



Metamorphose

BAUEN IM BESTAND

Spezial:
Beton und Denkmalpflege

In Zusammenarbeit mit Keimfarben

E 73888
www.meta-mag.de



2007



NOMINIERT

Beton und Denkmalpflege

Denkmal-Theorie		
Sonderfall Beton? Anwendung denkmalpflegerischer Prinzipien auf einen modernen Baustoff von Ulrike Wendland	04 - 07	
Denkmal-Praxis		
Vom getreulichen Erhalt bedeutender Betonbauten Betonarchitektur denkmalgerecht instand setzen von Axel Böcker	08 - 13	
Material Beton		
Sichtbeton: Enttäuschung als Ergebnis falscher Erwartungen Wie man hochwertigen Sichtbeton herstellt von Joachim Schulz	14 - 17	
Oberflächen		
Es kommt drauf an, was man drauf macht Unterschiede beim Oberflächenschutz für Beton von Armin Scharf	18 - 19	
Farbe auf Beton		
Den Charakter bewahren Plädoyer für einen differenzierten Umgang mit Betonoberflächen von Thomas Klug	20 - 22	



Bildnachweis

Cover: David Boureau, Paris
 S. 2: Christian Schönwetter, Stuttgart
 S. 3: David Boureau, Paris
 S. 4-7: 01: Demid, dreamstime.com; 02, 03: Klaus Siegela, Ubstadt-Weiher; 04: Strabrecht Collage, Geldrop (NL); 05: A. Savin, Wikimedia Commons; 06: Knapjames, dreamstime.com; 07: Buuserstraat388, dreamstime.com; 08: Andreas Praefcke, Wikimedia Commons; 09: Astrophysikalisches Institut Potsdam; 10: Wladyslaw Sojka, Wikimedia Commons
 S. 8-13: 01: Eric Bajart, Wikimedia Commons; 02: Wojayl, Wikimedia Commons; 03: Robert Niedzwiedzki, Deutsche Wikipedia; 04: Gloumouth1, Wikimedia Commons; 05: <http://lqgb.net/blog2/?tag=aglise>; 06, 07: Strotmann und Partner, Siegburg; 08, 09: Strotmann und Partner, Siegburg; 10: Axel Böcker, Saarbrücken; 11: Andreas Heiske, Wikimedia Commons; 12-14: Strotmann und Partner, Siegburg; 15: Ikiwaner, Wikimedia Commons; 16: Eglin Ristic Ingenieurbüro AG, Basel; 17, 18: Axel Böcker, Saarbrücken; 19, 20: IBS Institut für Baustoffuntersuchung und Sanierungsplanung GmbH, Saarbrücken; 22: Stefan Demisch, Deutsche Wikipedia; 23: IBS Institut für Baustoffuntersuchung und Sanierungsplanung GmbH, Saarbrücken
 S. 14-17: 01, 02: Firma Schlotterbeck, Ebikon (CH); 03, 04, 06-12: Joachim Schulz, Berlin; 05: John C. Watkins V, Wikimedia Commons
 S. 18-19: 01-03: Christian Schönwetter, Stuttgart; 04: Thomas Noller, Stuttgart
 S. 20-22: 01-09: Thomas Klug, Diepoldsau (CH)

Aufnahmen, die nicht anders gekennzeichnet sind, sind Werkfotos oder stammen von den Archifotos, Bauherren oder aus dem Metamorphose-Archiv. Wir haben uns bemüht, sämtliche Nutzungsrechte sorgfältig zu recherchieren und zu erwerben. Etwas noch abzugebende Ansprüche teilen Sie bitte dem Verlag oder der Redaktion mit.

Impressum

Herausgeberin
Katja Kohlhammer

Verlag
Konradin Medien GmbH
Ernst-Mey-Str. 8
70771 Leinfelden-Echterdingen,
Germany
Phone +49 711 7594-0
Fax +49 711 7594-390
www.konradin.de

Geschäftsführer
Katja Kohlhammer,
Peter Dilger

Verlagsleiter
Ralph Lindner

Chefredakteur:
Dipl.-Ing. Christian Schönwetter
cs@schoenwetterjournalismus.de
Phone +49 711 6554144
Fax +49 711 2849452

Redaktion:
Dipl.-Ing. Simon Böhm
Dipl.-Ing. (FH) Tanja Feil
Dipl.-Ing. Claudia Hildner

Layout
Anja C. Graf
Phone +49 711 7594-297
Fax +49 711 7594-1297
E-Mail: anja.graf@konradin.de

Plangrafik
Cand-Arch. Elke Gropper
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Gruidt
Dipl.-Ing. Olaf Krüger

Anzeigenleitung
Bettina Mayer
Phone +49 711 7594-332
Fax +49 711 7594-1332
E-Mail: metamorphose@konradin.de

Auftragsmanagement
Petra Breuer,
Phone +49 711 7594-312
Fax +49 711 7594-1312
E-Mail: petra.breuer@konradin.de

Leserservice
Abonnementbetreuung,
Probehefte, Adressänderungen:
Marita Mlynek
Phone +49 711 7594-302
Fax +49 711 7594-221
E-Mail: marita.mlynek@konradin.de

Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt der Redaktion dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernimmt der Verlag keine Gewähr. Alle in Metamorphose erscheinenden Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages.
Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Stuttgart.

Druck
Konradin Druck GmbH,
Leinfelden-Echterdingen
Printed in Germany

© 2011 by Konradin Medien GmbH

konradin
mediengruppe



Denkmale aus Sichtbeton

Beton genießt einen Ruf als unverwüstlicher Baustoff. Leider jedoch ist dieser Ruf weit-aus unverwüstlicher als der Baustoff. Jeder, der mit dem Erhalt älterer Betonbauten zu tun hat, kennt die Probleme mit Verfärbungen, Rissen und Abplatzungen – Schäden, die weit verbreitet sind und für deren Behebung inzwischen bereits ein umfangreiches Know-how zur Verfügung steht. Doch nicht jede Methode der Instandsetzung und Reparatur eignet sich auch für die Anwendung an denkmalgeschützten Bauten.

Das Unternehmen Keimfarben hat daher im November 2010 ein Symposium zum Thema „Beton und Denkmalpflege“ veranstaltet, das der Frage nachspürte, was beim Erhalt denkmalgeschützter Betonarchitektur beachtet werden sollte. Werden die „klassischen“ Prinzipien und Grundsätze der Denkmalpflege diesem modernen Baustoff überhaupt gerecht? Welche Methoden der Betoninstandsetzung kommen am Denkmal infrage – und welche nicht? Wie lassen sich historische Betonoberflächen nach einer Reparatur vor erneuten Schäden schützen? Und schließlich: Wie kann ein sinnvolles Zusammenspiel von Beton und Farbe aussehen? Die Ergebnisse des Symposiums, das im Rahmen der Messe „denkmal 2010“ stattfand, sind nun in dieser Sonderausgabe der Metamorphose zusammengefasst. Sie möchte Architekten, Planern und Handwerkern eine Einführung in den denkmalgerechten Umgang mit gealtertem Sichtbeton bieten.

Haben Sie übrigens das Gebäude auf dem Titelbild erkannt? Das Foto zeigt einen Ausschnitt der Kirche St. Joseph, 1951–56 von Auguste Perret in Le Havre errichtet und seit 2005 von der UNESCO als Weltkulturerbe geschützt. Bei dieser Kirche ist der Baustoff Beton in diversen Facetten zu besichtigen; in nur einem einzigen Gebäude sind so unterschiedliche Erscheinungsformen wie scharrierte, bossierte, geschliffene, ausgewaschene und eingefärbte Betonoberflächen vereint. Perret beherrschte den Baustoff wie kein zweiter – nicht nur gestalterisch, sondern auch technisch: Da er mit einer Betondeckung von sechs Zentimetern arbeitete, die den Bewehrungsstahl vor Korrosion schützt, weisen seine Bauten kaum Schäden auf. Sein Beton ist tatsächlich annähernd unverwüstlich.

Leider ging dieses Wissen in den nachfolgenden Generationen offensichtlich verloren. Sichtbetonarchitektur der Sechziger- und Siebzigerjahre ist deutlich schadensträchtiger, vor allem, weil die Betondeckung damals häufig weniger als einen Zentimeter maß. In Sachen Ausführungsqualität markieren diese Jahre einen Tiefpunkt in der Geschichte des Sichtbetons, in Sachen Verbreitung aber den Höhepunkt: Keine andere Epoche hat uns so viele Gebäude hinterlassen, bei denen der Baustoff als wesentliches Gestaltungsmittel eingesetzt wird. Die Architektur dieser Zeit, als der Sichtbeton seinen Siegeszug antrat, hat inzwischen ein denkmalreifes Alter erreicht, in dem sie verstärkt unter Schutz gestellt wird, in dem aber häufig auch eine Instandsetzung nicht mehr zu umgehen ist. Dem Thema „Beton und Denkmalpflege“ dürfte also noch eine große Zukunft bevorstehen.

Christian Schönwetter

Sonderfall Beton?

Anwendung von Grundsätzen der Denkmalpflege auf einen modernen Baustoff

Unterscheiden sich Denkmale aus Beton von anderen geschützten Bauwerken? Mit welchen Methoden und Prinzipien arbeitet die Denkmalpflege? Und nach welchen Kriterien beurteilt sie Architektur aus Sichtbeton?



01



02



03

↑ 01 Betonbrücke im Landschaftspark Chaumont-sur-Loire, 19. Jh.

➔ 02 St. Jean de Montmartre in Paris, 1904 fertiggestellt von Joseph-Eugène Anatole de Baudot

➔ 03 St. Jean de Montmartre, Blick vom Haupt- ins Seitenschiff

Ulrike Wendland Um das Verhältnis der Denkmalpflege zum Baustoff Beton und zu den daraus errichteten Bauwerken zu beleuchten, sollen Prinzipien denkmalpflegerischen Handelns in Erinnerung gerufen werden.

Dies beginnt mit dem Denkmalbegriff: Was macht ein Objekt überhaupt zum Denkmal? Entscheidend sind seine Authentizität, seine Integrität und sein Zeugniswert. Die Denkmalwerte können beispielsweise in einer *besonderen* historischen, künstlerischen, heimatgeschichtlichen oder technk-geschichtlichen Bedeutung bestehen.

Die nächste Frage ist die nach den konstituierenden Elementen eines Denkmals. Es sind unter anderem

- seine Konstruktionsweise und Bearbeitungsspuren als Zeugnis für die Fähigkeiten und das Wissen früherer Generationen,
 - das Material als Zeugnis für die Vielfalt der Bau- und Werkstoffe früherer Generationen,
 - Form, Oberflächenstruktur und Farbe als Zeugnis für das ästhetische Empfinden früherer Generationen,
 - Spuren der Benutzung und Veränderungen als Zeugnis des langjährigen Gebrauchs eines Objektes.
- Bauwerke aus Beton sind keine „besonderen“ Denkmale, da alle von Menschen gemachten Dinge aus jedwedem Material in jedweder Konstruktionsart denkmalwürdig sein können, sofern sie *von besonderer Bedeutung* sind.

Vielfältige Zeugniswerte

In den fast 150 Jahren, seitdem Beton als Baustoff verwendet wird, sind viele verschiedene Konstruktionen und Bauten entstanden. So vielfältig die Anwendungen des Materials sind, so differenziert sind auch die Zeugniswerte der Denkmale. Bei der Betonbrücke im Landschaftspark Chaumont-sur-Loire beispielsweise liegt der Denkmalwert in der sehr frühen Betonverwendung und der angestrebten Holzimitation (Bild 01), während er bei St. Jean de Montmartre in Paris darin besteht, dass sie die erste Kirche aus Beton ist und material- und konstruktionsspezifische Formen aufweist (Bilder 02 + 03). Die Jahrhunderthalle in Breslau (Bild 04) steht unter Schutz, weil sie seinerzeit die größte freitragende Kuppel hatte und ebenfalls material- und konstruktionsspezifische Formen aufweist. Der Denkmalwert der Skulptur „Frühlicht“ auf dem Grabmal Wissinger in Stahnsdorf bei Berlin (Bild 05) ergibt sich aus der Verwendung des unüblichen Materials Stahlbeton für ein Grabmal und aus der expressionistischen Formgebung. Die Hoover-Staumauer in Nevada genießt wegen der ingenieurtechnischen Leistung und der Einbindung in die Landschaft Schutz (Bild 06).



04

Es gibt aber auch Betonbauwerke, deren Zeugniswerte nicht in Material und Konstruktionsweise liegen, sondern in ihrer besonderen *historischen* Bedeutung. Ein trauriges Beispiel dafür sind die Betonpfosten des Konzentrationslagers Auschwitz-Birkenau (Bild 07). Bei ihnen geht es um die Erinnerung an die Opfer dieses Vernichtungslagers. Zudem sind diese Pfosten wegen der starken Prägung des kollektiven Gedächtnisses durch ihre fotografische Abbildung und Verbreitung fast ein Synonym für Konzentrationslager – die spezifisch grausame Optik einer Einrichtung für den industriell organisierten Massenmord. So haben die Pfosten erheblichen konstituierenden Denkmalwert, und es wurden alle Restaurierungsschritte unternommen, um sie in ihrer originalen Materialität zu bewahren.

Besondere Denkmale?

Bauten aus Beton finden in der Öffentlichkeit unterschiedliche Akzeptanz. Sie werden geliebt und bei Verlust betrauert, wenn sie als „schön“ empfunden werden, berühmt sind oder der Bevölkerung ans Herz gewachsen sind. Sie werden weit weniger geschätzt, wenn sie als „hässlich“ oder alltäglich empfunden werden. Bei Begriffen wie „schön“ und „hässlich“ ist allerdings immer Vorsicht angeraten, denn diese Beurteilung kann sich im Laufe der Jahre wandeln. Bauten wie der sogenannte Bierpinsel in Berlin-Steglitz aus dem Jahr 1976 (Bild 08) werden von älteren Menschen vermutlich eher abgelehnt, während gerade viele Jüngere seine Eigenarten schätzen.

Betonbauten als Objekte praktischer Denkmalpflege sind kein Sonderfall mehr, auch wenn Betoninstandsetzung und -restaurierung eine große Herausforderung bleiben. Für sie gelten die gleichen denkmalpflegerischen und restauratorischen Prinzipien wie für andere Materialien und Konstruktionsweisen. Denkmalpfleger arbeiten in einer Kombination aus theoretischen Grundsätzen, wissenschaftlichen Methoden, gesetzlichen Regelungen, Erfahrung und kollektiven Gewohnheiten. Die Arbeit am Denkmal soll durch Interdisziplinarität verschiedener Spezialisten gekennzeichnet sein. Es gibt keine denkmalpflegerischen Rezepte – für jedes bedürftige Objekt muss eine eigene Lösung entwickelt werden.

Dreistufiges Vorgehen

Arbeiten am Denkmal gliedern sich in drei Stufen: Nach der Voruntersuchung der Denkmalewerte und Schäden (Anamnese) geht es an die Beurteilung, welche Bauteile noch gut erhalten sind und wo Eingriffe oder Ergänzungen nötig sind (Diagnose), bevor die Schäden behoben werden (Therapie).

- ← 04 Jahrhunderthalle in Breslau, 1913 fertiggestellt von Max Berg
- ↓ 05 Grabmal Wissinger in Stahnsdorf, circa 1921 fertiggestellt von Max Taut



05



07

- 06 Hoover-Staumauer in Nevada, 1935 fertiggestellt
- ↑ 07 Konzentrationslager Auschwitz-Birkenau, 1941 fertiggestellt



06

Anamnese

Im Idealfall werden denkmalgeschützte Betonbauten auf ihre Konstruktionsweisen, unterschiedlichen Bauphasen, frühere Reparaturen, ihr ursprüngliches Erscheinungsbild, ihre restauratorischen Befunde, ihre kunst-, architektur- und ingenieurbaugeschichtliche Merkmale hin untersucht. Damit einher geht die Aufnahme der Schäden: Welche Oberflächen sind beschädigt und warum? Welche statischen Defizite gibt es? Was sagen bauphysikalische und auch chemische Untersuchungen aus? Voruntersuchungen scheinen dem Bauherrn und seinen Planern zuweilen lästig, da sie Kosten erzeugen und zeitintensiv sind. Doch diese Investitionen zahlen sich im weiteren Verlauf eines Sanierungsvorhabens aus.

Diagnose

Bauherren sollten sich Architekten und Tragwerkplaner mit Denkmalpflege-Erfahrungen suchen, damit nicht am Denkmal geübt wird. Ferner empfehlen sich eine frühe Abstimmung mit den Denkmalbehörden und eine gute abschnittsweise Planung, denn meistens dauert ein Bauvorhaben im Denkmal lange. Je mehr in Planung investiert wird, desto geregelter ist der Bauablauf, desto weniger Überraschungen sind zu erwarten.

Therapie

Auch ausführende Firmen sollten Referenzen in der Denkmalpflege haben. Es kann auch sinnvoll sein, statt Handwerkern Restauratoren zu beauftragen, was Arbeiten nicht unbedingt verteuern muss. Die Therapie eines Denkmals sollte *immer* den Prinzipien Qualität und Nachhaltigkeit folgen – was eigentlich in der Bausanierung ohnehin der Fall sein sollte. Außerdem wünscht sich die Denkmalpflege Reversibilität, also Rückführbarkeit von Maßnahmen. Das Bewusstsein, auch falsche Entscheidungen getroffen haben zu können, sollte leitend sein, sodass es sinnvoll ist, wenn sich bauliche Eingriffe von späteren Generationen revidieren lassen. Bei den monolithischen Strukturen, wie sie die meisten Betonbauten prägen, ist dies allerdings nicht immer möglich.

Experimente mit neuen technischen Verfahren gehören nicht an Denkmale – dies sagt bereits die Charta von Venedig. Vielmehr sollten erprobte Verfahren angewendet werden, mit denen bereits eine gewisse Langzeiterfahrung vorliegt – schematisches Anwenden üblicher Radikaltherapien passt nicht zu Denkmalen.

Und schließlich wünscht sich die Denkmalpflege eine Balance der drei teils widerstreitenden Faktoren Alterswert, Ablesbarkeit heutiger Maßnahmen und Wiederherstellung des früheren Erscheinungsbildes – zugegebenermaßen die Quadratur des Kreises. Denn das Erscheinungsbild ist häufig ein wichtiger Aspekt einer künstlerischen Aussage, die manchmal vom Alterswert geschmälert werden kann. Der Versuch, diese drei Faktoren in ein Gleichgewicht zu bringen, bedeutet bei jedem Denkmal eine neue Gratwanderung und Feinjustierung.

Beim Einsteinurm von Erich Mendelsohn in Potsdam etwa, der stark beschädigt war, fiel die Entscheidung zugunsten des ehemaligen, klaren, weißglänzenden Erscheinungsbildes. Die Alters- und Reparaturspuren sieht man erst, wenn man ganz nah an das Gebäude herantritt. Sie dominieren nicht, obwohl sie in der Tat dominant sind, denn der Bau ist ein sehr fragiles Gebilde. Aber die Öffentlichkeit hat ihn in seinem strahlenden, vom Künstler gewollten Aussehen im Kopf und will ihn so sehen, daher war es eine richtige Entscheidung, das frühere Erscheinungsbild zu zeigen (Bild 09).

Etwas anders sieht die Balance beim Goetheanum in Dornach aus: Bei der nicht lange zurückliegenden, sehr umfassenden, teuren, aufwendigen Betonsanierung, die unterschiedlich beurteilt wird, sind die Alters- und Reparaturspuren deutlicher sichtbar belassen. Trotzdem ist es durchaus gelungen, dem vorher stark mitgenommenen Bau wieder seinen Charakter und auch seine Intaktheit, seine Integrität zurückzugeben (Bild 10).

Was leicht vergessen wird: Denkmale bedürfen der *stetigen* Unterhaltung, weswegen bei einer Therapiemaßnahme die künftige Pflege gleich miteingeplant werden soll.

Besondere Herausforderung

Auch wenn die denkmalpflegerische Herangehensweise bei Betonbauten prinzipiell keine andere ist als bei anderen Bauwerken, so weisen viele eine Besonderheit auf: ihre meist untrennbare Einheit von Substanz, Tragstruktur und Oberfläche. Diese Einheit stellt eine besondere Herausforderung bei der Instandsetzung dar, denn es gibt keine getrennten Schichten oder Bauteile, die sich unabhängig voneinander reparieren lassen: Wer an den Kern möchte, muss die Oberfläche für immer zerstören. Die Oberflächen sind aber gleichzeitig wesentlicher Teil der konstruktionsspezifischen und baukünstlerischen Aussage – ähnlich wie beim Naturstein.

Das Instandsetzen von Beton ist manchmal teurer als das Sanieren vorindustrieller Konstruktionsweisen. Schnell ist daher die wirtschaftliche Unzumutbarkeit für den Denkmaleigentümer nachweisbar. Die Zumutbarkeitsklausel in den deutschen Denkmalschutzgesetzen schwächt das Erhaltungsgebot. Manches hochrangige Baudenkmal aus Beton ist daher dem Untergang geweiht – beispielsweise Kirchen aus den 1950er- bis 1970er-Jahren, bei denen die Sanierungskosten mitunter so hoch sind, dass man sich schweren Herzens vom Gebäude trennen muss.

Betonbauten kommen zwar stark daher, sind aber eigentlich empfindliche Diven, die oft schon Schäden nach vergleichsweise kurzer Standzeit haben. Sie sind aufgrund dieser geschilderten Umstände – trotz ihrer vermeintlichen „Gewöhnlichkeit“ – damit eine gefährdete Art.

Ulrike Wendland ist Landeskonservatorin von Sachsen-Anhalt. Nach ihrer Dissertation an der Universität Hamburg und wissenschaftlichen Tätigkeiten an der TU Berlin und der ETH Zürich leitete sie zunächst das Landesdenkmalamt des Saarlandes. In Sachsen-Anhalt hat sie mit Betondenkmalen, wie ehemaligen Grenzanlagen der DDR, zu tun, aber auch mit Bauhausbauten in Dessau oder der immer noch gefährdeten Hyparschale von Ulrich Müther in Magdeburg.



08

↑ 08 Bierpinsel in Berlin-Steglitz, 1976 fertiggestellt von Ralf Schüler und Ursulina Schüler-Witte



09



10

← 09 Einsteinurm in Potsdam, 1922 fertiggestellt von Erich Mendelsohn
 ↑ 10 Goetheanum in Dornach, 1928 fertiggestellt von Rudolf Steiner

Getreulich erhalten

Betonarchitektur denkmalgerecht instandsetzen

Auch der vermeintlich unverwüstliche Baustoff Beton bedarf der Reparatur und Instandsetzung. Doch leider eignen sich gängige Sanierungsmethoden nicht immer für die Anwendung am Denkmal. Wie lässt sich Sichtbetonarchitektur möglichst unverfälscht erhalten? Ein Streifzug in das Land der Sieblinien, Spachtelmassen und Kunststoffbeschichtungen.



01

Axel Böcker Wenn es darum geht, Denkmale aus Sichtbeton instandzusetzen, kann es nicht schaden, sich zunächst noch einmal kurz die Geschichte der Betonarchitektur zu vergegenwärtigen. Während der Name Joseph Monier jedem Architekten ein Begriff sein dürfte, sind etwa Francois Coignet und Joseph-Eugène Anatole de Baudot weniger bekannt, obwohl sie Meilensteine in der frühen Entwicklung der Betonarchitektur geschaffen haben.

Ausgangspunkt der modernen Betonbauweise ist bekanntermaßen die Entdeckung der Wirkung von Eisenarmierungen auf die Stabilität von Betonobjekten. Patentinhaber Joseph Monier (1823–1906) erkannte bald, dass sein System nicht nur auf Gartenkübel anwendbar ist. Bereits 1875 wurden neben Brücken auch größere Wasserbehälter aus Monier-Beton errichtet.

Frühe Betonbauten

Die Oberflächen dieser frühen Sichtbetonbauten simulieren, sofern es sich nicht um reine Industriebauten handelt, oftmals Holzoberflächen (siehe Seite 4, Bild 01). Rocailleure aus Frankreich und Belgien führten diese Oberflächengestalt zu unübertroffener Meisterschaft. Sanierungen von Rocaillebeton erfordern spezielle handwerkliche Fähigkeiten, die heute nur noch von wenigen Spezialisten beherrscht werden.

Beton als Baumaterial für Wohngebäude nutzte Francois Coignet (1814–1888) bereits um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Wandscheiben wurden aus nicht armiertem „Beton aggloméré“ konstruiert; Decken- und Dachkonstruktion bestanden hingegen aus Eisenbeton. Das 1853 als Musterhaus in unmittelbarer Nähe der Fabrik in St. Denis errichtete Maison Coignet kann als eines der ältesten Gebäude gelten, an denen Eisenbetonkonstruktionen Verwendung fanden (Bild 01).

Ein frühes Beispiel für das Prinzip der „verlorenen Schalung“ entwickelte Paul Cottancin (1865–1928). Bei seinem Konstruktionssystem aus armiertem Zement dienen Ziegelsteine als Schalung. Tragende Bauteile konnten damit schlanker ausgebildet werden als in traditioneller Ziegelbauweise. Dies machte sich wiederum Joseph-Eugène Anatole de Baudot zunutze, der als Kirchenbaumeister und Generalkonservator für kirchliche Denkmale zuständig war. Er verwendete diese moderne Konstruktionsmethode, da sie es erlaubte, seine Architektur dem gestalterischen Ideal der Gotik

01 Maison Coignet in St. Denis, Paris, 1853 fertiggestellt von Francois Coignet.

02 Die Jahrhunderthalle in Breslau, 1913 fertiggestellt von Max Berg. Aufnahme vor der Sanierung des Jahres 2010.

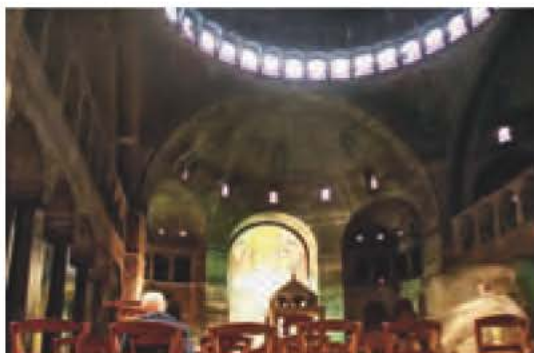
03 Die Jahrhunderthalle nach der Sanierung 2010.



02



03



04



05

04+05 St. Esprit in Paris, um 1928 fertiggestellt von Paul Tournon.

anzunähern. Beim Bau der Kirche St. Jean de Montmartre (1894–1904) setzte er seine architektonischen Prinzipien auch gegen die Sicherheitsbedenken und den Widerstand der Baugenehmigungsbehörden konsequent um (siehe Seite 4, Bild 02 + 03).

Das 19. Jahrhundert zeigte moderne Konstruktionsmaterialien nicht offen: Das gilt für Stahl wie auch für Beton. Um 1900 kommen jedoch neue architektonische Strömungen zum Tragen. Erst jetzt besteht die Möglichkeit, auch Beton sichtbar zu zeigen. Hervorragendes Beispiel für einen frühen Sichtbetonbau ist die Jahrhunderthalle (Nowa Hala Stulecia) in Breslau (Wrocław). Der Bau wurde 1912/13 vom Unternehmen Dyckerhoff und Widmann nach Plänen des Architekten Max Berg errichtet (Bild 02 + 03).

Ein Gebäude, das in der Baugeschichte bislang kaum Erwähnung findet, ist die Kirche St. Esprit im 12. Arrondissement von Paris, um 1928 nach Plänen des Architekten Paul Tournon errichtet. Mit Fassaden aus Backstein fügt sie sich eher unauffällig in die Straßenflucht ein, im Inneren überrascht sie jedoch mit einer Kopie der berühmten Raumsituation der Hagia Sophia – in Sichtbeton (Bild 04 + 05). Sie darf damit als ein besonders früher Kirchenbau gelten, der das Material Beton auf großen Flächen offen zur Schau stellt.

Denkmalpflegerische Zielsetzung

Seinem Ruf, ein unverwüstlicher Baustoff zu sein, wird Beton nur selten gerecht. Was ist nun aus denkmalpflegerischer Sicht zu beachten, wenn Schäden an Sichtbeton behoben werden müssen? Zunächst einmal sollte die Sanierung einer ganz allgemeinen Zielsetzung folgen: dem authentischen, faktischen Erhalt von historischen Oberflächen. In der Betonsanierung bedeutet dies, dass der partiellen Reparatur ohne nachfolgende vollflächige Beschichtung Priorität eingeräumt werden sollte, da man auf diese Weise dem Ziel am nächsten kommt.

In der Praxis lässt sich dieser Grundsatz jedoch nicht an jedem Denkmal durchhalten. Ab einer gewissen Schadensgröße wird eine partielle Reparatur nicht mehr möglich sein. Dann entsteht eine neue Situation, der auch die denkmalpflegerische Zielsetzung angepasst werden muss: Adäquat erscheint nun die großflächige Reprofilierung der Schadensstellen mit einem neuen Beton, der die historische Oberfläche nachstellt. Beide Methoden können je nach Schadensbild natürlich auch parallel am selben Bauwerk zum Tragen kommen.

Die Vorgehensweise ist in beiden Fällen zunächst die gleiche: Es gilt, die mit Abplatzungen durchsetzten Stellen bis zur Bewehrung abzutragen, den korrodierten Bewehrungsstahl zu entrosteten, den freigelegten Beton von verbundmindernden Stoffen zu reinigen und die Bewehrung durch einen Anstrich vor erneuter Korrosion zu schützen. Spannend aus denkmalpflegerischer Sicht sind die nun folgenden Schritte: das Verfüllen beziehungsweise Reprofilieren der Ausbruchstelle mit Reparaturmörtel, eventuell die Strukturangleichung an die benachbarten unreparierten Stellen durch Feinspachtel oder Schlämme und eventuell der abschließende Karbonatisierungsschutz und Farbangleich durch einen Anstrich. Denn diese letzten Schritte sind entscheidend für das Erscheinungsbild des Denkmals.

Hier ist die grundsätzliche Forderung, möglichst auf vollflächige Beschichtungen einer gesamten Fassade zu verzichten. Falls dies aus technischen Erwägungen heraus nicht möglich ist, sollte zumindest versucht werden, mit einer mineralischen Lasur oder Schlämme die Auswirkungen des Anstrichs auf das Erscheinungsbild so gering wie möglich zu halten. Ansonsten besteht die Gefahr, dass der Beton mit einer stark kunststoffvergüteten Farbe „totgestrichen“ wird und damit die Lebendigkeit seiner Oberflächenstruktur verliert. Eine Behandlungsmöglichkeit, die leider häufig vergessen wird, ist die partielle Retusche, also der Farbangleich ausschließlich der Reparaturstellen; hier hat sich inzwischen ein kleiner Markt entwickelt.



06



07

06+07 Sudhaus der Beckerbrauerei in St. Ingbert, vor und nach der Sanierung.



08



09



10

08-10 Pilgerhäuser der Marienkirche in Neviges, um 1968 fertiggestellt von Gottfried Böhm. Nach der Sanierung zeichnen sich die Reparaturstellen im Sichtbeton überdeutlich ab.

Von erheblicher Bedeutung ist natürlich auch die grundsätzliche Eignung der gewählten Instandsetzungsmethode für das zu sanierende Denkmal: Denn wenn Folgeschäden auftreten, werden diese häufig (ob zu Recht oder zu Unrecht) der gewählten „alternativen“ Sanierungsmethode angelastet. Bei erneut notwendigen Sanierungen werden dann „konventionelle“ Maßnahmen ergriffen, die das Erscheinungsbild des Denkmals oft erheblich beeinträchtigen.

Die folgenden Beispiele zeigen die große Bandbreite unterschiedlicher Herangehensweisen und machen deutlich, dass es trotz allgemeiner denkmalpflegerischer Ziele immer wieder gilt, von Fall zu Fall Einzelentscheidungen zu treffen.

Partielle Reparaturen

Das Sudhaus der Beckerbrauerei in St. Ingbert wurde 1925/26 nach Plänen des Stuttgarter Architekten Hans Herkommer errichtet. Es ist eines der wichtigsten Beispiele expressionistischer Architektur in der Zwischenkriegszeit. Die Sanierung, die das Restauratorenteam Strotmann und Partner durchführte, folgt dem denkmalpflegerischen Ziel der partiellen Reparatur. Dabei wurde besonderer Wert auf die Anpassung des Reparaturbetons gelegt – sowohl bezogen auf die Materialkennwerte als auch die Farbigkeit. Denn die instandgesetzten Stellen sollten sich nicht allzu stark vom Altbeton unterscheiden, um das Gesamtbild nicht unnötig zu stören. Auch heute noch – nach über zehn Jahren Standzeit – ist das Ergebnis der Sanierung mehr als überzeugend. Die Reparaturstellen sind ablesbar, aber sie dominieren nicht den Gesamteindruck (Bild 06 + 07).

Bei der Marienkirche in Neviges und ihren andienenden Gebäudekomplexen ist die Situation etwas anders: Zwar wurde auch dort großer Wert darauf gelegt, das Aussehen des Reparaturmörtels möglichst präzise an den Altbeton anzupassen, was zunächst auch gelang. Doch veränderten sich reparierte und nicht reparierte Stellen durch die Bewitterung über die Jahre auf verschiedene Weise, sodass sie sich heute stark voneinander unterscheiden. Die Instandsetzung dieser kristallinen Architektur Gottfried Böhms zeigt die Grenzen der partiellen Betonreparatur auf: Die Reparaturstellen sind so groß und zeichnen sich so deutlich ab, dass das Bauwerk sehr unruhig wirkt – ein Erscheinungsbild, von dem sich nicht jeder Bauherr überzeugen lässt (Bild 08-10).



11

Mineralische Beschichtungen

Wenn ein homogeneres Erscheinungsbild gewünscht ist, können mineralische Beschichtungen sinnvoll sein, wie sie bei der Instandsetzung der bereits erwähnten Jahrhunderthalle in Breslau eingesetzt wurden. Das Gebäude, das seit 2006 zum UNESCO-Weltkulturerbe gehört, war in seiner Betonkonstruktion zum Teil stark geschädigt. Aufgrund der hohen Zahl ausgebesserter Stellen, die deutlich sichtbar waren, präsentierte es sich beinahe wie ein Flickenteppich (Bild 02). Nach Instandsetzung der Schäden und Reprofilierung der Reparaturflächen, abgeschlossen Mitte 2010, wurde der Bau daher mit einer mineralischen Schlämme versehen, die ihm wieder ein einheitliches Aussehen gibt (Bild 03).

Die Mensa der Universität des Saarlandes in Saarbrücken wurde von 1965–69 errichtet. Als Planer arbeitete der Saarbrücker Architekt Walter Schrempp hier kongenial mit dem Stuttgarter Kunstprofessor Otto Herbert Hajek zusammen. Das Gesamtkunstwerk des Strukturalismus wurde ab 1998 im Außenbau einer Betonsanierung unterzogen. Das Denkmalamt forderte eine partielle Reparatur, konnte sich aber nicht gegen das staatliche Bauamt durchsetzen, sodass stattdessen eine im Wesentlichen konventionelle, vollflächige Betonsanierung stattfand. Als Kompromiss erhielten die Fassaden abschließend einen mineralischen Anstrich. Dadurch wirkte der Beton auf den ersten Blick immerhin so echt, dass die deutsche bauzeitung (db) im Jahr 2003 schrieb: „Die 1998 erforderlich gewordene, erste größere Auffrischung zeugt von Fingerspitzengefühl (...), ging es doch vor allem darum, (...) den im Außenbereich besonders exponierten Beton zu sanieren – ohne dabei die Anmutung des nackten Sichtbetons zu zerstören.“¹ Der Sichtbeton war zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht mehr nackt, sondern trug – wie gesagt – einen Anstrich, sodass er in seiner authentischen historischen Oberfläche nicht mehr erhalten war. Bei genauerem Hinsehen war dies auch erkennbar. Bild 11 zeigt deutlich den Unterschied zwischen den sanierten Fassaden und den unsanierten Betonstelen auf dem Vorplatz. Nach über zehn Jahren Standzeit ist die sanierte Oberfläche inzwischen allerdings angenehm patiniert.

Beim Rechenzentrum der RWTH Aachen hingegen war die mineralische Beschichtung sofort nach der Sanierung nahezu unsichtbar. Das Gebäude wurde 1963–65 von Prof. Kühn geplant, heute genießt es als eines der ersten Beispiele für diese Bauaufgabe Denkmalschutz (Bild 12). Bei der Instandsetzung in den Jahren 2007/2008 wendete der Restaurator Michnia vom Team Strotmann und Partner die

11 Universitätsmensa in Saarbrücken, 1969 fertiggestellt von Walter Schrempp und Otto Herber Hajek. Bei der Sanierung erhielt die Fassade eine vollflächige Beschichtung.



12



13

12-14 Rechenzentrum der RWTH Aachen, 1965 fertiggestellt von Prof. Kühn. Die mineralische Beschichtung nach der Sanierung ist kaum zu erkennen.



14

¹ Wilfried Dechau: ... in die Jahre gekommen. Mensa der Universität des Saarlandes 1965–1970. In: db3/2003, 69–72

15+16 St. Antonius in Basel, 1927 fertig-
gestellt von Karl Moser. Die Sicht-
betonoberfläche wurde um 1990
komplett reprofiliert.



15



16

Methode der partiellen Betonsanierung an. Er trieb einigen Aufwand, um die reparierten Stellen farblich an die nicht sanierten Stellen anzugleichen, dennoch wurden die Fassaden anschließend auf Wunsch des Bauherrn aus ästhetischen Erwägungen mit einer mineralischen Schlämme versehen, die besonders auf die Materialität des Betons am Rechenzentrum abgestimmt wurde. Das Ergebnis ist ein Gebäude mit einem einheitlichen Erscheinungsbild, bei dem die Betonreparatur fast unsichtbar ist. Gleichzeitig mutet die Oberfläche so natürlich an, dass man kaum glaubt, dass dies beschichteter Beton ist (Bild 13 + 14).

Reprofilierung

Eine komplett neue Oberfläche entsteht bei der großflächigen Reprofilierung. Hier wird mit Kunststoffmatrizen zunächst ein Abdruck der originalen Oberfläche genommen, den die Matrizen dann an den neuen Beton weitergeben. Auf diese Weise lässt sich etwa eine exakte Kopie der ursprünglichen Bretterschalungsstruktur anfertigen – aber eben „nur“ eine Kopie. Die originale Oberfläche verschwindet für immer. Es entsteht aber ein sehr getreues Abbild des Originals. Eines der frühen Beispiele für diese Sanierungsart ist die Kirche St. Antonius in Basel, 1925–27 von Karl Moser errichtet und 1988–91 vom Ingenieurbüro Eglin Ristic in Basel instandgesetzt (Bild 15 + 16).

Kombination mehrerer Methoden

Weil die Schäden an den Bauten des Weltkulturerbes Völklinger Hütte sehr unterschiedlich sind, werden dort entsprechend unterschiedliche Sanierungsarten angewendet. Beim Kohlenturm war der Beton so ruinös (Bild 17), dass ein großflächiges Abnehmen der obersten Schicht und ein anschließendes Neuauftragen unumgänglich waren. Aufgrund des engen Kostenrahmens wurde hier auf das aufwendige Anfertigen von Matrizen verzichtet und stattdessen Spritzbeton aufgebracht, der eine abschließende PCC-Spachtelung erhielt. Bei den Musterstellen zeigt sich, dass es mit einem industriellen Standardprodukt schwer möglich ist, den Charakter des Altbetons nachzuempfinden. Das Ergebnis ist eine Gebäudeansicht, die aus der Ferne nach Beton aussieht (Bild 18), aus der Nähe jedoch eine kunststoffvergütete Oberfläche zeigt, die nicht recht zu einem Betonbau aus dem Jahr 1941 passt. Drei Seiten des Gebäudes wurden auf diese Weise instandgesetzt, die vierte Seite war in besserem Zustand, sodass dort partielle Reparaturen durchgeführt werden konnten und noch Teile der Originaloberfläche erhalten sind.



17



18

17+18 Kohlenturm der Völklinger Hütte,
vor und nach der konventionellen
Betonsanierung. Durch die PCC-
Sanierungspachtelung wirkt die
Oberfläche nur aus der Ferne wie
echter Beton.

19+20 Rohstoffbunker der Völklinger Hütte
in Nahaufnahme. Der Reparatur-
mörtel wird nach individueller
Rezeptur angemischt.



19

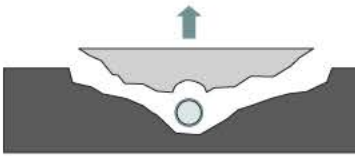


20



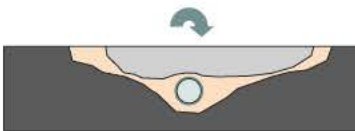
Schadensbild:

Infolge Carbonatisierung besteht starke Korrosion des Stahls, der entstehende Rost sprengt die Betondeckung als Schale ab.



Sicherung und Vorbereitung:

- Vorbereiten und Markieren der abgelösten Schale
- Egalisieren des Untergrundes
- Scharfkantiges Vorbereiten der Ränder
- Entrosten und Korrosionsschutz der Bewehrung



Restaurierung:

- Einbau von Haftmörtel
- Egalisieren der Schalenränder und -rückseiten
- Wiedereinbau der Schalen
- Anpassen der Zwischenräume mit Mörtel
- Angleichen und ggf. Lasieren der Oberfläche

- Betonuntergrund
- Abgelöste Schale
- Bewehrung korrodiert
- Bewehrung beschichtet
- Reparaturmörtel

21 Prinzipdarstellung des Wiedereinbaus abgelöster Betonschalen

Der Rohstoffbunker wird derzeit nach dem Prinzip der partiellen Reparatur saniert (Bild 19 + 20). Durch die Ablagerung von Erzstauben hat der Beton hier eine ungewöhnliche rote Einfärbung. Die Restauratoren des Unternehmens IBS entwickeln daher eine sehr differenzierte Rezeptur für den Reparaturmörtel. Auf den frisch angezogenen Mörtel soll Erzstaub aufgebracht werden, um damit den Farbton des Altbetons zu treffen.

Originalimplantate

Zum Abschluss sei noch auf eine Methode hingewiesen, mit der es ebenfalls gelingen kann, dass sich Reparaturstellen möglichst unauffällig in eine Fassade einfügen: Statt des kompletten Verfüllens der Ausbruchstellen mit neuem Mörtel wird hier der herausgebrochene Beton wiederverwendet (Bild 21). Nach dem Entrosten und dem Imprägnieren der Bewehrung wird das originale Material mit etwas Haftmörtel wieder in die Ausbruchstelle eingesetzt. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Schadensstelle eine gewisse Mindestgröße hat. Bei der Aussegnungshalle des Hauptfriedhofs Saarbrücken haben die Restauratoren des Unternehmens IBS diese Methode angewendet (Bild 22 + 23). Sie sorgt nicht nur für ein relativ ruhiges Erscheinungsbild, sondern wird auch dem denkmalpflegerischen Ziel gerecht, so viel Originalsubstanz zu erhalten wie möglich.

22+23 Aussegnungshalle des Hauptfriedhofs Saarbrücken. Bei der Sanierung wurden Bruchstücke des Altbetons wieder eingesetzt.



22



23

Literatur:

- Günter Huberti (Hg.): Vom Caementum zum Spannbeton. Beiträge zur Geschichte des Betons. Bd. 1. Wiesbaden, Berlin 1964
- Hervé Martin: Moderne Architektur. Paris 1900-1995. Berlin: o.J.
- Bernard Marrey, Franck Hammoutène: Le Beton à Paris. Paris 1999
- Hartwig Schmidt (Hg.): Zur Geschichte des Stahlbetonbaus - Die Anfänge in Deutschland 1850 bis 1910. Beton- und Stahlbetonbau Spezial (Sonderheft). Berlin 1999
- Institut für Steinkonservierung (Hg.): Beton in der Denkmalpflege. IFS-Bericht Nr. 17. Mainz 2003
- Denkmal an Beton! Berichte zur Forschung und Praxis der Denkmalpflege in Deutschland 16. Petersberg 2008
- Institut für Baustoffuntersuchung und Sanierungsplanung GmbH: Untersuchungsbericht. B 14 - 2008. Saarbrücken 2008
- Uta Hassler (Hg.): Was der Architekt vom Stahlbeton wissen sollte. Ein Leitfaden für Denkmalpfleger und Architekten. Zürich 2010

Axel Böcker arbeitet als Denkmalpfleger in Saarbrücken. Er betreut die Denkmale der Landeshauptstadt, gleichzeitig ist er als Querschnittsreferent für die Industrie-Denkmale des gesamten Saarlandes zuständig. Dadurch hat er beinahe täglich mit Betonbauten zu tun.

Enttäuschung als Ergebnis falscher Erwartungen

Wie man hochwertigen Sichtbeton herstellt

Betonbauten von heute gehören zu den Denkmälern von morgen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Betonarchitektur künftig unter Schutz gestellt wird, steigt, wenn die Sichtbetonflächen mit hohem Anspruch ausgeführt sind. Was müssen Planer beachten, um einen Beton zu erhalten, der sowohl ihre Erwartungen als auch die des Bauherrn erfüllt?



01



02

01 + 02 Viele der scheinbar makellosen Sichtbetonflächen, die man gerade auch in Architekturzeitschriften sieht, sind nur durch aufwendiges nachträgliches Ausbessern entstanden.

Joachim Schulz „Wer viel verspricht, muss vieles einhalten“, dies trifft insbesondere für Sichtbeton zu. Dieser Baustoff ist der „Mercedes“ unter den Betonarbeiten. Damit umzugehen, erfordert umfangreiche Fachkenntnisse in Baukonstruktion, Bauchemie und Baustoffkunde. In Architekturzeitschriften werden Sichtbetonbauten meist als makellose, farbgleiche Sichtbetonflächen dargestellt, sodass die Erwartungshaltung der Bauherren sehr groß ist. Die meisten dieser scheinbar perfekten Flächen sind aber keineswegs perfekt aus der Schalung gekommen, sondern wurden nachträglich mit sogenannter „Betonkosmetik“ korrigiert. Dessen sollte man sich als Planer stets bewusst sein (Bild 01, 02).

Spätestens mit Beginn der Ausführungsplanung muss der kreative Sichtbeton-Entwurf im Rahmen der Qualitätssicherung konstruktiv, aber auch material- und herstellungsbedingt geprüft werden. Die Inhalte von Merkblättern und DIN-Vorschriften können dabei nur Hinweise geben, sollen zum „Vordenken“ anregen, aber nicht wie „Kochrezepte“ behandelt werden. Um die gewünschte Qualität von Sichtbeton zu erreichen, müssen Planer und Bauherr vielmehr ein präzises Anforderungsprofil erstellen. Empfohlen wird auch, zur Ausschreibung einen Schalungstechniker und Betontechniker hinzuzuziehen und bereits bei der Auftragsvergabe einen Schiedsgutachter (Sichtbeton-Sachverständigen) zu benennen.

Ziel bei der Erstellung des Anforderungsprofils und bei der Zusammenarbeit („respected friends“) mit den entsprechenden Gewerken ist es, die Soll-Planung mit dem Ist-Ergebnis zu vergleichen und diese bestenfalls übereinstimmend abzunehmen. Eventuelle bauliche Abweichungen sind nicht mit „hinzunehmenden Unregelmäßigkeiten“ zu bewerten. Ein Gerichtsurteil aus dem Jahr 2004 bestätigt, dass auch unerhebliche Abweichungen von dem vorausgesetzten Gebrauch, durch welche die Gebrauchstauglichkeit objektiv nicht beeinträchtigt wird, nach dem subjektiven Fehlbegriff einen Mangel darstellen. Wenn keine „eindeutige und erschöpfende“ Sichtbeton-Beschaffenheitsvereinbarung vorliegt, gilt die „übliche Beschaffenheit“ als vereinbart. Bei der Bewertung von Sichtbetonflächen ist zu berücksichtigen, dass wie bei jeder handwerklichen Leistung Unregelmäßigkeiten nicht völlig zu vermeiden sind. Deshalb sollte ein Sichtbeton-Sachverständiger dem Bauherrn im Vorfeld erklären, dass sich die Erwartungen an Sichtbetonflächen nicht immer erfüllen lassen.

Es sei davor gewarnt, sich bei der Ausschreibung allein auf DIN-Vorschriften und Merkblätter zu verlassen. Denn darin verbergen sich einige Fallstricke, wie im Folgenden dargestellt werden soll.

DIN-Vorschriften

Bis heute gibt es keine DIN-Vorschrift, die ausdrücklich die Herstellung von Sichtbeton behandelt beziehungsweise definiert! Auch die Beton-Normen (etwa DIN 1045, DIN 18 217, DIN 18 331 usw.) enthalten keine eindeutigen Sichtbeton-Aussagen. Der Bundesgerichtshof schreibt in einem Urteil vom 14.5.1998: „Die DIN-Normen sind keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter. Sie können die anerkannten Regeln der Technik wiedergeben oder hinter diesen zurückbleiben.“ (VII ZR 184/97). Eine ähnliche Stoßrichtung hat das sogenannte „Meersburg-Urteil“ des Bundesverwaltungsgerichts: „Zwar kann den DIN-Normen einerseits Sachverstand und Verantwortlichkeit für das allgemeine Wohl nicht abgesprochen werden. Andererseits darf aber nicht verkannt werden, dass es sich dabei zumindest auch um Vereinbarungen interessierter Kreise handelt, die eine bestimmte Einflussnahme auf das Marktgeschehen bezwecken. Den Anforderungen, die etwa an die Neutralität und Unvoreingenommenheit gerichtlicher Sachverständiger zu stellen sind, genügen sie deswegen nicht.“ (Az. 4 C-33-35/83)

DIN-Vorschriften sind daher keine Kochbücher im Sinne von „Man nehme...“, es nutzt dem Architekten also nichts, wenn etwas in einer DIN-Vorschrift steht, aus Merkblättern übernommen wird

Literatur

- [1] Schulz, Joachim: „Handbuch Sichtbeton“ Bewertung und Abnahme Verlag Bau + Technik, 1. Auflage, 2010
- [2] Schulz, Joachim: „Sichtbeton Mängel“ Vieweg + Teubner, 3. Auflage, 2011
- [3] Schulz, Joachim: „Sichtbeton Atlas“ Vieweg + Teubner, 1. Auflage, 2009

oder ein bestimmtes Produkt eine Zulassung besitzt, weil trotzdem beim Einsatz ein Restrisiko verbleibt und daraus ein Schaden oder eine Abweichung entstehen kann. Baufehler als Ursache für Bauschäden werden nicht durch Beachtung von Normen vermieden, sondern durch Kenntnis naturbedingter Grundgesetzmäßigkeiten.

Merkblätter

Merkblätter beziehungsweise Richtlinien werden meist von Interessenverbänden aufgestellt. Auf eine besondere Lesart ist daher zu achten, u. a. unter der Berücksichtigung modaler Hilfsverben wie „können“, „dürfen“ oder „sollen“.

Das DBV-Merkblatt „Sichtbeton“ gilt nur für die Ortbetonbauweise. Für Betonfertigteile gelten dagegen u. a. das Merkblatt über „Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton“. Das Merkblatt „Sichtbeton“ weist u. a. darauf hin, ...

- „dass die ... hier zusammengetragenen Empfehlungen keine absolute Größe darstellen. Die Leistung ist vielmehr eindeutig zu spezifizieren, ordnungsgemäß auszuschreiben und von qualifizierten Unternehmen zu erbringen.“
- „dass ‚Unregelmäßigkeiten‘ trotz höherem Aufwand nicht vollständig auszuschließen sind.“

Herstellungstechnische Grenzen

Im DBV-Merkblatt „Sichtbeton“ sind Einschränkungen der zu erwartenden Sichtbetonqualität formuliert als ...

- „technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbare Anforderungen“ oder
- „eingeschränkt vermeidbare Abweichungen“. (Bild 03)

Im Vorfeld werden „hinzunehmende Unregelmäßigkeiten“ festgeschrieben. Man muss sich dies einmal auf der Zunge zergehen lassen: Gemäß DBV-Merkblatt sind Unregelmäßigkeiten hinzunehmen! Wenn also „nur“ eine Ausführung nach DBV-Merkblatt vereinbart wurde, ist praktisch keine besonders hohe Sichtbetonqualität zu erwarten, da auf Einschränkungen bereits hingewiesen wird. Der Architekt muss seinen Auftraggeber auf die „Einschränkungen“ im DBV-Merkblatt „Sichtbeton“ hinweisen, da der Bauherr diese im Normalfall nicht kennt. >

	Stichwort	technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbare Anforderungen	eingeschränkt vermeidbare Abweichungen	vermeidbare Abweichungen
1	„Farbtönung“ Farbton	gleichmäßiger Farbton aller Ansichtsflächen Farbton- und Texturgleichheit im Bereich von Schalungsstößen	Wolkenbildung + Marmorierungen, leichte Farbunterschiede zwischen aufeinander folgenden Schüttlagen	Farb- und Texturunterschiede durch unsachgemäß gelagerte Schalung unterschiedliche Oberflächenqualitäten (Farbton/Textur) durch unsachgemäß gelagerte Schalung
2	„Poren“, Lunker	gleichmäßige Porenstruktur (Porengröße und Porenverteilung), porenfreie Ansichtsflächen	Porenanhäufung im oberen Teil vertikaler Bauteile	
3	„Ausblutungen“, „Kantenabbrüche“	ungefaste, scharfe Kanten ohne kleinere Abbrüche und Ausblutungen	geringe Ausblutungen an Stößen zwischen Schalbrettern bzw. Schalelementen, Ankerlöchern u. ä.	starke Ausblutungen an Schalbrett- und Schalelementstößen sowie an Bauteilanschlüssen und Ankerlöchern
4	„Rostspuren“		Rostspuren an Untersichten von horizontalen Bauteilen, einzelne Kalk- und Rostfahnen an vertikalen Bauteilen	Häufung von Rostfahnen an vertikalen Bauteilen sowie Rostspuren durch zurückgelassene Bewehrungsreste an Untersichten horizontaler Bauteile
5	„Kiesnester“, Schüttlagen			Fehler beim Einbringen und Verdichten (z. B. Kiesnester, starke sichtbare Schüttlagen)
6	„Mörtelreste“, „Nasen“			herunterlaufende Mörtelreste („Nasen“) durch undichte Arbeitsfugen an vertikalen Bauteilen
7	„Schalungsanker“, Ankerlöcher			willkürliche, ungeordnete Anordnung von Schalungsankern, unsauberer oder unterschiedlicher Verschluss von Ankerlöchern – falls gefordert
8	Versätze, Schalelementstöße			Versätze > 10 mm zwischen Schalelementstößen und an Bauteilanschlüssen
9	„Ausblühung“	ausblühungsfreie Ansichtsflächen von Ortbetonbauteilen		
10	Abzeichnung der Bewehrung		Abzeichnung der Bewehrung oder des Grobkorns	
11	Schleppwassereffekt		Schleppwassereffekt in geringerer Anzahl und Ausdehnung	stark ausgeprägte Schleppwassereffekte

03 Herstellungstechnische Sichtbeton-Grenzen (Ortbeton) nach DBV-Merkblatt „Sichtbeton“, Abs. 5.1.2 „Ausführbarkeit“



05

Umgebungs-kategorie für Bewehrungs-korrosion	Anforderungs-kategorie Stahlbetonbauteile	Rechenwert der Rissbreite w_k [mm]
XC1 (Innenbauteil)	F	0,4
XC2, XC3, XC4	E	0,3
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	E	0,3

04 Auszug aus Tabelle 18 und 19, DIN 1045-1: 2008-08

05 Um die Risse in den Betonstelen des Architekten Peter Eisenman entbrannte ein monatelanger Streit.

06 Risse in einer auskragenden Sichtbetondecke. Gänzlich rissfreier Beton ist nahezu unmöglich herzustellen, entscheidend ist vielmehr die Breite der Risse.

Um stattdessen hochwertige Sichtbetonflächen zu erhalten, muss „mit Worten geplant“ werden, es müssen also umfangreiche zusätzliche technische Vorbemerkungen zum Sichtbeton aufgestellt werden. Andernfalls sind Enttäuschungen seitens des Bauherrn vorprogrammiert!

Betonkosmetik und -instandsetzung

Wenn dennoch bei der Betonherstellung etwas schiefgelaufen ist, schlägt die Stunde der Betonkosmetik. Ausbesserungen können jedoch häufig zu einer „Verschlimmbesserung“ führen. Es ist darauf zu achten, dass nicht der „erstbeste“ Reparaturmörtel zur Ausführung kommt. Die Industrie bietet heutzutage eine große Farbpalette von Spezialschichten mit entsprechenden Verarbeitungstechniken an. Es empfiehlt sich, vorab an einer „Erprobungsfläche“ den Farbton und die Technik zu üben. Für die Mängelbeseitigung, etwa in Form einer „Betonkosmetik“, sowie den Schutz und die Betoninstandsetzungsarbeiten ist Know-how erforderlich. Nicht jedes Unternehmen verfügt über die erforderlichen Fachkenntnisse. Empfehlungen gibt u. a. die „Gütegemeinschaft Betoninstandsetzung“.

Sichtbetonflächen lassen sich oftmals mit einer Lasur „retten“. War schon in der Planung/Aus-schreibung eine Lasur vorgesehen, können die anfallenden „Sanierungskosten“ mit dem Nach-gewerk (Maler) verrechnet werden. Da sich „Ausreißer“ praktisch nicht immer vermeiden lassen, sind eventuelle „Mängelbeseitigungen“ bereits im Vorfeld zu planen.



06

Rissbreitenbeschränkung

Zum Streit kommt es häufig wegen Rissen im Sichtbeton. Weite Kreise zog beispielsweise die Diskus-sion um die Risse in den Betonstelen, aus denen der Architekt Peter Eisenman in Berlin das Denkmal für die ermordeten Juden Europas (Bild 05) errichtet hatte. Risse können trotz fachgerechter Planung und Ausführung nicht absolut verhindert werden, d. h. man kann nur die Rissbreite beschränken. Risse gehören zum Bemessungsprinzip der Stahlbetonbauweise. In der Statik ist die „Beschränkung der Rissbreiten“ nach DIN 1045-1 zu berücksichtigen. Beim Sichtbeton können „Risse“ die Optik („Gel-tungsfunktion“), aber auch die Gebrauchstauglichkeit (u. a. Dauerhaftigkeit) beeinträchtigen. Sie sind von einem „sachkundigen Planer“, d. h. Beton-Sachverständigen, zu beschreiben und zu beur-teilen. Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Sichtbetons sind u. a. erfüllt, wenn die Anfor-derungen gemäß Tabelle 18 und 19, DIN 1045-1: 2008-08 eingehalten sind (Bild 04).

Die DIN 1045-1 Abs. 11.2.1 (6) weist jedoch auch auf Folgendes hin: „Für Bauteile mit besonderen Anforderungen können strengere Begrenzungen der Rissbreite erforderlich sein. Diese sind jedoch nicht Gegenstand dieser Norm.“ Dies trifft sinngemäß nicht nur für WU-Beton, sondern auch ins-besondere für Sichtbeton zu. Wer die Rissbreite eines Sichtbeton-Bauteils stärker beschränken möchte, muss dies gesondert vereinbaren.

Verformungen bei Fertigteilen

Auch Betonfertigteile können die Erwartungen des Bauherrn bitter enttäuschen. Bei einer Neubau-fassade in Berlin wiesen die Z-förmigen Wandplatten starke konkave Verwölbungen auf, sodass die Elemente teilweise bis zu drei Zentimeter aus der Fassadenebene hervorragten (Bild 07). Der Wand-aufbau bestand aus Sichtbeton-Fertigteilen als „Vorhangfassade“, einer Luftschicht, einer Wär-medämmung und einer tragenden Betonwand. Was war passiert?

Jedes Material „schwindet“, beim Beton erfolgt dieser Vorgang durch Volumenverminderung des Zementsteins infolge von Austrocknung. Das Austrocknen bewirkt ein Feuchtegefälle und unter-schiedliche Schwindverkürzungen über den Querschnitt des Bauteils. Das Schwinden der Randzone



07

07 Verformungen an einer Fassade in Berlin: Auch Fertigteile sind schadensanfällig, wenn der Planer die Gesetze der Physik missachtet.

wird durch den wenig beziehungsweise nicht schwindenden Kern des Bauteils behindert, sodass sich dort Zugspannungen aufbauen, die bei Behinderung und Überschreitung der Zugfestigkeit zu Rissen, den sogenannten Schwindrissen, führen.

Der „ideale“ Fertigteilgrundriss für das Schwindverhalten wäre der Kreis, da sich alle Enden gleichmäßig zum Kreismittelpunkt bewegen. Da dieser Grundriss in der Praxis so gut wie nie vorkommt, gibt es die bekannten Forderungen an einen „gedrungenen“, weitgehend quadratischen Grundriss (Bild 09).

Das Schwinden bewirkt eine Verkrümmung der Fertigteile. Bei Rechteckplatten weist die Krümmung stets in Richtung der längeren Seitenkante (Bild 10, 12), es sei denn, durch konstruktive Maßnahmen ist eine Verkrümmung in diese Richtung verhindert. Extrem ungünstig ist das Schwindverhalten ab einem Seitenverhältnis größer als 2 : 1. Die Fassadenplatten im oben genannten Beispiel weisen ein Seitenverhältnis $8 : 1,45 = 5,5$ auf, überschritten das Verhältnis 2 : 1 also um ein Vielfaches.

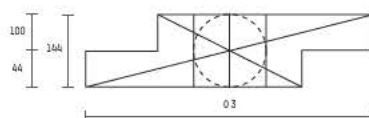
In diesem Fall erfolgt die Verkrümmung quer zu der erstgenannten Richtung. Diese Regelmäßigkeit der Krümmungsrichtung lässt sich durch das Gesetz vom Minimum der Verformungsart erklären.

Auch in der Fertigteilindustrie sind das Schwinden und die daraus resultierenden Folgen bekannt. Bei Sandwichplatten werden daher die Ecken durch Nadeln (Halteanker) gehalten, damit eine Verwölbung vermieden wird. Im Plattenschwerpunkt übernehmen ein oder zwei Traganker die Eigenlast der Vorsatzschale (Bild 11). Zwangsbeanspruchungen sind von den Nadeln aufzunehmen. Die daraus ungünstigen Spannungen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

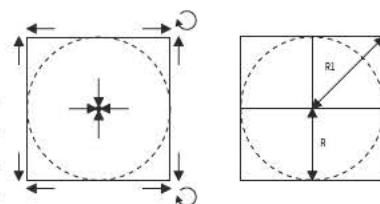
Resümee

Ein toller Entwurf ist das eine, aber will man Enttäuschung nach der Ausführung vermeiden, so müssen bei der Planung die bautechnischen und bauchemischen Anforderungen Vorrang vor gestalterischen Aspekten haben. Hier muss der beratende Ingenieur dem Planer hilfreich zur Seite stehen. Es gibt nur gute Baustoffe (zum Beispiel Beton), wir machen jedoch (häufig) schlechte Sichtbeton-Bauteile daraus.

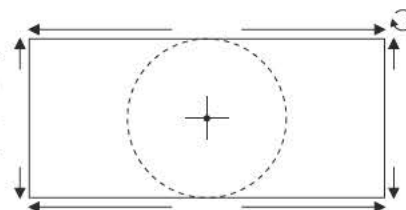
Nur wenige Experten kennen sich mit Sichtbeton so gut aus wie Joachim Schulz. Er ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betoninstandsetzung, WU-Beton und Sichtbeton. Sein Büro berät Architekten bei der Planung, Begutachtung von Sichtbeton-Bauteilen. www.sichtbeton-forum.de



08 Maße des Berliner Fassadenbauteils



09 Günstige Geometrie für Fertigteile

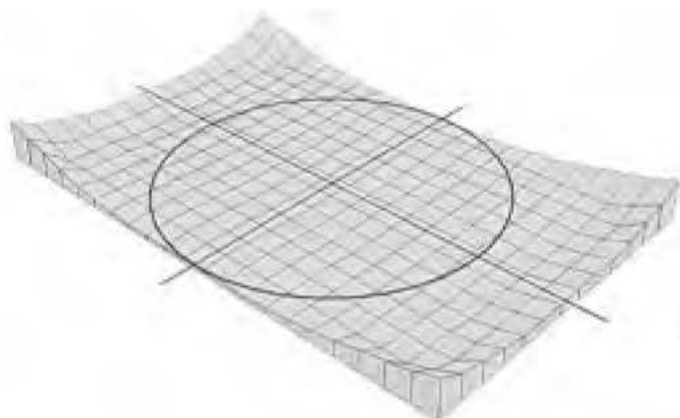


10 Krümmung bei Rechteckplatten



x Halteanker + Traganker

11 Befestigung von Rechteckplatten



12 Ab einem Seitenverhältnis von 2 : 1 wird das Verformungsverhalten von Rechteckplatten äußerst ungünstig.

Es kommt drauf an, was man drauf macht

Unterschiede beim Oberflächenschutz für Beton

Hydrophobieren, versiegeln oder beschichten? Beim Baumaterial Beton scheiden sich die Geister, ob und welcher zusätzliche Oberflächenschutz sinnvoll ist. Schließlich geht es nicht nur um die funktionale Seite des Substanzerhaltes, sondern auch darum, wie der Oberflächenschutz die materialspezifische Anmutung des Betons verändert.



01



02

Armin Scharf Im Grunde ist Beton – richtig rezeptiert und ausgeführt – ein sehr langlebiger Baustoff. Allerdings nur dann, wenn seine Alkalität die Stahlbewehrung im Inneren vor Korrosion schützt. Geht der pH-Wert zurück, so spricht man von der Karbonatisierung des Betons – dabei handelt es sich im Grunde um einen normalen Alterungsprozess, der jedoch beispielsweise durch chloridbelastetes Wasser oder CO₂ in der Luft beschleunigt wird.

Will man die Lebensdauer von Beton verlängern, so geht es in erster Linie also darum, die Oberfläche des Baustoffes vor der Einwirkung von Wasser und Schadstoffen zu schützen. Eine Aufgabe, für die Beschichtungen prädestiniert sind – sie stellen unterschiedliche Schutzmechanismen bereit, die sich direkt aus ihrem materialspezifischen Aufbau herleiten.

Hydrophobierung

Eigentlich eine sehr effektive Angelegenheit: Die Betonoberfläche wird mit Silanen und Siloxanen getränkt, also mit siliziumorganischen Verbindungen, die mit dem Baustoff eine stabile Bindung eingehen. Der organische Rest ihrer Molekularstruktur sorgt für die stark wasserabweisende Oberfläche. Hydrophobierungen werden in der Regel als wässrige Emulsionen angeboten, entweder niedrigviskos oder in Gelform (siehe auch Metamorphose 02/11 Seite 56–59). Sie dringen in den Beton ein und bilden keinen Film auf der Oberfläche, trocknen farblos und matt auf – das heißt, der Beton wird in seiner Optik und Materialität nicht beeinflusst. Auch die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit bleibt unverändert, dafür reduziert sich die Aufnahme externer Feuchtigkeit im oberflächennahen Bereich – und damit die Einwirkung wassergelöster Chloride sowie das schädigende Potenzial von Frostperioden. Allerdings lässt die hydrophobe Wirkung im Laufe der Jahre nach, muss also erneuert werden.

Versiegelung

Im Gegensatz zur Hydrophobierung werden durch Versiegelungen die oberflächlichen Poren des Betons teilweise verfüllt. An der Oberfläche bildet sich ein dünner Film aus, der farbig lasierend pigmentiert werden kann. Versiegelungen bieten Schutz vor Wasser, vor Schadstoffen und bauen in

➔ 01 Mineralische Lasuren modulieren den Beton farblich, lassen aber seine Haptik und seine Struktur unangetastet.

↑ 02 Grau ist nicht gleich grau: Durch deckende Beschichtungen verändert sich das Aussehen des Betons und damit sein Charakter wesentlich.

begrenztem Umfang eine CO₂-Barriere auf, bremsen also die Karbonatisierung. In der Regel handelt es sich um Acrylat-Bindemittel, also Dispersionsmaterialien. Die Filmbildung führt zu einer geringfügig veränderten Materialanmutung.

Beschichtung

Hierbei handelt es sich um deckend pigmentierte Materialien, die einen Film an der Oberfläche ausbilden und die Poren des Betons füllen. Je nach Dicke des Films sind diese Beschichtungen mehr oder weniger durchlässig für Wasserdampf von innen oder CO₂ von außen, bremsen die Karbonatisierung also am effektivsten. Zusätzlich können sie auch rissüberbrückend wirken und vor chemischer oder mechanischer Beanspruchung schützen. Als Bindemittel dienen wässrige Polymerdispersionen – bei deren Trocknung verdunstet das Wasser, die enthaltenen Partikel nähern sich dabei immer mehr an und verschmelzen schließlich zu einem geschlossenen Film. Diese Art der Schichtbildung läuft rein physikalisch ab.

Ganz anders erfolgt die Filmbildung bei zweikomponentigen Materialien auf Polyurethanbasis: Hier findet eine chemische Reaktion statt, die Verfestigung erfolgt durch Vernetzung der funktionalen Molekülgruppen. Dank dieser Vernetzung sind die Filme hochbelastbar und vor allem bei stark beanspruchten Betonbauteilen wie Böden oder Ingenieurbauten gefragt – nicht aber an Fassaden mit normaler Bewitterung.

Beschichtungssysteme auf Polymerdispersionsbasis führen zu Trockenschichtdicken zwischen 0,3 und 5,0 Millimetern, egalisieren damit zum einen Unebenheiten, zum anderen aber auch die Materialstruktur des Betons. Das heißt, Optik, Haptik und Anmutung verändern sich unter Umständen deutlich – der Beton verliert einen guten Teil seines Charakters.

Mineralische Beschichtung

Im Gegensatz zur Polymerdispersion bilden silikatische Materialien keinen Film über der Betonoberfläche. Als Bindemittel dient wasserlösliches Kaliwasserglas, das mit dem mineralischen Untergrund unter Einlagerung von CO₂ die sogenannte Verkieselungsreaktion eingeht und dabei seine Löslichkeit verliert. Silikatfarben sind daher hoch wasserdampfdiffusionsfähig, neigen aber auch zur stärkeren Wasseraufnahme, was sich einerseits durch die schnellere Rücktrocknung in Teilen wieder ausgleicht, zum anderen mit einer zusätzlichen Hydrophobierung einschränken lässt.

Was das Erscheinungsbild angeht, muten die matt trocknenden Silikatbeschichtungen auf Beton sehr viel natürlicher an als ihre Kollegen von der Polymerfraktion. Das liegt zum einen an der fehlenden Filmbildung, wodurch die Betonstruktur nicht überlagert, sondern eher noch betont wird. Das gilt besonders dann, wenn die Beschichtung lasierend eingestellt ist und der Blick auf die Struktur frei bleibt. Wegen ihrer Alkalität lassen sich Silikatfarben aber nur mit mineralischen Pigmenten einfärben, was die Bandbreite und Brillanz der verfügbaren Töne einschränkt. Doch das ist bei der materialgerechten Beschichtung von Beton sowieso nur ein Randaspekt.

Farben sind das Spezialgebiet von Armin Scharf. Nach einem Ingenieurstudium Farbe leitete er vier Jahre lang als Chefredakteur die Zeitschrift „Malerblatt“. Seit 1996 schreibt er als freier Journalist immer wieder über den Einsatz von Farbe in Architektur und Design.

- ☛ 03 Filmbildende Beschichtungen wirken abdeckend, zeigen einen leichten Glanz und neigen dazu, das feine Oberflächenrelief des Betons zu nivellieren.
- ↓ 04 Auch mineralische Beschichtungen lassen sich deckend ausführen, etwa um Farbunterschiede beim Beton auszugleichen. Doch belegen sie die Oberfläche nicht mit einem Film, sondern wirken matt und betonen die Betonstruktur.



03



04

Den Charakter bewahren

Plädoyer für einen differenzierten Umgang mit Betonanstrichen

In ästhetischer Hinsicht schätzen Architekten am Beton besonders seinen steinernen-felsigen Charakter. Der geht jedoch meist verloren, wenn der Baustoff mit organischen Anstrichen behandelt wird. Wann ist dies zwingend nötig und wann lässt es sich umgehen? Wann können stattdessen Mineralfarben sinnvoll sein?



01



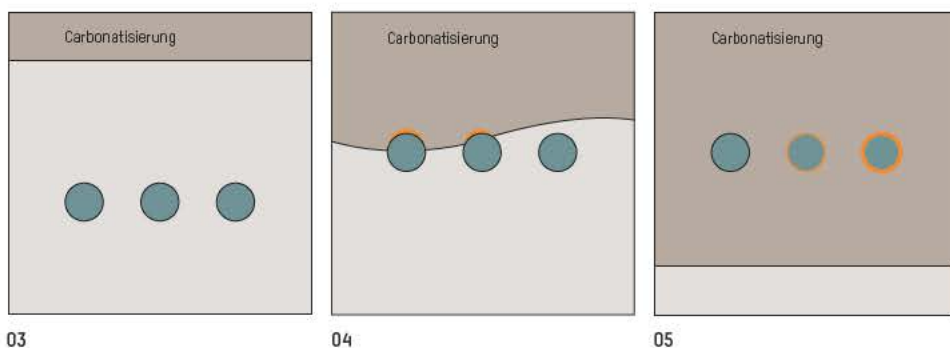
02

01 - 02 Schwimmbad in Heiden (CH):
Eines der ersten Freibäder in Stahlbetonbauweise, ursprünglich mit Reinsilikatfarbe gestrichen, heute hydrophobiert und mit Dispersionssilikatfarbe beschichtet — nach dem originalen Farbkonzept der Zwanzigerjahre.



Thomas Klug Beton ist ein mineralischer Baustoff bestehend aus Sand, Kies, Zement, Stahl, Wasser und Luft. Für die einen nur grau, kalt und hart, ist er für viele Architekten *der* Baustoff schlechthin. Während sich die rationelle Ingenieurskunst eher auf die funktionellen Möglichkeiten des Betons konzentriert, versucht die Architektur, damit auch Emotionen umzusetzen, sich der Ästhetik dieses Baustoffs anzunehmen und sie zu kultivieren. Bisweilen gewinnt man den Eindruck, darin manifestiere sich eine Art Respektsbezeugung, um nicht zu sagen, Dankbarkeit gegenüber diesem Material. So bleiben die meisten Architekten nicht bei der Funktionalität der Form stehen, sondern gehen einen Schritt weiter und gestalten das Erscheinungsbild des Betons mit Struktur und/oder Farbe, mal sehr bewusst, mal eher intuitiv.

Wenn Beton allerdings saniert, behandelt oder auch lediglich gestaltet werden soll, scheint es meist nur *ein* Mittel der Wahl zu geben: Fast reflexartig verordnen Ingenieure, Farblieferanten und Verarbeiter dem Beton einen CO₂-Schutz in Form eines filmbildenden Anstriches, egal ob es sich nun um einen gesunden, gefährdeten oder schadhafte Beton handelt. Damit aber ein solcher CO₂-Anstrich auch wirksam sein kann, müssen vor dem Auftragen Lunkern und Fehlstellen zwingend zugespachtelt werden, was das Erscheinungsbild des Betons mitunter erheblich verändert. Es ist erstaunlich, dass in der Praxis, trotz inzwischen deutlich besserer und genormter Betonqualitäten, ein CO₂-Schutz häufig auch dort Anwendung findet, wo aus technischer Sicht gar keiner gefragt wäre. So verschwinden immer wieder Betonflächen unnötigerweise unter solchen Beschichtungspaketen. Gut fürs Geschäft — aber Architekten blutet dabei oft das Herz, würden sie doch den Beton lieber subtil gestalten und nicht einfach, meist leicht glänzend, überdecken lassen.

Bei einem ganz bestimmten spezifischen Gefährdungs- beziehungsweise Schadensbild ist es tatsächlich sinnvoll, den Beton vor CO₂-Zutritt zu schützen, damit der Bewehrungsstahl nicht in alkalineutrales Milieu gerät und so korrodieren kann. In den meisten übrigen Fällen ist der Nutzen eines CO₂-Schutzes aus Gründen des Feuchtehaushalts und der Oberflächenästhetik aber fraglich. Stahl rostet schließlich nur, wenn der Beton tatsächlich carbonatisiert *und* feucht ist. Deswegen ist die Hydrophobierung von Beton in vielen Fällen eine geeignetere Schutzmaßnahme. Da Hydrophobierungen keine abdeckende Schicht bilden, bleibt der typische offenporige Charakter der Betonoberfläche erhalten.



03 - 05 Beton in verschiedenen Zuständen. Je nach Lage der Carbonatisierungsfront ist ein CO₂-Schutz unterschiedlich sinnvoll.

-  Armierung
-  Eisenoxid (Rost), je nach Feuchte im Beton

Drei Fälle auseinanderhalten

Im Prinzip kann im Hochbau von drei Zuständen des Betons ausgegangen werden, die sich darin unterscheiden, wie weit die Carbonatisierung bereits fortgeschritten ist. In jedem ist eine Überarbeitung mit Mineralfarbe oder -lasur möglich beziehungsweise technisch sinnvoll.

Der Idealfall, gesunder Beton, braucht an sich weder einen CO₂-Schutz noch einen Anstrich; eventuell eine Hydrophobierung als Chloridschutz im Ingenieurbau. Ist eine farbliche Gestaltung gewünscht, so lässt sich ein mineralischer Anstrich direkt auf dem Beton oder der Hydrophobierung auftragen (Bild 03).

Nur im zweiten Fall, dann nämlich, wenn die Carbonatisierung die Armierung gerade erreicht hat, ist ein CO₂-Schutz erforderlich. Dies bedarf einer Lunkerspachtelung und eines filmbildend „dichten“ Anstrichs. Auch hier ist ein mineralischer Anstrich möglich – auf dem CO₂-Schutz und der Hydrophobierung (Bild 04).

Im dritten Fall, wenn die Carbonatisierungsfront bereits hinter der Armierung liegt, kommt ein CO₂-Schutz „zu spät“, ist sogar kontraproduktiv. Hier ist eine Hydrophobierung notwendig. Ein mineralischer Anstrich auf der Hydrophobierung ist möglich, häufig sinnvoll (Bild 05).

Mineralfarben und Stahlbeton

Die Basis von Mineralfarben ist Quarz. Diese Substanz, chemisch SiO₂, ist ein sehr häufiges Mineral, in der Natur kommt es als Gestein, Quarzsand oder Kristall vor. In Kombination mit anderen Mineralien bildet SiO₂ diverse andere Gesteinsarten. Granit besteht beispielsweise aus Feldspat, Quarz und Glimmer. Quarz ist ein hartes, säurebeständiges Mineral, das in Form von Sand vielseitig eingesetzt wird, etwa als Zuschlagstoff für Putze oder Beton.

Quarz bildet aber auch den Ausgangsstoff für die Glasproduktion. Seit dem späten Mittelalter verstand man es, Quarz auch zu Wasserglas zu schmelzen, fand aber wohl keine rechte Verwendung dafür. Die Wassergläser haben die spezifische Eigenschaft, *wasserlöslich* zu sein. Es gibt Natrium-, Kalium- und Lithiumwasserglas. Als Bindemittel für Putze und Farben eignet sich nur das Kaliumwasserglas, auch Kaliumsilikat genannt. Farben und Putze, die damit gebunden sind, nennt man Silikatfarben beziehungsweise Silikatputze.

- ↙ 06 Organischer Anstrich als CO₂-Schutz: Leicht glänzend deckt er die ursprüngliche Oberfläche des Betons vollkommen ab.
- ↓ 07 Mineralische Lasur: Der offenporige Charakter der Betonoberfläche bleibt sichtbar.



06



07

- 08 Das erste Wohnhaus Zürichs in Stahlbetonbauweise: die Villa Salvisberg. Damals und heute mit Mineralfarbe gestrichen; heute aber zusätzlich hydrophobiert, da die Carbonatisierungsfront schon weit hinter der Armierung liegt.
- ↓ 09 Von der Natur lernen: Das Leben siedelt sich meist auf horizontalen Flächen an, weil sich dort der Regen sammelt, während die vertikalen Flächen schneller abtrocknen und daher eher frei von Vegetation bleiben. Übertragen auf die Architektur ließe sich daraus schließen: Balkonböden, Balken oder Fensterbänke aus Beton bedürfen eines intensiveren Schutzes vor Wasser als vertikale Elemente wie Fassaden oder Brüstungen.



08

Der Forscher und Handwerker Adolf Wilhelm Keim aus München ist Wegbereiter der Silikattechnik (= Wasserglastechnik). Er prägte den Begriff der Mineralfarbe für mit Kaliwasserglas gebundene Farben. Mit der Patentierung seiner Keim'schen Mineralfarben im Jahre 1878 verhalf er dem Kaliwasserglas als Bindemittel für Farben und Putze zum Durchbruch. Seine Leistung bestand allerdings nicht nur in der gezielten Verwendung von Kaliwasserglas, sondern in der Formulierung mineralischer Pulver verschiedenster Farbe, die, mit Kaliwasserglas gemischt, die bekannten Keim'schen Mineralfarben ergeben.

Joseph Monier erhielt 1867 ein Patent für seine Erfindung des Stahlbetons. Elf Jahre später erhielt Adolf Wilhelm Keim ein Patent für seine Keim'schen Mineralfarben. Stahlbeton und Silikatfarbe sind also in derselben Phase der Industrialisierung aufgetreten. Während der Gärtner Joseph Monier mit seiner Erfindung zunächst die Stabilisierung von Blumentöpfen erreichen wollte, wurden die Mineralfarben des gelernten Töpfers Adolf Wilhelm Keim zunächst nur für Dekormalereien an Fassaden und Innenwänden eingesetzt. Erst in den Zwanzigerjahren des letzten Jahrhunderts fanden Moniers Stahlbeton und Keims Silikatfarbe breite Anwendung in der Architektur und läuteten eine neue technologische und gestalterische Ära ein. Beide Baustoffe sind mineralischer Natur und gehen miteinander chemisch eine sehr stabile Verbindung ein. Kein Wunder also, dass von Beginn an Stahlbetonbauten mit Silikatfarben gestrichen wurden.

Den mineralischen Baustoff Beton mineralisch beschichten

Mineralische Bindemittel schließen, im Gegensatz etwa zu Dispersionen, die Pigmente nicht in einen organischen Film ein, sondern lassen die Lichtstrahlen direkt auf das Pigment treffen, von wo sie in einem bestimmten Winkel kristallin reflektiert werden. Filmbildende Bindemittel dagegen reflektieren das Licht eher abgedunkelt und diffus. Der meist geforderte, aber oftmals unnötige CO₂-schützende Anstrich auf organischer Basis lässt sich in vielen Fällen durch eine Mineralfarbe oder -lasur ersetzen. Sollte jedoch tatsächlich ein CO₂-Schutz erforderlich sein, so lässt er sich mit einer Mineralfarbe auf Kieselbasis oberflächlich „remineralisieren“; Mineralfarben und -lasuren wirken strukturbetonend und trocknen, wie es auch der mineralischen Natur des Betons entspricht, nach Beregnung wolkgig auf. Damit bleibt auch bei einer farblichen Gestaltung der mineralische Charakter des Betons erhalten.

Eine differenzierte Diagnose der jeweils vorgefundenen Betonoberfläche eröffnet also eine ganze Palette differenzierter Schutz- und Gestaltungsmöglichkeiten. Beton kann getüncht, lasiert, gestrichen, geschlämmt, gespachtelt, hydrophobiert oder CO₂-geschützt werden: Jedes Mal eröffnet sich seinem Betrachter ein anderes Bild, werden andere Empfindungen geweckt.

Thomas Klug lernte den Umgang mit Farben „von der Pike auf“: Nach einer Malerlehre und einer Fortbildung zum Handwerker in der Denkmalpflege beschäftigte er sich intensiv mit Baubiologie. Heute ist er Geschäftsführer der Firma Keimfarben in der Schweiz.



09

+++ Topangebot +++ Neu +++ Exklusiv +++



Metamorphose

BAUEN IM BESTAND

Ihre Zeitschrift für Umbau, Ausbau und Modernisierung

- Ausführliche Dokumentation anspruchsvoller Projekte
- Lösungsorientierte Fachartikel rund ums Bauen im Bestand
- Vorstellung neuer Produkte für Altbauinstandsetzung

Jetzt die nächsten 2 Ausgaben der Metamorphose testen und 30% sparen!

**GRATIS
FÜR SIE !**



Schreibset WHITE GRIP (5-teilig):

Dieses attraktive Set aus dem Hause Faber-Castell beinhaltet neben dem ergonomisch geformten Kugelschreiber „Conic“ noch drei GRIP 2001 Bleistifte mit der patentierten Soft-Grip-Zone und die praktische Radierer-Spitzer-Kombination. Alle Teile in elegantem Weiß.

Ja, ich nutze das Angebot.

Ich bestelle 2 Ausgaben der Metamorphose für 16,20 € (Ausland 17,00 €). Dazu erhalte ich als Dankeschön gratis das Schreibset WHITE GRIP. Wenn ich die Metamorphose nicht weiterbeziehen möchte, teile ich Ihnen das innerhalb von 10 Tagen nach Erhalt der 2. Ausgabe mit. Ansonsten erhalte ich die Metamorphose jährlich zum Vorzugspreis von nur 67,50 € (Ausland 69,90 €) inkl. Versand und MwSt. Kündigungsfrist: erstmals 4 Wochen zum Ende des ersten Bezugsjahres, danach jeweils 4 Wochen zum Quartalsende.

Metamorphose Leserservice
Ernst-Mey-Straße 8
70771 Leinfelden-Echterdingen
Phone: +49 (0) 711 7594-302
Fax: +49 (0) 711 7594-221

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, dass ich die Bestellung innerhalb von 14 Tagen bei Metamorphose Leserservice widerrufen kann. Die Frist beginnt mit Absendung der Bestellung (Poststempel).
Verlag: Konradin Medien GmbH, Ernst-Mey-Str. 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Geschäftsführerin Katja Kohlhammer, Amtsgericht Stuttgart HRB 222257

Vorname, Name _____ Geburtsdatum _____

Firma, Funktion _____

Straße, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Phone, Fax _____

E-Mail
Durch Angabe Ihrer Telefonnummer und E-Mail-Adresse erklären Sie sich einverstanden, dass Ihre Daten gespeichert und zu Werbezwecken durch uns oder befreundete Dritte genutzt werden. Sollten Sie künftig keine Informationen und Angebote mehr erhalten wollen, können Sie jederzeit der Verwendung Ihrer Daten durch uns oder Dritte für Werbezwecke widersprechen.

Beruf, Branche _____

Datum, Unterschrift _____

76068AP

KEIMFARBEN



Unerreicht in puncto
Farbwirkung



Mineralische Farben aus dem Hause KEIM begeistern durch ihre Farbwirkung, Stofflichkeit und Materialität.

Farbe bei KEIM ist nicht nur Beschichtungsstoff.

- Farbe unterstreicht, akzentuiert, wirkt.
- Das kristalline Leuchten einer Mineralfarbe aus dem Hause KEIM zeigt sich schon im Farbpulver.
- KEIMFARBEN schaffen Tiefe und Lebendigkeit.

KEIMFARBEN – kompromisslos in der Qualität.

KEIMFARBEN

GmbH & Co. KG

Keimstraße 16
86420 Diedorf
Tel. 0821 4802-0

Frederik-Ipsen-Straße 6
15920 Luckau
Tel. 035456 67638

www.keimfarben.de info@keimfarben.de

konsequent mineralisch

Bewiesen statt versprochen!

**Farbtonstabilität ist
bei uns Standard.**

