

# Feature-Dienst

Nummer 2, November 2005

## Eine Schutzschicht für Brückenpfeiler

**Aggressive Salze werden Tausenden von Brückenbauten zum Verhängnis. Teure und langwierige Sanierungen mit Verkehrsstaus sind die Folge. Dass dies bei vielen Brücken noch zu verhindern ist, zeigt ein Projekt, in dem die beteiligten Partner – darunter WACKER – ein umfassendes Konzept von Schutzmaßnahmen entwickelten: Wasserabweisende Spezialsilane können über viele Jahre hinweg das gefährliche Eindringen von Salzen in den Beton verhindern. Die Prävention kostet nur ein Zehntel der Sanierung – und ist in einer Nacht durchzuführen.**

### **Gefährlicher Salznebel lässt Brücken altern**

Im Winter geht es vielen Brücken an ihr Innerstes. Räumfahrzeuge sind im Dauereinsatz, um mit Streusalz Schnee und Eis auf den Straßen zu entfernen. Zigtausende von Autos rasen jeden Tag vorbei und wirbeln eine Gischt empor, die als stetiger Salznebel um die Brückenpfeiler wabert. Die Salzschrift auf dem Bauwerk zieht weiteres Wasser an, und die kontinuierliche Feuchtigkeit lässt das Salz langsam in den Beton eindringen. Im Lauf der Jahre wandern diese Chloride wegen der werkstoffbedingten Porosität des Betons immer tiefer ins Innere der Pfeiler, bis sie schließlich auf die so genannte Bewehrung – Stäbe aus Stahl – treffen. Und dann beginnt der Stahl zu rosten. Da aber die Korrosi-

onsprodukte mehr Platz brauchen als Eisen, werden Teile des Betons weggesprengt. Die Folge: Der Brückenpfeiler droht seine Tragfähigkeit zu verlieren und muss saniert werden.

### **Sanierung verursacht monatelange Staus...**

„Der Aufwand, den eine solche Brückenpfeiler-Sanierung verursacht, ist enorm – sowohl finanziell wie auch zeitlich“, erläutert Klement Anwander, einer der beiden Inhaber der Konstruktionsgruppe Bauen Kempten AG, die im Auftrag von Autobahndirektionen und Straßen- oder Tiefbauämtern derartige Maßnahmen planerisch begleitet und die Qualität der Arbeiten sicherstellt. „Geht es etwa um einen Mittelpfeiler auf einer Autobahn, so müssen über Monate hinweg zwei Fahrspuren gesperrt werden – mit all den bekannten Folgen für den Verkehrsfluss.“ Schutzgerüste müssen errichtet werden, der Beton wird abgetragen, die Bewehrung freigelegt, eventuell muss man die ganze Brücke abstützen, wenn andernfalls der Pfeiler nicht mehr trägt. Dann muss der Stahl grundiert werden, um ihn gegen Rost zu schützen, und die Bauarbeiter müssen neuen Beton auftragen und darauf achten, dass der neue und alte Werkstoff optimal zusammenpassen, da sonst bereits nach wenigen Jahren neue Schäden entstehen können. „Bis der Beton erhärtet, dauert es allein schon etwa 15 bis 28 Tage“, sagt Anwander, „und anschließend muss die ganze Baustelle auch wieder systematisch abgebaut werden.“

### **...und ein Vielfaches der Herstellkosten**

Monatelange Staus sind bei einer Brückenpfeiler-Sanierung also vorprogrammiert. Auch die Kosten sind

**Tausende Brücken  
betroffen**

nicht gerade gering. Sie betragen ein Vielfaches von dem, was die ursprüngliche Herstellung des Pfeilers gekostet hat: Mit 30.000 Euro schlägt im Allgemeinen die eigentliche Sanierung zu Buche, die Kosten für die Verkehrslenkung betragen zusätzlich weitere 100.000 bis 120.000 Euro. Multipliziert man diese Zahlen mit der Anzahl der Brücken in Deutschland, kommt man auf schwindelerregende Summen. Nach einer DEKRA-Studie sind etwa 14.000 der insgesamt 120.000 Brücken in einem extrem schlechten Zustand; bei weiteren 20.000 Brücken wären umfangreiche Sanierungen nötig. Diese Angaben werden auch durch Zahlen aus dem Bundesverkehrsministerium gestützt. Auf Deutschland kommen durch die notwendigen Brückensanierungen Kosten in Milliardenhöhe zu.

**Schon die Römer  
hatten ein Rezept  
dagegen....**

Daher ist die Frage nahe liegend, ob es nicht eine kostengünstige Möglichkeit gibt, die vielen tausend Brückenpfeiler, die noch nicht sanierungsbedürftig sind, vor dem Salzangriff zu schützen und auf diese Weise eine Sanierung um viele Jahre hinauszuschieben oder ganz überflüssig zu machen. „Genau dies ist in der Tat machbar“, sagt Andreas Gerdes, Leiter der Abteilung Bauchemie und Bauwerkssensorik am Forschungszentrum Karlsruhe und Professor an der Fachhochschule Karlsruhe. „Die Ursprungsidee hatten schon die Römer, als sie vor 2000 Jahren ihre Bauten mit Ölen und Fetten wasserabweisend machten.“

**...doch lange war es  
nicht effizient genug**

Doch eine wirklich nachhaltige Art der Hydrophobierung fanden die Fachleute erst vor wenigen Jahren. Zu-

erst musste man einiges an Lehrgeld bezahlen: „In den 1970er Jahren wurden viele Hoffnungen geweckt und leider wieder enttäuscht“, berichtet Gerdes. Damals wurden oft hochverdünnte Systeme gewählt, deren Einwirkzeiten zu kurz waren. „Die Wirkstoffe blieben dann im ersten Viertelmillimeter des Betons hängen und waren nach ein bis zwei Jahren schon wieder verschwunden. Auch wusste man noch nicht, dass man sie nur auf trockenen Untergrund auftragen darf. Und eine Qualitätskontrolle durch Probenentnahmen fand nicht statt.“ Die Folge: Die erhoffte Schutzwirkung trat nicht ein – „und viele sagten: Die Hydrophobierung taugt nichts.“

**Die Schweden zeigen, wie's geht**

Doch das war ein Irrtum. „Wenn man es richtig macht, ist das eine sehr effiziente Maßnahme für den Bautenschutz – das konnten wir in Schweden beweisen“, sagt der Bauchemie-Experte. Gerdes gab eine Projektarbeit in Auftrag, bei der an fast 30 Brücken in Stockholm Bohrkerne genommen und analysiert wurden. „Diese Brücken waren vor zwölf Jahren so gut hydrophobiert worden, dass die Wirkstoffe bis in sechs Millimeter Tiefe eindringen. Unsere Analysen ergaben, dass an diesen Pfeilern die Chloride bis heute nur wenige Millimeter in den Beton eingedrungen sind – das ist wesentlich weniger als bei den ungeschützten Brücken in Deutschland, wo sie mitunter schon die Stahlbewehrung in 40-50 Millimeter Tiefe erreichen.“

**Eine wasserabweisende Schicht gegen die Salze**

Aufgrund solch guter Erfahrungen in Schweden sowie in der Schweiz startete daher auch in Deutschland eine gründliche Untersuchung, ob Hydrophobierung die Le-

**Gemeinsames Projekt  
aller Beteiligten**

Lebensdauer von Brückenbauwerken deutlich verlängern kann. Beteiligt waren erstmals alle in einer solchen Maßnahme involvierten Partner: neben der wissenschaftlichen Begleitung durch das Team von Andreas Gerdes waren dies die Autobahndirektion Südbayern, Dienststelle Kempten als Auftraggeber, die Konstruktionsgruppe Bauen Kempten AG für die Planung und Qualitätssicherung, die Sto AG und Aquastahl als diejenigen Firmen, die das Hydrophobierungs-Produkt herstellen beziehungsweise auf den Beton auftragen und schließlich WACKER als Lieferant der Rohstoffe für die Hydrophobierung.

**Jede Brücke ist  
individuell zu  
betrachten**

Mitarbeiter von Gerdes führten zunächst an 16 Brücken Voruntersuchungen mit jeweils sechs Bohrkernen durch, um den aktuellen Zustand der Pfeiler zu ermitteln. „Hier zeigte sich, dass die Planungsannahme der Brückenbauer, dass die Pfeiler eine Lebensdauer von etwa 90 Jahren hätten, in vielen Fällen nicht zutreffend ist“, sagt Gerdes. „Viele sind bereits mit 20 Jahren instandsetzungsreif. Und noch schlimmer: Man kann nicht einfach aus dem Alter einer Brücke auf den Sanierungsbedarf schließen. Die Brückenpfeiler, die wir untersuchten, waren beispielsweise alle noch nicht sanierungsbedürftig, aber mitunter war bei Brücken von 1990 die Chlorideindringtiefe wesentlich höher als bei Brücken von 1975 – jedes Bauwerk erfordert eine individuelle Untersuchung.“ Wie tief die Salze bereits eingedrungen sind, hängt unter anderem vom verwendeten Beton ab, aber natürlich auch von der Verkehrsdichte auf den je-

weiligen Straßen und von den Mengen an Salz, das an diesen Orten gestreut wurde.

**Eine Creme  
aus Silanen,**

Nach diesen Voruntersuchungen ging es darum, ein Konzept zu entwickeln, das die Brücken bestmöglich durch eine wasserabweisende Schicht vor weiteren Schäden schützt. „Ideal ist eine Art Creme oder Gel aus Silanen – das sind siliciumhaltige chemische Verbindungen“, erklärt Leonhard Gollwitzer, bei WACKER technischer Experte für die Hydrophobierung von Bauten aller Art. „Wir verwenden dabei keine Lösungsmittel, damit das Gel nicht zu dünnflüssig wird.“ Die hohe Viskosität sorgt dafür, dass die Wirkstoffe vom Spritzwasser auf der Autobahn nicht wieder von der Pfeileroberfläche weggeweht werden und dass sie langsam – innerhalb einiger Tage – in die Poren des Betons eindringen und einen langdauernden Schutz bewirken.

**dickflüssig...**

**...und stabil gegen die  
alkalische Wirkung  
des Betons**

Ziel ist es, dass sie bis zu einer Tiefe von etwa sechs Millimeter vordringen, die Poren des Betons wasserabweisend auskleiden und das salzhaltige Wasser draußen halten. „Außerdem müssen die Wirkstoffe alkali-stabil sein, damit sie nicht im Lauf der Zeit vom Beton zersetzt werden“, erläutert der Chemiker. „Und das Produkt soll in der Farbe auf den Beton abgestimmt oder farblos sein, damit das Siliconharznetzwerk, das sich im Baustoff ausbildet, die optische Wirkung der Pfeiler nicht verändert.“

Johannes Müller, Bereichsleiter und Produktmanager Beton bei der Sto AG, ergänzt: „Die Rohstoffe, die wir

von WACKER erhalten, machen wir zu einem praxistauglichen Produkt, das auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt ist und sich gut auf den Beton aufspritzen lässt. In unserem Projekt konnten wir zeigen, dass die typische Hydrophobierung eines Pfeilers innerhalb drei bis vier Stunden abgeschlossen ist.“ Durch das Aufspritzen entsteht eine etwa 0,2 bis 0,5 Millimeter dünne Silan-Schicht auf den Pfeilern, die nach und nach ins Innere des Betons eindringt.

**Exakt die richtigen Wirkstoffe in den richtigen Eindringtiefen...**

Die anschließenden Probenentnahmen bewiesen, dass mit diesem Konzept genau das erreicht werden kann, was beabsichtigt war. „Unsere Resultate waren sehr positiv“, berichtet Klement Anwander, der gerade den Abschlussbericht des Projektes erstellt. „Wir haben exakt die gewünschten Eindringtiefen und Wirkstoffmengen erreicht. Damit haben wir nun eine Lösung, die auch bestehende Brückenpfeiler, bei denen die Salzfront noch nicht bis zur Bewehrung vorgedrungen ist, vor weiteren Schäden bewahrt.“ Und Professor Gerdes fügt hinzu: „Wie das Beispiel Schweden zeigt, kann so eine Schutzschicht 15 bis 20 Jahre halten – und natürlich kann man dann noch einmal eine neue wasserabweisende Schicht aufbringen.“

**...ergeben einen Schutz für mindestens zehn Jahre...**

**...und die Arbeiten dauern nur eine Nacht.**

Ein weiterer Vorteil dieses präventiven Brückenschutzes ist nicht zu unterschätzen: „Eine Hydrophobierungsmaßnahme kostet nur ein Zehntel einer Sanierung und sie ist innerhalb einer Nacht durchzuführen“, betont Klement Anwander. „Gegenüber monatelangen Fahrspur-Sperrungen und Staus auf der Autobahn, wie sie

bei einer Sanierungsmaßnahme typisch sind, ist das mit Sicherheit etwas, was jeder Verkehrsteilnehmer dankbar zu schätzen weiß!“ Prävention ist auch bei Brücken – wie im Gesundheitswesen – billiger, schonender und effizienter als die spätere Sanierung.

Fotos können Sie auf unserer Website unter folgendem Link bestellen:

<http://www.wacker.com/pressebilder>



## FEATURE-DIENST

Seite 9 von 9

### **Weitere Informationen erhalten Sie von:**

Wacker Chemie AG

Presse und Information

Florian Degenhart

Telefon +49 89 6279-1601

Fax +49 89 6279-2877

[florian.degenhart@wacker.com](mailto:florian.degenhart@wacker.com)

### **Unternehmenskurzprofil:**

WACKER ist ein global tätiges Unternehmen mit rund 14.700 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von 2,5 Mrd. EUR.

WACKER verfügt über weltweit 20 Produktionsstätten sowie über ein globales Vertriebsnetz mit rund 100 Tochterunternehmen und Repräsentanzen.

### **Siltronic**

Reinstsiliciumwafer und -einkristalle für Halbleiter-Bauelemente

### **WACKER SILICONES**

Siliconöle, -emulsionen, -kautschuk und -harze, Silane, Pyrogene Kieselsäuren, Thermoplastische Siliconelastomere

### **WACKER POLYMERS**

Dispersionspulver und Baudispersionen, Festharze, Polyvinylbutyrale

### **WACKER FINE CHEMICALS**

Kundensynthese, Feinchemikalien, Biologics und weitere biotechnologische Produkte

### **WACKER POLYSILICON**

Polysilicium für die Halbleiter- und Photovoltaikindustrie