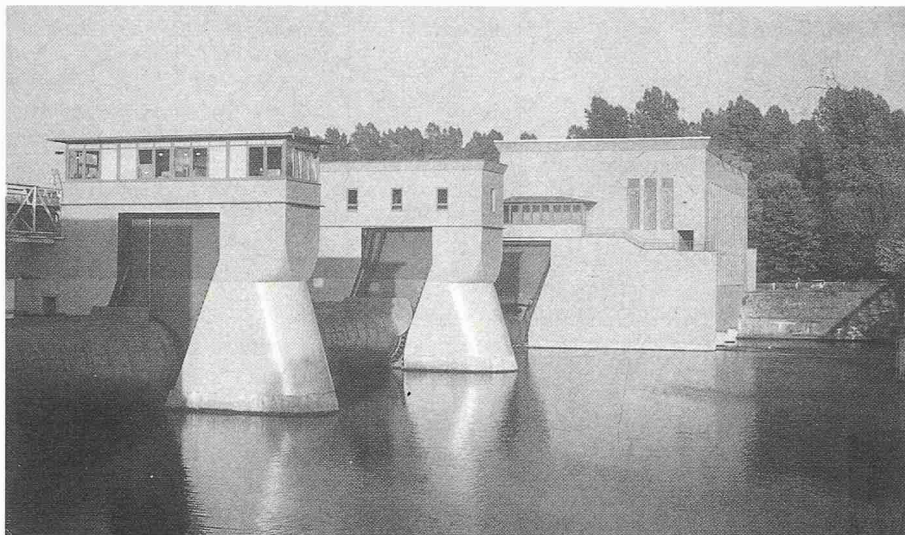


Bild 2. Wehranlage am Hengsteysee nach Sanierung der Wehrpfeiler mit Nassspritzmörtel - angeliefert als Werk trockenmörtel (Sager)

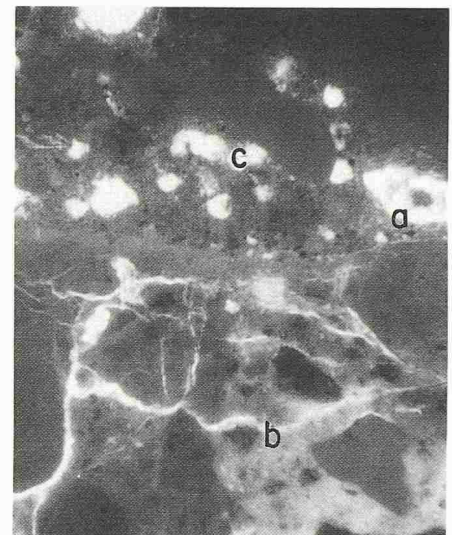


Bild 3. Übergangsbereich (a) zwischen Altbeton mit Rissen (b) und Sanierungsmörtel mit kugeligen Luftporen (c) (Gefügeaufnahme, Fluoreszenzmikroskopie, Vergrößerung 46fach) (Hächler)

Anteil der geschädigten Betonfläche 50 bis 200 DM/m<sup>2</sup> betragen.

schult und der Erfahrungsaustausch gefördert.

**Betonsanierung aus der Sicht des Auftraggebers**

J. Scheidler, München, macht Angaben über Erfahrungen und Anforderungen bei der Sanierung von Betonbrücken in Bayern als Teilbereich der Bauwerkserhaltung (3,5 Mio. m<sup>2</sup>, d.s. 83% der Gesamtbrückenfläche) und H. Klinke, Wien, über die Praxis der Brückeninstandsetzung in Niederösterreich bei etwa 5000 Bauwerken. Richtlinien und Vorschriften wurden dazu aufgestellt [7, 10, 27] und das Personal laufend ge-

**Sonderfälle der Betonsanierung**

Nach K. Kolonko, Göppingen, gestaltet sich die Betoninstandsetzung in chemisch stark belasteten Industriebereichen schwierig, da die Fertigung kaum unterbrochen werden darf, die Bereiche schwer zugänglich sind und der Beton für die Wahl der Vorbehandlung, des Sanierungssystems und der Baustoffe sorgfältig untersucht werden muss. M. Radakovits, Wien, schildert die Sanierung von bewehrten Schleuderbetonhochspannungsmasten (Längsrisse

und Betonkarbonatisierung [28, 29] mit einer rissüberbrückenden, wasserdampfdurchlässigen Dünnbeschichtung, die hydraulisch abbindet, umweltfreundlich ist und nur einmalige Zufahrt zum Mast erfordert.

J. Nemecek, Wien, erläutert praxisgerechte Sanierungssysteme - Anforderungen und Erfahrungen - anhand der Arbeiten am Wiener Praterstadion [16] und Kühlturmblock 51-54 der EVO-Arzberg. Systeme, die grossflächig aufgebracht werden und wenige Arbeitsgänge erfordern, sind praxisgerecht, nicht dagegen Schutzmassnahmen in mehreren Arbeitsschritten und kleinflächiger Einsatz von Sanierungssystemen, ebenso die Verwendung von zu vielen verschiedenen Materialien und

|                        |  | Betonoberfläche  |   | Betonkern                |                                 |                                      |
|------------------------|--|--|---|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
|                        |  | konstant   | veränderlich  | konstant                 | veränderlich                    |                                      |
| Öffnung Fuge oder Riss |  | Abdichtung   |   | Kraftübertragung         | Abdichtung                      |                                      |
| Zweck                  |  | Fugen- oder Rissabdeckung an der Wassereintrittsstelle |   | Injektion                |                                 |                                      |
| Verfahren              |  | Zementmörtel   | Hypalonfolie<br>Chloroprenfolie<br>Polyurethan<br>Polyester | Epoxy                    | Zement-Suspension<br>Wasserglas | Polyurethan<br>Acryl                 |
| Material               |  | wie Beton  | Zugdehnvermögen,<br>Rissüberbrückung                        | Haftfestigkeit auf Beton | wie Beton                       | Zugdehnvermögen,<br>Rissüberbrückung |
| Hauptanforderungen     |  |  |   |                          |                                 |                                      |

Tabelle 2. Fugen- und Rissanierungen (Huber)

## Literatur

- [1] *Jungwirth, D.; Beyer, E.; Grübl, P.*: Dauerhafte Betonbauwerke. Betonverlag, Düsseldorf, 1986
- [2] *Schiessl, P.*: Zur Frage der zulässigen Rissbreite und der erforderlichen Betondeckung im Stahlbetonbau unter besonderer Berücksichtigung der Karbonatisierung des Betons. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton 1976, Nr. 255.
- [3] *Schiessl, P.*: Einfluss von Rissen auf die Dauerhaftigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton 1986, Nr. 370, S. 9-52.
- [4] *Isecke, B.*: Kathodischer Schutz kann Bauwerke aus Stahlbeton retten. Beratende Ingenieure 17 (1987) Nr. 12, S. 14-17.
- [5] *Lukas, W.*: Der Einfluss der Chloridbindung auf die Korrosion von schlaffer Bewehrung in Beton (Untersuchung von Brückenbauwerken in nicht karbonatisierten und karbonatisierten Bereichen). Untersuchungsbericht B 442/12, Forschungsinstitut des Vereins der österreichischen Zementfabrikanten, Wien, 1985.
- [6] *Hartl, G.*: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 977 - Korrosionsschutz der Betonstahlbewehrung bei Tausalzeinwirkung -, Teil A. Strassenforschung des Bundesministeriums für Bauten und Technik, Wien 1987, Nr. 311.
- [7] Richtlinien für die Ausbesserung und Verstärkung von Betonbauteilen mit Spritzbeton. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton 10.1983.
- [8] *Klose, N.*: Alterung von Betonbauteilen, Ursachen - Gegenmassnahmen. Betonwerk + Fertigteil-Technik 52 (1986) Nr. 9, S. 570-576.
- [9] *Niescher, P.*: Erhöhung der Beständigkeit von Betonbauwerken - Bontechnologische Einflussfaktoren. Betonwerk + Fertigteil-Technik 53 (1987) Nr. 5, S. 341-351.
- [10] Zusätzliche Vorschriften und Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen. Bundesminister für Verkehr, Bonn, 1987 (ZTV-SIB'87).
- [11] *Kruse, M.*: Einfluss von Verkehrerschütterungen auf die Spritzbetonqualität bei Brückenreparaturen. IBETH-Projekt 048/86, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, 8.1987.
- [12] *Brux, G.; Linder, R.; Ruffert, G.*: Spritzbeton - Spritzmörtel - Spritzputz; Herstellung, Prüfung und Ausführung. Verlagsges. Rudolf Müller, Köln.
- [13] *Ruffert, G.*: Ausbesserung tiefgreifender Schäden mit Spritzbeton. Bautenschutz + Bausanierung 3 (1980) Nr. 4
- [14] *Schröder, M.*: Faserverstärkter Mörtel bei der Bauwerkabdichtung und Betoninstandsetzung. Baugewerbe 66 (1986) Nr. 24, S. 27-29.
- [15] *Gelbach, M.; Schröder, M.*: Instandsetzung der Autobahnbrücke «Wandersmann», Wiesbadener Kreuz, mit neuartigem, faserverstärktem PCC-Spritzmörtel. Strasse und Autobahn 38 (1987) Nr. 3, S. 95-98.
- [16] *Petschornig, F.; Schröder, M.*: Instandsetzung mit faserverstärktem Spritzmörtel; Wiener Praterstadion blieb der Totalabriss erspart. Beton 37 (1987) Nr. 11, S. 443-445.
- [17] *Hoffstadt, D.*: Betoninstandsetzung im Wasserbau. Bautenschutz + Bausanierung 10 (1987) Nr. 4, S. 31-33.
- [18] *Ruffert, G.*: Qualitätssicherung bei der Instandsetzung von Stahlbeton. Tiefbau - Ingenieurbau - Strassenbau 29 (1987) Nr. 6, S. 336-342.
- [19] *Huber, H.*: Reparaturen an Talsperren und Kraftwerksbauten. Zement und Beton 28 (1983) Nr. 1, S. 19-26.
- [20] *Asgeirsson, H.*: Cement and concrete research 16 (1986) S. 423-428.
- [21] *Pfeifer, D.W.; Landgren, J.R.; Zoob, A.*: Protective Systems for New Prestressed and Substructure Concrete. US Department of Transport, Federal Highway Administration; Report Nr. FHWA/RD-86/193, 1987.
- [22] *Schiessl, P.*: Sanierungsprinzipien zur Wiederherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung. Internat. Kolloquium über Erhalten von Beton, Wien, 17./18.11.1986. Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut des Vereins der österreichischen Zementfabrikanten, Wien, Heft 39, 1987, S. 69-89.
- [23] *Hilsdorf, H.K.; Kropp, J.; Bier, Th.A.*: Karbonatisierung und Realkalisierung von Beton. Wie vor, S. 89-97.
- [24] *Hartl, G.*: Betonabbruch und zulässige Chloridgehalte. Wie vor, S. 98-101.
- [25] *Volkwein, A.*: Dichtungsschlämmen. Wie vor, S. 119-123.
- [26] *Lukas, W.*: Sanierung von grossflächigen Betonoberflächen mit dünnen Spritzbetonschichten. Wie vor, S. 124-131.
- [27] ÖNORM B 4200, Teil 6 - Betonbau: Instandsetzung, Umbau und Verstärkung
- [28] *Griese, W.; Müller, H.*: Erfassung von Schäden an Betonmasten und deren statische Auswertung. Elektrizitätswirtschaft 85 (1986), Nr. 3, S. 81-87.
- [29] *Görrissen, J.; Griese, W.; Thierauf, G.*: Betonmaste - Einfluss von Betonmastschäden auf die Standsicherheit und Lebensdauer. Elektrizitätswirtschaft 85 (1986) Nr. 8, S. 316-323.

Kunststoffen. Zementgebundene Materialien bieten infolge ihrer Alkalität langfristig guten Schutz. Schulung und Erfahrung der eingesetzten Mannschaft sind neben einer guten Organisation und begleitenden Qualitätssicherungsmassnahmen entscheidend für Sanierungsarbeiten.

Diese internationale Fachtagung hat nach den abschliessenden Worten des

Präsidenten des Österreichischen Betonvereins, *E. Roubin*, erfolgreich zum Austausch neuer Erkenntnisse von technischen Universitäten, Produzenten und Fachfirmen und Erfahrungen von Ausführenden und Praktikern sowie der Auftraggeberseite und Prüfstellen beigetragen.

G.B.

## Tagungsband

Die überarbeiteten Vortragsmanuskripte sind im Tagungsband *Instandsetzung und Erhaltung von Bauten aus Beton und Stahlbeton, Internationale Fachtagung, Innsbruck-Igls, 14.-15.1.1988* abgedruckt. Bezug: Institut für Baustofflehre und Materialprüfung, Universität Innsbruck, Technikerstrasse 13, A-6020 Innsbruck.