

**Vortragsveranstaltung  
der Landesgütegemeinschaft  
Instandsetzung von Betonbauwerken Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.  
am 23. November 2005 im „Leipziger KUBUS“ in Leipzig**

---

**Dr.-Ing. Walter Knaute**

**SAXOTEST Ing. GmbH,  
Dresden**

**Probleme bei der Betoninstandsetzung  
aus gutachtlicher Sicht -  
Praxisbeispiele aus dem  
allgemeinen Hoch- und Ingenieurbau**

# **Probleme bei der Betoninstandsetzung aus gutachterlicher Sicht- Praxisbeispiele aus dem allgemeinen Hoch- und Ingenieurbau**

Dr.-Ing. Walter Knaute

von der IHK Dresden öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger  
für Betontechnologie, mineralische Putze und Mörtel – Beratender Ingenieur

SAXOTEST Ing. GmbH Dresden

## **Inhalt**

- 1. Vorbemerkungen**
- 2. Praxisbeispiele**
  - 2.1 Bestandserkundungen während einer Instandsetzung
  - 2.2 Instandsetzung einer Betongewölbebrücke
  - 2.3 Dauerthema Kappeninstandsetzung
  - 2.4 Baubegleitende Betonprüfung und Instandsetzung bis zum Abriß einer neuen Brücke
  - 2.5 Mangelhafte Instandsetzungsplanung Brückenpfeiler
- 3. Zusammenfassung, Empfehlungen**

## **1. Vorbemerkungen**

Immer wieder kommt es bei der Betoninstandsetzung zu mitunter recht folgeschweren Problemen mit nicht unerheblichen Folgen betreffs Ablauf, Zeit und Geld sowie der Qualität. Dies ist geschuldet einer teilweise unzureichenden oder gar fehlenden Vorerkundung, einer mangelhaften Planung oder auch konstruktions- und auch materialbedingten Überraschungsmomenten bei der Ausführung. Daraus ergaben sich dann nicht geringe Schwierigkeiten bei der Umsetzung einschließlich der Qualitätssicherung bis hin zur Sicherung der Tragfähigkeit, der allgemeinen Gebrauchstauglichkeit sowie Dauerhaftigkeit der Bauwerke. Verschiedentlich führt dies sogar zur „Sanierung der Sanierung“. Dies sollen einige ausgewählte Praxisbeispiele verdeutlichen.

## **2. Praxisbeispiele**

### **2.1 Bestandserkundungen während einer Instandsetzung**

#### **2.1.1 Ausgangssituation**

Während der laufenden Instandsetzung einer rund 35 Jahre alten mehrfeldrigen Stahlbetonbrücke, Überbau bestehend aus BTB-Trägern mit Druckbeton, kam es beim Strahlen der Betonoberfläche des Druckbetons zu Problemen.

Nach dem Naßstrahlen (mit teilweise hohem Abtrag infolge massiver Entfestigung) traten erneute Zermürbungen des Betons auf mit Auskristallisationen, Schollenbildungen und Ablösungen. Auffällig war auch das punktuelle vollständige Herauslösen einzelner Zuschlagkörner aus der Mörtelmatrix. Die Strahlarbeiten hätten bereichsweise praktisch endlos weiter getrieben werden können, ohne daß noch ausreichend Festsubstanz verblieben wäre.

#### **2.1.2 Untersuchungen vor der Instandsetzung**

Die vor der Instandsetzung angestellten Untersuchungen betrafen Druckfestigkeitsprüfungen mittels Rückprallhammer (an Ausbaustücken von 3,5 – 4 cm Dicke!) sowie zerstörungsfreie Bewehrungserkundungen, Chlorid- und Karbonatisierungsanalysen sowie die Druckfestigkeitsprüfung an je einem Bohrkern aus einem Pfeiler, einem Pfeilerkopf sowie aus dem Überbaubalken. Später wurde noch der Druckbeton chemisch weiter untersucht. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurde trotz erkennbarer Rißbildungen und Feststellen von Ettringit ein Sulfatreiben letztlich ausgeschlossen und die Schädigungen mit Frost-Tausalz-Wirkungen erklärt. Die Festigkeit des Betons wurde anhand eines einzelnen Bohrkern-Prüfkörpers mit B 25 deklariert. Aufgrund der Schmidthammerprüfung an den nachträglich einbetonierten Ausbaustück(chen) wurde anhand von lediglich 6 + 10 Schlägen eine Festigkeitsklasse B15 abgeleitet. Wegen der neuerlichen Probleme und Risiken bei der laufenden Instandsetzung wurden nochmals Untersuchungen veranlaßt.

### 2.1.3 Untersuchungen während der Instandsetzungsarbeiten

Die örtlichen Befunde, vor allem massiven Zerstörungen des Druckbetons, deuteten auf eine schädigende Treibreaktion hin.

Deshalb wurden über den fünffeldrigen Brückenzug verteilt nunmehr insgesamt 15 Kernbohrungen in 8 Bereichen ausgeführt.

Danach wurden visuelle und mikroskopische Untersuchungen zur Betonstruktur angestellt, eine gesicherte Bohrkernprüfung zur Druckfestigkeit sowie vertiefende chemische Analysen mit Röntgendiffraktometrie, EDX-Analyse, CVM-Analytik sowie REM-Untersuchungen.

Folgende wesentlichen Prüfergebnisse konnten zum kritischen Druckbeton gewonnen werden.

1. Der Beton ist unterschiedlich stark zermürbt, gerissen und entfestigt, insbesondere im oberen Teil, mitunter konnte der Beton manuell „zerlegt“ werden.
2. Die Betondruckfestigkeit war sehr stark schwankend und erreichte für den überhaupt noch prüffähigen Beton (= nicht zulässige selektive Prüfung) eine Festigkeitsklasse B 35; insgesamt jedoch konnte sachgerecht nur eine Festigkeitsklasse **< B 5** zugeordnet werden. Mithin ist die Verbundwirkung zu den (gut erhaltenen) BTB-Trägern als aufgehoben zu betrachten und damit die Tragfähigkeit nicht mehr gesichert.
3. Die naßchemischen Analysen erbrachten klar folgende Kernaussagen, zutreffend für die gesamte Brücke:
  - bei den Auskristallisationen handelt es sich um Ettringit bis hin zu sogar kristallinem Gips
  - die Treibminerale sind über den gesamten Querschnitt verteilt vorhanden mit Folgen wie Rissen und Grenzflächenreaktionen zum Zuschlagkorn
  - für eine Zerstörung durch Frost-Taumittel-Angriff gab es kaum oder gar keine Indizien; AKR konnte als Ursache ausgeschlossen werden.

## 2.1.4 Bewertung, Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

In der Summe aller Befunde war als Schadensursache eine Treibreaktion, speziell ein Sulfattreiben zu sehen.

Diese irreversible, zerstörende und die Tragfähigkeit massiv sukzessive herabsetzende Schadreaktion ist sehr wahrscheinlich mit den Ausgangsstoffen in Verbindung zu bringen, also der Betonage. Hierin ist das Schadpotential zu sehen, was dann bei späterem Wasserzutritt neue Minerale bildet unter Volumenvergrößerung.

Die sich seinerzeit sowohl bei den Abbruch-/Strahlarbeiten zeigenden massiven Zersetzungen (Oberseite) sowie den weiteren Schadreaktionen im Kern sind dann wahrscheinlich verstärkt initiiert worden bei dem Überfluten/Umspülen durch ein späteres Hochwasser.

Als einzig sinnvolle technische und letztendlich auch wirtschaftliche Lösung kam nur eine Ersatzvornahme infrage (= „Sanierung der Instandsetzung“).

## 2.2. Instandsetzung einer Betongewölbebrücke

### 2.2.1 Ausgangssituation

Bei dem Bauwerk handelte es sich um eine Gewölbebrücke mit 2 Bögen aus dem Jahre 1924. Das Bauwerk wurde im Zweiten Weltkrieg gesprengt und 1946 unter Verwendung der alten Unterbauten wieder aufgebaut. Im Jahre 1977 erfolgte eine Verstärkung durch einen Stahlbeton-Aufbau. Das Haupttragwerk der Brücke besteht aus unbewehrtem Beton (gestampfter Konglomeratbeton).

Im Zeitraum 1998/99 wurden aufwendigere Instandsetzungs- und Verstärkungsarbeiten ausgeführt. Während dieser Arbeiten wurde eine Reihe von zum Teil erheblichen Ausführungsmängeln festgestellt. Bestimmte Teilleistungen wurden zwischenzeitlich bereits nachgearbeitet. Wegen der darüber hinaus festgestellten Qualitätsmängel, insbesondere an sehr wichtigen Bauteilen, wurde der Vertrag seitens des AG gekündigt und die Arbeiten unterbrochen. Die Hauptmängel wurden vom Auftraggeber in folgenden Leistungsbereichen gesehen:

- Bauwerksabdichtung (Mängelbereich A)
- Verpreßanker zur Widerlagerverstärkung einschließlich Betonqualität Druckbeton Ankerplatten (Mängelbereich B)
- Betoninstandsetzung der Bogenleibung und der Stirnseiten (Mängelbereich C).

Daraufhin wurde ein Gutachten zur Beweissicherung in Auftrag gegeben zwecks Feststellung und Beurteilung vorgenannter Schwerpunkte sowie zur Ableitung von Vorschlägen für die weitere Vorgehensweise bis hin zu rechtlichen Konsequenzen. Im folgenden sollen einige gravierende Probleme näher dargestellt werden.

### 2.2.2 Örtliche Erhebungen

In Abhängigkeit von der Zugänglichkeit wurden etappenweise die Gegebenheiten erkundet und daran gekoppelt auch die Materialprüfungen ausgeführt. Die Befunde wurden in einem Schadenkataster erfaßt.

Es wurde festgestellt, daß alle nachstehenden etwa 2 Dutzend Mängelkategorien bezüglich der Abdichtung mehr oder weniger umfänglich im gesamten Brückenbereich verteilt vorhanden waren. Es konnte kein Teilbereich festgestellt werden, in dem eine anschließende Mängelbeseitigung hätte technisch-technologisch sinnvoll ausgespart werden können. Es war von einer kompletten Ersatzvornahme auszugehen.

Folgende wesentlichste Mängelkategorien bezüglich der Abdichtung wurden im einzelnen vorgefunden:

- Beulen, Blasen, Verschiebungen, Verdrückungen, Verwerfungen, Falten
- Einrisse, Kerben, Durchstanzungen
- kein bzw. nur verminderter Haftverbund zum Untergrund, Hohllagerungen
- Fußabdrücke auf der Dichtungsschicht (Kappenbereich); die Dichtungsschicht wurde per Fuß angedrückt; keine Schutzlage vorhanden
- LKW-Spuren
- Mineralölpfützen auf der Dichtungsschicht
- Dichtungsschicht flickenartig eingesetzt bzw. darübergelbt, z.T. ohne Beachtung des Gefälles
- kein ordnungsgemäßer Versatz bei Bahnenstößen bzw. Überlappungen in der Dichtungsschicht sowie in der Schutzlage
- Mehrfachklebungen in Dichtungslage (bis 4fach), dadurch Wülste

- z.T. bei Abbruchkante Stirnmauer (Kappe) eingeklebter PUR-Schaum, Holz, Mörtelreste
- edelstahlkaschierte Dichtung stromabseitig beschädigt, locker bzw. hohl liegend;

Darüber hinaus wurden an den Widerlagern festgestellt:

- Beulen, Blasen, Ablösungen, Löcher
- Unter- bzw. Hinterläufigkeit
- örtlich Verbrennungen des Abdichtungsmaterials einschließlich des Geotextils
- mechanische Beschädigungen
- Unebenheiten
- teilweise Mineralwolle eingeklebt.

Es darf angemerkt werden, daß bei festgestellten Mängeln dem Bauherren vom Auftragnehmer stets erklärt wurde, daß es sich dabei nur um einen örtlich begrenzten Mangel handele, die übrigen Bereiche aber vollkommen einwandfrei seien.

Weitere Mängel wurden an den Verpreßankern festgestellt:

- massive Abweichungen von den SOLL-Achsen
- ungenügende Betonqualität an den Endverankerungen (Kopfplatten)
- ungenügender Korrosionsschutz.

Ferner wurde festgestellt, daß durch das Abfräsen mit schwerem Gerät die Betongewölbe geschädigt wurden, weswegen eine Vielzahl neuer Risse entstanden war und die Struktur gestört war. Darüber hinaus war über die zu erhaltende seitliche Sichtfläche das Epoxidharz von der Kratzspachtelung gelaufen.

Folgende weitere Hinweise bzw. Erkenntnisse zum Bauablauf konnten anhand der Bauakten gewonnen werden.

- Aufbringen der Dichtungsschicht ohne Freigabe des AG, da konstruktive Details noch nicht geklärt waren
- Entwässerungseinläufe nicht an den Tiefpunkten angeordnet
- ungenügendes Quergefälle, teilweise sogar Gegengefälle
- anzweifelbare Prüfprotokolle
- Nachbesserungen mangelhafter Abdichtung bei bereits aufgelegter Kappenbewehrung; Hochdrücken der Bewehrungskörbe mittels Wagenhebern und „Nachbessern“ der Abdichtung mit Starkbrennern!

### 2.2.3 Zusammenfassung

Die getroffenen Feststellungen und durchgeführten Untersuchungen führten dazu, daß die Bauwerksabdichtung und die Verpreßanker (Mängelbereiche A und B) vollständig ersetzt werden und die Stirnflächen partiell überarbeitet werden mußten (C).

Die "Instandsetzung der Instandsetzung" wurde im Herbst 1999 erfolgreich abgeschlossen. Die gesamte Angelegenheit beschäftigte außer den Bauleuten noch Sachverständige, Rechtsanwälte und Richter.

## 2.3 Dauerthema Kappeninstandsetzung

### 2.3.1 Überblick

Neben den „klassischen“ Frost- bzw. Frost-Taumittel-Schäden gibt es bei Kappen noch einen weiteren möglichen Schadensmechanismus, das Alkalitreiben.

Hinter dem im allgemeinen gebrauchten Begriff "Alkalitreiben" (Alkali-Kieselsäure-Reaktion, AKR) verbergen sich eigentlich 3 verschiedene Reaktionstypen:

Typ 1	Alkali-Silika-Reaktion	<b>ASR 1</b>	("AKR 1")
Typ 2	Alkali-Silikat-Reaktion	<b>ASR 2</b>	("AKR 2")
Typ 3	Alkali-Carbonat-Reaktion	<b>ACR 3</b>	("AKR 3")

Unter AKR wird in Deutschland und Österreich i. R. die Reaktion von Alkalien mit amorpher Kieselsäure (z.B. in Flint, Opal, Opalsandstein, bestimmten Basalten) verstanden einschließlich der Besonderheiten der präkambrischen Grauwacken und Kieselschiefer in Ostdeutschland. Diesbezüglich ist auch die Alkali-Richtlinie des DAfStb anzuwenden, umfaßt aber nur die ASR 1. Die beiden anderen Typen, ASR 2 und ACR 3, werden vom Regelwerk bisher nicht erfaßt. Hierzu gibt es jüngst nur ansatzweise Reaktionen seitens des Bundesverkehrsministers.

Der Typus der ACR 3 (Alkalien reagieren mit Dolomit) ist bisher in Deutschland noch nicht bekannt geworden und auch wenig wahrscheinlich. Hingegen sind bei verschiedenen Bauwerken neben anderen Schädigungsmechanismen auch Anzeichen für eine "AKR, Typ 2", exakter Terminus Alkali-Silikat-Reaktion 2 (ASR 2), festzustellen. Hierbei handelt es sich um die Reaktion von Alkalien mit feinkristallinem bzw. deformiertem Quarz (Streß-Quarz, strained quartz). Derartige Reaktionen verlaufen nach bisherigen Erkenntnissen langsamer

und später beginnend als bei der ASR 1. Unter bestimmten Voraussetzungen bzw. Reaktionsbedingungen können derartige Reaktionen möglicherweise auch beschleunigt werden. Erkennbar wird dies dann an der Gelbildung, die wegen der damit verbundenen Volumenvergrößerung u.a. zu irreversiblen Rißschädigungen führt.

### 2.3.2 Schäden an Brückenkappen

Bei komplexen Untersuchungen zu Schäden an Brückenkappen ergaben sich neben anderen Ursachenarten auch bestimmte Verdachtsmomente für eine "AKR". Die Besonderheit bestand darin, daß die bekannten Schadensbilder von punktuell verteilten kraterförmigen Aussprengungen (popouts) und andererseits von flachen Schlämmeschicht-Abplatzungen (scalings) auch bei reinen Kiesbetonen auftraten. Die Betone wurden mit etwa 320 ... 340 kg Zement/ m<sup>3</sup> Beton bei einem W/Z-Wert von etwa 0,47 ... 0,50 hergestellt.

Bemerkenswert war, daß die Schäden bereits nach wenigen Jahren auftraten. Dabei waren die genannten Erscheinungen häufig auch mit einem im Zentrum der Schadstelle liegenden Quarzkorn direkt in Verbindung zu bringen.

Augenscheinlich waren die Quarzkörner ohne Beanstandungen, dicht, fest und ohne Strukturdefekte. Die weiteren Untersuchungen an speziell präparierten Bohrkernproben, u.a. mit dem qualitativen Uranylacetat-Test sowie durch gezielte Gefügeanalysen mit Hilfe der Feinstmikroskopie ergaben weiteren Aufschluß. Die qualitativen Analysen waren überwiegend positiv. Daraufhin wurden dann gezielt aufwendigere Gefügeanalysen mittels hochauflösender Lichtmikroskopie durchgeführt.

Es wurde herausgefunden, daß bestimmte Quarzkörner an den Rändern deutliche Reaktionssäume von Alkalihydrosilikaten aufwiesen, mitunter ähnlich einem "Strahlenkranz" an der Grenzfläche zur Zementsteinmatrix. Die weitere Gelbildung geht unter Volumenvergrößerung vor sich und erzeugt partiell sehr große Gefügedruckspannungen, die unterschiedlich abgebaut werden. Zum einen entstehen Risse in der Matrix, auch durch dort vorhandene Poren oder auch Zuschlagkörner hindurch, andererseits auch in den Körnern in Form von Mehrfachrissen. Solche Risse führen zur Zertrümmerung der ursprünglich festen und quasi-homogenen Körner.

Sehr wichtig ist bei der Gefügeanalyse die Abgrenzung zu anderen Reaktionen und deren Produkten, beispielsweise zur sekundären Ettringitbildung (Delayed Ettringite Formation, DEF) u.a.m. Im hier behandelten Fall ist eine DEF auszuschließen.

Insofern ist bei solchen Analysen stets auch nach dem Ausschlußprinzip zu prüfen und sind die jeweiligen Wahrscheinlichkeiten abzuwägen.

Die Schädigungen durch eine kombinierte Beanspruchung sind in der Summe dann größer als es die Einzelbeanspruchungen ergeben hätten. Darüber hinaus ist auch eine überproportionale Schadenskinetik zu erwarten, d.h., die Schädigungen verlaufen in der Folge rascher und intensiver. Die Gebrauchstauglichkeit wird schneller eingeschränkt, die Nutzungsdauer wird verringert. Außerdem wird ab einem bestimmten Schadensmaß eine Instandsetzung zur Wiederherstellung bzw. Sicherung der Dauerhaftigkeit nicht mehr sinnvoll möglich sein.

Besonders markant waren insgesamt gesehen die Anzeichen für teilweise sehr hohe innere Gefügespannungen. Dabei unterliegt eine Brückenkappe praktisch keinen Verkehrslasten, sondern hat im Regelfall nur den Witterungseinflüssen und den damit verbundenen thermisch-hygrischen Bedingungen zu widerstehen unter Berücksichtigung der Bedingungen einer Alkalienzufuhr von außen durch Auftaumittel.

Nach Abschluß der Untersuchungen und in Abstimmung mit dem Bauherren und der Bundesanstalt für Straßenwesen wurden umfangreiche Instandsetzungsarbeiten geplant und durchgeführt.

Da es hierbei Probleme mit bestimmten Materialien gab, kam es sogar zur „*Sanierung der Sanierung*“.

### **2.3.3 AKR-Schädigungen an hochfestem Beton**

Die Untersuchungen an einem etwa 30 Jahre alten kammer- bzw. turmartigen Stahlbetonbauwerk ergab bei der Erkundung von im wesentlichen temperaturbedingten Rissen in der Folge einige weitere interessante Ergebnisse bezüglich "AKR". So waren deutlich netzartige Risse mit Gelausscheidungen erkennbar, die erstmals etwa 5 Jahre zuvor registriert wurden.

Das Bauwerk selbst unterliegt mit seinen Vertikalfächen hauptsächlich nur der freien Bewitterung ohne Einwirkung von Auftaumitteln, also keiner Alkalienzufuhr von außen im Gegensatz zu einer Brückenkappe. Außerdem war festzustellen, daß es im Inneren bei einer Betonwanddicke von etwa 0,5 - 0,8 m stets frostfrei bleibt. Die Minimaltemperatur (Luft) betrug ca. + 3° C.

Der Beton war zum Prüfzeitpunkt außerordentlich dicht und fest. Die mittlere Betonrohddichte betrug  $= 2,37 \text{ kg/dm}^3$ .

Die Betonfestigkeit, nachgewiesen am Bohrkern, war so hoch, daß eine Festigkeitsklasse B 85 zugeordnet werden konnte.

Die qualitative Untersuchung auf eine mögliche AKR/ASR war nahezu ausnahmslos positiv. Daraufhin wurden im weiteren mikroskopische Gefügeanalysen durchgeführt.

Darüber hinaus wurden von ausgewählten Bereichen auch eine Reihe von Bohrkernen für Restdehnungsmessungen präpariert. Die Proben wurden mehrere Monate in der Nebelkammer bei einem Klima von  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  und  $95 \text{ \% rel. Luftfeuchte}$  gelagert und periodisch vermessen bezüglich ihrer Längenänderung. Die Restdehnungen waren noch immer beträchtlich. Die Untersuchungen ergaben eindeutig eine schädigende AKR des Typs ASR 1 (präkambrische Grauwacke, Bereich Koschenberg) sowie als ASR 2 (Streß-Quarz, Bereich Dresden-Pirna). Teilweise waren die Quarzkörner bereits derartig zermürbt, daß die schwammartige Struktur bei  $600 \dots 1200$ facher Vergrößerung als völlig aufgelöst und durchlässig erschien. Vor Ort ließen sich diese Körner mit dem Daumennagel vollständig aufschaben und abkratzen.

Im Ergebnis aller Untersuchungen wurden sehr vielfältige Instandsetzungs- und Sicherungsarbeiten durchgeführt. Ferner wird permanent eine sehr intensive Beobachtung des Bauwerkes betrieben.

## **2.4 Baubegleitende Betonprüfung und Instandsetzung bis zum Abriß einer neuen Brücke**

Bei der Betonage eines fast 90 Meter langen Überbauteils einer Spannbetonbrücke im Zuge der A4 kam es zu erheblichen Mängeln in Form von Fehlstellen, Löchern, Schichtungen in der Bodenplatte bis hin zu nahezu betonfreien Koppelfugen.

Zunächst wurde anstelle eines sofortigen Abbruchs und Neubaus versucht, den Überbau noch zu erhalten nach entsprechender Sanierung. Dazu war es erforderlich, den Überbau (einzelliger Hohlkasten) entsprechend zu erkunden und zu prüfen zwecks Ableitung nötiger Maßnahmen zur Instandsetzung und/oder Ertüchtigung.

Gleichzeitig war es aber auch erforderlich, mittels materialverträglicher, angepaßter schrittweiser Instandsetzung das Betonieren der Deckplatte zu ermöglichen, bevor überhaupt die Seitenschalungen entfernt und das Lehrgerüst abgesenkt werden durfte.

Deshalb konnte nur vom Hohlkasteninneren her erkundet werden bzw. durch kleinere Öffnungen als Fenster in der Seitenschalung.

Als Untersuchungsmethoden kamen Endoskopien, das Anlegen von Sichtschlitzen durch Flexen und Spitzen, Kernbohrungen sowie diverse bruchmechanische Prüfungen bis hin zu chemischen Analysen zur Anwendung. Außerdem wurde eine kalibrierte Schmidhammerprüfung ausgeführt.

Noch vor dem Betonieren der Deckplatte wurden die Koppelfugen mittels ganz speziellem Vergußmörtel mit angepaßter Festigkeits- und E-Modul-Entwicklung saniert.

Vorbereitet war auch die Instandsetzung der lamellenartig geschichteten Bodenplatte durch weit über Tausend Spezialdübel in verschiedenen Regel-Längen.

Gleichzeitig wurde bei freiliegender Bewehrung diese klassisch saniert mit mineralischem Korrosionsschutzsystem und die Fehlstellensanierung mit PCC vorbereitet.

Als jedoch endgültig ausgeschalt werden konnte, traten an diversen Auflagerpunkten solch gravierende Probleme zutage, die eine Instandsetzung dort unmöglich machten. Infolgedessen wurde dann doch der Abriß angeordnet und dieser dann mittels geordneter Sprengung unter Erhalt der Pfeiler vollzogen.

Dies stellte somit dann die „Ersatzvornahme nach vorheriger Teil-Sanierung“ dar.

## **2.5 Mangelhafte Instandsetzungsplanung Brückenpfeiler**

Die Betonpfeiler einer Autobahnbrücke aus den dreißiger Jahren zeigte in der äußeren Natursteinvormauerung Auskristallisationen. Wegen der Gefahr von schädigenden Salzen wurden sehr umfangreiche Untersuchungen angestellt. Bezüglich der etwaigen Versalzung wurden mittels EDX-Analyse und REM-Untersuchungen auch qualitative Nachweise für Chloride und Ettringit erbracht. Eine einfache quantitative Analyse gab es jedoch nicht.

Vom Fachplaner wurde daraufhin eine sehr aufwendige Instandsetzung nach einer ganz speziellen Sanierungsvariante empfohlen und ein LV erarbeitet. Die Kostenangebote dazu variierten bei 18 Bewerbern erheblich. Das teuerste Angebot war immerhin rund 4 x so hoch wie das billigste. Interessanterweise sollte der Zuschlag an Nr. 17 der Wettbewerberrunde gehen.

Der Bauherr ließ aus bestimmten Gründen anschließend nochmals ein Gutachten fertigen zur Bewertung der Gesamtsituation sowie Herleitung der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen überhaupt.

Dabei kam heraus, daß die Sanierungsempfehlungen nicht unbedingt notwendig waren, sondern im Gegenteil eher sogar zu einer Verschlechterung hätten führen können. Der ursprünglich im Stampfbeton höhere Porenraum, der bislang als Pufferraum für etwaige Salzkristalle diente, wäre durch das Verpressen erheblich verringert oder gar beseitigt worden. In der Endkonsequenz konnte auf diese Sanierung sogar verzichtet werden = „*ingesparte Sanierung*“.

### **3. Zusammenfassung, Empfehlungen**

Bei der Sanierung bzw. Instandsetzung von Betonbauwerken ist eine sehr sorgfältige Vorerkundung des Bauwerkes unerlässlich. Dies verlangt entsprechende Verfahren bzw. Methoden in ausreichend nötigem Umfang. Dazu gehört aber auch eine gewissenhafte Prüfung der Baugeschichte, die Sichtung von Bestandsunterlagen und auch eine umfassende Einschätzung der künftigen Nutzungsbedingungen. Danach erst kann eine sinnvolle und angemessene Instandsetzung geplant werden.

Im weitesten ist dann eine sachgerechte Umsetzung der Planung durch geeignete Mittel und Methoden vorzunehmen auf Basis der anerkannten Regeln der Technik. Dies schließt selbstverständlich auch eine qualifizierte handwerkliche Leistung ein.

Dabei ist es aber auch vonnöten, Defizite aller Art zu benennen und nachhaltig Bedenken anzumelden. Nur so können erhebliche Folgeprobleme, zumindest im wesentlichen, vermieden werden.

Auch bei Instandsetzungsmaßnahmen gibt es neben technischen auch wirtschaftliche Grenzen bis hin zu Preisgrenzen.