



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.  
Mehr Wert.**

## Fachaufsatz

# Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Parkhäusern und Tiefgaragen

TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Bautechnik





Industrie Service

## **Inhalt**

### **ABSTRACT**

#### **1. Ausgangslage**

#### **2. Schäden an der Stahlbewehrung**

##### **2.1 Schäden durch Karbonatisierung**

##### **2.2 Schäden durch Chlorid**

##### **2.3 Mögliche Schwachstellen im Beton**

##### **2.4 Technische und physikalische Grundlagen**

#### **3. Stand der Technik – Verschiedene Bauweisen im Vergleich**

##### **3.1 Oberflächenschutz bei Grundwasser beaufschlagten Bodenplatten**

##### **3.2 Technische und wirtschaftliche Gesamtbetrachtung**

#### **4. Fazit und Ausblick**

#### **5. Quellen und Literatur**

### **KONTAKT**

## ABSTRACT

Parkhäuser und Tiefgaragen unterscheiden sich in einem wesentlichen Merkmal grundlegend von allen anderen Stahlbetonbauten des üblichen Hochbaus: Fahrzeuge tragen im Winter mit Auftausalz belastetes Wasser ein. Das darin enthaltene Chlorid kann erhebliche Korrosionsschäden an der Stahlbewehrung im Beton verursachen, die mitunter nicht sichtbar sind und nur von Experten erkannt werden können. Über viele Jahre wurden beim Bau und der Sanierung keine optimalen Lösungen zum Schutz vor Chloridkorrosion angewandt und die Situation ist auch unter dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit selten zufriedenstellend.

Derzeit werden meist Kunstharzbeschichtungen verwendet, um der Chloridkorrosion vorzubeugen. Neuere Forschungsergebnisse zum Oberflächenschutz an der HTWG Konstanz vergleichen verschiedene Oberflächenschutzsysteme (OS 8 und OS 11), diskutieren die Vor- und Nachteile sowie die notwendigen Rahmenbedingungen für die dauerhafte Nutzung und zeigen, dass daneben auch bituminöse Bauweisen wirksame und wirtschaftliche Lösungen für den Korrosionsschutz und die Entwässerung bieten. Diese Lösungen sind in der Baubranche noch weitgehend unbekannt und werden kaum angewandt, weil (1) die Wirtschaftlichkeit mitunter bezweifelt wird, (2) der Stand der Technik kontrovers diskutiert wird und (3) Details hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit (Pfüthenbildung, Entwässerung) vielfach unklar sind.

Den Kern der Forschungsergebnisse zum Thema bildet eine Masterarbeit, die verschiedene Lösungsansätze unter technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten betrachtet. Die zentralen Ergebnisse sind (1), dass bituminöse Bauweisen trotz höherer Investitionen langfristig wirtschaftlicher sein können, weil die Lebenszykluskosten durch weniger Wartungs- und Instandhaltungsbedarf geringer ausfallen. Dass (2) bituminöse Bauweisen sehr wohl in den Normen verankert sind und dem Stand der Technik entsprechen. Und dass (3) durch die poröse Bitumen-Oberfläche oftmals eine stärkere Pufferung und Verdunstung von eingebrachtem Wasser möglich ist, womit Entwässerungssysteme und Gefälle mitunter entfallen können. Dabei wird deutlich, dass ein geeignetes Korrosionsschutzkonzept für jedes Parkhaus individuell erarbeitet werden muss. Hierfür sind alle Bauweisen an den konkreten Rahmenbedingungen zu prüfen.

Die neuen Erkenntnisse sollten in Zukunft auch Eingang in eine überarbeitete Fassung des DBV Merkblatts „Parkhäuser und Tiefgaragen“ finden.

## 1. Ausgangslage

Parkhäuser und Tiefgaragen sind derzeit Gegenstand intensiver Fachdiskussionen. Im Zentrum steht für die Experten der Baubranche der fachgerechte, rechtskonforme und wirtschaftliche Schutz der Stahlbewehrung vor Chloridkorrosion. In diesem Zusammenhang spielt auch die Gebrauchstauglichkeit eine wichtige Rolle und damit Fragen zur Entwässerung bzw. Pfützenbildung.

Bis Ende des letzten Jahrhunderts wurden die Stahlbetonbauteile von Parkhäusern und Tiefgaragen meist nicht abgedichtet bzw. beschichtet, sodass sie nicht vor Chloridkorrosion geschützt waren. Das änderte sich im Jahr 2001 mit der neu eingeführten DIN 1045<sup>1</sup>, die ein größeres Gewicht auf die Dauerhaftigkeit legte als die vorherigen Normen. Daraufhin wurden auf die Bauteile zunächst häufig OS 11-Beschichtungen aufgetragen. Diese Oberflächenschutzsysteme (OS) auf Basis von Epoxidharzen sind relativ weich, elastisch und rissüberbrückend. Sie bieten jedoch nur geringen Widerstand gegen die mechanischen Einwirkungen der Fahrzeuge. Darum reichte die Dauerhaftigkeit der OS 11-Beschichtungen in den viel befahrenen Bereichen oft nicht für die Zeit der Gewährleistung von in der Regel fünf Jahren aus. Hohe Kosten sind die Folge, so dass die wirtschaftliche Gesamtsituation einschließlich des Wartungsaufwandes oft nicht befriedigend war.

Seit etwa fünf Jahren werden vermehrt OS 8-Beschichtungen verwendet. Diese ebenfalls kunstharzbasierten Oberflächenschutzsysteme sind relativ hart, robust und bieten hohen Widerstand gegen die mechanischen Belastungen. Sie sind jedoch nicht rissüberbrückend, sodass bei OS 8-Beschichtungen anfangs umfangreiche Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten notwendig werden. Sie werden im Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins (DBV) geführt<sup>2</sup> und als Varianten mit „erweiterter Wartung“ beschrieben. Diese Bauweise wird kontrovers diskutiert und erscheint insbesondere juristisch noch nicht ausgereift. Prof. Dr. Gerd Motzke, Vorsitzender Richter am Oberlandesgericht München a. D., hat in seinem 2012 veröffentlichten, viel beachteten Fachbeitrag „Parkhäuser und Tiefgaragen“<sup>3</sup> herausgearbeitet, dass es im Bauträgerbereich zu Nachteilen für die Käufer kommen könne. Deshalb bestünden bei dieser Bauweise Zweifel, ob sie als anerkannte Regel der Technik gelten könne.

Eine Alternative zu den Kunstharzbeschichtungen sind bituminöse Bauweisen. Sie sind hinsichtlich der technischen Vielfalt, der wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung und ihrer normativen Einordnung noch weitgehend unbekannt. Bei dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit (insbesondere Entwässerung bzw. Pfützenbildung) ist fraglich, ob ein Gefälle zwingend erforderlich ist. Das wird oft vorausgesetzt, ohne dass entscheidende, physikalische Randbedingungen wie die Ebenheit der Oberfläche oder die Pufferfähigkeit des Belages bedacht und fachgerecht beurteilt werden.

Die Masterarbeit von M. Eng. Matthias Gottschalk „Praktische Möglichkeiten zum Oberflächenschutz von Parkhäusern und Tiefgaragen vor Chlorideinwirkung“<sup>4</sup> zeigt zu den oben genannten Aspekten umfangreiche Neuerungen auf, beurteilt die verschiedenen Lösungen auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und klärt bislang nicht ausgereifte Teilthemen (u. a. hinsichtlich der normativen Einordnung). Die Arbeit wurde betreut von Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer, Hochschule Konstanz für Technik, Wissenschaft und Gestaltung, Fakultät Bauingenieurwesen, und Dipl.-Ing. Norbert Swoboda, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Abteilung Bautechnik.

## 2. Schäden an der Stahlbewehrung

Tragende Bauteile aus Stahlbeton sind in der Regel so ausgelegt, dass sie den Bemessungslasten unter Wahrung eines normativ festgelegten Sicherheitsniveaus standhalten. Voraussetzung dafür ist, dass sowohl der Beton als auch die Bewehrung unbeschädigt vorliegen. Typische Schäden an der Bewehrung entstehen jedoch einerseits durch Karbonatisierung des Betons und andererseits durch Chlorid, das vor allem über Risse im Beton (aber auch über Diffusion in der ungestörten Fläche) eingetragen wird.

### 2.1 Schäden durch Karbonatisierung

Bei der Karbonatisierung dringen die sauren Bestandteile der Luft (Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )) in die Randzone der Betons ein. Er verliert mit der Zeit seine basische Schutzwirkung, so dass der Betonstahl korrodiert. Dies geht mit einer Volumenvergrößerung der Korrosionsausgangsprodukte einher. Der Beton platzt ab oder Rostfahnen entstehen, sodass die Schäden auch für Laien gut sichtbar und somit kontrollierbar werden. Da der Schädigungsprozess im Regelfall relativ langsam verläuft und die Gegenmaßnahmen beherrschbar sind, wird dieses Thema hier nicht weiter behandelt.



Abb. 1: Abplatzungen der Betondeckung und freiliegende Bewehrung im Sockelbereich einer Tiefgaragenstütze (Korrosion durch Karbonatisierung)

### 2.2 Schäden durch Chlorid

Anders ist die Sachlage bei Schäden durch Chlorid, das in erster Linie über Risse eingetragen wird und zur Stahlbewehrung vordringt. Hier kann der Betonstahl zum Beispiel durch Lochfraßkorrosion regelrecht „aufgelöst“ werden. Das bedeutet, dass im Fall der Chloridinduzierten Korrosion keine für den Laien erkennbaren Abplatzungen oder Rostfahnen an der Oberfläche einer Betonplatte vorhanden sein müssen. Wenn die Stahlbewehrung aus statischen bzw. abdichtungstechnischen Gründen (wasserundurchlässige WU-Konstruktion) eingelegt ist, sind somit Standsicherheit bzw. Feuchteschutz der gesamten Stahlbetonkonstruktion gefährdet. Ist die Bewehrung eines Betonbauteils hingegen nur aus konstruktiven Gründen oder gegen Schwindspannungen im Frühstadium eingelegt (die Bodenplatte könnte also genauso gut aus Verbundsteinpflaster bestehen), dann können die Schäden und der Korrosionsprozess infolge von Lochfraß unter Umständen als bedeutungslos beurteilt werden.

### 2.3 Mögliche Schwachstellen im Beton

Bei fachgerechter Planung und Ausführung ist Beton im ungestörten Bereich in der Regel ausreichend undurchlässig für Chlorid. Bezogen auf die übliche Lebenszeit eines Bauteils von in der Regel 50 Jahren kann es nicht in entsprechenden Mengen so tief eindringen, als dass nennenswerte Schäden an der Betonstahlbewehrung entstehen. Das wird erst durch Schwachstellen im System ermöglicht, durch die Chlorid den Bewehrungsstahl angreifen kann. Das sind in erster Linie Risse, Arbeitsfugen, Fehlstellen im Beton wie Kiesnester bzw. Gefügestörungen aber auch konstruktiv nicht fachgerecht geplante oder ausgeführte Gebäudedehnfugen. Fehler bei der Einbringung, Verdichtung und Nachbehandlung des Betons sowie Defizite an Fugen können indes vermieden werden – Risse jedoch nicht gänzlich. In der Regel entstehen sie insbesondere aus Schwindvorgängen. Deshalb werden seit der Einführung der DIN 1045-2001<sup>5</sup> Oberflächenschutzsysteme bzw. Abdichtungen empfohlen, um Parkhäuser und Tiefgaragen trotz Rissbildung sicher dauerhaft betreiben zu können.

Zum Schutz vor Schäden durch Chlorid ist es im Ergebnis also äußerst wichtig, dass Risse und Fugen in Bodenplatten sowie tragenden Stahlbetonbauteilen (z. B. aufgehende Wände, Stützen) dauerhaft geschlossen werden – und zwar bevor Chlorid in das Bauteil eindringt. Denn es muss je nach Konzentration aufwändig entfernt werden, wenn Chlorid in das Bauteil gelangt ist.



Abb. 2 a/b: Freigelegter Bewehrungsstahl mit Anzeichen von Lochfraßkorrosion (Querschnitt gemindert durch Chlorid-induzierte Korrosion)

### 2.4 Technische und physikalische Grundlagen

Risse in Stahlbetonbauteilen entstehen, soweit für diese Thematik relevant, hauptsächlich durch Schwinden. Damit wird die dreidimensionale Verringerung des Volumens beim Austrocknen des Stahlbetons bezeichnet. Risse können somit bei üblichen, nicht vorgespannten Konstruktionen des Hochbaus nicht bzw. nur mit großem

planerischem, betontechnologischem und operativem Aufwand vermieden werden. Dabei ist zu beachten, dass Chlorid auch in feine Risse eindringt, die im Sinne des Wassertransportes in flüssiger Form als wasserundurchlässig zu beurteilen wären.

Entscheidend ist deshalb, wann und in welcher Größenordnung Risse entstehen und ob sie sich mit der Zeit vergrößern (Stichwort „Rissbreitenänderung“). Insbesondere ist diese Frage hinsichtlich der Rissüberbrückungsfähigkeit von Beschichtungen und Abdichtungen zu beantworten. In diesem Zusammenhang ist vor allem das System der starren OS 8-Beschichtungen hinsichtlich seiner dauerhaften Eignung zu hinterfragen – geht es doch darum, Risse im Oberflächenschutz und somit das Eindringen von Chloriden in die Bauteile zu vermeiden.

Soweit Rissbreitenänderungen aus thermischen Beanspruchungen resultieren (z. B. jahreszeitliche Temperaturänderungen), sind Schutzsysteme bzw. Abdichtungen auf diese Randbedingungen abzustimmen. So sind insbesondere bei Zwischendecken, die häufig von Ober- und Unterseite wechselnden Temperaturen und auch in spätem Alter zentrischen Zwangsbeanspruchungen ausgesetzt sind, rissüberbrückende OS 11-Beschichtungen oder alternativ bituminöse Bauweisen und Systeme die einzig richtige Wahl.

Wenig bekannt ist in diesem Zusammenhang die physikalische Eigenschaft der Relaxation bei mineralischen Baustoffen (hier Beton). Relaxation bezeichnet eine Sonderform des Kriechens und beschreibt den Vorgang des zeitabhängigen Spannungsabbaus innerhalb eines Stahlbetonbauteils bei konstanter, unveränderter Bauteilgeometrie. Werden z. B. durch Schwinden in den ersten Lebensjahren eines Bauteils Spannungen aufgebaut (pro Zeiteinheit nimmt die Zunahme der Spannung ab), so werden diese Spannungen durch Relaxation mit zunehmender Zeit vermehrt wieder abgebaut.

Somit kommt es bei einem jungen Bauteil zu einem Maximum an Spannungen und Rissen, während später keine neuen Risse entstehen bzw. vorhandene Risse sich nicht mehr vergrößern. Dieses Maximum liegt bei üblichen Hochbaudimensionen im Zeitraum von drei bis vier Jahren nach der Fertigung eines Bauteils. Die Praktiker der Branche können bestätigen, dass lediglich drei bis vier Jahre nach Herstellung eines Hochbaues an üblichen Bauteilen Risse entstehen, sich vergrößern und der Prozess anschließend zum Erliegen kommt.

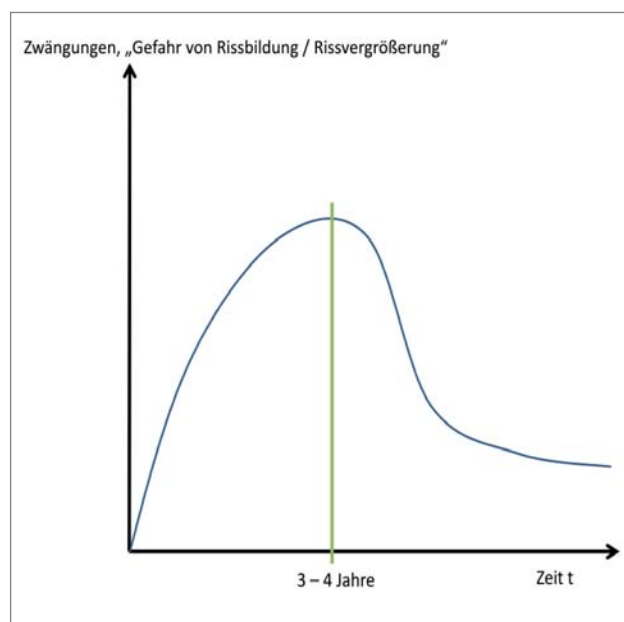


Abb. 3: Nicht wissenschaftliche, qualitativ summierte Darstellung der Bauteilspannungen („Rissgefahr“), addiert aus den Komponenten Schwinden, Relaxation und Zunahme der Zugfestigkeit des Betons.

Des Weiteren ist zu beachten, dass zugleich auch die Zugfestigkeit des Betons im Laufe der Zeit zunimmt und hierdurch die Rissbildung ebenfalls gemindert wird. Somit können auch für die Bauweisen mit den starren OS 8-Beschichtungen Lösungen bzw. wirtschaftlich sinnvolle Einsatzmöglichkeiten entwickelt werden, weil die Rissbildung auf den Zeitraum nach der Errichtung eingegrenzt werden kann.

### 3. Stand der Technik – Verschiedene Bauweisen im Vergleich

In der Praxis hat sich für Planung und Ausführung das DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ etabliert. Vielfach wird in der Branche angenommen, dass dieses Merkblatt zu den anerkannten Regeln der Technik gehört, weil darin auch die Grundlagen der DIN 1045-1<sup>6</sup> sowie andere relevante Regelwerke berücksichtigt sind. Die bis dato am häufigsten angewandten Bauweisen zum Schutz vor Chloridkorrosion sind in Abbildung 7 des DBV Merkblattes dargestellt, das als Auszug in Abbildung 4 wiedergegeben ist.

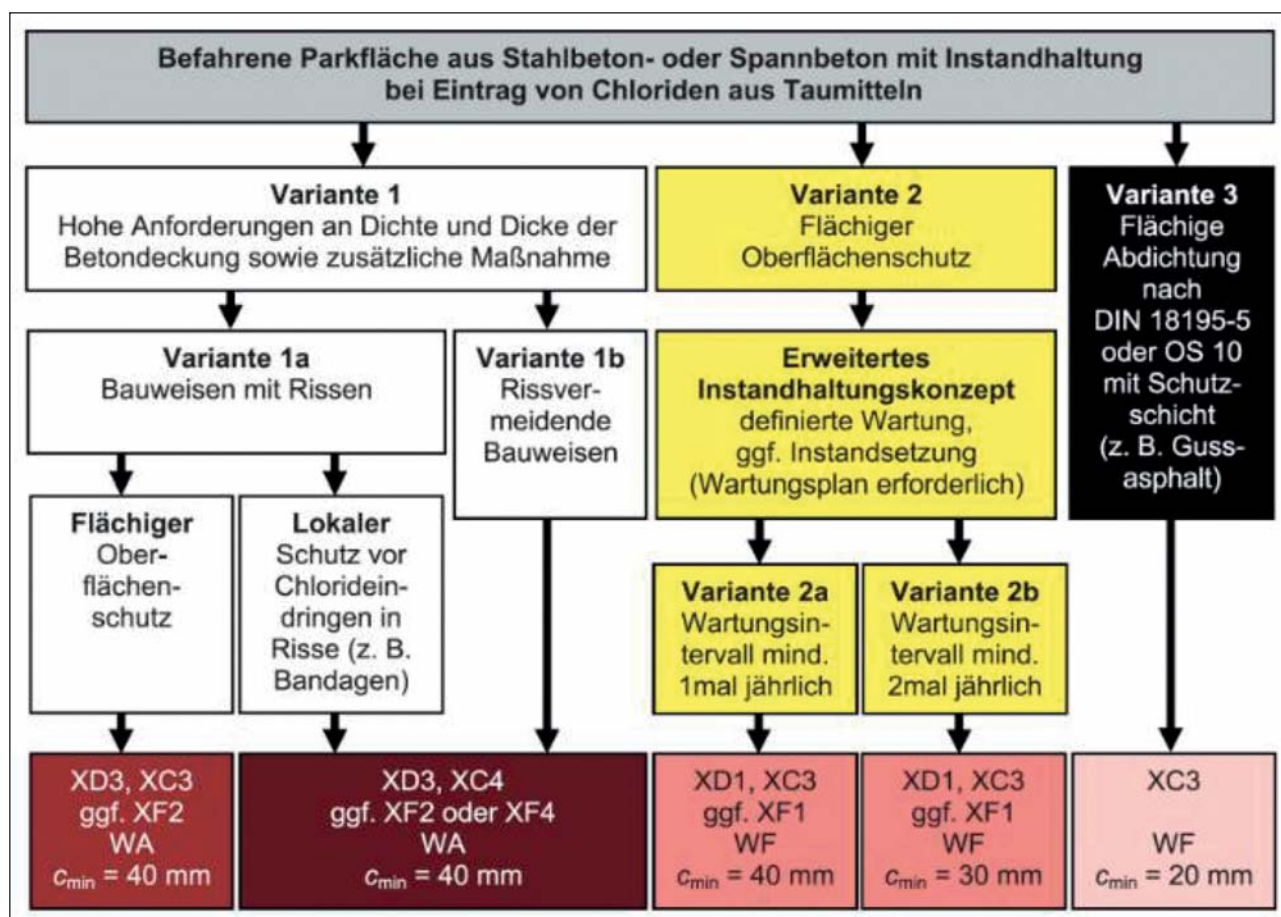


Abb. 4: Abbildung 7 aus DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“. Die Abbildung zeigt die derzeit üblichen Bauweisen.



Die Variante 1 beschreibt neben den „rissvermeidenden Bauweisen“ (1b) die Bauweisen mit rissüberbrückenden Beschichtungen (1a; flächig aufgetragen bzw. lokale Bandagen), die geeignet sind, das Eindringen von Chlorid in Risse zu verhindern. In der Praxis sind das im Wesentlichen die kunstharzbasierten OS 11-Beschichtungen. Sie entsprechen unbestritten den anerkannten Regeln der Technik. Inwieweit ein lokaler Schutz mit Bandagen sinnvoll ist, muss in einer technischen und wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung innerhalb der Planungsphase entschieden werden – auch unter Berücksichtigung der Optik und der Gesamtqualität der Stahlbetonkonstruktion.

Die Variante 2 stellt die Bauweisen dar, die eine „erweiterte Wartung“ bzw. ein erweitertes Instandhaltungskonzept erfordern. In der Praxis sind das im Wesentlichen die ebenfalls kunstharzbasierten OS 8-Beschichtungen. Sie sind zwar härter und robuster als die OS 11-Beschichtungen, aber sie sind nicht nennenswert rissüberbrückend. Daraus ergibt sich das Problem, dass die Beschichtung mit dem Entstehen von Schwindrissen im Beton ebenfalls reißt. Die Risse müssen also frühzeitig und fachgerecht wieder geschlossen werden, bevor Chlorid eindringt. Wenn sie zu spät geschlossen werden (z. B. im Winter), dann muss das Chlorid unter Umständen und mit hohem Aufwand aus den Rissen entfernt werden.

Umfang und Ausmaß der Risse hängen jedoch von vielen Faktoren ab, unter anderem von der Planung der Gesamtkonstruktion, der Stahlbewehrung, der Betontechnologie sowie der Ausführung inklusive der Nachbehandlung des Betons. Da aus dem Schutzziel „Dauerhaftigkeit“ folgt, dass auch feine Risse nicht belassen werden können, müssen Risse bei dieser OS 8-Bauweise generell als Mangel beurteilt werden (mit Ausnahme oberflächennaher Krakelee-Risse ohne Verbindung zur Stahlbewehrung).

Offenbar gingen die Verfasser des DBV Merkblattes davon aus, dass der Planer – wie im „klassischen Bauplanmodell“ vorgesehen – mit dem Bauherrn bespricht, ob zunächst mehr in die Qualität der Betonkonstruktion investiert werden soll, damit keine offenen Risse entstehen oder ob später, je nach Entwicklung der Risse, mit einem höheren Aufwand gewartet werden soll. Prof. Dr. Gerd Motzke argumentiert jedoch in seinem Fachbeitrag, dass diese OS 8-Bauweisen nach Variante 2 des DBV Merkblatts insbesondere im Bauträgerbereich problematisch sei. Sie könne nicht anerkannte Regel der Technik sein, weil zunächst beim Bau gespart werden könnte und anschließend der zur Wartung verpflichtete Käufer möglicherweise unwissend einen nicht abschätzbaren Instandhaltungsaufwand „erwerbe“.

Zu dieser Argumentation zeigt die Masterarbeit von M. Eng. Matthias Gottschalk eine alternative Lösung auf. Dort wird vorgeschlagen, dass die „erweiterte Wartung“ und Instandsetzung von Bodenplatten im Gewährleistungszeitraum vom Bauträger zu verantworten ist. Dies deshalb, weil die Risse als Mangel zu beurteilen sind und weil die Steuerung des Risikos hinsichtlich Rissbildung nur dem Bauträger möglich ist (z. B. durch fachgerechte Planung und Ausführung). Die übliche Wartung wie die Reinigung ist vom Käufer bzw. der Wohnungseigentümergeinschaft (WEG) zu leisten. Nach der Gewährleistungszeit geht dann die Verantwortung für die komplette Wartung an den oder die Käufer über.

Diese Vorgehensweise ist darin begründet, dass in Ergänzung zu der Argumentation von Prof. Dr. Gerd Motzke auch der Spannungsabbau durch Relaxation berücksichtigt wird und nach fünf Jahren Standzeit meist keine

neuen Risse entstehen bzw. sich bestehende Risse nicht mehr vergrößern. Der Vorteil dieser Bauweise: Schlussendlich erhält der Käufer bei Realisierung der Variante 2 des DBV Merkblattes ein Oberflächenschutzsystem, das im Vergleich zur rissüberbrückenden OS 11-Beschichtung härter und robuster ist. Spezielle bauliche Situationen wie Bodenplatten in Wasserwechselzonen mit hohen Grundwasserständen müssen hierbei allerdings gesondert betrachtet und beurteilt werden (siehe unten).

Grundsätzlich ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass die Rissbildung bei Beschichtungen in erster Linie nicht über die Qualität der Oberflächenschutzsysteme gesteuert wird, sondern vor allem über die Qualität der darunter liegenden Stahlbetonbauteile bzw. der Bodenplatten.

Die Variante 3 fasst insbesondere die bituminösen Abdichtungen und Bauweisen zusammen. Konkret wird in Anlehnung an die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten<sup>7</sup> (ZTV-ING, Teil 7 Brückenbeläge, Abschnitt 1), die Bauweise mit einer Lage Bitumen-Schweißbahn und einer Schutzschicht aus Gussasphalt beschrieben. Gegenüber der Beschreibung in der ZTV-ING können gemäß dem DBV Merkblatt die Deckschichtstärken gemindert werden, weil die Belastung in Parkhäusern und Tiefgaragen deutlich geringer ist als auf Brücken (kaum Witterungseinflüsse, kein Schwerverkehr). Diese Bauweise ist im Markt bekannt und wird in der Praxis angewendet.

Matthias Gottschalk hat in seiner Masterarbeit erarbeitet, dass die Grundlage aller bituminösen Bauweisen die DIN 18195 ist<sup>8</sup>. Demzufolge sind alle Bauweisen „normgerecht“ bzw. sie entsprechen den anerkannten Regeln der Technik, wenn sie mit zwei Lagen Bitumenschweißbahn errichtet werden. Gemäß DIN 18195 kann auf die zwei Lagen Bitumenschweißbahn eine Schutzschicht aufgebracht werden, die ihrerseits nach den anerkannten Regeln der Technik geplant und ausgeführt werden muss. Daraus folgt: Tiefgaragenabdichtungen mit zwei Lagen Bitumenschweißbahn als Abdichtung und einer Schutzschicht aus Asphaltbeton, Splittmastix, Pflaster oder Estrich sind Stand der Technik und damit zulässig.

In der Praxis ist vielfach die Meinung verbreitet, dass der Einbau einer Abdichtung nach DIN 18195 mit einer aufgetragenen Schutzschicht aus Pflasterbelag oder Walzasphalt nicht „erlaubt“ sei, weil es hierfür kein Regelwerk gäbe, das die Gesamtbauweise beschreibe. Dies ist zweifelsfrei ein Irrtum. Es wird eine „erlaubte“ Abdichtung nach deren Regeln der Technik und ein „zulässiger“ Belag nach dessen Regeln ingenieurtechnisch so kombiniert, wie es die jeweiligen Einzelregeln zulassen.

Zu beachten ist indes, dass die untere Bitumenschweißbahn vollflächig und somit nicht unterläufig aufgeschweißt werden muss. Denn unkontrollierbare Chloridschäden durch eindringendes Wasser müssen dauerhaft ausgeschlossen werden. Die obere Schweißbahn benötigt zudem eine Zulassung für die jeweilige, aufgetragene Schutzschicht (z. B. Asphalt). Vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassene Produkte sind am Markt erhältlich. Bei dieser Bauweise kann der Asphaltbeton z. B. in Tiefgaragen mit einem Gehwegfertiger niedriger Bauhöhe eingebaut werden.

Zudem hat Matthias Gottschalk in seiner Masterarbeit herausgearbeitet, dass es den anerkannten Regeln der Technik entspricht, wenn die Randaufkantungen mit zugelassenen Flüssigkunststoffen hergestellt und abgedichtet werden anstatt mit Blechverkleidungen. Die Bauweise wird damit sehr wirtschaftlich, weil auf die Verblechungen und die mechanischen Befestigungen für die Abdichtungshochzüge verzichtet werden kann. Diese Bauweisen sind zwar nicht im DBV Merkblatt aufgeführt, sie sind jedoch in Teil 7, Abschnitt 2 der ZTV-ING dargestellt. Weil in der Branche vielfach nicht bekannt ist, dass es mehrere Abschnitte von Teil 7 der ZTV-ING gibt, wird in der Praxis häufig und fälschlicherweise davon ausgegangen, dass diese Bauweisen nicht den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.



*Abb. 5: Randaufkantung aus Flüssigkunststoff. Die Asphaltsschicht endet vor der Wand, so dass zusätzlich eine Verdunstungsrinne entsteht. Auch bleibt der kritische Boden-Wandübergang auf diese Weise gut einsehbar.*

### 3.1 Oberflächenschutz bei Grundwasser beaufschlagten Bodenplatten

Bisweilen vertreten Experten der Branche die Meinung, dass rissüberbrückende Oberflächenschutzsysteme (z. B. OS 11) nicht bei Grundwasser beaufschlagten Bodenplatten verwendet werden dürfen. Dies sei wegen der Gefahr der Unterläufigkeit bzw. Blasenbildung geboten. Diese Thematik wird in der Masterarbeit von Matthias Gottschalk differenziert betrachtet. Er untersucht drei verschiedene Fälle, die unter dem Aspekt „Feuchtigkeitstransport“ relevant sind: Wasserdampfdiffusion, Biegeriss und Trennriss.

Die Unterläufigkeit resultiert im Allgemeinen aus wasserführenden Trennrissen im Beton, sodass Wasser unter die Beschichtung gelangt. Matthias Gottschalk stellt in seiner Masterarbeit indes klar, dass wasserführende Trennrisse kein Mangel des Oberflächenschutzes sind. Viel mehr darf eine wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion (WU-Bauweise) keine wasserführenden Trennrisse aufweisen. Denn das ist als Mangel der WU-Konstruktion zu werten. Insofern bieten hier rissüberbrückende Oberflächenschutzsysteme einen Vorteil: Entsteht durch Unterläufigkeit eine Wasserblase, dann kann daraus zweifelsfrei auf einen wasserführenden Trennriss in der WU-Konstruktion (und damit auf einen Mangel) geschlossen werden. Das OS-System arbeitet also gleichzeitig als „optischer Schadensindikator“.

Biegerisse hingegen sind in der Regel nicht wasserführend, so dass keine Wasserblase durch Unterläufigkeit entstehen kann. In diesem Fall haben die rissüberbrückenden Oberflächenschutzsysteme ebenfalls einen Vorteil: Risse aufgrund von Biegezwang müssen nicht instandgesetzt werden, sofern die Risse die Überbrückungsfähigkeit des Systems nicht überschreiten.

Im dritten Fall „Wasserdampfdiffusion“ sind die starren wie auch die rissüberbrückenden Oberflächenschutzsysteme gleich zu beurteilen. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich keines der Systeme durch den Wasserdampfdruck vom Untergrund löst, der aus der Diffusion resultiert. Dies wurde bereits 1999 von Dr. Beddoe und Prof. Springenschmid aufgezeigt<sup>9</sup>.

### 3.2 Technische und wirtschaftliche Gesamtbetrachtung

Es muss in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen immer im Einzelfall entschieden werden, welches System zum Schutz vor dem Eindringen von Chloriden zu bevorzugen ist. Das ist ein zentrales Ergebnis der Masterarbeit von Matthias Gottschalk. Er zeigt jedoch auf, dass meist lediglich die Herstellungs- bzw. Investitionskosten betrachtet werden, obwohl insbesondere die Lebensdauer der Systeme und die späteren Wartungskosten eine große Rolle spielen und die Entscheidung beeinflussen sollten. Weil auch die Gebrauchstauglichkeit – vor allem die Pfützenbildung – maßgeblich von der Gestaltung der Oberfläche abhängt, müssen alle Aspekte berücksichtigt und die Planungskomponenten aufeinander abgestimmt werden.

Um Dauerhaftigkeit (Chloridschutz) und Gebrauchstauglichkeit (Pfützenbildung) zu gewährleisten, wird häufig und generell für alle Parkhäuser und Tiefgaragen ein Gefälle gefordert. Doch diese Betrachtungsweise greift zu kurz und zeigt, wie einseitig die Diskussion vielfach geführt wird. Das Beispiel einer Garage mit wenigen Anwohnerstellplätzen beweist, dass die Forderung nach einem Gefälle technisch nicht begründet werden kann, wenn die Garage mit zwei Lagen Bitumenschweißbahn nach DIN 18195 abgedichtet und mit einer Schutzschicht aus offen verfugtem Pflasterbelag bzw. mit einem grobkörnigen und porenoffenen Asphalt bedeckt wird. Das Gefälle ist auch in keinem Dokument, das zweifelsfrei den anerkannten Regeln der Technik zuzuordnen ist, als „Muss-Forderung“ enthalten.

Es ist jedoch technisch und physikalisch nachvollziehbar zu begründen, dass Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit von mehreren Aspekten abhängen. Dazu zählen im Wesentlichen: Fluktuation, Betonqualität, Betondeckung, Rissbildung, Entwässerung, Gefälle, Ebenheit der Oberfläche, Rauigkeit der Oberfläche, Beschichtungssystem bzw. Abdichtung, Belüftung und Wartung. Nach Meinung von TÜV SÜD sind bei gutachterlichen Beurteilungen diese Kriterien immer im Kontext zur konkreten Situation vor Ort zu bewerten. Deshalb ist es sinnvoll, diese Aspekte auch bei der Entscheidung zu berücksichtigen, mit welchem Schutz- bzw. Abdichtungssystem der Chloridschutz hergestellt wird.

Wie Dr. Irmischer 2012 in seinem Handbuch „Parkhäuser und Tiefgaragen“ hergeleitet hat<sup>10</sup>, ist die Pfützenbildung in erster Linie eine Frage der Ebenheit und erst nachrangig eine Frage des Gefälles. Das deshalb, weil Wasser bei circa zwei Prozent Gefälle in Abhängigkeit der Rauigkeit des Belags erst ab einer bestimmten Menge überhaupt ablaufen würde.

Darüber hinaus wird vielfach behauptet, dass weniger Chlorid in Risse eindringe, wenn der Boden ein Gefälle aufweise. Im Rahmen seiner Masterarbeit konnte Matthias Gottschalk für diese These keinen wissenschaftlichen Beweis finden. Es wird deshalb gefordert, dass für den Chloridschutz in der Beurteilung nicht das Gefälle ausschlaggebend ist, sondern ausschließlich die Forderung, dass der Beton dauerhaft dicht bleibt und es deshalb keine nicht vollständig verschlossenen Risse geben darf. Wenn weder aus statischen Gründen noch zur Errichtung einer WU-Konstruktion eine tragende Stahlbetonplatte benötigt wird, dann sollte ein Boden aus Verbundpflaster oder aus unbewehrten Einzelplattenfeldern aus Beton gebaut werden.

Während eine OS 8-Beschichtung im Bauträgerbereich bei einem Neubau mit einem nennenswerten Einfluss des Schwindens eine geregelte Vereinbarung hinsichtlich der erweiterten Wartung notwendig macht, ist bei Sanierungen von Bestandsbauteilen eine OS 8-Beschichtung häufig wirtschaftlich und technisch sinnvoll. Das zeigen zahlreiche Sanierungsplanungen, die von TÜV SÜD erstellt und bautechnisch begleitet wurden. Die geschätzte Lebensdauer der OS 8-Systeme beträgt nach Herstellerangaben etwa 18 bis 22 Jahre bei mittlerer Beanspruchung (weniger als 1.000 Fahrzeugwechsel pro Tag).

Bei dem Einsatz einer OS 11-Beschichtung sind die Herstellkosten und die Wartungskosten im Vergleich zu bituminösen Systemen unter Beachtung der Fluktuation zu beurteilen. Stark befahrene Bereiche sind hier unter Umständen als nicht ausreichend robust zu beurteilen. Bei mittlerer Beanspruchung beträgt die geschätzte Lebensdauer der Systeme nach Herstellerangaben etwa 15 bis 20 Jahre bei OS 11a-Systemen und 10 bis 15 Jahre bei OS 11b-Systemen.

Bituminöse Systeme sind äußerst wirtschaftlich, wenn auch die Lebensdauer und die Wartungskosten betrachtet werden. Zudem können je nach Schutzschicht die Fragen der Gebrauchstauglichkeit (Entwässerung und Pfützenbildung) häufig elegant gelöst werden. Der „Feinschliff“ in der Planung kann zudem Vorteile bei der kalkulierten Rissweite und der Betondeckung berücksichtigen und zusätzliches Potenzial bezüglich der Wirtschaftlichkeit generieren. Die Lebensdauer der Systeme beträgt nach Herstellerangaben und bei konservativer Einschätzung mehr als 30 Jahre.

Die Investitionskosten für die Fläche liegen bei OS 8-Systemen bei 20 bis 30 €/m<sup>2</sup>, bei OS 11a-Systemen bei 35 bis 45 €/m<sup>2</sup>, bei OS 11b-Systemen bei 30 bis 35 €/m<sup>2</sup> und bei bituminösen Systemen mit zwei Lagen Schweißbahn und einer Schutzschicht aus Asphaltbeton bei 45 bis 55 €/m<sup>2</sup>.

Die Wartungskosten liegen bei OS 8-Systemen – aufgrund der zu erwartenden Rissbildungen in den ersten Jahren – bei bis zu 3,30 €/m<sup>2</sup> für einen Neubau und bei bis zu 1,30 €/m<sup>2</sup> nach dem Schließen der Risse bzw. bei Ausführungen im Altbestand. Bei OS 11-Beschichtung steigen die Kosten für die Wartung je nach Nutzung auf bis zu 6,30 €/m<sup>2</sup>. Bei bituminösen Bauweisen wurden im Rahmen der Masterarbeit Kosten von 0,80 bis 1,30 €/m<sup>2</sup> ermittelt.

Die Kalkulation der Gesamtkosten bezogen auf die Lebenszeit von 50 Jahren und unter Berücksichtigung der jeweiligen Instandsetzung und der Wartung ergab spezifische Kosten von etwa 175 €/m<sup>2</sup> für die OS 8-Beschichtungen, von etwa 350 €/m<sup>2</sup> für die OS 11-Beschichtungen und von etwa 140 €/m<sup>2</sup> für die oben genannte bituminöse Bauweise. Bei grafischer Auswertung der Gesamtkosten von OS 8, OS 11 und bituminösen Systemen über die Nutzungsdauer von 50 Jahren fällt auf, dass die oben genannten wirtschaftlichen Vorteile der OS 8-Beschichtungen und der bituminösen Systeme bereits nach einer Nutzungsdauer von rund 10 Jahren positiv ins Gewicht fallen (siehe Abbildung 6).

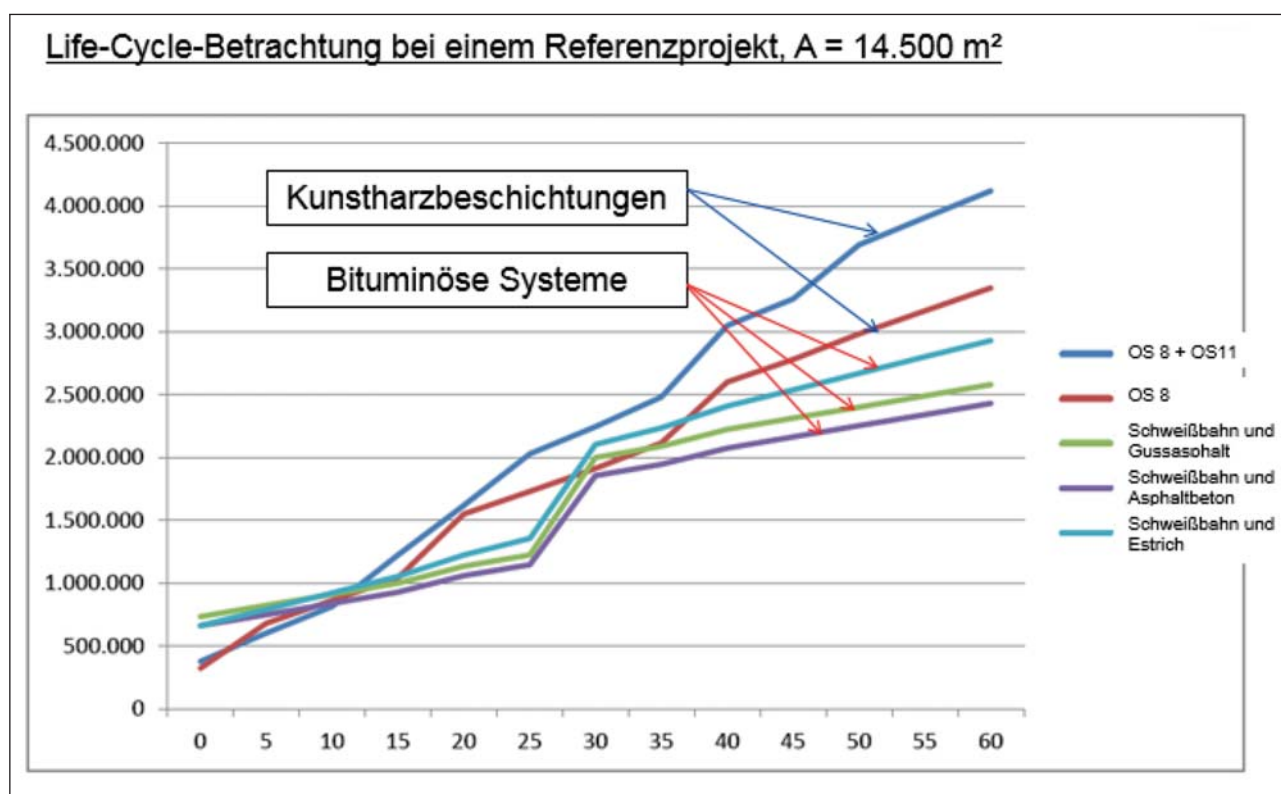


Abb. 6: Exemplarischer Gesamtkostenvergleich verschiedener Oberflächenschutzsysteme bezogen auf die Nutzungsdauer (y-Achse: Kosten in Euro, x-Achse: Zeitverlauf in Jahren).

## 4. Fazit und Ausblick

Auch bei Bauträgerprojekten ist eine über den Gewährleistungszeitraum hinausreichende Betrachtung der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit sinnvoll. Die Ausführung eines höherwertigen, dauerhaften Bauwerks mit begründeten, begrenzten Mehrkosten könnte als Vorteil für den Käufer bspw. einer Immobilie mit zugehörigem Stellplatz kommuniziert werden.

Wird darüber hinaus bedacht, dass die Herstellkosten von einer OS 8-Beschichtung im Vergleich zu einer bituminösen Bauweise um weniger als etwa 700 € netto differieren können (bezogen auf eine Brutto-Fläche pro Stellplatz von ca. 25 m<sup>2</sup>), dann sind die technischen und juristischen Risiken gegen die Vorteile und Möglichkeiten im Verkauf künftig neu abzuwägen. Wichtig ist: Alle genannten Systeme haben je nach Sachlage im Einzelfall Vor- und Nachteile. Daher müssen immer alle Kriterien zur Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit in die Beurteilung für oder gegen ein konkretes System einbezogen werden.

## Quelle

<sup>1</sup> DIN 1045; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1 Bemessung und Konstruktion, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Juli 2001

<sup>2</sup> DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Ausgabe September 2010

<sup>3</sup> „Parkhäuser und Tiefgaragen – zur rechtlichen Wertigkeit des gleichnamigen Merkblatts des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e.V., Ausgabe September 2010, Gerd Motzke, Beton- und Stahlbetonbau, 107. Jahrgang, September 2012

<sup>4</sup> Masterarbeit von Herrn M. Eng. Matthias Gottschalk, „Praktische Möglichkeiten zum Oberflächenschutz von Parkhäusern und Tiefgaragen vor Chlorideinwirkung“, Januar 2014

<sup>5</sup> DIN 1045; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1 Bemessung und Konstruktion, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Juli 2001

<sup>6</sup> DIN 1045-1; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1 Bemessung und Konstruktion, Beuth Verlag GmbH, Berlin, August 2008

<sup>7</sup> ZTV-ING, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 7 Brückenbeläge, Abschnitte 1 und 2

<sup>8</sup> DIN 18195, Bauwerksabdichtung, insbesondere Teil 5, Abdichtung gegen nicht-drückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Dezember 2011

<sup>9</sup> Feuchttransport durch Bauteile aus Beton, Beddoe, Springenschmid, Beton- und Stahlbetonbau, 4 (1999), S.158-166

<sup>10</sup> Handbuch „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Dr. Ilja Irmscher, 2012

## Weiterführende Literatur

DIN EN 1992-1-1, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 2005

DAfStb-Richtlinie – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Teil 1 bis Teil 4, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 2001

DAfStb.-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Ausgabe November 2003

Heft 555 des DAfStb.: Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Ausgabe 2006

Heft 28 des Deutschen Beton- und Bautechnik Vereins DBV: WU-Bauweisen – Weiße Wannen und Weiße Dächer, Ausgabe 2013

ZTV-ING, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 3 Massivbau

Muster-Garagenverordnung, Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen Fassung Mai 1993, zuletzt geändert am 30.05.2008

Normenreihe DIN EN 1504, hierbei insbesondere: Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton (deutsche Fassung EN 1504-2:2004)

DIN V 18026 Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2



Industrie Service

### **Autoren:**

M. Eng. Matthias Gottschalk, Bauunternehmung Josef Hebel GmbH & Co. KG, Memmingen  
Dipl.-Ing. Norbert Swoboda, TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Abteilung Bautechnik, München  
Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer, Hochschule Konstanz für Technik, Wissenschaft und Gestaltung,  
Fakultät Bauingenieurwesen, Konstanz

### **Kontakt:**

TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Dipl.-Ing. Norbert Swoboda  
Abteilung Bautechnik  
Westendstraße 199  
80686 München

Telefon: 089 5791-3935  
Telefon: 089 5791-2513  
bautechnik@tuev-sued.de

© 2014 TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Eine Veröffentlichung der Inhalte (auch auszugsweise) bedarf der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.