

MPVA-Spektrum III/08

Schäden an Bauteilen aus Beton (Teil 1)

Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken

Der Dauerhaftigkeit von Bauwerken wird spätestens seit Einführung der neuen Betonnormen im Stahlbetonbau ein ebenso großer Stellenwert beigemessen wie der Standsicherheit oder der Gebrauchstauglichkeit. Dieses Bewusstsein hat sich nicht zuletzt aufgrund der Vielzahl der Schäden entwickelt, die aller Orts an Konstruktionen aus Beton auftreten und deren Ursachen meist in schlechter Planung und mangelhafter Ausführung liegen.

Vor diesem Hintergrund sind nachfolgend einige typische Schäden an Betonbauwerken, mögliche Prüfungen zum Nachweis der Schadensursache sowie Maßnahmen im Rahmen der Sanierung dargestellt.

Sanierung von Betonbauteilen

Zeigen Betonbauteile Schäden in Form von Stahlkorrosion, Rissen oder Betonabplatzungen, so stellt sich die Frage nach einer sachgerechten Sanierung dieser Bauteile. Vor der Sanierung sollten diese Bauteile einer angemessenen Bestandserfassung unterzogen werden. Sowohl die DAfStb-Richtlinie „Schutz- und Instandsetzung von Betonbauteilen“ als auch die entsprechenden Teile der ZTV-ING geben hierfür gute Anhaltspunkte. Bei tragenden Bauteilen sind diese Technischen Regeln auf Basis der bauaufsichtlichen Vorgaben zwingend anzuwenden.

Sehr häufig scheidet die Durchführung sachgerechter sanierungsvorbereitender Untersuchungen an den vermeintlich zu hohen Kosten. Hierbei wird gerne vergessen, dass häufig hohe Nachträge resultieren, wenn im Rahmen der Sanierung Überraschungen wie z. B.

- eine fortgeschrittene Stahlkorrosion, die ggf. nachträgliche Verstärkungen erforderlich macht;
- Undichtheiten der Konstruktion;
- Minderfestigkeiten am Beton;
- für die Aufbringung von Ersatzsystemen zu geringe Abreißfestigkeiten;
- eine Chloridbelastung des Betons

auftreten.

Darüber hinaus können die geschädigten Bereiche auf Basis einer angemessenen Menge an Untersuchungen besser eingegrenzt werden, so dass z. B. die Abtragstiefen (und damit auch die erforderliche Dicke der Sanierungsmaterialien) im Rahmen der Sanierung den Anforderungen entsprechend, aber auch nicht mit einem zu hohen Vorhaltemaß gewählt werden können.

Dieses Thema werden wir auch im Rahmen des „Neuwieder Betontages“ am 03.03.2009 und des Seminars „Brückenbauwerke und deren Sanierung“ vom 04. und 05.03.2009 behandeln.

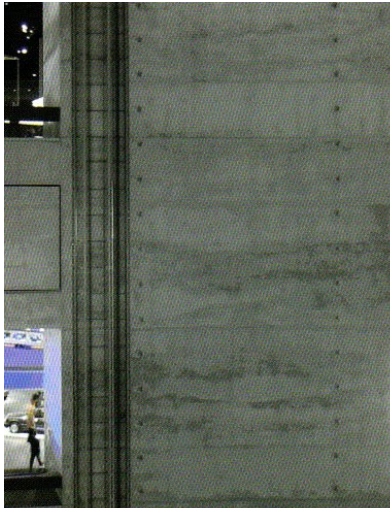
Bewertung von Sichtbetonflächen

Gerade in der jüngeren Vergangenheit ist das Thema der sachgerechten Ausschreibung von Sichtbetonbauteilen in der Literatur intensiv beschrieben worden. Trotzdem zeigt sich im Rahmen gutachterlicher Stellungnahmen immer wieder, dass die sachgerechte Bestellung von Sichtbetonbauteilen eher eine Seltenheit darstellt.

I. d. R. findet sich in den Leistungsverzeichnissen gerade einmal der Begriff Sichtbeton. Eine Konkretisierung der Anforderungen an die Sichtbetonqualität wie z. B. die Festlegung von Sichtbetonklassen, der Textur, Porigkeit oder Gleichmäßigkeit erfolgt in diesen Leistungsverzeichnissen normalerweise nicht. In diesen Fällen ist somit nur ein sichtbarer Beton ohne besondere Anforderungen an die Sichtbetonqualität bestellt worden.

Trotzdem meinen die Planer und Bauherren, dass sie Anspruch auf Sichtbeton nahezu ohne Ausbesserungsstellen, Farbschwankungen oder Wolkenbildung haben. Wenn die ersten Streitigkeiten zwischen dem Bauunternehmen und dem Bauherrn / Planer eskalieren und Sachverständige eingeschaltet werden, haben diese zu beurteilen, ob die vorliegenden Sichtbetonflächen eine sog. typische Beschaffenheit aufweisen.

Unerfahrene Sachverständige tendieren in diesen Fällen häufig dazu, viel zu hohe Anforderungen an die Qualität von sichtbarem Beton zu stellen. Aus diesem Grunde ist im nachfolgenden das Bild einer **hochwertigen Sichtbetonfläche** aus dem Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart (veröffentlicht im Beton + Fertigteile Jahrbuch 2008) abgebildet.



Neben der typischen Beschaffenheit des Sichtbetons ist auch der übliche Betrachtungsabstand und die Umgebung des Objektes bei der Bewertung ggf. vorliegender optischer Beeinträchtigungen von Sichtbetonfassaden zu berücksichtigen.

Minderfestigkeiten aufgrund der Einwirkung von Öl auf den Beton

Bauteile aus Beton, die dauerhaft mit einwirkenden Ölen in Berührung stehen, zeigen in der Praxis häufig reduzierte Betondruckfestigkeiten. Aus diesem Grund sind entsprechend beaufschlagte Bauteile (z. B. Industrieböden, Tankstellenflächen oder Decken und Fundamente, auf denen über Jahre und Jahrzehnte Maschinen standen) im Rahmen einer Umnutzung oder Sanierung i. d. R. auf deren Druckfestigkeit zu überprüfen. Zeigen sich hier deutliche Minderfestigkeiten so sind geeignete Sanierungsverfahren zu wählen, die in der Lage sind, die Qualität des Beton ggf. auch bis in tiefere Schichten wieder herzustellen. Ist dies nicht möglich, so muss der Beton ggf. entfernt und durch neuen Beton ersetzt werden.

Um negative Überraschungen im Rahmen der Sanierung zu vermeiden, sind die belasteten Betone oder auch Estriche vor der Sanierung ggf. auf deren Ölgehalte zu untersuchen. Sind die Ölgehalte erhöht, so kann dies zur Folge haben, dass der belastete Beton einer gesonderten Entsorgung zugeführt werden muss. Ist der Abbruch aber bereits erfolgt, so ist eine Trennung belasteter Bereiche von unbelasteten nicht mehr möglich. In diesem Falle muss der unbelastete Beton gemeinsam mit dem Beton entsorgt werden. Hohe Sanierungskosten sind die Folge.

Zerstörungsfreier Nachweis der Betondruckfestigkeit im Bauwerk

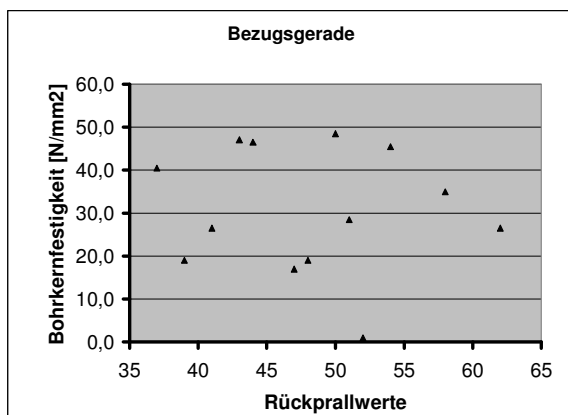
Zum Nachweis der Druckfestigkeit von Bauwerksbetonen wird häufig die Prüfung mit dem Rückprallhammer verwendet. Gemäß dem nationalen Anhang der DIN EN 13791 kann den Rückprallwerten über die Tabelle NA.1 direkt eine Festigkeitsklasse zugeordnet werden.

Sofern man sich jedoch ausschließlich auf Rückprallwerte verlässt, kann dies kostspielige Folgen im Rahmen der Sanierung haben. Üblicherweise liegt die Beurteilung nach der Tabelle NA.1 der DIN EN 13791 zwar sehr auf der sicheren Seite, in Einzelfällen kann sich diese Aussage jedoch auch umkehren, was zu drastischen Fehlbeurteilungen führen kann.

Gründe für ggf. zu positive Untersuchungsergebnisse mit dem Rückprallhammer können z. B. auf die Carbonatisierung der Betonoberfläche zurückzuführen sein. Aus diesem Grunde fordert die DIN EN 13791 das der Rückprallhammer nur bei geringen Carbonisierungstiefen anzuwenden ist. Gerade bei Altbauten ist diese Bedingung häufig aber nicht erfüllt. Daneben wird mit dem Rückprallhammer grundsätzlich nur das elastische Verhalten der Betonoberfläche bestimmt. Gefügestörungen im Beton können mit dem Rückprallhammer weder erkannt noch berücksichtigt werden.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, neben den Rückprallwerten zusätzliche Bohrkernfestigkeiten zu bestimmen.

Im Idealfall können die Bohrkernfestigkeiten mit den Rückprallwerten über eine Bezugsgerade korreliert werden. Häufig liefern diese Bezugsgeraden gut auswertbare und realistische Ergebnisse, bei gleichzeitig im Vergleich zur reinen Bohrkernprüfung deutlich reduzierten Kosten. Auch diese Bezugsgeraden haben jedoch Anwendungsgrenzen. So sind in der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse der Erstellung einer Bezugsgerade aufgeführt, die keinerlei sachgerechte Korrelation lieferte.



Wie dem oben aufgeführten Diagramm zu entnehmen ist, war in diesem Fall keinerlei Zusammenhang zwischen den Bohrkernfestigkeiten und den Rückprallwerten erkennbar. Die Ergebnisse einer reinen Rückprallprüfung hätte in diesem Fall zu einer völlig falschen Beurteilung der Betondruckfestigkeit geführt. Hier mussten die gesamten Ergebnisse der Rückprallprüfungen verworfen werden und die Bewertung der Betondruckfestigkeit ausschließlich auf Basis der ermittelten Bohrkernfestigkeiten erfolgen.

Abschließend sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, dass sich das alte Auswertverfahren der Erstellung einer Bezugsgerade mit Einführung der neuen Norm in wesentlichen Punkten geändert hat, was bei der Bewertung von Bauteilen ggf. erhebliche Auswirkungen auf die ermittelte Betondruckfestigkeit hat.

Dieses Thema werden wir auch im Rahmen des „Neuwieder Betontages“ am 03.03.2009 behandeln.

Nachweis der Betondruckfestigkeit mittels Bohrkernuntersuchungen

Bei dem Nachweis der Betondruckfestigkeit über die Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen handelt es sich um das Referenzverfahren nach DIN EN 13791. Im Rahmen dieser Untersuchung werden Bohrkern aus den betroffenen Bauteilen entnommen und auf deren Druckfestigkeit untersucht.

Auch bei der Bestimmung der Betondruckfestigkeit an Bohrkernen müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein, da diese einen wesentlichen Einfluss auf das Prüfergebnis haben. Hier sind u. a. zu nennen:

- die Position der entnommenen Bohrkern;
- die Bohrkernabmessungen;
- der Stahlanteil im Bohrkern;
- die Vorlagerung und der Feuchtegehalt der Bohrkern.

Bei Minderfestigkeiten ist auch besonders dem Bruchbild der Bohrkern besondere Bedeutung beizumessen.

Dieses Thema werden wir auch im Rahmen des „Neuwieder Betontages“ am 03.03.2009 behandeln.

Betonabplatzungen durch Bewehrungskorrosion

Stahlbewehrung ist im alkalischen Zementsteinmilieu des Betons gegenüber Korrosion geschützt. Der Grund hierfür besteht darin, dass sich bei pH-Werten ≥ 10 eine für Sauerstoff und Wasser nahezu undurchlässige Oxidationsschicht auf der Oberfläche der Bewehrung ausbildet. Diese Passivierung der Bewehrung kann durch die Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Betons aufgehoben werden. Treten dann Wasser und Sauerstoff hinzu, findet Stahlkorrosion statt, die zu einer Volumenvergrößerung und damit zu Betonabplatzungen oberhalb des Bewehrungsstahls führt. Die beiden hinsichtlich der Stahlkorrosion wichtigsten Veränderungen des Betons sind:

- die Absenkung des pH-Wertes durch die **Carbonatisierung** des Betons;
- die Einwirkung von **Chloriden**.

Carbonatisierte Betonbereiche können durch Ansprühen frischer Bruchflächen mit Phenolphthalein auf der Baustelle durch Farbveränderungen nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu können erhöhte Chloridgehalte im Bereich der Bewehrung mit ausreichender Genauigkeit nur durch chemische Laboruntersuchungen nachgewiesen werden.

Die MPVA Neuwied GmbH hat aktuell ein Modell entwickelt, bei dem auf Basis der ermittelten Carbonisierungstiefen und der Verteilung der Betondeckung statistische Aussagen zur Korrosionswahrscheinlichkeit des Stahls im Beton abgeleitet werden können.

Im Gegensatz zur carbonatisierungsbedingten Stahlkorrosion hängt die sachgerechte Bewertung des Korrosionsrisikos des im Stahlbeton enthaltenen Bewehrungsstahls aufgrund erhöhter Chloridgehalte auch vom Zementgehalt und der Zusammensetzung des eingesetzten Zementes ab.

Dieses Thema werden wir auch im Rahmen des „Neuwieder Betontages“ am 03.03.2009 behandeln.

Messung der Betondeckung

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des im Beton enthaltenen Bewehrungsstahls und des Verbundes zwischen Stahl und Beton ist eine Mindestbetondeckung einzuhalten. Da die neuen Betonnormen ein besonderes Augenmerk auf die Dauerhaftigkeit der Stahlbetonbauteile legen, wurden die Anforderungen an die Betondeckung mit Einführung dieser neuen Normen deutlich erhöht.

Zum Nachweis der Betondeckung im Bauteil haben unterschiedliche Gerätehersteller entsprechende Bewehrungssuchgeräte in ihrem Programm, mit denen die Betondeckung zerstörungsfrei ermittelt werden kann. Im Umgang mit diesen Geräten sind jedoch deren Anwendungsgrenzen zu beachten. In Bereichen engliegender oder sich kreuzender Bewehrung, Übergreifungsstößen usw., sind die gewonnenen Ergebnisse mit größter Vorsicht zu interpretieren. Grundsätzlich sollten die Messergebnisse immer durch stichprobenweise Messungen der Betondeckung und des Stabdurchmessers mit dem Messschieber, nach kleinflächigem Freilegen der Bewehrung, überprüft werden.

Die zerstörungsfreie Messung der Betondeckung ist ein hervorragendes Hilfsmittel bei der Bewertung der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen, jedoch in keinem Falle für das nachträgliche Erstellen von Bewehrungsplänen geeignet.

Dieses Thema werden wir auch im Rahmen des „Neuwieder Betontages“ am 03.03.2009 behandeln.

Brandschäden an Bauteilen aus Beton

Treten Brände in Gebäuden auf, so stellt sich dem Eigentümer der Immobilie die Frage, wie stark das Gebäude durch den Brand in Mittleldenshaft gezogen worden ist. Neben den brandbedingten Verschmutzungen und den oberflächlichen Betonabplatzungen können optisch nicht erkennbare Beeinträchtigungen in der Qualität der Bauteile vorliegen. Hier sind u. a. zu nennen:

- Entstehung von Verbundproblemen zwischen der Betonmatrix und dem Bewehrungsstahl;
- Reduzierung der Betondruckfestigkeit;
- Belastung des Stahlbetons mit Chloriden durch Freisetzung bei der Verbrennung chlorhaltiger Stoffe;
- Reduzierung der Zugfestigkeit des im Stahlbeton enthaltenen Bewehrungsstahls;

Neben den üblichen Verfahren zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des beeinträchtigten Stahlbetons, können auch Messungen der vorhandenen Verformungen eine Beurteilungshilfe sein. Hierbei sind jedoch detaillierte Kenntnisse über das statische System und die tatsächliche Belastungssituation erforderlich.

Im Rahmen der Sanierung der betroffenen Bauteile ist der geschädigte Beton zu entfernen und durch geeignete Sanierungsmaterialien zu ersetzen. Sofern die Zugfestigkeit des Bewehrungsstahls signifikant reduziert ist, müssen geeignete Verstärkungsmaßnahmen ergriffen werden.

Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH

Sandkauer Weg 1, 56564 Neuwied
Tel.: 0 26 31 / 39 93-0 • Fax: 0 26 31 / 39 93- 40
www.mpva.de