

Substanzerhaltung durch Reinigung

Reinigung von Sichtbetonflächen in der Planung und Baupraxis

Bauwerke aus Sichtbeton unterliegen wie alle frei bewitterten Flächen der Alterung und Verschmutzung. Entscheidet sich der Eigentümer dafür, den optischen Originalzustand wiederherzustellen, sind fachkundige Lösungen gefragt. Welche Punkte ein umfassender Instandhaltungsplan berücksichtigen sollte, lesen Sie auf den folgenden Seiten. Die erläuterte Sanierung eines Sakralbaus zeigt zudem, wie ein komplexes Konzept mit Maßnahmen zur Reinigung, Betoninstandsetzung, Betonkosmetik und Hydrophobierung in der Praxis umgesetzt werden kann.

■ Von Rolf-Dieter Schulz

Es ist bemerkenswert und wird doch oft nicht wahrgenommen: Auch Bauwerke aus Sichtbeton unterliegen – wie aktuell immer wieder deutlich wird – der Alterung und Verschmutzung. Ursprünglich ausdrucksstarke Fassadenoberflächen werden unansehnlich und altern ungleichmäßig, so dass sich die Bewertung „ein wenig Patina“ nicht mehr aufrechterhalten lässt. Bild 1 zeigt beispielhaft die Verschmutzung durch Umwelteinwirkung, insbesondere durch witterungsbedingte Kalkablagerungen,

unterschiedliche Alterung der verwendeten Ausbesserungsmaterialien und Algenbewuchs.

Um Mängeln und Schäden an Sichtbetonbauteilen wirksam zu begegnen, geben die geltenden Regelwerke (siehe Literaturhinweise) dem sachkundigen Planer Möglichkeiten zur systematischen Instandhaltung. Hierzu zählen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Die Instandhaltungs-Richtlinie des DAfStb [1], die als

Nachfolger der Instandsetzungs-Richtlinie aus dem Jahr 2001 [2] zu erwarten ist, definiert als eines von mehreren Regelwerken maßgebliche Kriterien. Diese sind in dem zu erarbeitenden Entwurfskonzept für ein zu ertüchtigendes Bauwerk zu berücksichtigen, welches der sachkundige Planer mit dem Bauherrn für den Instandsetzungszyklus vereinbaren sollte.

In der Übersicht 2 werden der Umfang einer definierten Instandhaltung und die Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen veranschaulicht. Bild 3 zeigt die Vorgehensweise und Bild 4 den Instandsetzungszyklus, wie er in der Instandhaltungs-Richtlinie dargestellt ist und wie er während der Lebensdauer eines Bauwerks ausgeführt werden sollte. Während in der Instandhaltungsrichtlinie von einem Tragwerk ausgegangen wird, stehen hier jedoch Sichtbetonbauteile/-bauwerke im Mittelpunkt. Hier sollten analoge Gedankenführungen aus dem Bereich der Natursteinflächen berücksichtigt werden, deren Instandsetzung andere Vorgehensweisen erfordert und nach anderen Regelwerken (z. B. dem WTA-Merkblatt 3-5-98/D [5]) erfolgt.



(1) Verschmutzung durch Umwelteinwirkung, Bauherrenentscheidung: Patina und Schönheit des Makels oder Reinigung?

Begriffe zur Instandhaltung sind im Regelwerk definiert:

Umfang der Bauwerksinstandhaltung (erweiterte Definition der Instandhaltung nach [1])	Wartung und Pflege Feststellung des Ist-Bauteil- und Ist-Bauwerkszustands (Inspektion) Instandsetzung (siehe [3]) Verbesserung (Erhöhung der Funktionssicherheit)
--	--

(2) Umfang und Definition der Betoninstandsetzung nach Instandhaltungs-Richtlinie [1] und DBV-Merkblatt Bauwerksbuch [4]

Grundlagen

Die Instandhaltungs-Richtlinie des DAfStb [1] existiert bisher nur als Gelbdruck und ist noch nicht verbindlich eingeführt. Sie definiert dennoch die wichtigsten Begriffe zum Thema Instandhaltung und die Anforderungen an das Material, das Fachpersonal in Planung und Bauausführung und die zum Einsatz kommenden Maschinen und Geräte.

Als sachkundiger Planer wird nach der Richtlinie anerkannt, wer mindestens 5 Jahre Berufserfahrung in der Instandhaltung von Betonbauteilen vorweist und sich nachweislich regelmäßig in dem Fachgebiet weiterbildet. Dabei fordert die Richtlinie Kenntnisse bezüglich:

- „Technische Baubestimmungen zur Instandhaltung
- Instandhaltungskonzepte (inkl. Wartungs- und Inspektionskonzepte), Instandhaltungsplanung
- Instandsetzungsplanung (inkl. Instandsetzungsprinzipien und -verfahren)
- Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen
- Grundsätze der Qualitätssicherung in der Instandhaltung
- Grundanforderungen an Bauwerke und Bauteile und resultierende Merkmale für Instandsetzungstoffe und -systeme
- Schadensdiagnose

- Beurteilung der Standsicherheit (...) und Gebrauchstauglichkeit (...)
- Beurteilung des Betonuntergrundes
- Verfahren der Untergrundvorbereitung, Verbundverhalten
- Bewehrungseigenschaften, Bewehrungskorrosion.
- Betoneigenschaften, Betonkorrosion
- Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen“

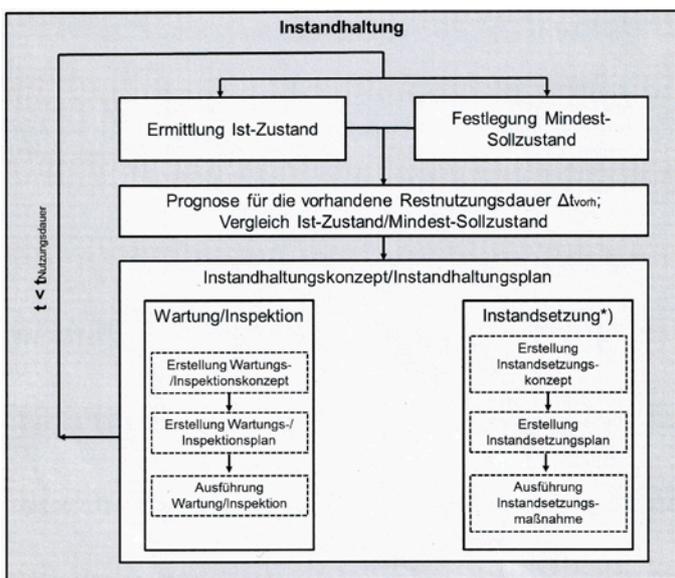
Weiterhin muss ein sachkundiger Planer laut Instandhaltungs-Richtlinie in der Lage sein zu erkennen, ob zur Beurteilung einer Situation Personen mit einer besonderen Fachkunde erforderlich sind. Diese muss er auswählen können. Nur der sachkundige Planer darf zudem einen Ablauf für die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen und den Instandhaltungsplan erstellen. Darin sollen nach der Instandhaltungs-Richtlinie Informationen enthalten sein

- zum Ist-Zustand des betroffenen Bauwerks bzw. Bauteils (mit Ermittlung, Darstellung und Beurteilung)
- zum Mindest-Sollzustand,
- zum Ist- und Mindest-Sollzustand als Vergleich sowie mit der geschätzten Restnutzungsdauer,
- zum Instandhaltungskonzept, in dem gegebenenfalls mehrere Varianten dargestellt und die Wartung/Inspektion sowie Instandsetzung berücksichtigt sind, sowie

- zum Instandsetzungsplan.

Zusammenfassend sollte der sachkundige Planer auf Basis eines zu ermittelnden Ist-Zustands sowie der anstehenden bzw. vorhersehbaren dauerhaftigkeitsrelevanten Einwirkungen (Exposition) und statischen Belastungen Vorgaben erarbeiten, die er mit dem Auftraggeber für das Entwurfskonzept festlegt. Das betrifft die Wartung und Pflege, Inspektion, Instandsetzung, mögliche Verbesserungen und die Festlegung der Untersuchungsintervalle, das heißt Maßnahmen zur Erhaltung der Bausubstanz. In diesem Spektrum ist auch die Reinigung enthalten, insbesondere dann, wenn das Aussehen nicht durch andere Gesichtspunkte (Rentabilität, Umnutzung etc.) überdeckt wird. Als grundsätzliche Blickrichtung sollte im Entwurfskonzept bezüglich einer Reinigung festgehalten werden, ob ein Festhalten am Alten, eine „Patina de luxe“ mit der Schönheit des Makels oder eine Verbesserung mit einer Architektur des ästhetischen Konstruierens erzielt werden sollen. Der Bauherr muss im Zuge des Entwurfskonzepts entscheiden, was mit dem Bauwerk geschehen soll.

Sichtbetonoberflächen und die Betonrandzone sind durch Umweltbeanspruchung vielfältigem physikalischem, chemischem und biologischem Angriff ausgesetzt, der das Aussehen und die wichtige Schutzfunktion der Betonrandzone im Lauf der Zeit verändern kann. Deshalb ist vor und nach der Reinigung



(3) Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen

Bild: © Abb. 4.2, DAfStb-Instandhaltungs-Richtlinie [1]

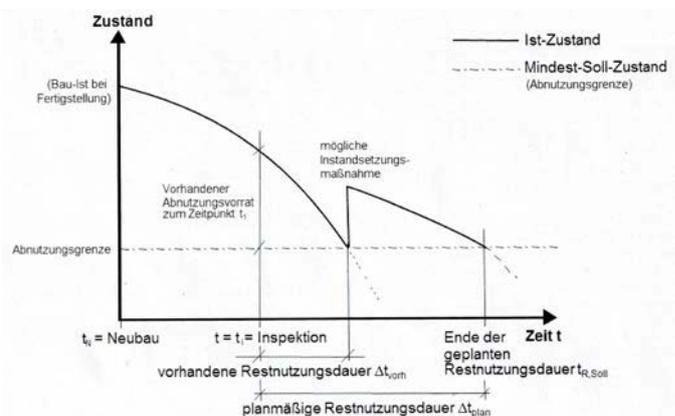


Bild: © Abb. 4.1, DAfStb-Instandhaltungs-Richtlinie [1]

(4) Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird. Analog zum Tragwerk wird für das Themengebiet „Sichtbeton“ das Aussehen der Oberfläche gesetzt.



(5) Verschmutzungen



(6) Betonschäden: Abplatzung von Beton

und den nächsten Instandhaltungsarbeits-schritten eine Prüfung der Betonoberfläche (nach Instandsetzungs-Richtlinie [2] u. a. Festigkeit, Wasseraufnahme, Carbonatisierung, Chloridgehalt) erforderlich.

Reinigung

Ähnlich wie bei der Reinigung von Natursteinen erfordert die Reinigung von Sichtbeton eine **schonende Oberflächenbehandlung**. Zur großen Palette der Reinigungsmöglichkeiten von Sichtbetonoberflächen gehören Verfahren, die in verschiedenen Bauteilbereichen in der Praxis von unterschiedlich qualifizierten Handwerkern bearbeitet werden. Es kommt allerdings im Gesamteindruck darauf an, eine einheitliche handwerkliche Ansichtsfläche nach der Reinigung und den nachfolgenden Arbeitsschritten zu präsentieren.

Weil eine schonende Oberflächenbearbeitung der sichtbarbleibenden Betonoberflächen gefordert ist, eignen sich einige Oberflächenbearbeitungen nicht. Diese Aussage ist zu relativieren, denn innerhalb eines Verfahrens z. B. der Wasserstrahltechnik, reicht die Palette von einer Reinigung mit sehr niedrigen Drücken bzw. Wasservolumen mit Wascheffekten bis zu energieintensiven Verfahren wie der Hochdruckwasserstrahltechnik. Auch die Sensibilität von Planern und Handwerkern streut.

Die größte Relevanz für die Reinigung von Sichtbeton hat in der Literatur das WTA-Merkblatt Natursteinrestaurierung/Reinigung [5]. Dort sind die wichtigsten trockenen und nassen Verfahren erläutert. Zu den trockenen Verfahren zählen:

- Abbürsten, Abschleifen
- steinmetzmäßiges Abarbeiten
- trockenes Strahlverfahren

Als nasse Verfahren werden beschrieben:

- drucklose Reinigung
- Reinigung mit Druck (kalt/warm)
- Niederdruck-Wirbelstrahlverfahren
- Reinigung mit Wasserdruck (warm) und Netzmitteln
- Reinigung mit Chemikalien
- Laserreinigung
- chemische Sonderreinigungsverfahren

Die fachgerechte Reinigung soll unter Einsatz von zielführenden, effektiven, umweltgerechten und kostengünstigen Technologien erfolgen. Die Wahl der Reinigungstechnologie (z. B. Wasser-, Trockeneis- oder Plasmastrahlen) wird zwar primär von der Art des störenden Erscheinungsbilds (z. B. Graffiti, Rotalgenverschmutzung oder Carbonatisierungsaussinterung) bestimmt. Trotzdem müssen Planung und handwerkliches Können Hand in Hand gehen, da trockene oder feuchte mechanische Verfahren, einzelne oder wiederholende Bearbeitungen, die Kombination verschiedener Verfahren, die Bearbeitungsrichtung oder das Vorgehen bei der Beurteilung zu unterschiedlichsten Ergebnissen führen kann.

Beispiel: Neuer Friedhof München-Riem

Die Reinigung von Sichtbetonflächen soll beispielhaft anhand des Neuen Friedhofs München-Riem beschrieben werden. Dort waren die Wandsockel, Wände, Decken-

untersichten und Unterzüge im Außenbereich der Aussegnungshalle durch Umwelteinflüsse dunkel und unansehnlich verfärbt. Einzelne Schadstellen am Beton verstärkten diese Wirkung. Zur Beseitigung der Verfärbungen wurde eine Reinigung durchgeführt, die von kleineren Instandsetzungs- und Betonkosmetikarbeiten sowie einer Imprägnierung/Hydrophobierung flankiert wurde. Die Planung der Instandhaltung erfolgte unter Berücksichtigung der Systematik der Instandhaltungs-Richtlinie [1]. Doch es flossen nach entsprechender Untersuchung auch optimierende Varianten in die Problemlösung ein.

Das Ziel der Maßnahmen bestand darin, den ursprünglichen Glanz wiederherzustellen. Dazu wurde zunächst der Ist-Zustand ermittelt und der Soll-Zustand festgelegt. Anschließend wurde ein Instandhaltungskonzept gemäß der in Bild 2 dargestellten Phasen vorgelegt, das Festlegungen zur Wartung, Inspektion und Instandsetzung mit einer Verbesserung der Funktionssicherheit enthielt. Welche Technologie, Geräte und Reinigungsmaterialien an den zu reinigenden Bauteilen eingesetzt werden sollten, wurde nach Voruntersuchungen, einer Ist-Zustandsaufnahme sowie mithilfe von Mustern an den betroffenen Wänden entschieden. Mit der Bemusterung konnten Unterschiede bezüglich der Reinigungsintensität geprüft und der erforderliche Reinigungsgrad festgelegt werden. Zudem wurde die optimale Behandlungsart erprobt. Diese Systematik bei der Erarbeitung des Instandhaltungskonzepts stärkte die Erkenntnis, dass der ursprüngliche Glanz der Sichtbetonoberfläche mit hoher Wahrscheinlichkeit wiederherstellbar sein



(7) Probeflächen zur Reinigung



(8) Abschleifen von Oberflächen

würde. Gleichzeitig wurde eine nachhaltige, umweltgerechte Lösung gefunden.

Entscheidungsgrundlagen und Festlegung der Betoninstandsetzung

Die optische Untersuchung von Beschädigungen und deren verbale Beschreibung waren die ersten Schritte der Bestandsaufnahme. Als Messungen wurden gemäß der Instandsetzungs-Richtlinie [2] ausgeführt:

- allgemeine optische Bauzustandsermittlung mit verbaler Beschreibung
- Rissaufnahmen
- Messung der Karbonisierungstiefen
- Messung der Druckfestigkeiten
- Messung der Betondeckung

Die Betonuntersuchungen zeigten, dass die Anforderungen an die Betondeckung überwiegend eingehalten sind.

Es folgten Wartungsfestlegungen. Sofern eine Streusalzeinwirkung am Wandsockel auszuschließen ist, würde keine Erhöhung der Betondeckung an den Sockeln der Stahlbetonwände und -stützen erforderlich. Auch

- die Gefahr der Beschädigung des Betonsteins während der Bearbeitung,
- die Gefahr der Gefügezerstörung des Betons (Risse, Lockerung des Verbundes),
- die Gefahr bei der steinmetzartigen Bearbeitung (insbesondere beim Spitzen und Scharrieren, Wasserstrahlen, Stemmen) und
- potenzielle Einwirkungen auf horizontale Flächen durch die Abtraggeräte

wurden berücksichtigt.

Nach der optischen Bewertung wurde als Basis festgehalten, dass das Bauwerk aufgrund seines Alters von ca. 20 Jahren, Umwelteinflüssen und unterschiedlichen Materialeigenschaften (z.B. sichtbar unterschiedliche Farbtöne durch unterschiedliche Alterung) ertüchtigungsbedürftig ist. Um einen gleichmäßigen Gesamteindruck zu erzielen, sollten die betroffenen Sichtbetonoberflächen vollflächig gereinigt werden. Sichtbare Einzelschadstellen am Stahlbeton (u. a. Risse, Betonabplatzungen, teils freiliegender Betonstahl, freiliegende Abstandshalter) sollten lokal instandgesetzt und entsprechend der Sichtbetonanforderungen bearbeitet werden.

Als Instandsetzungskonzept wurde vorgeschlagen, alle geschädigten Bereiche an den Stahlbetonbauteilen (Wände, Decke, Unterzüge) nach Entfernung des geschädigten Betons neu aufzubauen (Reprofilierung und Betonauftrag). Dies betraf die vorhandenen Einzelschadstellen, Risse und teils freiliegenden Betonstahl. Die dem Sichtbeton angemessene Optik sollte dabei erhalten bleiben. Dazu wurden die Flächen teilweise glatt mit Brettschalung wiederhergestellt und teilweise gestockt.

Umfang der Sichtbetonreinigung

Um eine Gleichmäßigkeit der Sichtflächen zu erreichen, wurde eine behutsame Reinigung der Sichtbetonoberflächen mit Trockeneis eingesetzt. Die Untersuchungen am Muster zeigten, dass eine flächige Reinigung der Sichtbetonflächen mit Trockeneis der schonendste, kostengünstigste und zielführende

Lösungsansatz für ein gleichmäßiges Erscheinungsbild sein würde. Die schattenseitig vorhandenen Rotverfärbungen konnten zunächst nur teilweise entfernt werden. Im ersten Arbeitsgang verfärbten sich die Reste der ursächlichen Algen zu einem gelben bis braunen Farbton. Diese Färbung verschwand jedoch nach ca. ein bis zwei Wochen nahezu vollständig. Circa 5 % der Flächen mussten mit Nasssandstrahlen (abrasives Verfahren) nachbearbeitet werden, um eine ausreichende Gleichmäßigkeit zu erzielen.

Die Reinigung wurde vollflächig an allen im Blickfeld des Betrachters liegenden Flächen durchgeführt. Bei einzelnen, überdachten Wänden konnte auf eine vollflächige Reinigung verzichtet werden. Die Dachunterseiten mussten dagegen zusätzlich nochmals flächig mit leichtem Sandstrahlen und Trockeneisstrahlen gereinigt werden, da hier sehr dicke weiße Salzausblühungen (vorwiegend Calciumcarbonate) entstanden waren, die eine lokale Bearbeitung erforderten.

Betoninstandsetzung und Betonkosmetik

Die Schadstellen (Betonabplatzungen, Risse, etc.) im Beton wurden vollständig instandgesetzt. Die Bearbeitung der teilweise sichtbaren Abstandshalter erwies sich jedoch als sehr kostenintensiv. Da der überwiegende Teil dieser Mängel im Bereich des Daches liegt, wurde auf die Bearbeitung verzichtet. Die Ausführung der Betonkosmetik soll noch im Jahr 2020 nach dem *DBV-Sachstandsbericht Sichtbetonkosmetik* [6] erfolgen.



Bild: © R.-D. Schulz

(9) Gereinigte Flächen, Bereiche mit Wasserdurchtritt am Flachdach

Hydrophobierung der Sichtbetonoberflächen

Es wurde empfohlen, die Sichtbetonflächen im Anschluss an die Betoninstandsetzung und -kosmetik mit einer wirksamen Hydrophobierung zu versehen, um eine Wiederkehr der Verschmutzungen möglichst lange hinauszuzögern. Eine Hydrophobierung

kann Verschmutzungen nicht dauerhaft verhindern und besitzt daher eine begrenzte Wirksamkeit. Zur Bewertung der Hydrophobierungseigenschaften wurden Probeflächen mit unterschiedlichen Hydrophobierungsmitteln (Silane und Siloxane) angelegt. Das Hydrophobierungsmittel wurde schließlich so ausgewählt, dass sich das optische Erscheinungsbild (Farbton wie

vorher und keine sichtbare Reflexion des Lichts) des Sichtbetons nicht verändert und der Hydrophobierungseffekt lange anhält. Die Hydrophobierung soll noch im Jahr 2020 vollflächig an allen frei bewitterten Flächen aufgebracht werden.

Die gereinigte, sichtbarbleibende Betonoberfläche kann sich jedoch schon jetzt wieder sehen lassen. Die zuvor vergraute und ungepflegte Wirkung wich einer ruhigen und ansprechenden Optik. Alle Beteiligten sind sich zudem einig, dass die Betonreinigung der richtige Schritt zur Baustanzanzerhaltung war. ■

Zur Person



Rolf-Dieter Schulz

studierte an der TU Dresden. 1965 schloss er sein Studium mit Diplom ab. Von 1965 bis 1969 übernahm er in Berlin planerische und wissenschaftliche Aufgaben. Anschließend arbeitete er bis 1972 als Bauleiter in München. Von 1972 bis 1978 leitete er das Labor der Münchner Baustoffprüfungs-GmbH, von 1978 bis 1987 war er Abteilungsleiter bei der Sager + Woerner Bau-AG, München sowie in den Jahren 1982/1983 gleichzeitig Geschäftsführer der vacuplan GmbH. Anschließend übernahm er bis 2006 Tätigkeiten als Bauberater des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e. V. und Überwachungsingenieur der Gütegemeinschaft Erhaltung von Bauwerken e. V. 1976 gründete er zudem das Ingenieurbüro für das Bauwesen in Brunthal bei München, das er bis heute leitet.

Kontakt

Ingenieurbüro für das Bauwesen
Dipl.-Ing. Rolf-D. Schulz
Eichenstr. 15a, 85649 Brunthal
Internet: www.beton-schulz.de
E-Mail: r.d.schulz@beton-schulz.de

Literatur

[1] DAfStb-Richtlinie Instandhaltung von Betonbauteilen (Instandhaltungs-Richtlinie), Gelbdruck 2018

[2] DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Ausgabe Oktober 2001

[3] SN EN 206:2013 + A1:2016 Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

[4] DBV-Merkblatt Bauwerksbuch – Empfehlungen zur Sicherheit und Erhaltung von Gebäuden, Fassung 06/2007

[5] WTA-Merkblatt 3-5-98/D Natursteinrestaurierung nach WTA I: Reinigung, Ausgabe 10/2015

[6] DBV-Sachstandbericht Sichtbetonkosmetik, Fassung 12/2016

DBV-Merkblatt Bauen im Bestand – Leitfaden, Fassung 01/2008

DBV-Merkblatt Hochdruckwasserstahltechnik im Betonbau, Fassung 06/1999

DBV-Merkblatt Nachbehandlung von Beton, Fassung 03/2019

DBV-Merkblatt Sichtbeton, Fassung 05/2015

Standardleistungsbuch für das Bauwesen (STLB) des Gemeinsamen Ausschusses Elektronik im Bauwesen (GAEB), Leistungsbereich 081 Betonerhaltungsarbeiten

WTA-Merkblatt 3-17-10/D Hydrophobierende Imprägnierung von mineralischen Baustoffen, Ausgabe 06/2010

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 4 Massivbau, Abschnitt 4 Schutz und Instandsetzen von Betonbauteilen, Stand 2019/04