

# Vorbeugen ist besser als Sanieren

**Bauwerksanalyse** ■ Das vorzeitige Versagen von Bauwerken verursacht zahlreiche Probleme. Deshalb ist es wichtig, fundierte Aussagen über ihren Lebenszyklus treffen und durch frühzeitige Maßnahmen zukünftige Sanierungen vermeiden zu können. Die Ionys AG erstellt mit neuen wissenschaftlichen Methoden unter anderem Zustandsanalysen von Bauwerken. Sie greift dabei im Wesentlichen auf werkstoffbasierte Kenngrößen zurück. Wie das Karlsruher Unternehmen dabei vorgeht, zeigen zwei Beispiele: das Erstellen von Zustandsanalysen von Betonbauwerken sowie das Überprüfen von Hydrophobierungen an Betonoberflächen. **Paul Wirtz und Yasmin Karon**

An die Oberflächenbeschaffenheit von Infrastrukturbauwerken wie Trinkwasserspeichern und Brücken werden hinsichtlich Güte und Dauerhaftigkeit hohe Anforderungen gestellt (Abb. 1/2). Trotzdem erreichen beispielsweise Trinkwasserbehälter-Beschichtungen in vielen Fällen nur eine Nutzungsdauer von wenigen Jahren.

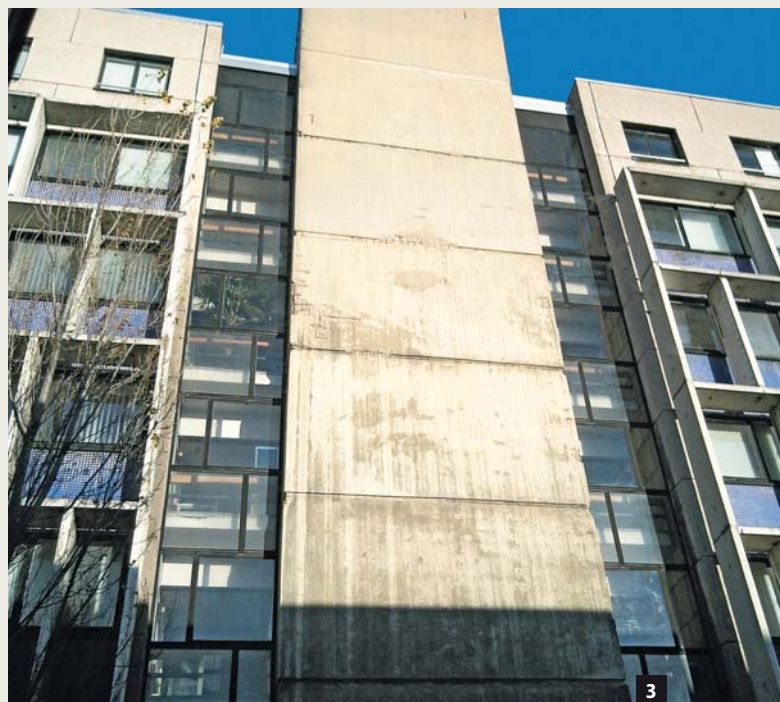
Bei Investitions- und Desinvestitionsentscheidungen werden im Rahmen der

Due Diligence bei Bestandsimmobilien in technischer Hinsicht größtenteils vergleichsweise einfache Methoden angewandt, um den Zustand der Bausubstanz sowie den unmittelbaren und zukünftigen Sanierungsbedarf zu ermitteln. So werden beispielsweise allein nach Sichtprüfungen und auf mehrjährigen Erfahrungen beruhende Pauschalwerte weitreichende Abschätzungen über den Zustand eines Bau-

werkes und dessen Sanierungsbedarf vorgenommen. Aufgrund der geringen Aussagekraft solcher „Analysen“ kann das zu fatalen Fehleinschätzungen führen, die sich praktisch im Nachtragsmanagement der beteiligten Unternehmen, der nicht termingerechten Fertigstellung und im kurzfristigen Auftreten von neuen Bauschäden im Reklamationsmanagement niederschlagen.



**Abb. 1:** Gerade bei Brückenbauwerken können geeignete Präventionsmaßnahmen aufwendige Sanierungsmaßnahmen reduzieren oder gar verhindern.



**Abb. 2:** Auf die Beschichtungen von Trinkwasserbehältern wirkt ständig Wasser ein. Deshalb sollten sie in regelmäßigen Abständen auf Schadstellen überprüft werden.

**Abb. 3:** Physikalische und chemische Verfahren können konkrete Aussagen über den Zustand der Bausubstanz, den Zustand des Betons und der darunterliegenden Stahlbewehrung liefern.

Neue wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse ermöglichen jetzt die Erstellung einer Zustandsanalyse, die im Wesentlichen auf werkstoffbasierte Kenngrößen zurückgreift. Genau hier setzt das Konzept der Ionys AG an. Je nach Anforderung erfolgt die kostenoptimierte und zeitnahe Ermittlung des Zustands der Bausubstanz durch eine gezielte Auswahl von verschiedenen naturwissenschaftlich-technischen Methoden und Verfahren, die sowohl vor Ort als auch im Labor durchgeführt werden.

Zur Verfügung steht dabei eine ganze Bandbreite an Untersuchungsmethoden, um die Fragestellung und das Schadens-

bild näher einzukreisen und zu eindeutigen Aussagen zu gelangen. So lassen sich anhand von Werten aus physikalischen und chemischen Analysen, die an Proben eines Betonbauwerks ermittelt werden, Rückschlüsse auf den Zustand des Betons und der darunterliegenden Stahlbewehrung ziehen (Abb. 3). Bruchstellen beim Überprüfen der Oberflächenhaftzugfestigkeit deuten etwa auf Schwachstellen hin, die durch feinere chemische Untersuchungsmethoden weiter konkretisiert werden können. Um außerdem Aussagen über die potenzielle Gefährdung der Stahlbewehrung zu erhalten, wird ein Bewehrungssuchgerät eingesetzt, das die Beweh-

rungsüberdeckung bis zum magnetisierbaren Bewehrungsstahl misst.

Der Angriff auf den Bewehrungsstahl kann vor allem durch eingedrungene Salze, insbesondere Chloride, erfolgen. Diese lassen sich mittels Ionenchromatografie im Betonprobenkörper nachweisen. Neben Ionen, wie beispielsweise Sulfaten, Nitraten und Phosphaten, können auch Alkali- und Erdalkali-Ionen erfasst werden.

Die mineralogische Zusammensetzung des Probenmaterials lässt sich mit der Röntgendiffraktometrie feststellen. Über Calciumcarbonat- und Calciumhydroxid-Gehalte, die mithilfe thermogravimetrischer Untersuchungen bestimmt werden können, ist man außerdem in der Lage, Auslaugungs- und Alterungseffekte aufzudecken.

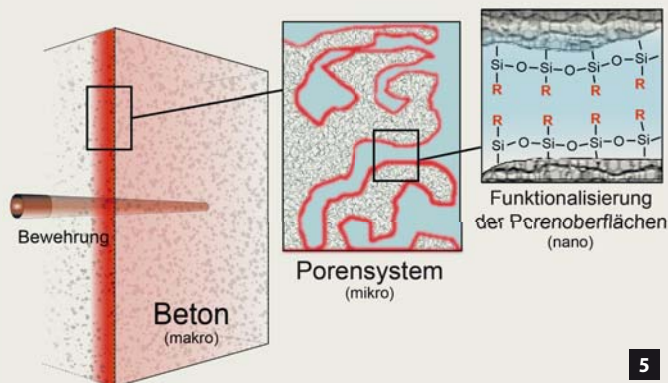
Die Gesamtporosität und Porengrößenverteilung innerhalb des Werkstoffes kann mittels Quecksilber-Druckporosimeter charakterisiert werden. Außerdem lässt sich die Oberflächenbeschaffenheit einer Probe und die chemische Zusammensetzung des oberflächennahen Probenmaterials über elektronenmikroskopische Untersuchungen ermitteln. So konnte »

## IONYS AG

Die Ionys AG wurde 2008 mit dem Ziel gegründet, Ergebnisse aus der Spitzenforschung der Wirtschaft zugänglich zu machen, zum einen durch die Entwicklung von neuen Werkstoffen, zum anderen durch praxisgerechte Handlungskonzepte in Verbindung mit ingenieurwissenschaftlichem Know-how innerhalb eines breit gefächerten Dienstleistungsspektrums. So ist das Unternehmen zum Beispiel in der Lage, die Wirksamkeit und das Langzeitverhalten von Hydrophobierungen zu prüfen, und entwickelt zurzeit ein eigenes Hydrophobierungsmittel. ([www.ionys.de](http://www.ionys.de))



4



5

**Abb. 4:** Die Hydrophobierung von Betonbauwerken schützt vor zerstörenden chemischen Prozessen.

**Abb. 5:** Hydrophobierung eines zementgebundenen Werkstoffes

sogar einmal nachgewiesen werden, dass vonseiten eines Baustoffherstellers ein nicht durchreagierter Stoff in die Produktionskette gelangt ist.

### Hydrophobierungen an Stahlbetonbauwerken überprüfen

Beton ist einer der beständigsten und stabilsten Baustoffe. Dennoch sind auch Betonbauwerke im Laufe ihrer Nutzung den unterschiedlichsten physikalischen und chemischen Belastungen ausgesetzt. Stets ist Feuchtigkeit an – teilweise gravierenden – Schäden am Beton beteiligt. Wasser kann ihm durch Frost-Tau-Prozesse stark zusetzen. Als Transport- und Reaktionsmedium kann es für zerstörende chemische Prozesse sorgen, indem aggressive Substanzen wie beispielsweise Chlorid-Ionen aus Streusalzen in das Innere der Betonbauwerke eingeschleust werden. Insbesondere bei Bauwerken der Infrastruktur, beispielsweise Tunnel oder Brücken, führt die kapillare Aufnahme von Tausalzungen schon in kurzer Zeit zu erheblichen Korrosionsschäden an der Bewehrung.

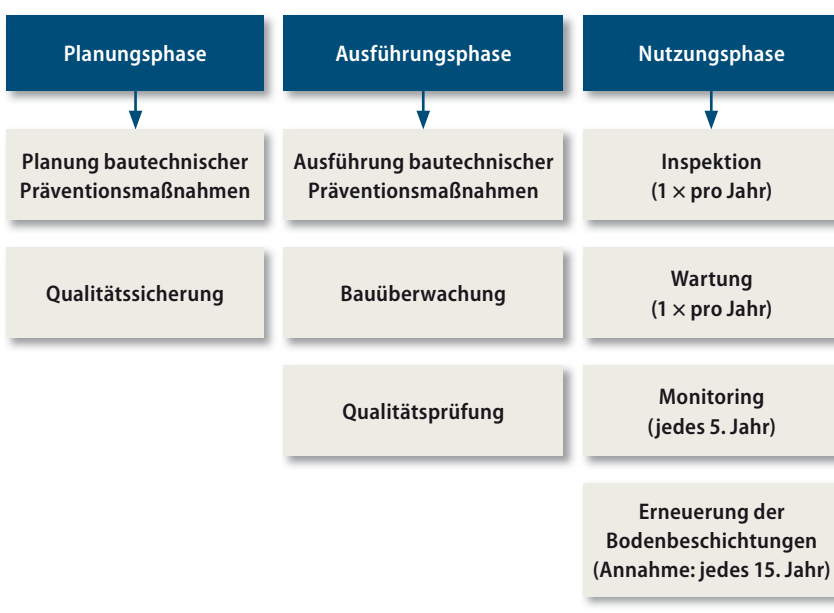
Einen Ausweg bietet die Hydrophobierung von Betonbauwerken mit siliciumorganischen Verbindungen (Silane), die die kapillare Aufnahme wässriger Lösungen unterbinden, diese damit vor Umwelteinflüssen schützen und deren Nutzungsdauer verlängern (Abb. 4). Die Silane werden nach der Applikation in den Beton transportiert und gehen eine chemische Reaktion mit der Porenoberfläche ein (Abb. 5).

## BEISPIEL

### Präventionskonzept für eine Tiefgarage

Eine zehn Jahre alte Tiefgarage musste nahezu zum ursprünglichen Erstellungspreis saniert werden. Wäre das Bauwerk im Zuge eines ganzheitlichen Präventionskonzepts untersucht worden, hätten die notwendigen, aus den Untersuchungen abgeleiteten Instandhaltungsmaßnahmen nur rund zehn Prozent der jetzt erforderlichen Aufwendungen gekostet. Denn durch gezielte Analysemethoden hätte man das Versagen der Baustoffe frühzeitig feststellen und ihm mit gezielten Maßnahmen entgegenwirken können. Bei diesen Untersuchungen wären insbesondere das Oberflächensystem (Beschichtung), der Beton im Bereich der Stützen, die Decke im Bereich der Fugen sowie die Funktion der Infrastruktur kontrolliert worden. Dabei wären sowohl Sichtprüfungen als auch Laboranalysen zum Einsatz gekommen.

Ein Präventionskonzept für Parkbauten lässt sich folgendermaßen gliedern:



Die Bildung eines Silikonharzfilms auf den inneren Porenoberflächen bewirkt schließlich die wasserabweisenden Eigen-

schaften. Die Poren werden dabei aber nicht verschlossen, die Atmungsaktivität des Betons bleibt so gut wie unverändert erhalten.

Die Langzeiteffizienz eines Hydrophobierungsmittels ist aber nicht immer gegeben. So war gerade an Hydrophobierungen aus den 1970er- und 1980er-Jahren bereits wenige Jahre nach der Applikation des Hydrophobierungsmittels keine Reduktion in der kapillaren Wasseraufnahme mehr festzustellen. Das deutete auf eine starke Abnahme der hydrophoben Wirkung hin. Im Zuge von Zustandsanalysen und Qualitätssicherung von Betonbauwerken ist es daher von besonderem Interesse, die Wirksamkeit und das Langzeitverhalten von Hydrophobierungen zu prüfen.

Die Wirksamkeit einer Hydrophobierung kann anhand der Größen Eindringtiefe und Wirkstoffgehalt in der Betonrandzone bewertet werden. Die Eindringtiefe des Hydrophobierungsmittels und der Wirkstoffgehalt sind wiederum entscheidend von der Kontaktzeit zwischen Hydrophobierungsmittel (Silan) und Werkstoff, den Betoneigenschaften (W/Z-Wert, Feuchtegehalt) und dem Typ von gegebenenfalls verwendeten Lösungsmitteln abhängig. Diese Faktoren müssen bei der Bewertung einer Hydrophobierung berücksichtigt werden.

### Wirksamkeit mit FT-IR-Spektroskopie prüfen

Um aus den beiden Größen Eindringtiefe und Wirkstoffgehalt ein charakteristisches Wirkstoffprofil zu bestimmen, arbeitete

Prof. Dr. Andreas Gerdes die Methode der Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie für die Anwendung auf zementgebundene Werkstoffe aus. Sie erlaubt, auf wenig zeit- und arbeitsintensive Weise Wirkstoffgehalte tiefenaufgelöst zu bestimmen, um Aussagen über den Wirkungsgrad eines Hydrophobierungsmittels zu treffen.

Die analytische Methode der FT-IR-Spektroskopie ist ein leistungsfähiges Verfahren zur Identifizierung und Quantifizierung von organischen Verbindungen und wird in allen Bereichen der analytischen Chemie eingesetzt. Um die Wirksamkeit einer Hydrophobierung festzustellen, wird mit dieser Methode die Menge an Silikonharz quantitativ bestimmt, die an der Betonrandzone gebildet wird und zum hydrophoben Effekt führt.

Im Bauwesen hat sich das Verfahren sowohl zur Schadensanalyse als auch zur Qualitätskontrolle bewährt.

### Ganzheitliche Präventionskonzepte erstellen

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen in Verbindung mit einer bauphysikalischen Diagnose dienen als Grundlage für die Erstellung von ganzheitlichen Präventionskonzepten, die am Lebenszyklus eines Bauwerks orientiert sind. Dank geeigneter Maßnahmen ist es möglich, die Lebensdauer einer Immobilie zu einem Bruchteil der Kosten des zukünftig zu erwartenden Sanie-

rungsaufwands zu verlängern und damit die Lebenszykluskosten zu optimieren.

Ein effizientes Lebenszyklusmanagement muss letztlich aber am Werkstoff und seinen Eigenschaften selbst ansetzen. Nur durch eine verbesserte Produktperformance kann die Instandsetzungsfreie Bauwerksnutzung deutlich verlängert werden. Die Ionys AG setzt deshalb ihr Know-how nicht nur zur Zustandsanalyse von Bauwerken ein, sondern entwickelt im Rahmen eigener Forschungsprogramme mineralische Hochleistungswerkstoffe und Oberflächenschutzsysteme. ■

#### Autoren

**Paul Wirtz**  
Vorstand

**Yasmin Karon**  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
**Ionys AG**  
Eggenstein-Leopoldshafen

**BauenimBestand**  **.de**



#### Online-Archiv

unter [www.BauenimBestand24.de](http://www.BauenimBestand24.de)

#### Themen

**Baustoffe und Materialien,**  
**Ingenieurbauwerke**

#### Schlagworte

**Bauwerksanalyse,**  
**Betoninstandsetzung,**  
**Hydrophobierung, Nachhaltigkeit**