

Spritzbetonsanierung an Hoch- und Brückenbauwerken

Shotcrete Used For Concrete Repair Of Buildings And Bridges

Dipl.-Ing. (FH) Walter Rosa, Rödl GmbH, Nürnberg

Zur Sanierung schadhafter Betonteile eignet sich Spritzbeton vorzüglich. Die erreichbaren annähernd gleichen Eigenschaften in Bezug auf den Altbeton und seine exzellente Haftfähigkeit ermöglicht eine dauerhafte Instandsetzung.

Die Durchführung einer Spritzbetonsanierung erfordert von den Ausführenden große Sachkunde in der Erkennung der Schäden und ihrer Behebung, sowie einen hohen Kenntnisstand in Bezug auf die handwerkliche Durchführung der Instandsetzung.

Diese Forderung an die Beteiligten wird durch die Vorstellung einer Hochhaussanierung, einer Instandsetzung von vorgehängten Fassadenplatten und einer Anzahl von Brückensanierungen unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade mit Spritzbeton verdeutlicht.

Weiters wird über Prüfungen von hängend unter Verkehrsschwingungen aufgebrachtem Spritzbeton berichtet, wie auch über Vergleichsprüfungen der Carbonatisierung von Spritz- und Schalbeton, sowie über Modifizierung des Spritzbetons mit Kunststoffdispersionen, von Chloridfolgekorrosion an eingespritzten chloridgeschädigten Stählen und der Verwendung von Microhohlkugeln an Stelle von Luftporen in Spritzbetonen mit erhöhtem Widerstand gegen Frosttausalzbeanspruchung.

Shotcrete has turned out to be a very adapted means of repairing defective concrete parts. The fact that the shotcrete may have more or less the same properties as the concrete to be repaired and its excellent adhesion permit a durable repair of the defective concrete.

Concrete repair work by means of shotcrete must be carried out by experts who are well versed in spotting the defects and determining the appropriate way of repairing them. In addition, they must be well acquainted with the practical execution of the repair work.

The examples quoted in order to demonstrate these skills include the repairs of a high rise building, of curtain wall slabs and of a number of bridges of different degrees of difficulty, which were all carried out by means of shotcrete.

The paper also reports about tests of shotcrete that had been applied in horizontal position under traffic vibrations, and about comparative tests of the carbonation of shotcrete and lining concrete. It also deals with the modification of the shotcrete by means of synthetic dispersions, with the continued chloride corrosion of chloride-damaged steels that had been covered by shotcrete, as well as with the use of very small hollow balls instead of air voids in shotcrete with an increased resistance against the effects of deicing salts.

Spritzbeton findet seit Jahrzehnten für die Sanierung schadhafter Betonbauteile Verwendung. Durch seine erreichbaren annähernd gleichen Eigenschaften wie ein vorschriftsmäßiger Rüttelbeton und seine exzellente Haftfähigkeit auf dem Altbeton und am Stahl sind dauerhafte Instandsetzungen von Betonbauten möglich.

Die Durchführung von Sanierungen mit Spritzbeton erfordert große Sachkenntnis aller Beteiligten. Dies beginnt beim leitenden Ingenieur, der die Schadensfeststellung tätigt, die Schadensursachen erkennen, die Art ihrer Behebung festlegen und die Planung der Baumaßnahme durchführen muß. Das gleiche gilt auch für den bauleitenden Ingenieur, die Poliere, die Spritzer und Maschinisten, die Vor- und Facharbeiter und natürlich die Abspitzer, die durch unsachgemäße Arbeit und Beschädigung der Stähle beim Abspitzen enorme Schäden produzieren können. Alles in allem benötigt eine solche Truppe mindestens 6 bis 8 Jahre Erfahrung, um eine erfolgversprechende Sanierung durchführen zu können.



Abb. 1: Offenliegende Bewehrung durch Abplatzungen

Am Beispiel einer Hochhausanierung (Abb. 1) soll dies dargestellt werden. Die Schadensaufnahme mit einem Besichtigungskorb zeigte Carbonatisierungstiefen von 20 - 40 mm. Die Be-

tonüberdeckung der Stähle lag bei 5 - 20 mm. Die gesamte äußere Tragbewehrung war von der Carbonatisierungsfront überrollt. Es kam also nur eine Vollsanierung in Frage. Sie bedingt die Freilegung der äußeren Tragbewehrung und Bügel sowie die Ergänzung des abgespitzten Betons mittels Spritzbeton unter gleichzeitiger Herstellung der erforderlichen Betonüberdeckung. Zur Vorplanung gehörten eingehende Gespräche mit dem Gewerbeaufsichtsamt wegen der Arbeiten mit gefährlichen Stoffen, der Berufsgenossenschaft als Aufsichtsbehörde für Gerüste und Arbeitssicherheit und dem Umweltamt aus Gründen der zu erwartenden Geräusch- und Staubemissionen. Die Ablaufplanung für den Baubetrieb mußte in Koordination mit dem Fensterbauer, der gleichzeitig mit den Beton-sanierungsarbeiten die Erneuerung der Fenster durchzuführen hatte, erfolgen. Parallel dazu war die Räumung und Wiederbelegung der Räume hinter den unmittelbaren Arbeitsbereichen zu planen. Die Konstruktion der provisorischen Fensterverschlüsse hatte einherzugehen mit den zu integrierenden seitlichen Schalungen der Riegel und der Stützen unter Berücksichtigung der Verkleinerung des Fenstermaßes durch die Erhöhung der Betonüberdeckung auch an den Seitenflächen der Riegel und Stützen, sowie der durch die Vorfertigung der Fenster erzwungenen exakten Einhaltung der neuen Fenstermaße.



Abb. 2: Mit Planen abgehängtes Hochhaus

Die Verstellbarkeit dieser Konstruktionen zum Entschalen und zum Ausgleich unterschiedlicher Rohbaumaße war dabei Grundbedingung.

Der Schutz der Passanten und des Verkehrs am belebtesten Platz der Stadt bedingte ein völlig mit Planen abgehangenes Gerüst (Abb. 2). Die für Rahmengerüste vorliegende allgemeine Statik war für diese Zwecke nicht mehr gültig. Es mußte unter Beachtung der auf die Gerüste durch die Vollaabhängung wirkenden Windlasten eine neue Statik erstellt werden. Wie sich herausstellte, wurde eine erheblich größere Anzahl von Gerüstverankerungen mit erhöhten Einleitungskräften durch die Beplanung erforderlich. Weitere Überlegungen betrafen die Befestigung des Gerüsts am Gebäude. Bei einer vorgesehenen Abspitztiefe von 6 cm mußte die Dübelebene hinter die Abspitzebene verlegt werden, d. h. die Verankerungslänge des Dübels konnte minimal bei 8 cm Tiefe im Beton beginnen. Um die Anschraubebene der Gerüstanker auf die Höhe der späteren Spritzbetonebene verlegen zu können, war ein Zwischenelement erforderlich, das wiederum berechnet und gemeinsam mit den Dübeln gemäß deren Zulassung Ausziehtests unterworfen werden mußte. Auch statische Untersuchungen zum Nachweis des verbleibenden Sicherheitsfaktors der Stahlbetonstützen des

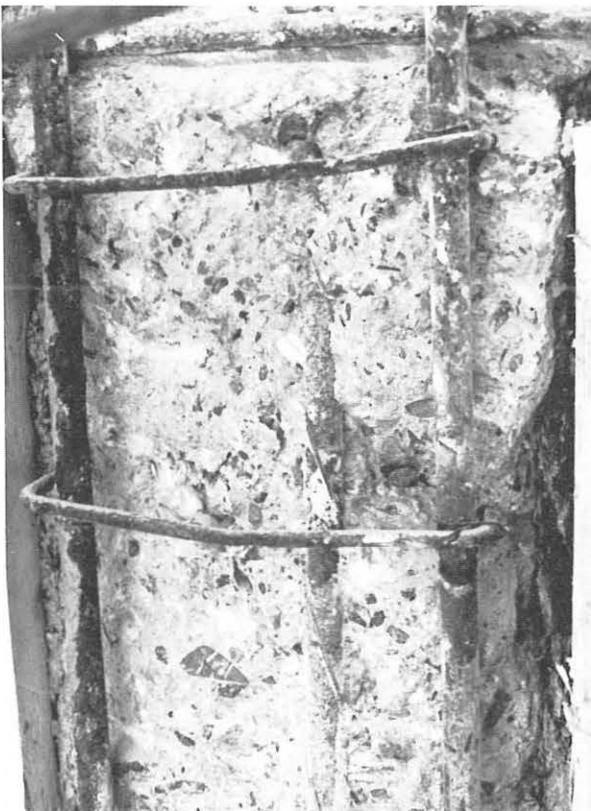


Abb. 3: Freigelegte korrodierte Stahlbetonstütze

Hochhauses während des Freilegungszeitraumes der äußeren Tragstäbe hatten zu erfolgen (Abb. 3).

Der Sicherheitsfaktor bei solchen Sanierungsmaßnahmen sollte gleich oder größer 1,2 sein, geringere Werte erfordern zusätzliche Überlegungen, wie versetztes Sanieren der Stützen oder noch weitergehende Maßnahmen. Um ein Arbeiten auch der Angestellten des Bauherrn während der Sanierungsmaßnahme zu ermöglichen, wurde deren Arbeitszeit auf 7.00 bis 15.00 Uhr vorverlegt und die lärmintensiven Abspitzarbeiten in der Zeit von 15.00 bis 21.00 Uhr durchgeführt. Alle Arbeiten mit geringeren Geräuschemissionen wurden in der normalen täglichen Arbeitszeit von 7.00 bis 16.00 Uhr durchgeführt. Die voll abgehangenen Gerüste brachten Probleme beim Abspitzern und Sandstrahlen mit sich. So zeigten Messungen der gesundheitsschädigenden Feinstäube während der Abspitzarbeiten mit 10 - 12 Kompressorhämmern eine Überschreitung der zulässigen Werte um 300 %, während bei den Sandstrahlarbeiten eine Überschreitung um rund 100 % vorlag. Die Sandstrahler sind durch Frischlufthelme völlig geschützt. Die Abspitzarbeiten mußten auf Grund der Meßergebnisse unter Einsatz von Staubmasken durchgeführt werden. Auch die Verwendung der lösungsmittelhaltigen Anstriche, deren abdunstende Lösungsmittel nicht frei abziehen konnten, bedingte Schutzmasken für die Verarbeiter. Bei der Arbeitsdurchführung erforderten die Abspitzarbeiten die ständige Überwachung durch einen Polier mit Kontrolle der rückwärtig freizulegenden, korrodierten Stähle, der Freilegung der Stähle ohne Einkerbungen durch die Spitzen der Abspitzwerkzeuge, der Carbonatisierungstiefe und des Sandstrahlvorgangs mit Überprüfung seiner Effektivität auch an der Rückseite der Stähle. Hier sei angemerkt, daß bei Sanierungen mit Spritzbeton die Stähle nicht unbedingt auf SA 2 1/2 gesäubert werden müssen, sondern trotz leichten Flugrostes durch die Basizität (Alkalität) des Spritzbetons passiviert werden. Die Ausrichtung der vorhandenen Bewehrung und die Aufbringung einer Schwindbewehrung fielen in die Zuständigkeit des Armierungsvorarbeiters, während der Schutz der Fenster und die erforderliche Kantenschalung unter gleichzeitiger Überprüfung der vorgeschriebenen Betonüberdeckung den Aufgabenbereich des Schalungspoliers darstellte. Die Spritzbetonarbeiten, die exakte Nachbehandlung des Spritzbetons und die Farbanstriche wurden vom erfahrenen Oberpolier überwacht. Sowohl der Oberpolier wie die Spritzer und Maschinisten konnten eine über 20-jährige

Spritzbetonsanierungstätigkeit nachweisen. Der bauleitende Ingenieur war zu diesem Zeitpunkt ebenfalls über 14 Jahre bei uns tätig. Die Überwachung gemäß DIN 18551 (Spritzbeton) wurde durch die firmeneigene betontechnologische Abteilung als Prüfstelle E und die Fremdüberwachung als B II Baustelle von der Landesgewerbeanstalt Nürnberg als Prüfstelle F durchgeführt. Die Sanierungsarbeiten konnten auf Grund der detaillierten Planung in Normalarbeitszeit auf den Tag pünktlich abgewickelt werden, wobei Terminzwänge an wenigen Samstagen ausgeglichen wurden.

Eine andere Arbeitsweise bedingt eine Teilsanierung an Bauteilen, in deren Bereich die Neutralisationsfront nur die Stähle mit zu geringer Überdeckung erreicht hat. Die Probleme der Arbeitsvorbereitung und die auszuführenden Arbeiten gleichen denen der Vollsanierung. Zusätzlich dürfen Gerüste, z. B. an Sandwichplatten nicht verankert werden, sodaß hier die Möglichkeit einer sinnvollen Befestigung des Gerüsts am Bauwerk zu überlegen ist. Die Betonoberflächen müssen mit Magneten und Profometern peinlich genau nach Stählen mit ungenügender Überdeckung und vorhandener Korrosion abgesucht und diese Stähle mit Angabe ihres Überdeckungsmaßes angeschrieben werden (Abb. 4). Berücksichtigung muß gleichzeitig die Carbonatisierungs-

tiefe des Betons und die Verteilung der Basizitätsreserve hinter der Neutralisationsfront finden. Die Untersuchung der Restbasizität lassen wir im Baustoffinstitut der TU München durchführen. Nach ringsum Freilegen (Abb. 5) und Sandstrahlen der korrodierten Stähle erfolgt das Verschließen der Schlitze mit Spritzbeton.

Wir konnten im Zuge solcher Sanierung die Erfahrung sammeln, daß nicht freigelegte Stähle mit einer gewissen Quantität an Rost auch durch Anstriche an der Betonoberfläche nicht

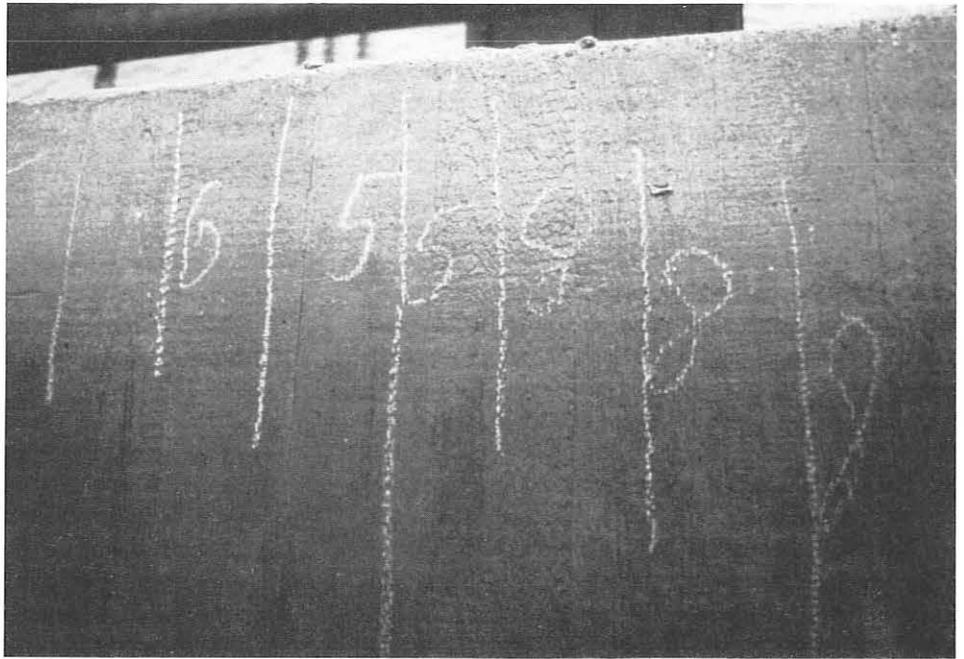


Abb. 4: Lage der Bewehrung und Überdeckung

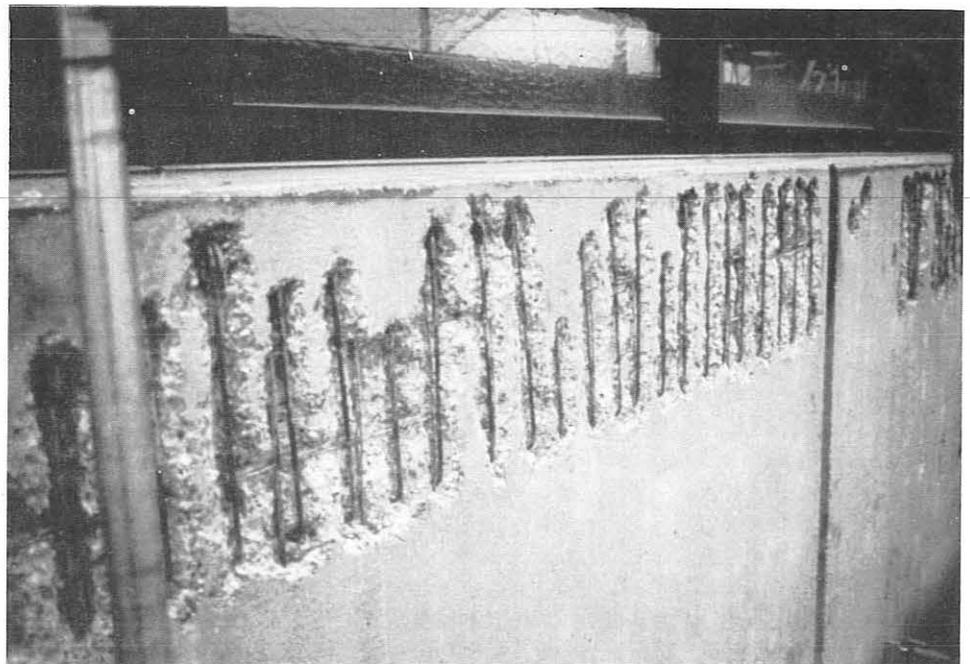


Abb. 5: Freigelegte Bewehrung

an der weiteren Korrosion gehindert werden können und diese vergessenen Stähle sehr bald durch Abplatzungen auf sich aufmerksam machen. Ist die normgerechte Betonüberdeckung im Zuge der Sanierungsarbeiten nicht erreichbar, so müssen die Stähle am besten mit alkalischen Anstrichen zusätzlich geschützt werden. Vor Epoxidharzanstrichen der Stähle warnt ein Vortrag des Herrn Dipl. Ing. Volkwein von der TU München (1). Hier wurden im Rahmen eines Versuchsprogrammes elektrische Ströme, die nur von Korrosion herrühren können, unter solchen Harzanstrichen festgestellt. In der Praxis ist es zudem meist unmöglich, die Stähle auch an der Rückseite auf SA 2 1/2 zu entrostet, so daß solche Anstriche immer auf ungenügend entrostete Bewehrungsstähle aufgebracht werden müssen.

Der zementreiche Spritzbeton carbonatisiert gemäß einer Untersuchung in der CO₂-Kammer, die von der TU München für uns durchgeführt wurde, um ein Drittel weniger als ein vergleichbarer geschalter B 35, wobei völlig unerheblich ist, ob ein mehrlagiger Spritzbeton an der Oberfläche fachgemäß verrieben ist oder spritzrauh belassen wurde (Abb. 6). Wir stellten an 10 Jahre altem Spritzbeton 1,5 mm und an 20 Jahre altem 4 - 5 mm tiefe Carbonatisierung fest, und zwar an Betonen im geschützten Bereich von Brückenuntersichten, also an Stellen mit erhöhter Carbonatisierungsrate. Auf Grund dieser Erkenntnisse kann man im Zuge von Spritzbetonsanierungen mit einer um ein Drittel verminderten Betonüberdeckung der Stähle ohne Anstriche arbeiten. Die teil-sanierenen Betonflächen müssen zum Schutz der nicht-sanierenen Sichtbetontenteile mit carbonatisierungshemmenden Anstrichen versehen werden, um so die Neutralisationsfront am weiteren Vordringen zu hindern. Die Flächen sind vor Aufbringung der Anstriche am besten mit dem Hochdruckwasserstrahl von 200 bis 800 bar zu reini-

gen, von Losteilen und abgewittertem Beton zu befreien. Vorhandene Fehlstellen, Lunker und Poren sind vorher mit geeigneten Spachteln zur Verhinderung von punktuellen Schäden zu verschließen. Sind Risse mit Rißweiten von 0,01 mm und mehr zu erwarten, so sollte man auf starre Anstrichsysteme verzichten. Sie sind nicht in der Lage, Risse, gleich welcher Breite, zu überbrücken. Luftfremde Atmosphären aus Verkehr, Verbrennung fossiler Stoffe, Gewerbe und Industrie stammend, werden durch den Kapillarsog der Risse an deren Oberfläche abgefiltert und machen durch häßliche Streifen auf sich aufmerksam. Diese Ablagerungen über einem Riß erreichen die zehn bis hundertfache Breite der Rißweite und zeigen durch diese Erscheinung einen sonst überhaupt nicht erkennbaren, völlig unschädlichen Riß erst auf. An rißgefährdeten Flächen sollte man deshalb mit rißüberbrückenden Systemen arbeiten. Keinesfalls darf man diese sogenannten rißüberbrückenden Anstriche mit Schutzüberzügen der starren Gruppe abdecken. Nach unseren neuesten Feststellungen reißen diese Überzüge im Bereich der Übergänge von Großflächen in filigran ausgebildete Fassadenteile und bewirken ein Durchreißen auch der weicheren Unterschicht von oben nach unten. Der Wasserabführung an Fassaden ist größte Aufmerksamkeit zu widmen, um erneute Verschmutzungen und Schäden zu vermeiden (2).

Selbstverständlich können auch schadhafte Leichtbetonsichtflächen mit Spritzleichtbeton saniert werden. Es ist nach unserer Meinung

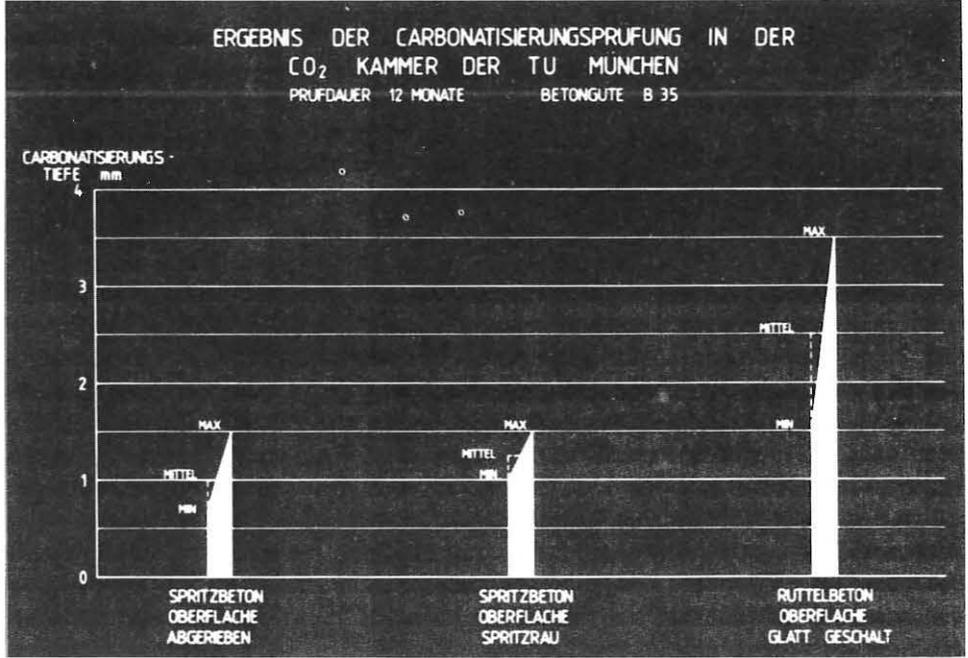


Abb. 6: Ergebnis der Carbonatisierungsprüfung in der CO₂-Kammer

die einzige dauerhafte Möglichkeit, Leichtbeton ohne spätere Abstoßreaktion instandzusetzen. Hier sind allerdings anschließend aus Gründen der Dauerhaftigkeit noch spezielle Spachtelungen und Anstriche nötig.

Die Sanierung von Brücken im Spritzbetonverfahren bietet erhebliche Vorteile gegenüber solchen mit Mörteln und Kunststoffmörteln.

Einige Beispiele sollen die Aussage verdeutlichen.

An einem vorgespannten Brückenbauwerk mit einer Vielzahl von zu eng verlegten Spanngliedern zeigten sich Hohlstellen und Teilbereiche mit Einkornbeton. Die daraufhin angestellten statischen Überlegungen ließen, nach unserer Meinung, ein streifenweises Freilegen der betroffenen Spannglieder zu, wenn man das Ganze als unterspanntes Tragwerk betrachtet. Wir haben in mehreren Metern Abstand voneinander immer Streifen von ca. 80 cm Breite freigelegt und mit Spritzbeton wieder verschlossen. Im Bereich der hochgezogenen Spannglieder wurden diese Breiten auf 50 cm reduziert. Nach Erhärtung des Spritzbetons wurden die nächsten Abschnitte in der gleichen Weise bearbeitet und so die Gesamtsanierung durchgeführt. Auch in der Spritztechnik mußten eingehende Überlegungen angestellt werden, um zwischen die zu eng liegenden Spannglieder einen einwandfrei verdichteten Spritzbeton ohne Spritzschatten einbringen zu können. Die Fehlstellen wurden von oben nach unten verschlossen. Nach dem Einspritzen einer Lage Spannglieder mußten die darunterliegenden Hüllrohre vom Rückprall gesäubert werden. Erst dann konnte die Einspritzung der nächsten Lage erfolgen. Um die Tragfähigkeit des sanierten Überbaues nachweisen zu können, wurden auf den Spannstäben Dehneßstreifen (DMS) aufgeklebt, die über einen Computer während der Probelastung die Veränderungen der Spannungen in den Stählen registrierten. Alle im Zuge der Probelastungen aufgetretenen Durchbiegungen wurden ermittelt und die entsprechenden Rückfederungen registriert. Die Auswertung aller Meßergebnisse erbrachte den Nachweis der wiederhergestellten Tragfähigkeit des Bauwerkes.

An einer Bogenbrücke war das mehrlagige Bewehrungsnetz so dicht mit zu geringen, gegenseitigen Abständen verlegt, daß vorprogrammierte Fehlstellen entstanden. Bedingt durch die zu engen Zwischenräume der Bewehrungsstäbe konnten die Hohlräume auch von unten nicht mit

Spritzbeton verschlossen werden. Es war deshalb notwendig, alle Fehlstellen mit Verpreß- und Entlüftungsrohren zu bestücken, um so nach dem Erhärten des darunter aufgebracht Spritzbetons die Fehlstellen mit Zementsuspension verpressen zu können. Selbstverständlich müssen die Entlüftungs- und Verpreßrohre entsprechend gekennzeichnet werden, sonst ist eine systematische fehlerfreie Verpressung nicht möglich.

Um Sanierungsmaßnahmen an Betonbauwerken der Autobahnen und Bundesstraßen ohne die sehr teuren Verkehrsumleitungen durchführen zu können, haben wir gemeinsam mit der Grundbauabteilung der Landesgewerbeanstalt Nürnberg die Schwingungen aus Verkehr an den verschiedenartigsten mehrfeldrigen Überbauten von Autobahnbrücken, wie Plattenbalken, Hohlkästen und Dreigelenkbrücken aufgenommen. Aus den gewonnenen Werten wurden die Stahldehnungen im jeweiligen Bauwerk errechnet und auf dieser Grundlage ein Probekonstrukt konstruiert, mit den 1,5 fachen Werten der gemessenen maximalen Bauwerksschwingungen- und Stahldehnungen beaufschlagt und von unten mit hängendem Spritzbeton versehen. Parallel mußte ein Vergleichsbalken ohne Schwingungsbelastung gespritzt werden. Die weitreichenden Untersuchungen der Haftzugfestigkeit des Spritzbetons am Altbeton, der Stahlauszieherte, also der Stahleinbettung im Spritzbeton und der Druckfestigkeit ergaben die gleichen guten Werte wie am unbelasteten Vergleichsbalken. Herr Prof. Fechtig von der ETH Zürich führt diese Untersuchungen unter Verwendung unserer Ergebnisse weiter, um zusätzliche Erkenntnisse in diesem Bereich zu erlangen.

Auch Mittel- und Kleinschäden an Brückenbauwerken sind mit Spritzbeton dauerhaft sanierbar. Unter Beachtung entsprechender Schutzmaßnahmen sind auch Schadensausbesserungen neben dichtbefahrenen Fahrstreifen der Autobahnen bei Sperrungen nur einer Spur ohne weiteres durchzuführen (Abb. 7).

Selbstverständlich müssen auch Spritzbetonsanierungen wieder saniert werden, wenn ein Unerfahrener Ausbesserungen vornimmt, ohne die Ursachen der Mängel beseitigt zu haben. An einem in einer Talmulde gelegenen Bauwerk gelangte Chloridwasser über Postrohre in den Überbau. An den Tiefpunkten traten durch undichte Muffen dieser Rohre Salzwässer aus und zerstörten den umliegenden Konstruktionsbeton. Diese Fehlstellen wurden abgespitzt und mit

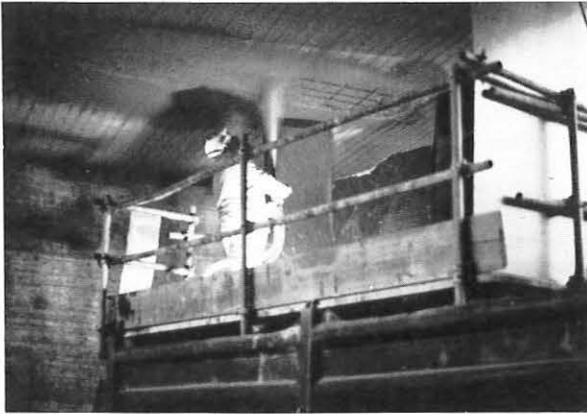


Abb. 7: Sanierung eines Brückenbauwerkes

Spritzbeton saniert. Nach wenigen Jahren traten die gleichen Schäden wiederum auf. Wir haben vor der Sanierung die Postrohre an den Brückenenden über Schächte entwässert und erst dann erneut saniert. Es müssen nicht nur die Rohre in so einem Fall getrennt und entwässert werden, sondern an dieser Stelle auch die Kabel noch in einer Schleife nach unten verlegt werden, um das Einsickern von Wasser entlang der Kabel in das Bauwerk zu verhindern.

Zur Verbesserung der Eigenschaften des Spritzbetons haben wir umfangreiche Versuche mit Kunststoffzusätzen durchgeführt. Wir konnten dadurch das Feuchterückhaltevermögen um rund ein Drittel gegenüber Normalspritzbeton erhöhen, die Wasseraufnahmefähigkeit erheblich reduzieren und damit die Dichtheit um 30 - 40 % anheben. Nicht jeder Kunststoff eignet sich jedoch zur Verarbeitung mit Spritzbeton. Man muß auf Glasübergangs- und Verfilmungstemperatur, auf Verfilmung unter Wasser und eine Vielzahl weiterer Parameter achten. Ebenso ist der Dauerhaftigkeit dieser Kunststoffe im Beton ein Augenmerk zu schenken. Die wichtigste Eigenschaft des kunststoffmodifizierten Spritzbetons ist aber die verminderte Gefahr der Rißbildung. Bestimmte Modifikationen verbessern die Haftung des Spritzbetons auf Stahl um ein Vielfaches und ermöglichen den sicheren Anschluß des Spritzbetons an Profilstahleinbauteilen. Selbstverständlich muß der Nachbehandlung des Spritzbetons wegen seiner Schwindfreudigkeit höchste Aufmerksamkeit gewidmet werden. Hier kann man Acrylharzanstriche nach kurzer Zeit aufbringen und so den Feuchteentzug und damit die Schwindung und die Rissegefahr reduzieren. Der Hydratationssog des Spritzbetons setzt erfahrungsgemäß nach einer halben bis zwei Stunden ein, die Anstriche können sich bereits zu diesem Zeitpunkt gut an

der Betonoberfläche verankern. Im Abstand von 4 Stunden kann man dann den zweiten Anstrich aufbringen. Gemäß einem Vortrag der Herren Semet und Stöckel (3) eignen sich pigmentierte Acrylharze mit einem Feststoffgehalt von über 40 % am besten. Um einen ausreichenden Schutz zu erhalten, sind 2 Anstriche erforderlich. Im Zuge der von uns durchgeführten Arbeiten konnten wir über Abreißversuche die gute Verankerung dieser eineinhalb Stunden nach der Spritzbetonherstellung aufgetragenen Anstriche immer wieder nachweisen.

Gemeinsam mit der TU München durchgeführte Untersuchungen an chloridbeaufschlagten Stählen, die sandgestrahlt und eingespritzt wurden, zeigten, daß die geringen verbleibenden Chloridmengen am Stahl bei dichter Umhüllung mit Spritzbeton vermutlich als Friedelsches Salz im Spritzbeton gebunden werden, an verbliebenen größeren Luftporen am Stahl kann aber erneut starke Korrosion einsetzen. Man sollte diese Stähle nach dem Sandstrahlen daher noch lang andauernd mit dem Hochdruckwasserstrahl nachwaschen, um alles Chlorid vom Stahl zu lösen und abzuschwemmen, bevor man ihn einspritzt. So kann man sicherlich Folgeschäden verhindern.

Um im Spritzbetonverfahren auch Betone mit



Abb. 8: Saniertes Hochhaus

erhöhter Frosttausalzbeständigkeit herstellen zu können, arbeiten wir seit Jahren mit MHK (Microhohlkugeln). Mit ihnen ist es möglich, die im Trockenspritzbetonverfahren mit chemischen Zusatzmitteln nicht kontrolliert herstellbaren Microluftporen in Form dieser Microhohlkugeln einzubringen. Zur Zeit führen wir solche Versuche zur Herstellung von frostbeständigem Sanierungsspritzbeton für die Instandsetzung frostgeschädigter Betone an Wasserbauten gemeinsam mit der TU München und mit Unterstützung der Additivabteilung der Heidelberger Zementwerke durch. Die Wirksamkeit dieser Microhohlkugeln wurde durch Arbeiten von H. Sommer (4) sowie Springenschmid und Gierlinger (5) nachgewiesen.

Zusammenfassung

Spritzbeton ist für die Sanierung von Beton- und Spannbetonbauteilen sowohl im Hoch- wie im Brücken- und Wasserbau bestens geeignet, da hier schadhafte Betonteile durch das gleiche Material ersetzt werden. Es kann die nicht vorhandene Betonüberdeckung der Stähle hergestellt und somit ein Betonbauwerk nachträglich in den bei seiner Herstellung angestrebten, aber nicht erreichten dauerhaften Zustand versetzt werden. Selbstverständlich können auch Verstärkungen von Brücken- und Betonbauwerken mit Spritzbeton unter Einbau zusätzlicher Bewehrung durchgeführt werden. Für den statischen Nachweis solcher Verstärkungen ist in der BRD eine Richtlinie bindend (5). Diese Richtlinie verhindert die Totrechnung einer Verstärkung durch übervorsichtige Statiker und ängstliche Prüfer. Die konsequente Nachbehandlung und die Modifizierung des Spritzbetons mit Kunststoffen beschränkt die Rißanfälligkeit auf ein Minimum. Spritzbeton mit erhöhtem Widerstand gegen Frosttausalzbeanspruchung ist unter Einsatz von Microhohlkugeln herstellbar.

Literaturnachweis

- (1) A. Volkwein (TU München):
Anstriche als Korrosionsschutz der Bewehrung bei Sanierung
2. Internationales Kolloquium an der Techn. Akad. Esslingen über "Werkstoffwissenschaft und Bausanierung" 1986 - Tagungsband, Seite 707 - 715
- (2) Norbert Klose, Hamburg:
Alterung von Betonbauteilen Ursachen - Gegenmaßnahmen
Betonwerk + Fertigteil-Technik H. 9, 1986, Seite 570 - 576
- (3) W. Semet und F. Stöckel:
Beschichtung auf jungen Beton
2. Internationales Kolloquium an der Techn. Akad. Esslingen über "Werkstoffwissenschaft und Bausanierung" 1986 - Tagungsband, Seite 673 - 685
- (4) Sommer H.:
Ein neues Verfahren zur Erzielung der Frost-Tausalzbeständigkeit von Beton.
Betonwerk + Fertigteil-Technik H.9, 1978, Seite 476 - 484
- (5) Springenschmid, R.; Gierlinger, E.:
Möglichkeiten zur Erzielung einer Frost-Tausalz-Beständigkeit des Betons durch besondere Verfahren - ohne Zusatz von Luftporenbildern,
Abschlußbericht über den Forschungsauftrag Nr. 8.054 G 78 C des Bundesministers für Verkehr, Lehrstuhl für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung TU München, 1982
- (6) Richtlinie für die Ausbesserung und Verstärkung von Betonbauteilen mit Spritzbeton (Fassung Oktober 1983) Deutscher Ausschuss für Stahlbeton