

Spritzbeton: Anwendung und Erfahrungen bei Instandsetzungsarbeiten

Autor(en): **Kägi, Jürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 19

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79502>

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.

Dieses Beispiel führt drastisch vor Augen, dass nicht immer alles machbar ist, insbesondere ist vor schnellen Vergleichen zu warnen. Gründe für den Erfolg oder den Misserfolg sind sicher in den unterschiedlichen Randbedingungen zu suchen:

- Die Verwendung von 100% gebrochenem Material, selbst wenn der Sand (0-4 mm) in zwei getrennten Fraktionen zugegeben wird, ist für die Pumpbarkeit immer problematisch.
- Die Verwendung eines Kompositzements (BTC, Bündner Tunnel Cement) und die Beigabe eines Fließ-

mittels führten zudem teilweise zu einem unerwünschten Ansteifen des Betons. Für den FIG-Stollen wurden hingegen normaler Zement und Grubensand verwendet, was zum Erfolg führte.

Zukünftige Entwicklungen

Seit etwa 10 Jahren hat sich die Nassspritztechnologie in der Schweiz sukzessive etabliert. Es ist zu erwarten, dass sich daran in naher Zukunft nichts ändern wird, ob-

wohl im nahen Ausland mit Tunnelzement weiterhin trocken gespritzt wird. Immer mehr kommen, vor allem für Sicherungsarbeiten, auch Stahlfasern zum Einsatz. Dieser Trend wird sich in Zukunft verstärken. Der einschalige Ausbau mit Spritzbeton wird hingegen nur vereinzelt und bei geeigneten Objekten angewendet werden.

Adresse des Verfassers:

Luzi Gruber, dipl. Bauing, ETH SIA, Batigroup Tunnel AG, Grindelstrasse 6, 8303 Bassersdorf

Jürg Kägi, Zürich

Spritzbeton

Anwendung und Erfahrungen bei Instandsetzungsarbeiten

Gerade bei schützenswerten Bauwerken oder Denkmalpflegeobjekten ist neben Zweckmässigkeit und Qualität des Instandsetzungskonzepts auch das Aussehen der fertigen Arbeiten von grösster Bedeutung. Vermehrt und mit grossem Erfolg wurde in den vergangenen Jahren Spritzbeton in Kombination mit Wasserhöchstdruck an ganz verschiedenen Bauten eingesetzt. Dabei vermögen die von einzelnen Spezialisten entwickelten Techniken in der Rekonstruktion von Sichtbetonstrukturen dem Laien durchaus das Vorhandensein eines gefälligen Sichtbetons vorzutäuschen und die Fachleute durch eine gute Qualität zu überzeugen.

Das Spritzen von Beton ist heute eine bewährte Methode bei der Erhaltung von Bauwerken. Im Gegensatz zu dessen Anwendung bei Stollen, Felswänden oder Böschungen haben wir es bei Instandsetzungsarbeiten zumeist mit kleineren Massen, dünneren Schichten und oft mit höheren, aber zugleich auch differenzierteren Qualitätsanforderungen zu tun. Es werden auch nicht Dutzende von Kubikmetern am Tag verarbeitet, sondern ein paar hundert Liter oder bestenfalls ein paar wenige Kubikmeter.

Zur Anwendung kommen Nass- oder Trockenspritzbeton, letzterer entschieden häufiger. Tendenziell steht Nassspritzbeton dort im Vordergrund, wo die Material-

kosten im Vergleich zu den übrigen Kosten weniger ins Gewicht fallen, also vor allem, wenn die Verhältnisse nur die Verarbeitung kleinster Mengen je Einsatz oder Tag zulassen. Bei grossflächigen Aufgaben kommt hingegen fast ausschliesslich das Trockenspritzverfahren zur Anwendung.

Die Methode eignet sich bei allen Arten von Bauwerken, hauptsächlich aber solchen aus Beton: Tiefbauten wie Brücken, Stützmauern, Tunnel, Galerien oder Staumauern auf der einen und Hochbauten jeglicher Art und Grösse auf der anderen Seite. Spritzbeton kann die Lösung

bei folgenden Problemen sein: Ersatz von geschädigtem oder mangelhaftem Altbeton, Erhöhung ungenügender Eisenüberdeckungen, Wiederherstellung einer alkalischen Einbettung der Armierung, Verstärkung geschwächter oder ungenügender Konstruktionen oder Verschönerung ästhetisch unbefriedigender Oberflächen. Ein weiterer Vorteil ist, dass auch kaum einschaltbare, komplizierte Formen, wie z.B. bei der Instandsetzung von Entwässerungskanälen (Bild 1) gut nachgebildet werden können.

Im Rahmen dieses Kurzbeitrags geht es nicht um die Erläuterung der Methode an sich, sondern um deren Anwendung in der Praxis. Deshalb werden einzelne Aspekte von Technologie, Anforderungen oder Randbedingungen lediglich im Rahmen der aufgeführten Beispiele gestreift.



1
Spritzbetonapplikation
im Abwasserkanal
in der Neubrunnen-
strasse in Zürich

Anwendung im Hochbau

Als exemplarisches Beispiel aus dem Hochbau dient das Schwesternhochhaus des Universitätsspitals Zürich. Dieses markante, 54 m hohe Gebäude des Architekten Jakob Zweifel aus dem Jahre 1959, dessen Fassaden in Beton aus Weisszement erstellt wurden, ist bekanntlich innen und aussen umfassend umgebaut und instandgesetzt worden.

Schadenbild und Instandsetzungskonzept

Das Erscheinungsbild - die Fassade war einst blendend weiss - war durch Verschmutzung und Algenbewuchs stark beeinträchtigt. Die Karbonatisierung des Betons erreichte nach 35 Jahren die Tiefe von etwa 10 mm, an einzelnen Stellen mehr. Die Eisendeckung entsprach wohl den früheren Normen, war aber nach heutiger Erkenntnis zu gering. Die Karbonatisierungsfrente näherte sich der Armierung, und insbesondere an Stirnflächen der Geschossdecken waren etliche Abplatzungen vorhanden. Das Hochbauamt des Kantons Zürich als Bauherrschaft entschloss sich zu einer werterhaltenden Massnahme.

Das Konzept sah einen flächigen Abtrag von 10 mm Altbeton und das Freilegen der Einzelschadstellen vor. Danach sollte eine Auftrag von 30 mm Spritzbeton auf den gesamten 2900 m² Fassadenfläche erfolgen, womit eine um durchschnittlich zwei Zentimeter vergrösserte Armierungsüberdeckung erreicht wurde.

Erfahrungen und Besonderheiten

Der Betonabtrag erfolgte mit Wasserhöchstdruck von 2000 bar im Handlanzenbetrieb. Mit der hydrodynamischen Methode werden heute für die Traggrundvorbereitung die besten Resultate erzielt; vor allem wird die erforderliche Rauigkeit von rund 5-10 mm erreicht, und qualitativ ungenügende Partien werden selektiv entfernt. Vor dem Spritzbetonauftrag am Schwesternhochhaus wurde die Oberfläche sauber gereinigt und mindestens 24 Stunden lang benetzt.

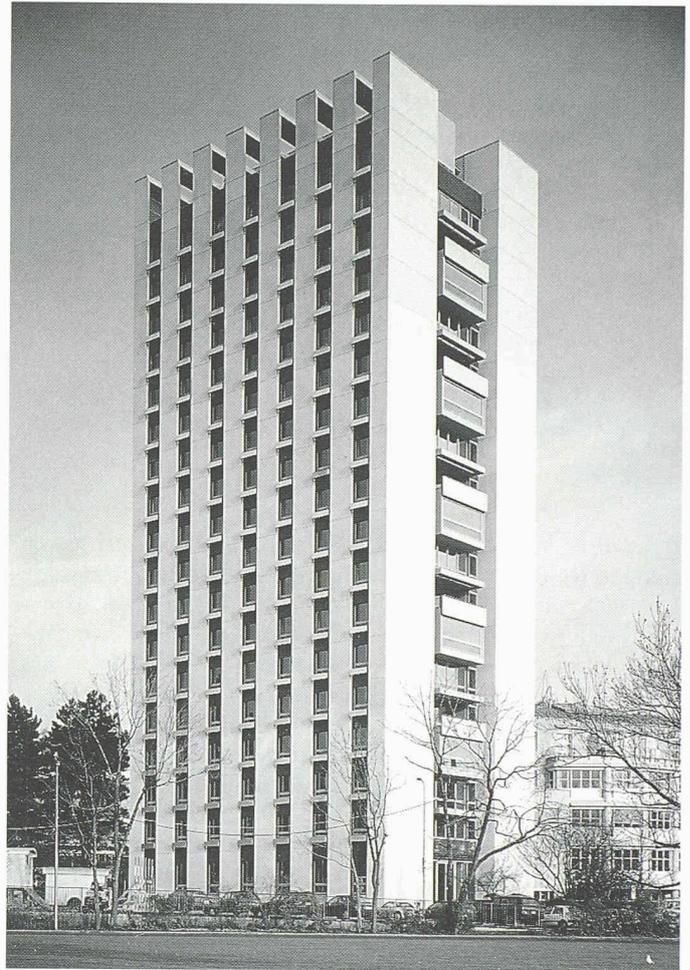
Der Spritzbetonverarbeiter setzte ein Ortgemisch ein, das aus 300 kg Weisszement, 30 kg hydraulischem Kalk und 1000 l Zuschlagstoffen mit einem Grösstkorn von 8 mm und der Zugabe eines pulverförmigen Luftporenmittels bestand.

Im ersten Arbeitsgang wurden alle Vertiefungen verfüllt und eine erste Schicht von 1 bis 2 cm aufgetragen. Am folgenden Tag wurde die zweite Schicht appliziert und die vertikal verlaufende Schalbrettstruktur nachgebildet. Die Oberflächen wurden darauf mit Vliesmatten bedeckt und 14 Tage lang mit Wasser be-

sprüht, um den Beton vor zu rascher Austrocknung zu schützen. Das Gebäude erstrahlt seither in neuem Glanz und hat den früheren Charakter voll und ganz bewahrt (Bild 2).

Anwendung im Tiefbau

Als Beispiel dient die Salginatobelbrücke oberhalb von Schiers im Prättigau, welche in 75 m Höhe das Salginatobel überquert. Das sehr feingliedrige Bauwerk besteht aus einer 36 m langen Vorlandbrücke auf der Seite Schiers, der Hauptöffnung in Form eines Dreigelenkbogens mit 90 m Spannweite und einem anschliessenden Einfeldträger auf der Seite Schuders. Die Brücke wurde 1929/30 nach den Plänen von Robert Maillard erstellt und ist vor ein paar Jahren sogar als «Internationales Historisches Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst» ausgezeichnet worden. Deshalb ist es verständlich, dass das Tiefbauamt des Kantons Graubünden den denkmalpflegerischen Aspekten höchste Bedeutung zumisst. Mit den Instandsetzungsarbeiten wurde vergangenes Jahr begonnen, so dass



2
Das fertig instandgesetzte Schwesternhochhaus in Zürich

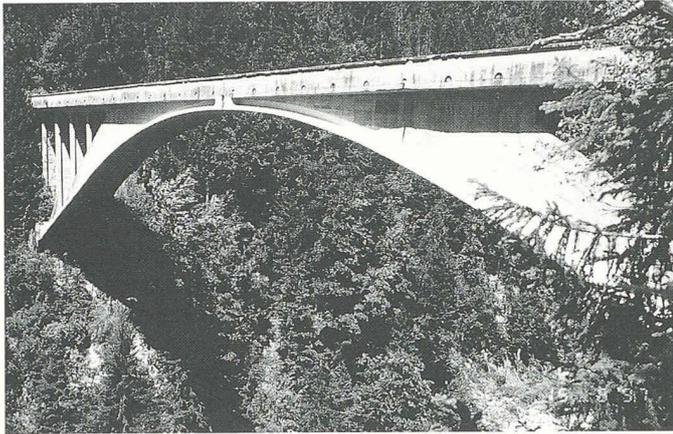
Porenvolumen A, nach 5 Tagen	15,13%
Druckfestigkeit	52,5 N/mm ²
Haftzugfestigkeit	3,6 N/mm ²
Frostbeständigkeit FS	1,75 = hoch
Wasserdurchlässigkeit nach Darcy	2,7 · 10 ⁻¹⁰ m/s
E-Modul	31,6 kN/mm ²

3
Erreichte mittlere Spritzbetonqualität beim Schwesternhochhaus

heute über erste Erfahrungen berichtet werden kann.

Zustand und Konzept

Das Tragwerk weist teilweise sehr starke Beton- und Korrosionsschäden auf, deren Hauptursachen in der ungenügenden Betonqualität und einer ungenügenden Stahlüberdeckung liegen, was sich auch in lokalen Abplatzungen manifestierte. Es wurde bei der Erstellung mit einem hohen Wasser-/Zementfaktor gearbeitet, was beim Fahrbahn- und Wandbeton zu einer tiefen Betonfestigkeit von rund 20 N/mm² und schlechter Frostbeständigkeit führte. Der Druckplattenbeton hingegen erreichte nach 28 Tagen doch ganz



4
Die Salginatobel-
brücke vor Beginn der
Instandsetzung

ordentliche $33,3 \text{ N/mm}^2$. Die beiden Brüstungen wurden im übrigen vergangenes Jahr vollständig entfernt und neu betoniert, weil sich eine Instandsetzung nicht mehr lohnte. Dem Instandsetzungskonzept legte man einen künftigen, unterhaltsfreien Nutzungszeitraum von 50 Jahren zugrunde. Dazu sind nach heutiger Erkenntnis vollflächige Reprofilierungen notwendig, weshalb man sich für das Aufbringen von Spritzbeton entschloss.

Besonderheiten

Der Betonabtrag erfolgt auch hier hydrodynamisch mittels Handlanzen und 2000 bar Druck. Der damals verwendete Beton mit Zuschlagstoffen aus der Taltschaft führt nun zu einem kornrunden Abtrag. Die Oberflächenrauigkeit ist deshalb relativ grob, und die Traggrundqualität wird durch die Festigkeit des Altbetons limitiert. Vor der Applikation des Spritzbetons erfolgt die Kapillarporensättigung während 24 Stunden mittels einer zeitgesteuerten Berieselungsanlage.

Umfangreiche Eignungsprüfungen bewiesen die Tauglichkeit der einheimischen

Zuschlagstoffe für die Spritzbetonmischung. Das war wichtig, kann doch damit auch farblich das originalgetreue Aussehen bewahrt werden. Die Mischung besteht aus 1000 l Zuschlagstoffen der Korngrösse 0-8 mm, 300 kg Zement, 30 kg hydraulischen Kalks und einem Zuschlagstoff.

Das feingliedrige Objekt liess ein grossflächiges Arbeiten nicht zu, und die Spritzbetonverarbeiter leisteten deshalb Filigranarbeit. Insbesondere waren auch die Schalarbeiten an Vouten, Längs- und Querträgern sowie den T-förmigen Stützen äusserst aufwendig. Die vormalige, eher rustikale Schalungsstruktur wurde manuell nach Aufbringen der zweiten Spritzbetonschicht rekonstruiert. Zum Abschluss sorgte eine Bewässerungsanlage während 10 Tagen für die Nachbehandlung.

Gemeinsamkeiten und Fazit

An beide Objekte wurden hohe Qualitätsanforderungen gestellt. Beide Bauherrschaften haben die Arbeiten mit der Aus-

arbeitung eines geeigneten Konzepts in Zusammenarbeit mit Ingenieuren und Unternehmen, einer klaren Ausschreibung mit definierten Anforderungen (und dazugehörigen Prüfmethoden!) vorbildlich vorbereitet. Dazu kamen eine harte Selektion der eingereichten und die Eliminierung ungenügender Offerten. Beiderorts wurde neben vorgängiger Eignungsprüfungen auch eine grosse Referenzfläche am Objekt verlangt, die ausführungsmässig alle qualitativen und ästhetischen Anforderungen zu erfüllen hatte. Letztlich wurde und wird die Qualität mittels konsequenter Qualitätskontrollen laufend überprüft.

Der Haupt- und die Subunternehmer haben zudem an beiden Aufgaben ein objektbezogenes Qualitätsmanagement erstellt. Damit wird gewährleistet, dass die gelieferte Qualität auch der bestellten entspricht und allfällige Fehler rechtzeitig erkannt und korrigiert werden können. Es zeigt sich dabei, dass die Qualität auch dann gewährleistet werden kann, wenn Kosten und Termine drücken.

Die Zeit des dunkelgrauen oder gar wolkigen Spritzbetons ist vorbei! Die spritzrohen oder bestenfalls abtalschiereten Oberflächen sind durch - wenigstens für Laien - kaum zu erkennende Schalbildrekonstruktionen abgelöst worden. Die Qualität des aufgetragenen Spritzbetons übertrifft zudem meistens jene des Altbetons. Die erreichten qualitativen und ästhetischen Resultate wecken bei den Beteiligten Freude, und dies nicht etwa nur an den vorgestellten Objekten.

Adresse des Verfassers:

Jürg Kägi, dipl. Bauing. HTL, Locher AG
Zürich, Pelikan-Platz 5, 8022 Zürich