

Beton muss von Zeit zu Zeit renoviert werden

Text und Bilder **Marianne Huber***

Bei frischem Beton ist die Umgebung rund um die Armierungseisen alkalisch. Dies verhindert, dass sie rosten. Die Alkalität geht mit der Zeit durch den sogenannten Karbonatisierungsprozess verloren. Heisst das, dass unbedingter Schutz vor diesem Prozess gefordert werden muss? Die Autorin dieses applica-Beitrags verneint das.

Ohne zu wissen, dass Eisen und Beton sich unter Temperaturänderung vergleichbar verhalten, erfand der Gärtner Joseph Monier 1849 gleichsam den Eisenbeton. Er produzierte Pflanzgefässe mit Zementmörteln, die als «très chic» galten. Die Sprödigkeit des erhärteten Mörtels führte aber oft zum Bruch

der Gefässe. Eine enorme Verbesserung brachte seine Armierung mit Eisendrahten. Auf diese Idee kam er als Gärtner durch die Beobachtung, dass Pflanzen mit grazilen Stielen dann sehr zäh waren, wenn sie eine Armierung aus Fasern aufwiesen. Er erweiterte damit unbewusst den zwar äusserst druckstabilen, aber spröden Beton um die Eigenschaft, Zugkräfte aufnehmen zu können.

* Betontechnologin HTA und Architektin ETH, Projektleiterin Beton Keimfarben, huber.marianne@bluewin.ch



Die Zeit vergeht, und mit ihr schreitet die Karbonatisierung des Betons fort. Karbonatisierter Beton ist aber mitnichten kranker Beton. Im Gegenteil. Die Karbonatisierung trägt zu seiner Festigkeit und Dichtigkeit bei. (Bild: Adrian Ebnetter)



Wie sanieren? Fachleute sind gefordert, Schäden und Sanierungsmassnahmen in ein vernünftiges Verhältnis zueinander zu setzen.

Moniers Prinzip ist Grundlage des unvergleichlichen Einflusses von Eisenbeton auf die Architektur und Kultur des folgenden Jahrhunderts bis in unsere Zeit. Denn in gleicher Masse, wie die Dimensionierungen von Betonbauteilen reduziert werden konnten, erhöhten sich die Spannweiten generell. Flachdecken waren nun endlich möglich. Gleich einer Achillesferse führt aber genau dieses Potenzial des Stahlbetons zur häufigsten Ursache von Sanierungsfällen bei Betonbauten. Die mögliche Korrosion der Armierung wurde leider bis in die 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts bei Bauten oft nicht genügend berücksichtigt. Vorrang hatte das Streben nach immer schlankeren Bauteilen bei gleichzeitiger Erhöhung der Armierung. Die Überdeckung der Eisen mit Beton wurde dabei immer geringer.

Wasser, Feind aller Armierungseisen

Eisen und Stahl korrodieren bekanntermaßen bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasser und Sauerstoff. Diese Korrosion ist aus zwei Gründen gefährdend für Betonbauwerke. Einerseits wird durch Korrosion der statisch wirksame Querschnitt der Armierungseisen bis zu deren gänzlichen Auflösung reduziert, andererseits führt die chemische Aufnahme von Sauerstoff des Eisens zu einer Volumenvergrößerung, was Risse und Abplatzungen im Beton zur Folge hat. Dieser effektive Verlust an Material verringert also gleichzeitig die Kapazität des betroffenen Bauteils, Zug- und Druckkräfte aufzunehmen. Selbstverständlich werden Bauteile seit jeher um einen Sicherheitsfaktor stärker dimensioniert, als es ihre statische Belastung erfordern würde. Trotzdem können Korrosionsschäden – und sei

Karbonatisierung

Im Beton sind die Armierungseisen von hochalkalischem Kalziumhydroxid umgeben. Dieses entsteht bei der Erhärtung des im gängigen Portlandzement enthaltenen Kalkgesteins. Diese Alkalität verhindert die Korrosion von Eisen durch Sauerstoff. Das Kalziumhydroxid Ca(OH)_2 reagiert chemisch mit der in der Luft vorhandenen Kohlensäure CO_2 . Der Prozess wird als Karbonatisierung bezeichnet. Das Produkt dieser Reaktion ist Kalziumkarbonat CaCO_3 . Kalziumkarbonat entspricht chemisch dem ursprünglichen Kalkstein und ist gleich diesem pH-neutral, was wiederum bedeutet, dass der Korrosionsschutz verloren geht.

es nur an einzelnen Stellen oder einem Bauteil – dazu führen, dass das gesamte Gebäude gefährdet ist.

Karbonatisierter Beton ist nicht kranker Beton

Neben der unerwünschten Rostung der Armierungseisen gibt es einen Prozess beim Beton, der durchaus natürlich ist und – obwohl mit der Zeit fortschreitend – nicht mit Alterung umschrieben werden kann. Die Rede ist von der Karbonatisierung (vergleiche Kasten auf Seite 11). Durch die Karbonatisierung wird der Beton entgegen landläufiger Meinung nicht etwa geschwächt, sondern erfährt im Gegenteil eine Erhöhung seiner Festigkeit und Dichtigkeit. Beides sind Eigenschaften, die als Qualitätsmerkmale gefordert werden und zur Dauerhaftigkeit des Betons entscheidend beitragen.

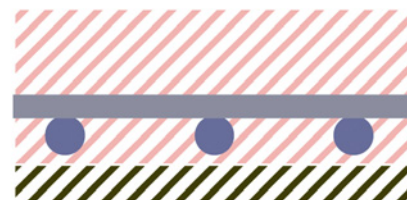
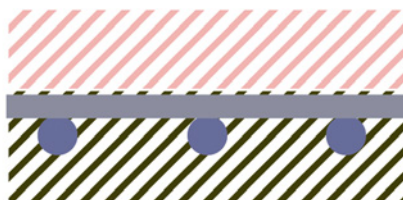
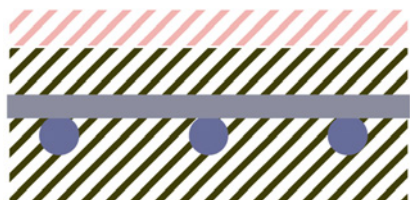
Um den Zustand eines Betonbauwerkes zu beurteilen, reicht es nicht, den Karbonatisierungsgrad zu kennen. Selbst die Lage der Armierung in Relation zur Karbonatisierungsfront und offensichtliche, punktuelle Schäden lassen noch lange keinen abschliessenden Aussage über den Zustand des Bauteils oder gar des Bauwerkes zu. Zur Analyse gehören alle Beobachtungen am Bau, Alter und Expositionen, sowie ausreichende Messdaten und gegebenenfalls Sondierungen. Um eine Emp-

fehlung der erforderlichen Massnahmen geben zu können, müssen zusätzlich zu den Aspekten der Sicherheit auch die Ansprüche des Nutzers oder Bauherrn bekannt sein.

Massvoll sanieren

Bei Sanierungsaufgaben drängt sich wegen der oben beschriebenen Zusammenhänge ein Höchstmass an differenziertem Vorgehen auf. Jedes Bauwerk und jeder Baustoff befindet sich in einem permanenten Veränderungsprozess, der gemeinhin als Alterung bezeichnet wird. Dieser Alterung wird mit Instandhaltung in Form von Unterhalt und Renovation begegnet. Sie sichert die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks durch einfache wiederkehrende Massnahmen. Ist die Gebrauchstauglichkeit eingeschränkt, liegen bereits Schäden vor, und es wird eine Instandsetzung nötig. Komplexere, einmalige Massnahmen sind dann notwendig, um den Ist-Zustand wieder in den Soll-Zustand zu überführen.

Ungeachtet dieser Sachverhalte wird bei Betonbauten in jedem Falle sofort von Instandsetzung oder Sanierung gesprochen. Der Begriff der Betonrenovation oder des Betonunterhaltes fehlt gänzlich in unserem Sprachgebrauch, wohl weil wir den Baustoff Beton als unzerstörbar und daher auch als unveränderlich verinnerlicht haben. →



Beton nimmt Kohlensäure aus der Luft auf. Der Prozess wird Karbonatisierung genannt. Die Karbonatisierungsfront schreitet mit der Zeit fort und liegt im ungünstigsten Fall hinter der Bewehrung (ganz rechts). Der alkalische Rostschutz ist damit weggefallen.



Die Überraschung war gross, als man bei der Sanierung des Schwimmbads in Heiden (siehe den Beitrag ab Seite 4) auf originale Keim'sche Mineralfarben stiess. Man entschied sich bei der Sanierung für die Beschichtung mit Mineralfarben und verzichtete auf den Karbonatisierungsschutz.

Die ins Auge zu fassenden Massnahmen müssen in einem vernünftigen Verhältnis zum Schadensausmass stehen. So können ausführungsbedingt nur einzelne Eisen von Korrosion betroffen sein, weil sie unmittelbar an der Oberfläche liegen. Der Rest der Fläche ist aber in einwandfreiem Zustand. Weiter sorgen in vielen Fällen – selbst wenn die Eisen vollständig im karbonatisierten Bereich liegen – mehrere periphere Faktoren dafür, dass die Eisen trotzdem nicht rosten, denn für eine Korrosion braucht es Sauerstoff und immer auch ausreichend Feuchtigkeit. Wenn in sol-

chen Situationen durch vorschnelle, inadäquate Massnahmen die Lagebedingungen verändert werden, wird damit auch das Risiko eingegangen, dass diese gut gemeinten Massnahmen selbst zu Schadensmechanismen werden. In der Mehrheit der Fälle ist statt einer dramatischen Betoninstandsetzung mit unbedingtem Karbonatisierungsschutz eine differenzierte Instandhaltung mit Reprofilierung von punktuellen Schäden, maximalem Wasserschutz auf Silanbasis und einer egalisierenden, mineralischen Lasur der erfolgreichere und nachhaltigere Weg.

Der Maler redet mit

Es ist auch in der Betoninstandsetzung ein verbreiteter und fahrlässiger Trugschluss, dass der durch eine Instandsetzung erreichte Zustand von ewiger Dauer sein wird. Betonflächen müssen wie sonstige Fassadenflächen unterhalten und instand gehalten werden, dies gilt für sanierte Betonflächen genauso. Demzufolge muss jede Sanierungsmassnahme auch selbst wieder renovierbar sein. So gesehen hat bei jeder Betoninstandsetzung, spätestens aber bei deren Renovation, der Maler das letzte Wort. ■