

# Schutzmassnahmen beim Sichtbeton und deren Überprüfung

Text und Bilder Dr. Uwe Erfurth, dipl. Chemiker

**Die Fassaden einer Wohnsiedlung der Stadt Zürich sollten renoviert werden. Ein beauftragtes Architekturbüro liess sich von einem Farbhersteller beraten und fertigte nach dessen Vorgaben ein Leistungsverzeichnis an. Eine Reihe von konstruktiven und dekorativen Details waren in unbehandelter Sichtbetonbauweise erstellt. Nach Einsatz von Biociden zur Abtötung der Mikroorganismen und Reinigung der Bauteilflächen mit Hochdruckwasser sollten die Sichtbetonflächen nicht weiter behandelt werden.**

Der beauftragte, qualitätsbewusste Maler, der nach kritischer Prüfung des Leistungsverzeichnisses zu dem Ergebnis kam, dass es bessere Alternativen gäbe, beauftragte seinerseits einen Sachverständigen mit der Begutachtung der Fassaden und der Erstellung geeigneter Sanierungsmassnahmen mit grosser Nachhaltigkeit.

Der Untersuchungsbericht kam zu folgendem Ergebnis: Alle Sichtbetonflächen stellten aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaft – kapillar saugfähig, relativ rauhe Oberfläche, langsame Wasserabgabe – einen idealen Besiedlungsboden für jede Art von Mikroorga-

nismen wie Algen, Pilze oder Flechten dar. Eine Reinigung würde zwar die Oberfläche säubern, aber nicht nachhaltig, sondern nur sehr kurzfristig; gleichzeitig wird aber die Oberfläche noch rauer durch den Abbau der durch die Umweltbelastung geschädigten Zementfeinschlämpe, die bei der Reinigung mit Druckwasser weitgehend entfernt wird. Diese Flächen müssen nach der Reinigung hydrophobiert werden, damit das kapillare Saugen stark reduziert wird. Nur so kann der sonst wieder schnell zu erwartende Befall mit Mikroorganismen verzögert werden. Gleichzeitig wird der Betonschutz optimiert.

Das beauftragte Planungsbüro liess sich von diesem Konzept überzeugen. Der Sichtbeton wurde gemäss den Empfehlungen mit dem vorgeschriebenen Hydrophobierungsmittel imprägniert.

Die Stadt Zürich beauftragte noch während der Arbeiten zur Qualitätssicherung ein anderes Sachverständigenbüro mit der Überprüfung der Arbeiten. Dieses stellte im Ergebnis fest, dass die Hydrophobierung nicht funktioniere.

Daraus ergaben sich zwei Fragen, die nach Erfahrungen des Autors in der Praxis immer wieder falsch beurteilt werden:

1. Ist eine Hydrophobierung ein geeigneter Betonschutz?
2. Wie kann man die Wirksamkeit einer Hydrophobierung mit relativ einfachen Mitteln feststellen?



Starker Mikroorganismenbefall der Sichtbetonflächen beim Blumentrog bzw. den Betonbalken



Die Probe bei der Messung



Detail nach zwölf Stunden

### Betonenschutz mit Hydrophobierungen

Es dürfte allgemein bekannt sein, dass der Stahl im Beton dann rosten kann, wenn die Alkalität des Betons durch die Carbonatisierung unter einen pH-Wert von zirka 9,5 bis 10 abgesunken ist. Da die Carbonatisierung durch die in den Beton eindiffundierende Luftkohlen-säure ( $\text{CO}_2$ ) bewirkt wird, hat man als ein mögliches Schutzprinzip die sogenannten Carbonisationsbremsen in Form von  $\text{CO}_2$ -dichten Beschichtungen entwickelt.

Nicht allen bekannt ist die Tatsache, dass diese Beschichtungen schon bei geringsten Fehlstellenanteilen nicht mehr funktionieren. Daraus kann man ableiten, dass eine Carbonisationsbremse mit Beschichtungen nur dann zu verwirklichen ist, wenn man die Betonoberflächen vollständig abspachtelt, um alle Risse, Lunker und grossen Poren zu schliessen. Da dies in vielen Fällen die Optik des Sichtbetons zerstört, hat man nach anderen Möglichkeiten gesucht.

Was auch heute noch von vielen Malern übersehen wird, ist die Tatsache, dass zur Rostbildung neben dem Alkalitätsverlust noch zwei weitere Faktoren notwendig sind: Wasser und Sauerstoff.

Daraus kann man ableiten, dass in einem carbonatisierten Beton eine Rostbildung dann unterbleibt, wenn Wasser nicht bis zu den Eisen vordringen kann. Eine Erfahrung, die übrigens auf alle alten Betondecken zutrifft, die

häufig längst durchcarbonatisiert sind, ohne dass es zu Problemen kommt. Daraus wurde das Korrosionsschutzprinzip «W» = Wasserschutz entwickelt. Dies lässt sich mit Hydrophobierungen verwirklichen.

### Vielfältige Auswahlpalette

Bei der Auswahl der Hydrophobierungsmittel stehen einem heute zahlreiche Rohstoffe in unterschiedlichen Verdünnungsraten zur Verfügung. Der fachkundige Maler weiss, dass die polymeren Siliconharzlösungen wegen der mangelhaften Bindung an den Untergrund schon seit 30 Jahren out sind, weil die Lebensdauer viel zu niedrig ist. Möglich sind nur die reaktiven Hydrophobierungsmittel wie die oligomeren Siloxane und die monomeren Silane. Dass beide Stoffgruppen besonders alkalistabil ausgerüstet sein müssen, versteht sich bei Beton von selbst.

Beton hat eine gewaltige innere Oberfläche: Ein Gramm des feinen Zementleims hat aufgrund der zahlreichen sehr feinen Poren eine innere Oberfläche von 1,5 Quadratmetern! Um diese Fläche sicher belegen zu können, benötigt man hoch konzentrierte Hydrophobierungsmittel, wobei die Wirkstoffe möglichst klein sein sollten, um auch in feinste Poren eindringen zu können. Aus diesen Erkenntnissen folgt, dass eine dauerhafte Hydrophobierung von Beton am besten mit den monomeren Silanen gelingt, die ohne Lösemittel, also als 100-prozentiger Wirkstoff ein-

gesetzt werden können. Solch ein Silan wurde deshalb hier erwähnten Fall vorgeschrieben.

Wie kann man die Wirksamkeit einer Hydrophobierung mit relativ einfachen Mitteln feststellen?

Das von der Stadt Zürich zur Qualitätssicherung eingeschaltete Gutachterbüro stellte in seinem Protokoll fest, dass die Hydrophobierung nicht funktioniert. Wie dies festgestellt wurde, wurde nicht berichtet.

Häufig wird zur Feststellung der Hydrophobie nur die Oberfläche mit Wasser benetzt, um zu prüfen, ob das Wasser abperlt. Der Abperleffekt allein sagt aber gar nichts über die Güte der Hydrophobierung aus. Am Bau ist deshalb die einzig vernünftige Methode die Messung mit dem Karsten'schen Prüfröhr. Nachdem uns die von dem Sachverständigenbüro entnommenen sehr kleinen Bohrkerne zugeschiedt worden waren, haben wir deshalb nach dieser einfachen Methode die Wasseraufnahme bestimmt, weil die geringen Abmessungen eine Prüfung nach EN 1062 nicht zulassen.

Dabei wird das Karsten'sche Prüfröhr auf die Probenoberfläche mit einer plastischen Masse geklebt und mit Wasser gefüllt. Entgegen der EN 1062 wird hier also die Wasseraufnahme nicht allein durch kapillares Saugen, sondern durch kapillares Saugen unter einem geringen hydrostatischen Druck durchgeführt. Dies sind erschwerte Bedingungen, so dass bei dem Versuch

nach EN 1062 eher etwas niedrigere Werte zu erwarten sind. Bei Beton ist aber der Porenradius so gering, dass die Unterschiede gegen Null gehen. Es muss angemerkt werden, dass bei Prüfungen von länger als 30 Minuten das Röhrchen mit Alufolie abgedeckt werden muss, um Verluste durch Verdunstung zu verhindern, die sonst das Ergebnis stark verfälschen würden.

Um einen Vergleich mit einer nicht mit Silan 100 imprägnierten Fläche zu haben, wurde die Rückseite einer Probe nach der gleichen Methode untersucht.

#### Versuch 1:

behandelte = imprägnierte Oberfläche  
Wasseraufnahme  
in den ersten 10 Minuten: 0,2 ml  
Danach in 24 h: 0,1 ml

#### Ergebnis:

In die sulfatisierten Oberflächenzone des Betons kommt es bekanntermassen zu Störungen der Siloxan-Reaktion. In der «Tiefe» (< 1 mm) hat sie offensichtlich stattgefunden, da ein seitlicher Austritt des Wassers auch nach 72 Stunden nicht festgestellt werden konnte. Dies belegt zweifelsfrei die Wirksamkeit der mit Silan-100 durchgeführten Hydrophobierung.

Rechnet man die Werte auf den w-Wert nach EN 1062 um so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Wasseraufnahme in 24 h: 0,1258 kg/m<sup>2</sup>  
w<sub>24h</sub>-Wert: 0,026 kg/m<sup>2</sup> h<sup>0,5</sup>

#### Versuch 2:

unbehandelte Rückseite:  
Wasseraufnahme  
in den ersten 5 Minuten: 0,25 ml  
nach 30 Minuten: 0,65 ml  
nach 1 Stunde: 1,10 ml

#### Ergebnis:

Die Rückseite liegt im gut verdichteten Beton, der in seiner Porosität mit der Oberfläche sicher nicht vergleichbar ist. Man kann hier von einem optimal verdichteter Porosität ausgehen. Dennoch ist die Saugfähigkeit grösser als die der poröseren, aber imprägnierten Oberfläche.

Rechnet man die Werte auf den w-Wert nach EN 1062 um, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Wasseraufnahme in 1 h: 0,6919 kg/m<sup>2</sup>  
w<sub>1h</sub>-Wert: 0,69 kg/m<sup>2</sup> h<sup>0,5</sup>

Stellt man einen prozentualen Vergleich auf, um die Wirksamkeit der Hydrophobierung zu bewerten, so ergibt sich folgendes:

w-Wert unbehandelt: 0,690 kg/m<sup>2</sup> h<sup>0,5</sup>  
100 %  
w-Wert behandelt: 0,026 kg/m<sup>2</sup> h<sup>0,5</sup>  
3,8 %

#### Zusammenfassung

Der Vorteil der Karsten-Methode ist, dass er auch vor Ort an den Baustoffoberflächen durchzuführen ist, so dass eine zerstörungsfreie Nachweismethode vorliegt.

Die Messungen der Wasseraufnahme an den Proben aus der Wohnsiedlung haben eine deutliche Reduktion des w-Wertes ergeben.