

31. Informations-Seminar

**Bauwerke
instand setzen –
heute und morgen**

10. November 2021

TAGUNGSBAND

Crumbacher Straße 23-25
34277 Fuldaabrück
T: 0561 948780
F: 0561 9487820
instandsetzung@ws-bau.de
www.ws-bau.de

w+s

w+s bau-instandsetzung gmbh • Kassel



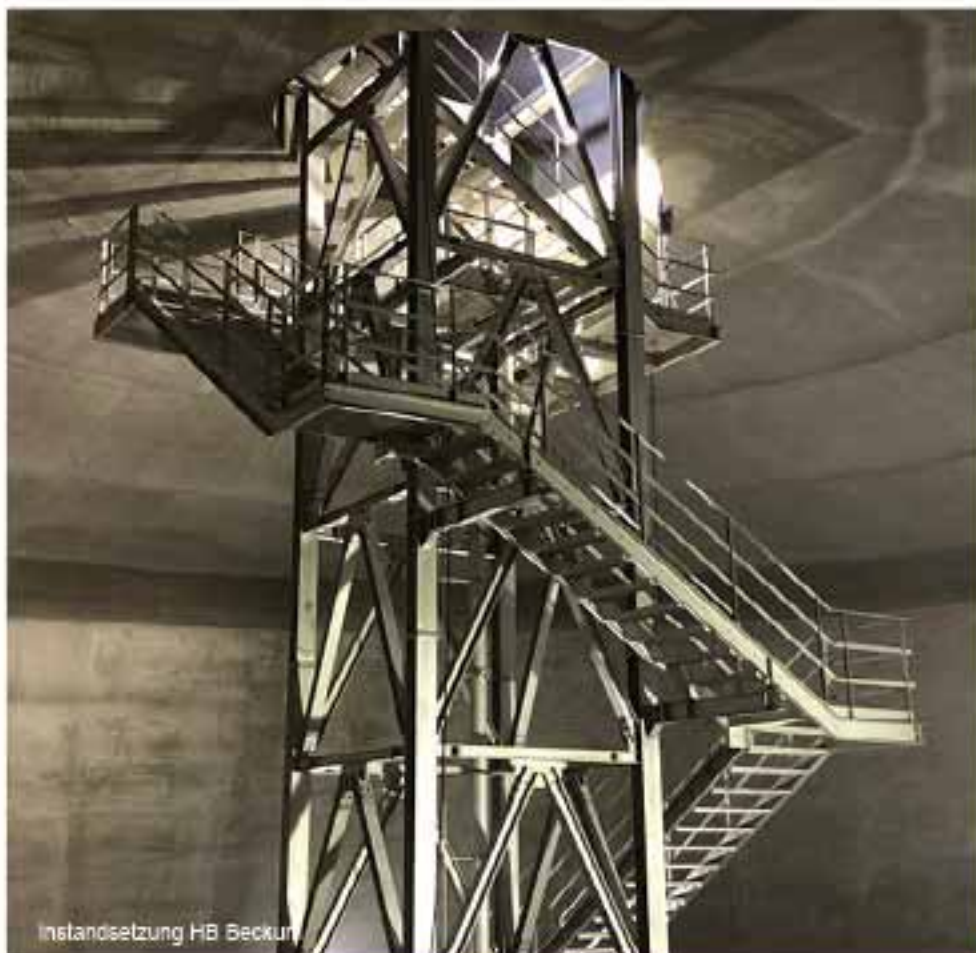
Synchronhubanlage

Innovative Instandsetzung

Neben der konventionellen
Bauwerksinstandsetzung führen wir
u.a. für Sie aus:

- Einbau ultrahochfester Betone und hochfester Spritzbetone
- Bauwerkserkundung mittels Geo-Radar, Ferroscan, Bohrlochscan, W/D-Versuchen und Bohrungen bis DN 800
- Einsatz von Synchronhubanlagen bis 6000 Tonnen
- Durchführung von Injektionsarbeiten mit höchsten technischen und materialspezifischen Anforderungen

Sprechen Sie uns an!



Instandsetzung HB Beckum

verstärken - instandsetzen - gestalten



Bohrversuchsuntersuchungen



Instandsetzung Anna-Ebert-Brücke Magdeburg



Wir sind Mitgliedsbetrieb mit
güteüberwachten Baustellen
und RAL Gütezeichen



INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Aussteller / Firmen mit Informationsständen	4
Grußwort / Einleitung	5
Christoph Störger, Vorsitzender der LGGHuT	
Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) des DIBt / objektspezifische Anforderungen an Instandsetzungsprodukte – Empfehlungen für die baupraktische Umsetzung	9
Dr.-Ing. Lars Wolff	
Grenzen der Anwendung von KKS, HDW, Beschichtung	19
Dipl.-Ing. (FH) Gregor Gerhard	
Korrosionsmonitoring – Grundlagen und Anwendungsbeispiele	35
Dr.-Ing. Till Felix Mayer	
Korrosionsschutz ist mehr als eine Stahlkonstruktion bunt anstreichen!	45
Heiner Stahl	
Aktuelles zu Technischen Baubestimmungen und der Mängelhaftung des Auftragnehmers	57
Dr. Frank Peter Ohler	
Mitgliederverzeichnis der LGGHuT	
Ausführende Mitglieder	66
Beratende Mitglieder	71
Fördermitglieder	72
Vorstand, Güteausschuss, Geschäftsstelle	73
Wissenschaftlicher Beirat	74

Impressum

Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e. V.
Emil-von-Behring-Straße 5, 60439 Frankfurt
Telefon: 069 / 958 09-181 · Telefax: 069 / 958 09-9181
www.LGGHuT.de · info@LGGHuT.de
Redaktionsschluß: 15.10.2019

Titelbild: Leinebrücke, Neustadt am Rübenberge // Bild: Isabell Munck, Leinfelden-Echterdingen

AUSSTELLER

**adicon Gesellschaft für
Bauwerksabdichtungen mbH**
Rödermark
www.adicon.de

cds-Polymere GmbH & Co. KG
Sprendlingen
www.cds-polymere.de

Desoi GmbH
Kalbach
www.desoi.de

DISBON GmbH
Ober-Ramstadt
www.disbon.de

Falch Hochdruckstrahlsysteme GmbH
Frankenthal/Pfalz
www.falch.com

FORM+TEST Seidner & Co. GmbH
Riedlingen
www.formtest.de

**Geiger Bauwerksanierung
GmbH & Co. KG**
Mainz-Kastel
www.geigergruppe.de

Hilti Deutschland AG
Kaufering
www.hilti.com

instakorr GmbH
Darmstadt
www.instakorr.de

Werner Mader GmbH
Erbach
www.wernermader.de

MAPEI GmbH
Großostheim
www.mapei.de

MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.
Neu-Isenburg
www.mc-bauchemie.de

**Pinzel-Wurm
Malerwerkzeuge GmbH & Co KG**
Mutterstadt
www.pinzelwurm.de

Protector Services GmbH
Affalterbach
www.protector-kks.de

Remmers Fachplanung GmbH
Löningen
www.remmers.de

Renoplan GmbH
Netzbach
www.institut-renoplan.de

SAKRET GmbH
Bad Lauterberg
www.sakret-gmbh.de

SIKA Deutschland GmbH
Stuttgart
www.deu.sika.com

StoCretec GmbH
Kriftel
www.stocretec.de

Triflex Beschichtungssysteme GmbH
Minden
www.triflex.com

Wayss & Freytag Ingenieurbau AG
Frankfurt am Main
www.wf-ib.de

WEBAC-Chemie GmbH
Barsbüttel bei Hamburg
www.webac.de

WestWood Kunststofftechnik GmbH
Petershagen
www.westwood.de

Wir danken für Ihre Unterstützung.

Christoph Störger

Vorsitzender der
Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung
und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e.V.
(LGGHuT)



Grußwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich begrüße Sie herzlich im Namen des Vorstandes und des Güteausschusses unserer Landesgütegemeinschaft hier in Bad Nauheim.

Wir freuen uns, nach einem Jahr Corona bedingter Zwangspause wieder unsere Tagung ausrichten zu können. Das Hygienekonzept des Veranstaltungsortes zwingt uns dieses Jahr, die Teilnehmerzahl deutlich zu begrenzen. Dennoch haben wir uns entschlossen, die Veranstaltung durchzuführen, weil es uns wichtig ist, wieder eine bewährte Plattform für Information und Austausch zu bieten.

Information und Austausch ist besonders wichtig bei der zentralen Frage, nach welchem Regelwerk für Schutz und Instandsetzung wir unsere Baumaßnahmen durchführen.

Die neue TR Instandhaltung des DIBt wurde bereits in 10 von 16 Bundesländern eingeführt. Für Hessen und Thüringen ist dies demnächst zu erwarten. Dr. Lars Wolff gibt hierzu Empfehlungen für die baupraktische Umsetzung für Planer und Ausführende.

Gregor Gerhard, der Obmann unseres Güteausschusses, beschäftigt sich in seinem Vortrag mit der Anwendung von Kathodischem Korrosionsschutz (KKS), Höchstdruckwasserstrahlen (HDW) und Beschichtung und zeigt auf, wo die Grenzen dieser unterschiedlichen Verfahren liegen.

Korrosionsmonitoring kann ein Hilfsmittel zur Überprüfung der Korrosionsaktivität in Bauteilen sein. Grundlagen und Anwendungsbeispiele werden uns von Dr. Ing. Till Felix Mayer erläutert.

Korrosionsschutz von Stahlbauteilen ist deutlich mehr, als nur „Stahl farbig anzustreichen“. Dies macht unser Vorstandsmitglied Heiner Stahl in seinem Vortrag deutlich und gibt Hinweise zu den sehr unterschiedlichen Methoden „Verzinken“ und „Beschichten“.

Über Neuigkeiten zum aktuellen Bauvertragsrecht referiert im abschließenden Vortrag Rechtsanwalt Dr. Frank Peter Ohler. Dabei legt er den Schwerpunkt auf den Begriff der „Allgemeinen Regeln der Technik“.

Ich freue mich gemeinsam mit Ihnen auf diesen Tag, der wie immer von einer Fachausstellung begleitet wird. Nutzen Sie die Möglichkeit, außerhalb der Vorträge Gespräche mit den Ausstellern, Referenten und Teilnehmern zu führen, um sich über Neuigkeiten aus der Branche auszutauschen.

Bei allen Referenten und Ausstellern bedanke ich mich, sowie bei denen, die sich für die Durchführung dieser Veranstaltung besonders engagiert haben.



Christoph Störger
Vorsitzender

BAUWERKE ERHALTEN HEISST WERTE SICHERN

35 Jahre Erfahrung in der Instandsetzung von: Parkhäusern, Tiefgaragen, Brücken, Fassaden, Balkonen, Klär- und Abwasseranlagen.

Spezialisten für: Kathodischer Korrosionsschutz, Spritzbeton, Bauwerksverstärkung, Bodenbeschichtung, Abdichtungsarbeiten

Karrié - Bauwerkserhaltung mit exzellentem Ruf. Bundesweit.



SCHÖNES WOCHENENDE

Industriebodensystem
MC-Floor Screed

Fugenübergangsprofile
MC-Floor Connect

Hochleistungsbeschichtung
MC-Floor TopSpeed



Schnelle Industriebodenlösungen

Mit der Bodeninstandsetzung am Freitagnachmittag beginnen und bereits am Montag den Betrieb wieder aufnehmen: das ermöglicht Ihnen das schnelle Boden-Komplettsystem der MC. Minimieren Sie mit dieser zeitsparenden Lösung teure Ausfallzeiten bei der Instandsetzung stark beanspruchter Industrieböden. Sprechen Sie mit uns – über schnelle Lösungen für dauerhafte Ergebnisse.

EXPERTISE
FLOOR COATING

MC-Bauchemie, Service-Center Frankfurt • An der Gehespitz 60 • 63263 Neu-Isenburg
Tel. +49 6102 5 99 87-0 • info.frankfurt@mc-bauchemie.de • www.mc-bauchemie.de



Dr.-Ing. Lars Wolff

Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff
GmbH

Büchel 13/15, 52062 Aachen
Tel.: (0241) 94 37 74-12
Fax: (0241) 94 37 74-16
wolff@bauwerkserhaltung.ac
www.bauwerkserhaltung.ac



Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) des DIBt / objektspezifische Anforderungen an Instandsetzungsprodukte – Empfehlungen für die baupraktische Umsetzung

1. Einleitung

Nach Abschluss des europäischen Notifizierungsverfahrens und der Zustimmung der Bauministerkonferenz im Dezember 2020 wurde die neue Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung), Teile 1 und 2 in der Version vom Mai 2020 [1] mit Erscheinen der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2020/1 (MVV TB [2]) eingeführt. Die bauaufsichtliche Einführung erfolgt bzw. erfolgte mit Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2020/1 (MVV TB) in den Ländern. Damit muss die TR Instandhaltung ab diesem Zeitpunkt von den am Bau Beteiligten verbindlich im Regelungsbereich der VV TB angewendet werden.

Gemäß Mitteilung des DIBt vom 11. August 2021 (Stand der Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in den Ländern) gilt die MVV TB [2] bereits in 10 der 16 Bundesländer. Eine Umsetzung der MVV TB [2] in den verbleibenden 6 Bundesländern ist in naher Zukunft zu erwarten.

Nach der TR Instandhaltung müssen die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen und die Erstellung eines Instandhaltungsplanes durch den Sachkundigen Planer (SKP) erfolgen. Er muss seinem Bauherrn ein Instandhaltungskonzept (ggf. mit mehreren Varianten) unter Berücksichtigung der Aspekte Wartung / Inspektion und Instandsetzung (inklusive Verbesserung) mit dem Ziel erstellen, eine technisch und wirtschaftlich begründete Lösung anzubieten.

Gemäß Teil 1 der TR Instandhaltung gehört es zum Aufgabenbereich des Sachkundigen Planers, die Leistungsbeschreibungen zu erstellen und die Ausschreibungsunterlagen zusammenzustellen. Dies beinhaltet u.a. die Benennung der einzusetzenden Produkte und Systeme (Klassen) und auch die Beschreibung der Applikationsverfahren unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Witterungsbedingungen.

Bis Oktober 2016 waren die Restnormen DIN V 18026 [3] (für Oberflächenschutzsysteme) und DIN V 18028 [4] (für Rissfüllstoffe) bauaufsichtlich eingeführt. Diese Restnormen erlaubten die Verwendung von Oberflächenschutzsystemen und Rissfüllstoffen nach der Normenreihe der DIN EN 1504 [5] auch für den standsicherheitsrelevanten Bereich.

Der Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis für Produkte nach DIN V 18026 [3] und DIN V 18028 [4] erfolgte gemäß der damals noch gültigen Bauregelliste in Form eines Übereinstimmungszertifikates (ÜZ). Dieses Übereinstimmungszertifikat war die Bestätigung einer bestandenen Erstprüfung unter Einhaltung der Anforderungen der Restnormen, einer kontinuierlichen werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) sowie einer Fremdüberwachung (FÜ) durch eine anerkannte Überwachungsstelle und bestätigte die Übereinstimmung mit der für das jeweilige Bauprodukt geltenden technischen Regel.

Da die DIN V 18027 aufgrund von Defiziten in Teil 3 der DIN EN 1504 [5] nicht fertiggestellt werden konnte, galt für Betonersatzsysteme bis Oktober 2016 eine Sonderregelung derart, dass sich der Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis weiterhin auf die Instandsetzungs-Richtlinie aus dem Jahr 2001 [6] bezog. Eine Verlängerung damals verfügbarer allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse (abP) war damit im Oktober 2016 letztmalig möglich, was bei einer Geltungsdauer von abP von 5 Jahren bedeutet, dass diese im Herbst 2021 ohne die aktuell gegebene Möglichkeit einer weiteren Verlängerung auslaufen.

Nach Mitte Oktober 2016 konnten sich die am Bau Beteiligten zunächst nur auf die länderspezifischen Vollzugshinweise zur Umsetzung des EuGH-Urteils vom 16.10.2014 in der Rechtssache C 100/13 beziehen, was bzgl. der Anwendung von Bauprodukten eine erhebliche Rechtsunsicherheit bedeutet hat und in Teilbereichen weiterhin bedeutet.

Erst mit Erscheinen neuer Regelwerke im Bereich der Bundesfernstraßen (ZTV-ING, Teile 3.4 und 3.5 [7] nebst Hinweisen zu den ZTV-ING [8]), im Bereich der Instandsetzung von Wasserbauwerken (ZTV W LB 219 [9] nebst BAWEmpfehlungen [10]) und im Geltungsbereich der Landesbauordnungen (TR Instandhaltung [1]) traten wesentliche Änderungen des bisherigen Status Quo ein.

2. Neuregelungen der TR Instandhaltung bzgl. Merkmalen von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelungen für deren Verwendung

2.1 Änderungen im Zuge der Planungsphase

Entsprechend der Regelungen der RL SIB [6] entschied sich der Planer bislang zunächst für ein Instandsetzungsprinzip gemäß Teil 1 der RL SIB. Hierbei standen dem Planer die in Bild 1 gezeigten Instandsetzungsprinzipien zur Verfügung. Sämtliche Instandsetzungsprinzipien (Prinzip R, C, W, K bzw. CP) bezogen sich dabei auf Schäden infolge Bewehrungskorrosion, nicht aber auf Schäden infolge Betonkorrosion.

Aus Sicht der RL SIB [6] – praktisch unabhängig von der Wahl des jeweiligen Instandsetzungsprinzips – wählte der Planer im Zuge der Ausschreibung geeignete Produkte aus den Gruppen Instandsetzungsbetone und -mörtel, Oberflächenschutzsysteme sowie Riss- und Hohlraumfüllstoffe aus.

So war eine strukturierte Abhängigkeit zwischen Instandsetzungsprinzip und Produkt in der RL SIB [6] praktisch nicht vorhanden. Im Zuge der Ausschreibung reichte es im Wesentlichen weiter aus, die jeweilige Produktgruppe in Bezug auf die RL SIB [6] zu nennen, beispielsweise die Nennung von PCC in Verbindung mit der Beanspruchbarkeitsklasse (M1, M2, M3) und der Orientierung der zu bearbeitenden Bauteilfläche (ausgedrückt über die Kürzel I oder II). Bei Oberflächenschutzsystemen reichte die Angabe der OS-Systemklasse, bei Rissfüllstoffen i.W. die Angabe der Art des Rissfüllstoffs aus.

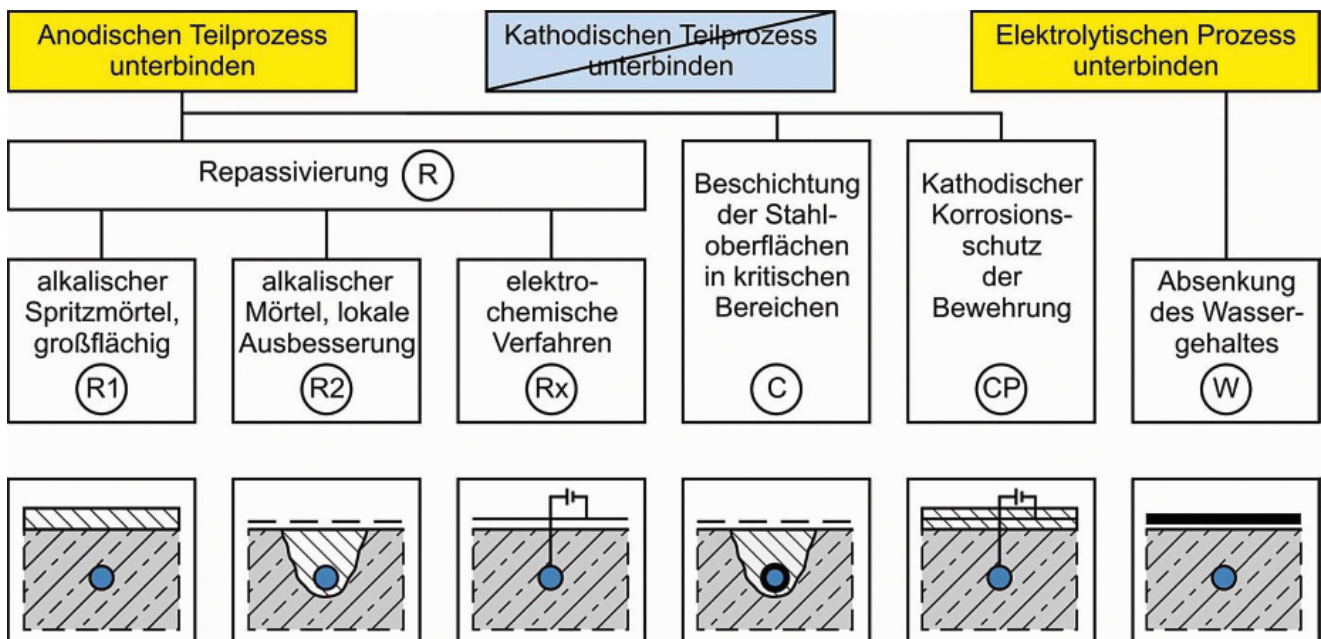


Bild 1: Schematische Darstellung der Instandsetzungsprinzipien nach RL SIB [6] - Die Unterbindung des kathodischen Teilprozesses ist in der RL SIB [6] nicht geregelt

Mit Erscheinen der neuen TR Instandhaltung [1] wurde eine z.T. enge Verknüpfung zwischen Instandsetzungsprinzip bzw. -verfahren und den anzuwendenden Produkten geschaffen. Dies gilt in geringerem Maße für den Bereich Oberflächenschutz, in besonderem Maße aber für die Bereiche Rissfüllstoffe und Betonersatz.

Bei Rissfüllstoffen besteht nunmehr ein direkter Zusammenhang zwischen gewähltem Instandsetzungsprinzip bzw. -verfahren, dem Füllziel, der Füllart und letztendlich dem jeweiligen Rissfüllstoff. Zudem sind hier die Einwirkungen auf den Füllbereich zu betrachten, ausgedrückt über die Expositivklassen. Sehr deutlich wird dies in Tab. 2.

Füllziel	Verfahren	Füllart	Einwirkung auf den Füllbereich			
			TrockenDY (dry)	Feucht DP (damp)	Nass WT (wet)	fließendes Wasser ¹⁾ WF (waterflow)
			Zulässige Rissfüllstoffe			
Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)	1.5a 7.6a	Durch Injektion	F-I (P) F-I (H) ^{3), 4)} D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	F-I (P) ²⁾ F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)	– F-I (H) ⁴⁾ D-I (P)
	1.5b 7.6b	durch Vergießen ⁵⁾	F-V (P) F-V (H) ³⁾	– F-V (H)	– –	– –

¹⁾ Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten (SPUR).

²⁾ F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit,

³⁾ Flanken von Rissen und ggf. innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gemäß Angaben zur Ausführung vorgegast werden.

⁴⁾ Mindestanforderungen Festigkeitsklasse F3.

⁵⁾ Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden. F: Rissfüllstoff für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS). D: Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Polyurethan (PUR); evtl. mit zugehörigem schnellschäumendem Polyurethan (SPUR). I: Injektion. V: Vergießen

Tab. 1: Verwendung von Rissfüllstoffen zum Füllen von Rissen und Hohlräumen. Auszug aus Tabelle 13 des Teils 1 der TR Instandhaltung [1]



Damit Ihr Bauwerk ein Bauwerk bleibt.

Wir sanieren Parkbauten und Ingenieurbauwerke.

Unser Leistungsspektrum:

- Betoninstandsetzung
- Bauwerksabdichtung
- Kathodischer Korrosionsschutz
- Bauteilverstärkung

Ihre Vorteile:

- Optimales Ergebnis durch vielfältige Sanierungsverfahren und umfassendes Leistungspotential
- Dauerhafter Gebäudewert durch hohes Qualitätsbewusstsein bei der Bauausführung
- Absolute Termintreue durch partnerschaftliches Miteinander auf der Baustelle
- Kostensicherheit aufgrund enger Projektbegleitung in allen Leistungsphasen

Geiger Bauwerksanierung GmbH & Co. KG
Stuttgart · München · Ravensburg · Mainz · Hamburg
bauwerksanierung@geigergruppe.de
Telefon +49 711 4896308
www.geigergruppe.de

Geiger

Noch komplexer werden die Zusammenhänge beim Betonersatz. Auch hier besteht in der TR Instandhaltung [1] ein Zusammenhang zwischen Instandsetzungsprinzip bzw. -verfahren sowie dem zu verwendenden Betonersatz. Durch die Einführung von Altbetonklassen und die Unterteilung zwischen Adhäsionsverbund zwischen Betonersatz und Altbeton bzw. Verankerung und Bewehrung ergeben sich bei vielen typischen Anwendungsfällen Einschränkungen, die der Planer im Zuge der Ausschreibung geeigneter Produkte berücksichtigen muss.

Deutlich wird dies am Beispiel der Reprofilierung einer lokalen Fehlstelle am Boden oder der Wand eines Betonbauteils einer Altbetonklasse A2 oder A3, siehe exemplarisch Bild 2.

Beide Anwendungsfälle sind bei Altbetonklasse A1, A2 oder A3 gemäß Vorgaben der TR Instandhaltung [1] nicht mehr möglich, siehe Tab 2. Lediglich bei Altbetonklasse A4 oder A5 ist bei diesen Beispielen weiterhin die Anwendung von Betonersatz (RM) zulässig. Für Altbetonklasse A1 enthält [1] keine abschließenden Regelungen. Für die Altbetonklassen A2 und A3 sind gemäß [1] nur bestimmte Arten von RM zulässig.



Bild 2: Typische Anwendungsfälle von Betonersatz (RM): kleinflächige Reprofilierung im Handauftrag.



Flächiger Auftrag im Betonierverfahren.

Bei Altbetonklasse A2 oder A3 muss der Planer in den oben genannten Anwendungsbeispielen Alternativen zu RM finden. In Frage kommt für die Schadstellen an der Wand (siehe Bild 2, links) beispielsweise SRM-A2 oder SRM-A3. Bei Anwendung am Boden (siehe Bild 2, rechts), wäre der Einsatz von Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 denkbar, allerdings nur in Verbindung mit einer Verankerung und Bewehrung.

Die Ausschreibung von Betonersatz ist aufgrund der besonderen Verknüpfung zwischen Expositions-klasse des Betonbauteils und Merkmalen des Betonersatzes ebenfalls komplexer geworden. So müssen im Zuge einer Ausschreibung von Maßnahmen unter Verwendung von Betonersatz sämtliche relevanten Expositions-klassen sowie die Altbetonklasse genannt werden.

Besonders bei Altbetonklassen A1, A2, A3 oder Altbetonklasse A5 sollte sich der Planer im Zuge der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen über die Verfügbarkeit geeigneter Produkte am Markt informieren. So kann es durchaus vorkommen, dass bestimmte Kombinationen von Betonersatz, Altbetonklassen und Expositions-klassen am Markt nicht verfügbar sind. Stellt der Planer dies im Zuge der Erstellung der Ausschreibung fest, muss er beispielsweise die Art des gewählten Betonersatzes anpassen oder anstelle eines Adhäsionsverbundes eine Verankerung bzw. Bewehrung vorsehen.

Altbe- ton- klasse	Verfahren	Geeignete Produkte/Systeme	Flächige Instandsetzung, Verbund wird sichergestellt durch			
			Adhäsion		Verankerung und Bewehrung	
			Schichtdicke d [mm]	Merkmale	Schichtdicke d [mm]	Merkmale
			1	2	3	4
A5, A4, A3, A2	3.3, 4.1, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz im Spritzauftrag (SRM) (D ≤ 4 mm)	20 mm ≤ d ≤ 60 mm	Grundsätzlich zweilagiger Auftrag, wenn die obere Lage abgerieben werden kann. Für einlagigen Auftrag ist ein besonderer Nachweis der Haftzugfestigkeit	nicht anwendbar	
A5, A4	3.2, 4.4, 5.3, 6.3, 7.1, 7.2, 7.4	Betonersatz (RM) im Betonierverfahren (D ≤ 4 mm)	15 mm (20 mm bei 7.1, 7.2 und 7.4) ≤ d ≤ 30 mm	Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2	nicht anwendbar	
A3, A2			nicht anwendbar			
A5, A4	3.1	Betonersatz im Handauftrag (RM) (D ≤ 4 mm)	keine Anforderung	nur für kleinflächige Instandsetzung, großflächig nur bei horizontalen Flächen. Merkmale gemäß Teil 2, Tabelle C.2 ²⁾	nicht anwendbar	
A3, A2			nicht anwendbar			

¹⁾ Darf nach (3) im Verbund über Adhäsion ohne zusätzliche Prüfungen an Bauteilen der Altbetonklasse A4 eingesetzt werden, die den Expositionsclassen X0 oder XC1 bis XC4 zugeordnet werden können (siehe DAfStb-RL SIB, Berichtigung ³⁾).

²⁾ Merkmale, die eine Applikation an beliebig orientierte Oberflächen sicherstellen, müssen nicht nachgewiesen werden.

³⁾ PRM/PRC sind nicht für den großflächigen Einsatz (> 1 m²) vorgesehen. D: Größtkorndurchmesser

Tab. 2: Verwendung von Betonersatz bekannter und unbekannter Zusammensetzung für die flächige Instandsetzung (Fortsetzung und Schluss). Auszug aus Tabelle 15 des Teils 1 der TR Instandhaltung [1] mit Hervorhebung von Betonersatz (RM) im Betonierverfahren bzw. Handauftrag: Auszug aus der MVV TB - Ausgabe 2017/1 [6]

2.2 Änderungen im Zuge der Bieterphase

Bereits in der Angebotsphase sollte sich der Bieter vergewissern, dass das im LV ausgeschriebene Produkt auch am Markt verfügbar ist. Dies gilt aktuell, wie bereits in Abschnitt 2.1 beispielhaft genannt, insbesondere für Betonersatz für die Altbetonklassen kleiner A4 aber in Teilen auch A5. Das „Verschieben“ dieser Marktrecherche auf die Zeit nach Auftragserteilung birgt sonst das Risiko, dass der dann zum Ausführenden gewordene Bieter die vertraglich geforderte Leistung mangels Verfügbarkeit geeigneter Produkte nicht erbringen kann.

Im Zuge dieser Recherche sollte sich der Bieter bereits vergewissern, dass neben der reinen Verfügbarkeit des ausgeschriebenen Produktes auch die Verwendbarkeitsnachweise gemäß TR Instandhaltung [1] vorliegen. Die Art der Verwendbarkeitsnachweise ist in der TR Instandhaltung [1] im Teil 2 in den Tabellen zu OS-Systemen, Rissfüllstoffen und Betonersatz geregelt. So ist in den Tabellen zu den Merkmalen der drei Produktgruppen jeweils in der letzten Spalte eine Information zum „Verfahren zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der erklärten Leistung“ enthalten, siehe beispielhaft Tab. 3. Die Fußnote verweist je nach Produktart auf unterschiedliche Teile der Normenreihe der DIN EN 1504.

DIN EN 1504-2:2004 [12] betrifft Oberflächenschutzsysteme, während bei Betonersatz in der TR Instandhaltung [1] DIN EN 1504-3:2004 [13] und bei Rissfüllstoffen DIN EN 1504-5:2004 [14] referenziert wird. Der Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte nach Verfahren B der DIN 18200 bzw. AVCP-System 2+ nach der Normenreihe DIN EN 1504 beinhaltet die Durchführung der Erstprüfung durch den Produkthersteller ebenso wie die WPK inklusive Probennahme und Erstellung des Prüfberichtes [11].

Die Fremdüberwachung umfasst eine Prüfung der WPK durch eine Prüfstelle (unabhängige dritte Stelle nach [11]) sowie die Zertifizierung der WPK.

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Merkmale	Prüfverfahren	Anforderung	Verfahren zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der erklärten Leistung
Bestandteile				
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	Wert ermitteln und angeben Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	System B nach DIN 18200 ¹⁾
2	Dichte ²⁾ (alle) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	DIN EN ISO 2811-1 DIN EN ISO 2811-2	Wert ermitteln und angeben ± 3 %	System B nach DIN 18200 ¹⁾
3	Infrarotspektroskopie (alle)	DIN EN 1767 DIN 51451	Wert ermitteln und angeben / Fingerprint Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	System B nach DIN 18200 ¹⁾

¹⁾ Umgesetzt als AVCP-System 2+ in DIN EN 1504-2:2004.

²⁾ Neben den Referenzverfahren nach DIN EN ISO 2811 Teil 1 und 2 gelten die Teile 3 und 4 bei Nachweis der gleichen Genauigkeit und Wiederholbarkeit als Alternativverfahren.

Tab. 3: Anforderungen für die Oberflächenschutzsysteme OS 11a oder OS 11b. Auszug aus Tabelle A.8 des Teils 2 der TR Instandhaltung [1] mit Angaben zum „Verfahren zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der erklärten Leistung“ (Spalte 4 - Rot umrandet).

Dies bedeutet, der Produkthersteller ermittelt die Eigenschaften seines Produktes und ihm obliegt nach [11] auch die Feststellung, ob die Anforderungen der technischen Spezifikationen erfüllt werden. Die fremdüberwachende Stelle (zertifizierende Stelle) bestätigt im Verfahren B die Eignung der werkeigenen Produktionskontrolle zur Sicherstellung der Eigenschaften des Produktes [11].

Der Bieter sollte daher zunächst die technische Spezifikation des Produktherstellers dahingehend prüfen, ob sämtliche im LV genannten Merkmale vom Produkthersteller in seiner technischen Spezifikation auch bestätigt werden. Diese eingehende Prüfung im Zuge der Bieterphase ist vermutlich auf die Einzelfälle beschränkt, in denen z.B. weniger übliche Arten von Betonersatz erforderlich sind (beispielsweise, wie oben genannt Altbetonklasse A2 oder A3). Bei gängigen Kombinationen dürfte diese Prüfung erst in der Ausführungsphase erfolgen.

Neben dem Nachweis der technischen Spezifikation muss der Produkthersteller weiterhin ein von der Überwachungsstelle ausgestelltes Zertifikat über die erfolgte geeignete werkseigene Produktionskontrolle vorlegen. Die Aktualität dieses Zertifikat ergibt sich aus den Vorgaben der Normenreihe DIN EN 1504. Demnach ist beim Verfahren 2+ eine jährliche Prüfung erforderlich.

2.3 Änderungen im Zuge der Ausführungsphase

Im Wesentlichen wurden die Aufgaben des Auftragnehmers bereits in der Rolle des Bieters in Abschnitt 2.2 genannt. Spätestens in der Ausführungsphase muss der Auftragnehmer sicherstellen, dass sämtliche im LV genannten Merkmale vom ausgewählten Produkt erfüllt, d.h. vom Produkthersteller bestätigt werden und dass zusätzlich eine entsprechende Zertifizierung gemäß System B der DIN 18200 [11] vorliegt.



PROTECTOR – DER KOMPLETT-ANBIETER IN BETONINSTANDSETZUNG UND KATHODISCHEM KORROSIONSSCHUTZ

Die Protector KKS GmbH, das Tochterunternehmen der Protector AG in Tranby/Norwegen, ist das Fachunternehmen für Forschung und Entwicklung von hoch entwickelten Technologien im Bereich des Beton-Korrosionsschutzes. Dabei gehören wir zum Firmenkonzern der AF Gruppen AG, einem der größten und erfolgreichsten norwegischen Konzerne.

Bereits seit 1990 werden weltweit Protector-Technologien zur Instandsetzung, Überwachung und Betonerhaltung eingesetzt. Wir haben uns auf Problemlösungen für die Sanierung von korrosionsgeschädigtem Beton spezialisiert unter gleichzeitiger Betrachtung der Kosten und Risiken, die eine konventionelle Betoninstandsetzung mit sich bringt.

Protector nimmt eine herausragende Stellung am Markt ein. Protector ist der einzige Anbieter, der sämtliche System-Komponenten des Kathodischen Korrosionsschutzes – wie Elektronik, Baustoffe und Software – durch eigene Wissenschaftler und Techniker entwickelt, liefert und überwacht.

PROTECTOR
KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ

WWW.PROTECTOR-KKS.DE

Während für die „Angaben zur Ausführung“ – welche durch den Produkthersteller zu liefern sind – Vorlagen im Teil 2 der TR Instandhaltung enthalten sind, ist dies für den „Nachweis der geforderten Merkmale“ nicht der Fall. Dies bedeutet, die Ausgestaltung der vom Produkthersteller zu liefernden Dokumente dürfte von Produkthersteller zu Produkthersteller unterschiedlich ausfallen, was die Kontrolle durch den Auftragnehmer und Planer, Bauüberwacher und Fremdüberwacher erschweren dürfte. Da die Beschreibung der Merkmale bei den verschiedenen Produktgruppen OS-Systeme, Betonerersatz und Rissfüllstoffe unterschiedlich ist (über Klassen bei den OS-Systemen, über Expositionsklassen und Altbetonklassen beim Betonerersatz und i.W. über Expositionsklassen bei Rissfüllstoffen), werden auch die technischen Spezifikationen mit Darstellung der nachgewiesenen Merkmale vermutlich produktabhängig jeweils etwas anders aussehen.

3. Ausblick

Durch die bauordnungsrechtliche Einführung der TR Instandhaltung [1] ändern sich wesentliche Schritte im Zuge der Ist-Zustandserfassung und Planung von Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauteilen. Auch die Art der Beschreibung geeigneter Produkte sowie die Nachweise der Verwendbarkeit weichen z.T. deutlich von den bisherigen Verwendbarkeitsnachweisen ab. Es dürfte einige Zeit dauern, bis sich alle am Bau Beteiligten sowie die Produkthersteller an diese neue Nachweisform gewöhnt haben.

Literatur

- [1] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt: Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung), Teil 1 – Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung; Teil 2: Teil 2 – Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelungen für deren Verwendung, Ausgabe Mai 2020
- [2] Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt: Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2020/1
- [3] DIN V 18026:2006-06, Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01.
- [4] DIN V 18028:2006-06, Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5:2005-03 mit besonderen Eigenschaften.
- [5] DIN EN 1504, „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität“, Teile 1 – 10, Ausgabezeitraum 2004 – 2008
- [6] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.: DAfStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (RL SIB). Ausgabe Oktober 2001, Berlin: Beuth Verlag, 2001 und Berichtigungen 2002-01, 2005-12 und 2014-09.
- [7] ZTV-ING: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauwerke. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach. Abschnitte 3.4 und 3.5, Ausgabe Oktober 2017
- [8] Bundesministerium für Verkehr, Bau und digitale Infrastruktur - Abteilung Straßenbau: Hinweise für den Sachkundigen Planer zur Festlegung von Leistungsmerkmalen zu Schutz- und Instandsetzungsprodukten hinsichtlich bauwerksbezogener Produktmerkmale und Prüfverfahren – Stand: Stand: 30.04.2019
- [9] ZTV-W LB 219 (2017): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV W) für die Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219), Ausgabe 2017. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt.
- [10] Bundesanstalt für Wasserbau: BAWEmpfehlung „Instandsetzungsprodukte“, Karlsruhe, Ausgabe 2017
- [11] DIN 18200:2021-04 Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung
- [12] DIN EN 1504-2:2004 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 2: Oberflächenschutzsysteme für Beton; Deutsche Fassung EN 1504-2:2004
- [13] DIN EN 1504-3:2004 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 3: Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung; Deutsche Fassung EN 1504-3:2005
- [14] DIN EN 1504-5:2004 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 5: Injektion von Betonbauteilen; Deutsche Fassung EN 1504-5:2004

Das sichere Gefühl,
gut beraten zu sein.

Analyse. Beratung. Konzeption.



Objektspezifische Beratung für Planer & Ingenieure

- Bauzustandsanalyse & Laboranalytik & Sanierungskonzepte
- Maßgeschneiderte Lösungen für Neu- und Altbau


remmers
Fachplanung

Remmers Fachplanung GmbH

Bernhard-Remmers-Str. 13 · 49624 Lönigen · Tel.: 05432/83-156 · Fax: 05432/83-706 · www.remmers-fachplanung.de

Dipl.-Ing. (FH) Gregor Gerhard

instakorr GmbH

Otto-Hesse-Straße 19 / T2
64293 Darmstadt
Tel.: (06151) 8703885
gregor.gerhard@instakorr.de
www.instakorr.de



Grenzen der Anwendung von KKS, HDW, Beschichtung

1. Einleitung

Die Betoninstandsetzung wird in Deutschland durch entsprechende Normen geregelt.

Bis 1990/91 wurde dafür die Richtlinie: „Instandsetzungs-Richtlinie 1990“ entworfen und eingeführt. 10 Jahre später, im Oktober 2001, wurde diese erneut überarbeitet und neu benannt „DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (kurz: Rili-SIB 2001). In den Folgejahren wurde diese auch bauaufsichtlich eingeführt.

Nach gut 15 Jahren stand eine weitere Überarbeitung der Rili-SIB 2001 an. Die entsprechenden Gremien setzten sich zusammen und entwickelten die Instandhaltungsrichtlinie (IH-RL). Dabei wurde der Begriff Instandsetzung durch *Instandhaltung* ersetzt, da die „neue“ Instandhaltungsrichtlinie die Wartung der Bauwerke deutlich in den Vordergrund stellte.

Aus der Erfahrung von über 30 Jahren Betoninstandsetzung hatte man erkannt, dass die Wartung von Gebäuden auch nach einer Instandsetzung und gerade dann, einen erheblichen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen hat.

Somit wurde aus dem Titel der alten Richtlinie „Instandsetzung“, der Terminus „Instandhaltung“ gewählt, um diesen Umstand gerecht zu werden. Dieser Aufbau der Instandhaltung des Bauwerkes ist schematisch in der Bild 1 aufgezeigt.

Die „neue“ Instandhaltungsrichtlinie wurde dann im Jahr 2019 als sogenannter Gelbdruck veröffentlicht [1] und [2]. Infolge von europäischen Entwicklungen und massiver Einsprüche der Bauchemie wurden die Teile 1 und 2 der Instandhaltungsrichtlinie nochmals überarbeitet und eingeführt als...

Technische Regel, Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung; kurz: TR-I)

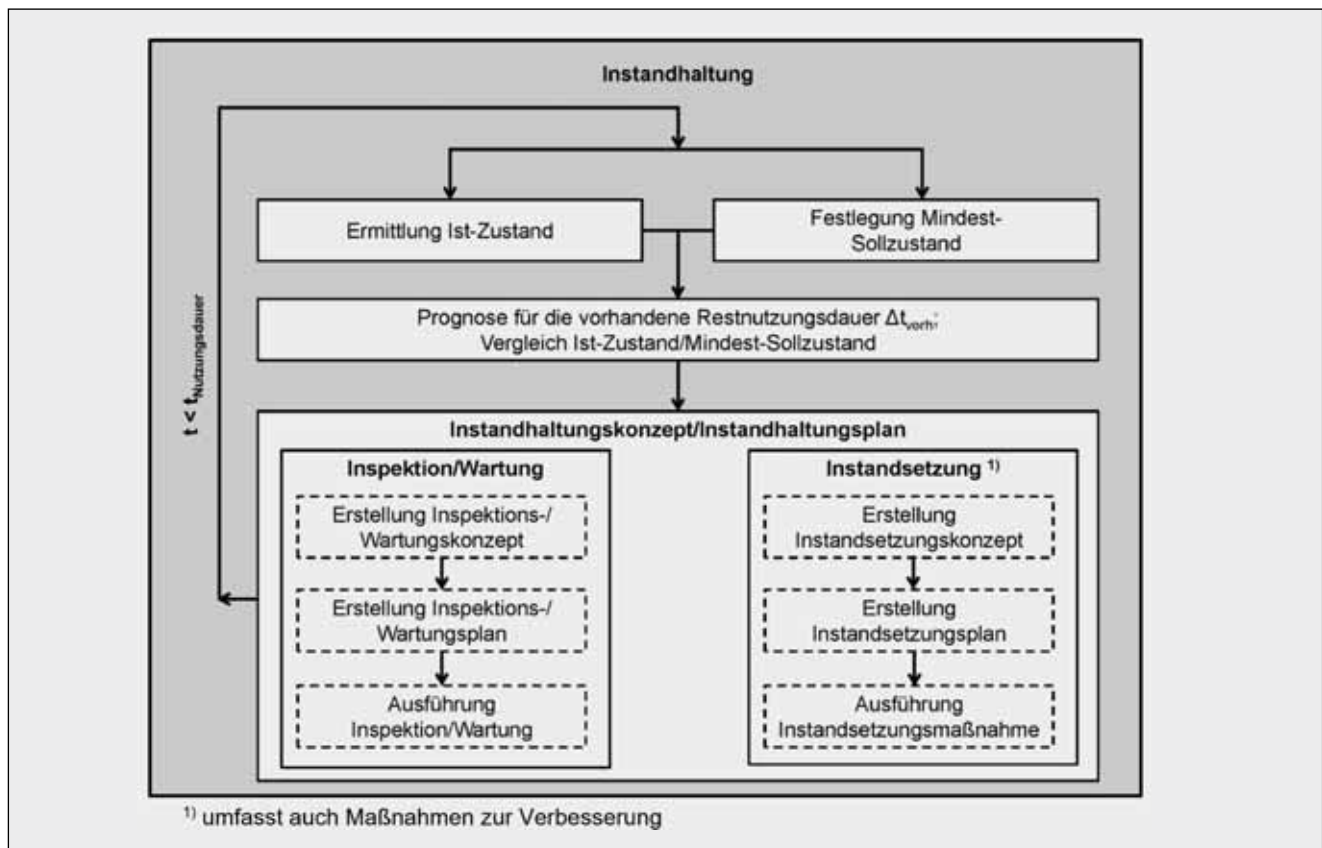


Bild 1: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen
TR Instandhaltung - Teil 1, Kapitel 1, Abbildung 1, aus [1]

Baden-Württemberg	Bayern (Erlass 26.02.2021)	Berlin	Brandenburg (Erlass 14.04.2021)
Bremen (Erlass 09.02.2021)	Hamburg (Erlass 25.05.2021)	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern (Erlass 05.02.2020)
Niedersachsen (Erlass 14.06.2021)	Nordrhein-Westfalen (Erlass 15.06.2021)	Rheinland-Pfalz	Saarland (Erlass 12.03.2020)
Sachsen	Sachsen-Anhalt (Erlass 17.03.2021)	Schleswig-Holstein (Erlass 22.04.2021)	Thüringen

In den nicht hinterlegten Bundesländern (BW, BER, HE, RP, SAC, TH) ist derzeit noch eine ältere Fassung der MVV-TB (die „nur die RILI-SIB“ anspricht) eingeführt. Die Umsetzung der MVV TB 2020 (und somit Ansprache der TR Instandhaltung) steht in diesen Ländern an. Daher empfiehlt es sich, sich frühzeitig mit den Regelungen der TR Instandhaltung zu beschäftigen.

Tabelle 1: Stand der Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in den Ländern, Stand 11.08.2021 [3]

Diese TR-I wurde zwischenzeitlich in 10 Bundesländern baurechtlich eingeführt und ist somit in der Mehrheit der Länder bereits aktuelles Baurecht. Es kann davon ausgegangen werden, dass die noch fehlenden Bundesländer bis Ende 2022 nachziehen werden

2. Grundlagen: Was hat sich in TR-Instandhaltung im Vergleich zur Rili-SIB 2001 geändert?

Bezeichnungen/Abkürzungen der Mörtel/Betone entsprechend [1], Abschnitt 10:

Man unterscheidet Mörtel/Betone mit bekannter und unbekannter Zusammensetzung.

Betonersatz

Zement- oder kunststoffgebundener Betonmörtel mit ggf. zugehöriger Haftbrücke und Ausgleichs- bzw. Kratzspachtel (Auftrag im Hand-, Betonier-, Verguss- oder Spritzverfahren)

Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung

- Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton),
- Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551,
- Betonersatz aus Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
- Betonersatz aus Vergussbeton nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb (Ausgabe Juli 2019) und gemäß DAfStb-RL SIB (Ausgabe Oktober 2001, inkl. der Berichtigung 1 und 3)

Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung

- Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren (RM und RC) nach Teil 2, Tabelle C.2 [2]
- Betonersatz im Spritzverfahren (SRM und SRC) nach Teil 2, Tabelle C. 3 [2]
- Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) im Handauftrag nach Tabelle Teil 2 C.4 [2]

RC (Repair Concrete)

Beton als Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren mit oder ohne Kunststoffmodifizierung

RM (Repair Mortar)

Mörtel als Betonersatz im Handauftrag/Betonierverfahren mit oder ohne Kunststoffmodifizierung

PRC/PRM (Polymer Repair Beton/Mörtel)

Mischungen von reaktiven Polymerbindemitteln und abgestuften Gesteinskörnungen, die durch eine chemische Reaktion, z.B. Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation verfestigen (DIN EN 1504-1)

SRC/SRM (Sprayable Repair Beton/Mörtel)

Spritzbarer Beton als Betonersatz mit oder ohne Kunststoffmodifizierung

Spritzbeton

Spritzbeton ist Beton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 mit Gesteinskörnung für Beton mit einem Größtkorndurchmesser > 4 mm, der in einer geschlossenen Schlauch- oder Rohrleitung zur Einbaustelle befördert und dort durch Spritzen aufgetragen und verdichtet wird.

Spritzmörtel

Zementmörtel (werksgemischte Trockenmischung) mit Gesteinskörnung für Beton ≤ 4 mm, der wie Spritzbeton nach DIN EN 14487-1 in Verbindung mit DIN 18551 hergestellt, überwacht und verarbeitet wird.

Einwirkung aus der Umgebung und dem Betonuntergrund, entsprechend TR-I, Abschnitt 4 [1]

Abschnitt 4 führt eine Differenzierung der Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund ein und ersetzt in Verbindung mit den Abschnitten 2 und 7 DAfStb-RL SIB, Teil 2, Abschnitt 2.

Die Einwirkungen auf das Bauwerk aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind durch die in Tabelle 2 aufgeführten Einwirkungen im Zuge der Erfassung des Ist-Zustandes zu beschreiben. Einwirkungen, die sich der Tabelle 2 nicht zuordnen lassen, sind verbal zu beschreiben. Die Einwirkungen sind in der Leistungsbeschreibung vorzugeben. Zu den Einwirkungen aus der Umgebung (Expositionsklassen) und dem Untergrund werden zusätzlich zu DIN EN 206-1/DIN 1045-2, Tabelle 1, in nachfolgender Tabelle 2 Beispiele aus der ZTV-W LB 219 und der ZTV-ING 3-4/3-5 aufgeführt.

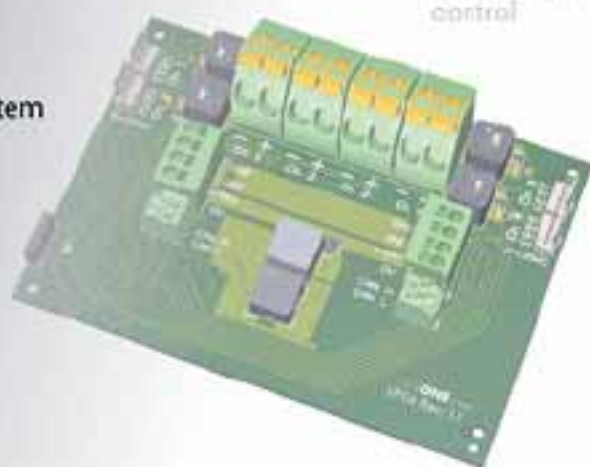
LEISTUNG

- › Kathodischer Korrosionsschutz von Stahlbeton [KKS-B]
- › Elektrochemischer Chloridentzug [ECE]
- › Realkalisierung [ER]
- › Instandsetzung von Stahlbeton in Verbindung mit elektrochemischen Schutzverfahren
- › Installation von Korrosionsmonitoringsystemen



TECHNIK

- › Neuestes Aufzeichnungs-, Steuerungs- und Auswertungssystem für KKS-B und Korrosionsmonitoringanlagen
 - › "Ein-Kabel-System"
 - › Messung & Steuerung von Schutzstrom und -spannung an allen installierten Anschlüssen
 - › hohe Energieeffizienz



SERVICE

- › Betrieb & Wartung von...
 - › KKS-B Anlagen
 - › ECE & ER Anlagen
 - › Korrosionsmonitoringsystemen
- › Individuelle Lösungen für komplexe Aufgabenstellungen im Bereich von Stahl im Beton



instakorr > <

 Otto-Hesse-Str. 19 T2
64293 Darmstadt

 info@instakorr.de
www.instakorr.de

Altbetonklassen

	Altbetonklasse	Druckfestigkeit ¹⁾ [MPa]	Oberflächenzugfestigkeit ²⁾	
			Mittelwert [MPa]	kleinster Einzelwert [MPa]
1	A1 ³⁾	≤ 10	< 0,8	< 0,5
2	A2	> 10	≥ 0,8	≥ 0,5
3	A3	> 20	≥ 1,2	≥ 0,8
4	A4	> 30	≥ 1,5	≥ 1,0
5	A5	> 75	≥ 2,5	≥ 2,0

¹⁾ Mittelwert der Druckfestigkeit (Bestimmung nach DIN EN 12504-1)
²⁾ Kleinster Einzelwert / Mittelwert (Bestimmung nach DIN EN 1542)
³⁾ Die Technische Regel [1] enthält keine abschließenden Regelungen zur Altbetonklasse A1.

Tabelle 2: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene [1], Tabelle 4

Instandsetzungsverfahren sind in Anlehnung an DIN EN 1504-9 im Abschnitt 6.1 der TR-I formuliert
 Instandsetzungsverfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton (1) In Tab. 3 sind diejenigen Prinzipien und Verfahren bei Schäden im Beton in Anlehnung an DIN EN 1504-9 aufgeführt, die nach [1] angewendet werden dürfen. Alle weiteren in Tab. 3 nicht aufgeführten Verfahren der DIN EN 1504-9 werden in der TR-I nicht behandelt. Alle weiteren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführten Verfahren sind in Tab. 3 durch Fußnoten gekennzeichnet.

ANMERKUNGEN

- 1.) Bei nicht durchgängiger Realisierung mindestens eines Verfahrens besteht die Gefahr, dass das Instandsetzungsziel nicht erreicht wird. Zur Erreichung mehrerer Instandsetzungsziele kann die Realisierung verschiedener Prinzipien, z. B. Prinzipien 3 und 7 zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Betons und zur Sicherstellung des Schutzes der Bewehrung vor Korrosion notwendig sein.
- 2.) Für in TR-I nicht geregelte Verfahren gelten ggf. andere technische Regeln (Normen, Richtlinien, bauaufsichtliche Nachweise der Verwendung).
- 3.) Das Füllziel „Abdichten von riss- und hohlraumbedingten Undichtheiten“, das in der DAfStb Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) als Maßnahme mit Verweis auf TR-I verankert ist, stellt eine Besonderheit dar und kann den übergeordneten Instandsetzungszielen „Sicherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung und des Betons“ durch die Anwendung von Instandsetzungsprinzipien und zugehörigen Instandsetzungsverfahren nicht direkt zugeordnet werden. Es wird pragmatisch dem Prinzip 1 zugeordnet.
- 4.) Das Füllziel „dehnbares Verbinden von Rissflanken“ mit dehnbaren Rissfüllstoffen ermöglicht trotz Rissfüllung die Beibehaltung des gerissenen Zustands II, sodass nach der Instandsetzung die Gefahr der Neurissbildung im Beton entfällt und ist bei wiederkehrender Rissursache anwendbar. Es stellt ein weiteres Ziel dar, das pragmatisch den Prinzipien 1 und 7 zugeordnet wird.
- 5.) Die Verstärkung eines Bauteils stellt ein weiteres Ziel dar und wird in Prinzip 4 behandelt.

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
1. Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1 Hydrophobierung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 1 (OS A) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.3
	1.3 Beschichtung ²⁾		– OS 2 (OS B) ³⁾ gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
	1.4 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)		– OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
	1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ^{4), 5)}	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.3
2. Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1 Hydrophobierung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 1 (OS A) gemäß [2], Tabelle A.3
	2.3 Beschichtung ^{7), 8)}		– OS 2 (OS B) ^{3), 6)} gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.5 – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
	2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ⁹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabellen 13 und 14	– F-I (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.3
3. Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1 Kleinflächiger Handauftrag	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – PRM, PRC ¹⁰⁾ gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.4
	3.2 Betonieren oder Vergießen		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung 3 – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – PRM, PRC ¹¹⁾ gemäß [2] Anhang C, Tabelle C.4
	3.3 Spritzauftrag		– Spritzbeton nach DIN EN 14487 / DIN 18551 – Spritzmörtel mit Anforderungen nach DIN EN 14487 / DIN 18551 – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	3.4 Auswechseln von Bauteilen		– Nach DIN EN 1992-1-1
4. Verstärkung des Betontragwerks ¹²⁾	4.1 Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2 – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	4.3 Verstärkung durch geklebte Bewehrung		– Beachtung der DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“
	4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2 – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	4.5 Füllen von Rissen ¹³⁾ oder Hohlräumen ^{5), 14)}	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.2

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
4. Verstärkung des Betontragwerks ¹²⁾	4.1 Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2 – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	4.3 Verstärkung durch geklebte Bewehrung		– Beachtung der DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“
	4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2 – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	4.5 Füllen von Rissen ¹³⁾ oder Hohlräumen ^{5),14)}	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.2
5. Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.1 Beschichtung ¹⁵⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 8 gemäß [2] Anhang A, Tabelle A.7, – OS 14 gemäß [2] Anhang A, Tabelle A.9
	5.3 Mörtel- oder Beton-auftrag ¹⁶⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 ¹⁷⁾ , – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3 ¹⁷⁾
6. Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff	6.1 Beschichtung ¹⁸⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 4 (OS C) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DI), OS 5b (OS DI) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
	6.3 Mörtel- oder Beton-auftrag ¹⁹⁾	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3

¹⁾ Die Wirksamkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen sind vom tiefenabhängigen Wirkstoffgehalt bezogen auf den Beton und der Eindringtiefe abhängig. Die Eindringtiefe von Hydrophobierungen wird wesentlich durch den Feuchtegehalt und die Porosität des Betons bestimmt.

²⁾ Beschichtungen zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid sind in Verfahren 7.7 geregelt.

³⁾ Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bei geschlossenen Oberflächen geeignet als Beschichtungssystem. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar.

⁴⁾ Das Verfahren dient nicht dazu, die Bauteilsteifigkeit eines ungerissenen Bauteils zu erreichen. Dieses Ziel wird bei Verfahren 4.5 verfolgt.

⁵⁾ Abschnitt 6.6.1 des Teils 2 der DAfStb-RL SIB wird gestrichen. Anstelle der Tränkung wird die Füllart Vergießen (V) von Rissen geregelt.

⁶⁾ bei ungerissenen Bauteilen

⁷⁾ Beschichtungssysteme mit der Wasserdampf-Durchlässigkeit der Klasse II und III, gemäß [2], Anhang A, dürfen nur verwendet werden, wenn der Beton bereits vor Auftrag der Beschichtung ausreichend ausgetrocknet ist.

Für die Instandsetzung von Betonbauteilen, die durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt wurden, müssen OS 5-Systeme mit einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke $s_D \leq 2,5$ m verwendet werden.

⁹⁾ Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt

¹⁰⁾ PRM und PRC dürfen nur angewendet werden, wenn andere zementgebundene Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z. B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke). Bei Anwendung von PRM/PRC ist die Auswirkung auf den Brandschutz zu beurteilen.

¹¹⁾ PRM/PRC sind nicht für den großflächigen Einsatz ($> 1 \text{ m}^2$) vorgesehen

¹²⁾ auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit gegenüber dem Ist-Zustand

¹³⁾ in der Regel zur Erhöhung der Bauteilsteifigkeit

¹⁴⁾ Beinhaltet Verfahren 4.6 gemäß DIN EN 1504-9

¹⁵⁾ Die erforderliche Schichtdicke des Oberflächenschutzsystems ist gemäß [2], Anhang A.2 (6) den Angaben zur Ausführung zu entnehmen. Bei UV- Belastung ist die Beständigkeit nach DIN EN 1062-11 (Verfahren 4.2) nachzuweisen.

¹⁶⁾ Ein ausreichender Widerstand gegen mechanischen Angriff für die Einwirkung XM1 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Bei einem Größtkorn $< 8 \text{ mm}$ muss der Verschleißwiderstand nach Böhme nach DIN EN 13892-3 mind. der Klasse A12 nach DIN EN 13813 entsprechen.

¹⁷⁾ Nicht anwendbar auf waagerechten und schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssen

¹⁸⁾ mit entsprechendem Nachweis des Widerstands gegen chemischen Angriff

¹⁹⁾ Ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff für die Einwirkungen XA1 und XA2 gilt durch Einhaltung der in DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 festgelegten Anforderungen als nachgewiesen. Alternativ kann ein ausreichender Widerstand gegen chemischen Angriff durch ein spezifisches Prüfverfahren nachgewiesen werden (vgl. DIN 19573).

Tabelle 3: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton nach [1], Tabelle 5

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen	Anwendbarkeit	Anforderungen an die Produkte/Systeme bei Anwendung des Verfahrens
1	2	3	4
7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1 Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15 – Es sind die Verfahren 3.1, 3.2 oder 3.3 anwendbar	– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung³ – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	7.2 Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung³ – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	7.4 Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion		– Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (ggf. als Trockenbeton) – Vergussbeton/-mörtel nach Vergussbetonrichtlinie des DAfStb und gemäß DAfStb-RL SIB, Berichtigung³ – RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN18551, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3
	7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen ^{1), 2)}	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabellen 13 und 14	– F-I (P), F-V (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.1, – F-I (H), F-V (H) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.2, – D-I (P) gemäß [2], Anhang B, Tabelle B.3
	7.7 Beschichtung ¹⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 2 (OS B)³⁾ gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
	7.8 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) ¹⁾		– OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
8. Erhöhung des elektrischen Widerstandes	8.1 Hydrophobierung ⁴⁾	– Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 12	– OS 1 (OS A)⁵⁾ gemäß [2], Tabelle A.3
	8.3 Beschichtung ⁶⁾		– OS 2 (OS B)³⁾ gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.4, – OS 4 (OS C) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.5, – OS 5a (OS DII), OS 5b (OS DI) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.6, – OS 8 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.7, – OS 11a (OS F a), OS 11 b (OS F b) gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.8, – OS 14 gemäß [2], Anhang A, Tabelle A.9
10. Kathodischer Schutz	10.1 Anlegen eines elektrischen Potentials ⁷⁾	– Anwendung unter Beachtung der Anforderungen nach [1], Tabelle 15	– RM, RC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.2, – SRM, SRC gemäß [2], Anhang C, Tabelle C.3

¹⁾ Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt²⁾ Abschnitt 6.6.1 des Teils 2 der DAfStb-RL SIB wird gestrichen. Anstelle der Tränkung wird die Füllart Vergießen (V) von Rissen geregelt.³⁾ Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bei geschlossenen Oberflächen geeignet als Beschichtungssystem. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar.⁴⁾ Das Verfahren 8.1 darf nicht bei den Expositionsklassen XD, XS angewendet werden. Kontrollmessungen zur Wirksamkeit sind im Instandhaltungsplan zu berücksichtigen.⁵⁾ Die Wirksamkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen sind vom tiefenabhängigen Wirkstoffgehalt bezogen auf den Beton und der Eindringtiefe abhängig. Die Eindringtiefe von Hydrophobierungen wird wesentlich durch den Feuchtegehalt und die Porosität des Betons bestimmt.⁶⁾ Dieses Verfahren sollte ab einem Chloridgehalt von 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse an der Bewehrung nicht angewendet werden. Es darf nur angewendet werden, wenn nach der Ausführung des Verfahrens die Auswirkung auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung (Einbau von Sensoren u.a.) von einem SKP über die Restnutzungsdauer überprüft wird.⁷⁾ Einbettmörtel und Anodensysteme für KKS-Systeme müssen die Anforderungen nach [1], Abschnitt 8.4 erfüllen**Tabelle 4:** Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Bewehrungskorrosion [1], Tabelle 6

Oberflächenschutzsysteme

Die Oberflächenschutzsysteme bleiben weitgehend gleich.

Das „alte“ OS 10 System „Abdichtung unter Gussasphalt“ fällt heraus und wird durch das OS 14 ersetzt bzw. erweitert, siehe [1], Tabelle 12. und folgendermaßen definiert:

Beschichtungssystem mit hoher dynamischer Rissüberbrückung siehe [2], Tabelle A.1), mit integrierter Nutzschicht, direkt befahrbar (mit/ohne Einlage), bestehend aus einem flexiblen Reaktionsharz und einer zusätzlichen Nutzschicht aus Reaktionsharz (ungefüllt/gefüllt), mit ggf. mineralischer Einstreuerung und ggf. Deckversiegelung.

3. Instandsetzungsprinzip 10 Kathodischer Schutz: „alt“ Prinzip „K“ Kathodischer Schutz

In [1] wird das Instandsetzungsprinzip des Kathodischen Korrosionsschutzes auf aktuellem Stand beschrieben.

In Abschnitt 6.2.2 wird darauf verzichtet, die aktuelle Norm DIN EN ISO 12696 zu wiederholen bzw. zu zitieren. Die Norm DIN EN ISO 12696 muss beim Instandsetzungsprinzip 10 „Kathodischer Schutz“ eingehalten werden, siehe [1], Abschnitt 6.2.3, Pkt. (1).

Zusätzlich bestehen die Forderungen:

- Abweichend von der DIN EN ISO 12696 müssen Planung und Ausführung des zu verwendenden Betonersatzes sowie Untergrundvorbereitung und Reprofilierungen nach [1] erfolgen.
- Die Regelanwendung ist bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion bzw. als vorbeugende Maßnahme (präventiver KKS).
- Bei Ankopplungsmörtel, Betonersatzsystemen und Betondeckungserhöhungen ist grundsätzlich Betonersatz nach [2], Tabellen C.2 und C.3 geeignet. Der elektrische Widerstand der zum Einsatz kommenden Betone/Mörtel muss bekannt sein.
- Der SKP muss über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Planung, Ausführung und Qualitätssicherung der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 2 (alt) nach DIN EN 15237:2007-03 oder Grad 3 (neu) nach DIN EN 15257:2017-09 oder vergleichbar geführt.
- Die in DIN EN ISO 12696 geregelten Maßnahmen zur Erhaltung einer dauerhaften Schutzwirkung durch Inspektions- und Wartungsmaßnahmen sind anzuwenden.

Zusätzlich wird in [1], Abschnitt 8 hingewiesen auf:

- **Bauausführung:** Kathodischer Korrosionsschutz von Stahl in Beton ist ein fachthemenübergreifendes Schutz- und Instandsetzungsprinzip. Fachkenntnisse sind auf dem Gebiet von Elektrochemie, Betontechnologie, Tief- oder Hochbau und Kathodischen Korrosionsschutz erforderlich. Kathodischer Korrosionsschutz-Projekte bedingen eine enge Abstimmung zwischen den Gewerken (insbesondere Betoninstandsetzung, Kathodischer Korrosionsschutz, Haustechnik, Tragwerksplanung, Brandschutz).
- **Überwachung:** Bei der Ausführung/Wartung von Kathodischem Korrosionsschutz ist ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 12696 anzuwenden. Die Inbetriebnahme/Wartung ist durch einen Sachkundigen (Qualifikation mindestens Grad 2 (alt) nach DIN EN 15257:2007-03 oder Grad 3 (neu) oder höher gem. DIN EN 15257:2017-09 oder gleichwertig) durchzuführen.

4. Instandsetzungsprinzip 7 – Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität

Verfahren 7.2 Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatiertem Beton, alt: R-CL

- Dieses Verfahren darf angewendet werden,
 - a) wenn die Bewehrung durch Carbonatisierung örtlich oder vollständig depassiviert ist oder
 - b) wenn der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt örtlich oder vollflächig überschritten ist.
- Der Altbeton mit Chloridgehalten oberhalb der kritischen, korrosionsauslösenden Werte ist vollständig zu entfernen (Bild 3). Bei großen Chlorideindringtiefen muss der Beton bis mindestens 30 mm hinter die Bewehrung mit Hochdruckwasserstrahlen entfernt werden (Bild 4). In diesem Fall darf der Chloridgehalt im verbleibenden Altbeton 1,5 M-%, bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten. Höhere, verbleibende Chloridgehalte im Altbeton sind nur bei entsprechenden Nachweisen zulässig.

ANMERKUNG: Schwankungen der Chlorideindringtiefen können durch Sicherheitszuschläge berücksichtigt werden.

- Das Größtkorn des Betonersatzes ist auf die Abtragstiefe hinter die Bewehrung abzustimmen. Es darf maximal $\frac{1}{3}$ der Abtragstiefe hinter der Bewehrung betragen.
- Oberflächenvorbereitungsgrad der Bewehrung Sa 2 nach DIN EN ISO 8501-4 oder Wa 2 nach DIN EN ISO 8501-4.
- Mit folgendem Betonersatz kann man das Instandsetzungsziel vereinfacht erreichen:
 - Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 (ggf. Lieferung als Trockenbeton)
 - Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551,
 - Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie „Vergussbeton, Vergussmörtel“.

Dabei sind die Betondeckungen für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren deskriptiv auf Basis der relevanten Expositionsklassen XC, XS und XD unter Einhaltung der Anforderungen an die Mindestbetondeckung nach DIN EN 1992-1-1/NA sowie der Anforderung an den Baustoff und Bauausführung in den entsprechenden Normen festzulegen.

- Bei Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung (RM, RC, SRM oder SRC) und Einhalten der Anforderungen an das Merkmal „Carbonatisierungsfortschritt“ nach [1], Tabellen C.2 bis C.3, kann die erforderliche minimale Betondeckung c des Betonersatzes auf der sicheren Seite liegend wie folgt abgeschätzt werden:
 - min c = 20 mm für XC3 bzw.
 - min c = 25 mm für XC1 (ständig nass), XC2 und XC4 bei einer geplanten Nutzungsdauer für den Betonersatz von 50 Jahren.
- Polymermörtel (PRM) oder Polymerbeton (PRC) sind für dieses Verfahren nicht anwendbar, da die Annahmen in [1], Abbildung 6 nur für zementgebundenen Betonersatz gelten.
- Ergänzend kann die Bewehrung in besonderen Fällen in all jenen Bereichen, die während der Restnutzungsdauer depassiviert werden können, vor Korrosion durch eine zusätzliche mineralische Beschichtung der Bewehrung geschützt werden.



LANGLEBIGE ABDICHTUNGEN UND BESCHICHTUNGEN. DAUERHAFTER SCHUTZ VOR NÄSSE UND FEUCHTIGKEIT.



Der Spezialist für Flüssigkunststoff.

Triflex Flüssigkunststoff-Abdichtungen schützen Betonbauwerke dauerhaft vor Nässe und Feuchtigkeit. Selbst komplizierte Details und Anschlüsse werden nahtlos abgedichtet.

- Schnelle und sichere Verarbeitung
- Durchdachte Detaillösungen
- Systemintegrierte befahrbare Fugenlösungen
- Zertifizierte Systeme
- Praxiserfahrung aus über 30 Jahren

Objektmanager Süd-West
Peter Weidmann
Mobil 0170 3836464
peter.weidmann@triflex.de



Schnell saniert. Ohne Sperrungen.

- Perfekter Oberflächenschutz für Tiefgaragen und Parkhäuser
- Regelkonforme Anwendung durch zertifizierte Systeme auf PMMA-Basis
- Vielfältige Oberflächen-gestaltungen



WestWood Kunststofftechnik GmbH
Tel.: 057 02 / 83 92-0 · www.westwood.de



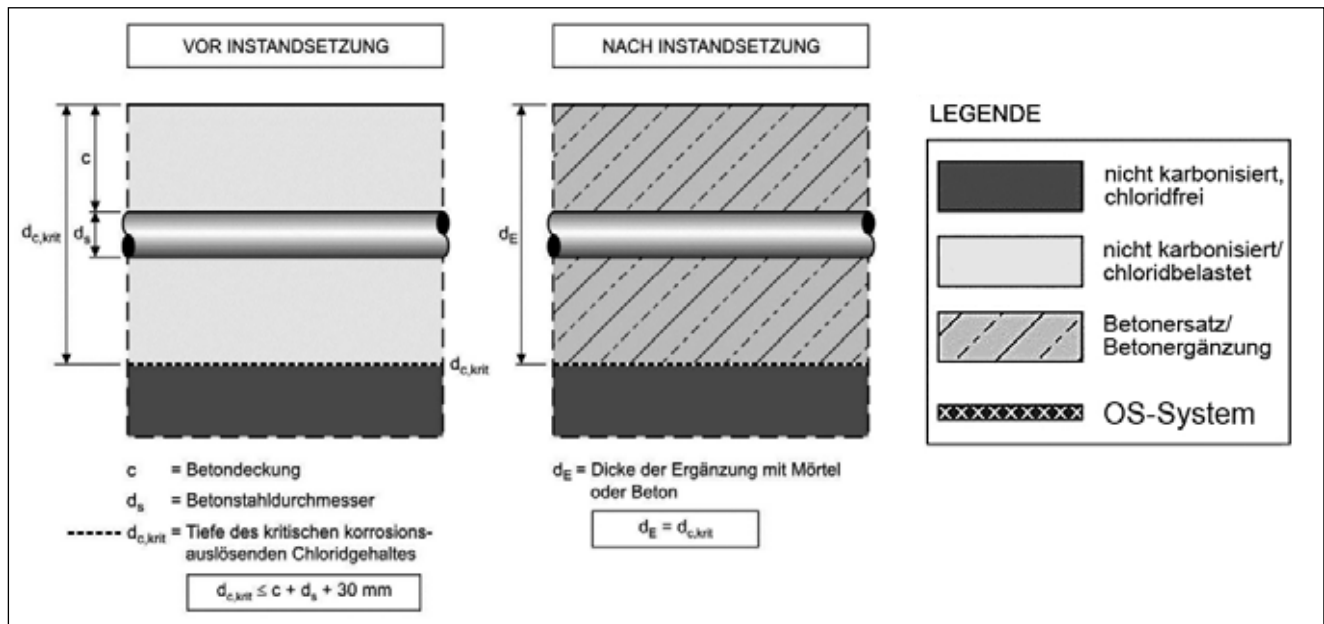


Bild 3: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 (Tiefe des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts ≤ 30 mm hinter der Bewehrung) [1], Abbildung 7

5. Instandsetzungsprinzip 8 – Erhöhung des elektrischen Widerstandes, 8.3 Beschichtung, alt W-C

- Dieses Verfahren sollte ab einem Chloridgehalt von 1,5 M-%, bezogen auf die Zementmasse an der Bewehrung, nicht angewendet werden. Es darf nur angewendet werden, wenn nach der Ausführung des Verfahrens die Auswirkung auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung (Einbau von Sensoren u.a. von einem SKP über die Restnutzungsdauer überprüft wird.
- Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, dass durch den SKP vor der Ausführung eine Abschätzung der Resttragfähigkeit vorgenommen wurde. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Bewehrung bei Anwendung dieses Verfahrens über einen bestimmten Zeitraum weiter korrodiert.
- Bei hohen Chloridwerten ist eine ausreichende Austrocknung des Bauteils in der Regel nicht mehr zu erwarten. Daher darf dieses Verfahren bei chloridkontaminiertem Beton nur angewendet werden, wenn nach der Ausführung der Instandsetzungsmaßnahme die Auswirkung auf den Korrosionsfortschritt der Bewehrung, z.B. durch Einbau geeigneter Sensoren, von einem SKP über die Restnutzungsdauer überprüft wird. Bei Chloridgehalten über 1 M-%, bezogen auf den Zementgehalt an der Bewehrung, tritt unter Umständen keine ausreichende Austrocknung im Beton ein.
- Um bei gerissenen Bauteilen das Eindringen eines Beschichtungsstoffes in den Riss zu vermeiden, sollte dieser zuvor geschlossen werden, z. B. durch Tränken als vorbereitende Maßnahme. Der SKP sollte, je nach Anzahl, Breite und Tiefe der Risse, entscheiden, ob nicht eine ohnehin erforderliche Grundierung oder Reprofilierung mit Reaktionsharzmörtel ausreicht.
- Es ist zu beachten, dass durch Tränkung im Allgemeinen nur oberflächennahe Rissbereiche gefüllt werden können. Der ursprüngliche Verbund des ungerissenen Querschnitts wird daher nur teilweise wiederhergestellt, was bei der Beurteilung des Risikos einer erneuten Rissbildung zu berücksichtigen ist. Aus gleichem Grunde stellt die Tränkung bereits bei geringen Rissbreitenänderungen im Regelfall keine geeignete Maßnahme zum Füllen dar.

RISSINJEKTION

www.desoi.de*DESOI Quick Seal - Fugensanierung**DESOI Z-Slider & DESOI Snappy - Anschlusssysteme*

HEUTE DIE TECHNIK VON MORGEN KAUFEN!

Ob Altes sanieren oder Neues erschaffen – DESOI ist Ihr Spezialist im Bereich Injektionstechnik und Industrietechnik. Mehr als vierzig Jahre Erfahrung machen unser Familienunternehmen zu einem weltweit führenden Hersteller von Injektionsgeräten, Injektionspackern und Mischtechnik.

Sie suchen nach passenden Produkten für Ihr Bauprojekt, benötigen individuelle Anfertigungen und Informationen zu den besten Technologien? Neben den passenden Produkten stellen wir auch ausführliche Produktinformationen zur Verfügung – Montageanleitungen, technische Merkblätter, praktische Anwendungsvideos sowie Leistungsbeschreibungen für Planungsunterlagen.

Mit DESOI haben Sie einen zuverlässigen Partner an Ihrer Seite, der Sie in jeder Phase Ihres Bauvorhabens unterstützt. Wir setzen auf eine persönliche Beratung und verfügen über eine Produktauswahl, die so vielfältig ist wie die Anforderungen des Baugewerbes auf der ganzen Welt.

KOMPAKTE MASCHINEN-TECHNIK: Klein, handlich, leistungsstark und absolut baustellentauglich: DESOI AirPower S25 - Serie

*DESOI AirPower S25**DESOI AirPower S25-2C**DESOI AirPower S25-3C VA*

- Sofern erforderlich, sind die Rutschhemmung oder die Rauheit von befahrenen Flächen bei OS 8, OS 11 oder OS 14 nachzuweisen (Prüfverfahren siehe [1], Tabelle 1, Zeile 2.13 und 2.14). Der SKP legt hierfür Anforderungen fest.
- Bei befahrbaren Flächen können Ausgleichsschichten gemäß [2] (siehe A.5) unter dem Oberflächenschutzsystem aufgetragen werden.

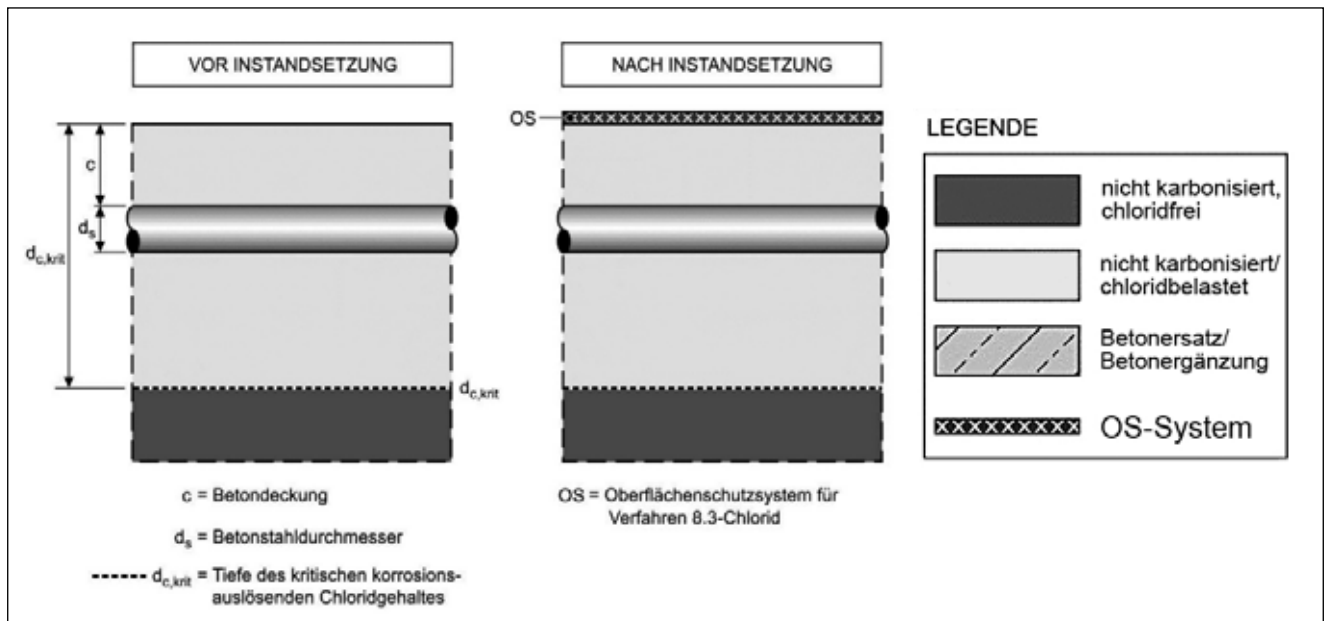


Bild 4: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 8.3 (bei Chlorideinwirkung) [1], Abbildung 8

6. Zusammenfassung

- Alle drei Verfahren – 10.1 (Anlegen eines elektrischen Potentials, KKS), 7.2 (Ersatz von chloridhaltigem Beton, z.B. mit HDW), 8.3 (Erhöhung des elektrischen Widerstandes durch Beschichtung) – waren auch schon in der Instandsetzungs-Richtlinie 2001 geregelt und sind bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion anwendbar. Diese wurden überarbeitet, auf den aktuellen, technischen Stand gebracht und als TR Instandhaltung [1,2] im Mai 2020 veröffentlicht.
- Die Prinzipien und Verfahren unterscheiden sich technisch und wirtschaftlich teilweise deutlich voneinander.
- Die Vor- und Nachteile des jeweiligen Verfahrens sind durch den Sachkundigen Planer (SKP), in Bezug auf das konkrete Bauwerk/Bauteil zu erarbeiten und abzuwägen.
- Der Bauherr muss hinsichtlich vorhandener Risiken wirtschaftlicher Vorteile (z.B. Verfahren 8.3, Beschichtung) durch den SKP aufgeklärt und in die Entscheidung eingebunden werden.
- Eine wirtschaftliche Betrachtung der Prinzipien ist auf die geplante Lebensdauer auszulegen und nicht „nur“ auf die konkrete anstehende Instandsetzungsmaßnahme.

7. Literatur

- [1] Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung): Teil 1 – Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung, Stand: Mai 2020, www.dibt.de
- [2] Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung): Teil 2 – Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelungen für deren Verwendung, Stand: Mai 2020, www.dibt.de
- [3] Stand der Umsetzung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in den Ländern, Stand: 11. August 2021, www.dibt.de

WIR ERHALTEN WERTE

- Bauwerksuntersuchung ■ Laboranalyse
- Instandsetzungsplanung ■ Ausschreibung
- Bauüberwachung ■ Wartung



Zimbelmann GmbH
Ingenieurbüro für Instandsetzung
Gartenstraße 19
70163 Sindelfingen
Telefon 07031 79 431 60
Telefax 07031 79 431 77

Mainzer Str. 75
65189 Wiesbaden
Telefon 07031 79 431 60
Telefax 07031 79 431 77

info@zimgmbh.de
www.zimgmbh.de



renoplan GmbH
Institut für Immobiliensanierung
Gartenstraße 19
70163 Sindelfingen
Telefon 07031 79 431 60
Telefax 07031 79 431 77

Heckenweg 10
65623 Netzbach
Telefon 06430 92 82 53
Telefax 06430 92 82 54

info@institut-renoplan.de
www.institut-renoplan.de

Dr.-Ing. Till Felix Mayer

Ingenieurbüro Schiessl · Gehlen · Sodeikat
GmbH

Landsberger Straße 370
80687 München
Tel.: (089) 54 63 72 9 - 16
mayer@ib-schiessl.de
www.ib-schiessl.de



Korrosionsmonitoring – Grundlagen und Anwendungsbeispiele

1. Einleitung

Zerstörungsfreie Prüfverfahren bieten heute weitreichende Möglichkeiten zur Zustandserfassung und Dauerhaftigkeitsbewertung von Stahlbetonbauwerken. Allerdings gibt es speziell bei der Bewertung der Korrosionsgefährdung zahlreiche Anwendungsfälle, bei denen diese Verfahren unverändert an ihre Grenzen stoßen. Bei vielen dieser Anwendungsfälle kann Korrosionsmonitoring als sinnvolle Ergänzung zu den herkömmlichen Bauwerksuntersuchungen angewandt werden. Dabei bezeichnet der Begriff „Korrosionsmonitoring“ im Folgenden Verfahren, bei denen an ortsfesten Sensoren über einen langen Zeitraum kontinuierlich bzw. zyklisch Messungen zur Bewertung des Korrosionszustands durchgeführt werden, wohingegen unter „Bauwerksuntersuchungen“ singuläre, flächige Untersuchungen mit ortsveränderlichen Sensoren verstanden werden.

2. Korrosionsmonitoring – Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsfälle für Korrosionsmonitoring sind Bauteile, die nach Fertigstellung nicht mehr oder nur noch mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand zugänglich sind (z.B. Gründungen, Schlitzwände, Brückenpfeiler oder Tunnelaußenseiten in chloridhaltiger Umgebung). In diesen Fällen werden Sensoren i.d.R. bereits während der Baumaßnahme installiert. Aber auch bei zugänglichen Oberflächen kann in Abhängigkeit von den Randbedingungen Korrosionsmonitoring eine sinnvolle Ergänzung zu den bekannten Bauwerksuntersuchungen darstellen. Dies gilt z.B. bei beschichteten Oberflächen, an denen eine Potentialfeldmessung nicht möglich ist. Darüber hinaus kann Korrosionsmonitoring einen wesentlichen Beitrag zu einem proaktiven Bauwerksmanagement liefern, da es – anders als die Potentialfeldmessung – einen kritischen Chlorideintrag bereits vor Erreichen der Bewehrungsoberfläche anzeigt und damit dem Bauwerksbetreiber eine langfristige Planung von Interventionsmaßnahmen wie z.B. Beschichtungen zum Unterbinden einer weiteren Chloridzufuhr ermöglicht. Daneben wird Korrosionsmonitoring zur Überwachung des Korrosionsfortschritts an korrodierenden Systemen z.B. zum Nachweis des Instandsetzungserfolgs bei Anwendung des Prinzips W-CI nach der Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb [1] bzw. der Technischen Regel Instandhaltung des DIBt [2] eingesetzt. Im Kontext der aktuellen Diskussion um den richtigen Umgang mit Rissen in befahrenen Parkdecks, die nur über einen kurzen Zeitraum mit Chloriden beaufschlagt wurden, hat Korrosionsmonitoring in der jüngeren Vergangenheit ebenfalls deutlich an Bedeutung gewonnen.

3. Regelwerk

3.1 Ausgangssituation

Zu den meisten zerstörungsfreien Prüfverfahren, die im Rahmen von Bauwerksuntersuchungen angewandt werden (z.B. Potentialfeldmessung, Betondeckungsmessung), existieren heute umfangreiche Richtlinien und Merkblätter, die sowohl die Durchführung der Prüfungen regeln als auch für den planenden Ingenieur und den Ausführenden mögliche Anwendungsgebiete und Anwendungsgrenzen beschreiben und damit Missverständnissen vorbeugen. Im Gegensatz zu diesen Verfahren existierten für das Korrosionsmonitoring bis 2018 keine Richtlinien oder Handlungsempfehlungen. Dies ist umso erstaunlicher, als bereits in der Instandsetzungsrichtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [1] aus dem Jahr 2001 in Verbindung mit dem Instandsetzungsprinzip W-CI gefordert wird, dass zum Nachweis des Instandsetzungserfolgs bei diesem Verfahren grundsätzlich ein Korrosionsmonitoringsystem zu installieren ist. Auch in [3] wird der Hinweis gegeben, dass bei Instandsetzung kurzzeitig chloridbeaufschlagter Trennrisse in Parkdecks bei Verpressen der Risse ohne Abtrag des chloridbelasteten Betons Korrosionsmonitoring anzuwenden ist. Hinweise zur möglichen Ausführung eines derartigen Monitorings werden hingegen nicht gegeben.

3.2 DGZfP-Merkblatt „Korrosionsmonitoring“

Diese Lücke wurde erst 2018 durch das Merkblatt „Korrosionsmonitoring von Stahl- und Spannbetonbauwerken“ [4] der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung DGZfP geschlossen. Anders als bei dem Merkblatt B 3 [5], das dieses Jahr bereits in der vierten überarbeiteten Fassung erschienen ist und detailliert die Ausschreibung, Durchführung und Auswertung eines etablierten Messverfahrens regelt, bestand bei dem Merkblatt Korrosionsmonitoring die Schwierigkeit darin, dass sich in der Praxis – in Abhängigkeit von der Fragestellung – unterschiedliche Messprinzipien und Sensorsysteme parallel entwickelt haben, wobei eine saubere Abgrenzung der Anwendungsgebiete unterschiedlicher Messverfahren bis dato fehlt. Dieser Tatsache trägt das Merkblatt Korrosionsmonitoring [3] Rechnung, indem es in einem ersten Schritt die unterschiedlichen Messprinzipien mit ihrer Funktionsweise, dem Messaufbau, der Auswertung und den wesentlichen Einflussgrößen sowie der praktischen Anwendung vorstellt. Damit wird dem Planer ein komprimierter Überblick über mögliche Messprinzipien an die Hand gegeben. Darauf aufbauend werden in einem zweiten Schritt für unterschiedliche Anwendungsfälle von Korrosionsmonitoring an Stahlbetonbauwerken (Monitoring während der Einleitungsphase bzw. während der Schädigungsphase) Hinweise zum Aufbau von Korrosionsmonitoringsystemen, den anwendbaren Messprinzipien und der Positionierung von Sensoren etc. gegeben. Anhand von Praxisbeispielen werden für einige wichtige Anwendungen die Planung und Bewertung des Korrosionsmonitorings veranschaulicht. Das Merkblatt verzichtet dabei – anders als das Potentialfeldmerkblatt [5] – bewusst auf detaillierte Handlungsanweisungen. Eine Einführung in Messprinzipien und Anwendungsbeispiele für Korrosionsmonitoring enthalten die Abschnitte 4 bis 6.

4. Messprinzipien

Unter dem Oberbegriff „Korrosionsmonitoring“ werden in der Praxis verschiedene Messprinzipien zusammengefasst, die jeweils auf der Überwachung eines Teilprozesses der Bewehrungskorrosion bzw. der Korrosionsinitiierung aufbauen. Daher sollen zum besseren Verständnis der Messprinzipien die Grundlagen der Bewehrungskorrosion im Folgenden kurz erläutert werden.

Stahl ist in Beton grundsätzlich vor Korrosion geschützt, da sich unter den hochalkalischen Bedingungen im Beton auf der Bewehrungsoberfläche ein Passivoxidfilm ausbildet, der einen weiteren Korrosionsfortschritt auf ein vernachlässigbares Maß reduziert. Eine Zerstörung dieses Passivoxidfilms kann unter baupraktischen Bedingungen im Wesentlichen durch zwei Mechanismen hervorgerufen werden:

- a) einen Abfall des pH-Werts des Betons als Folge einer Reaktion des Kohlendioxids in der Atmosphäre mit den Alkalihydroxiden und Calciumhydroxid im Porengefüge des Betons („Carbonatisierungsinduzierte Korrosion“),
- b) den Eintrag von Chloriden von der Bauteiloberfläche in das Betongefüge und in der Folge das Überschreiten einer Grenzkonzentration, des so genannten kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts, auf Bewehrungshöhe („Chloridinduzierte Korrosion“).

Für die Anwendung von Korrosionsmonitoring stellt die chloridinduzierte Korrosion den weitaus relevanteren Mechanismus dar, so dass sich die Darstellungen im Weiteren auf diesen beschränken. Überschreitet der Chloridgehalt auf Bewehrungshöhe infolge von Aufkonzentrationen lokal den kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt, führt das i.d.R. zu einer ebenfalls lokalen Zerstörung des Passivoxidsfilms, die mit einem Potentialabfall einhergeht. An diesen nun ungeschützten Oberflächen (Anoden) gehen Eisenionen (Fe^{2+}) in Lösung. Die beim anodischen Teilprozess freigesetzten Elektronen werden an weiterhin passiven Oberflächen (Kathoden) im kathodischen Teilprozess bei der Bildung von Hydroxidionen umgesetzt. Zwischen Anoden und Kathoden fließt somit ein Korrosionsstrom, der proportional zur Eisenauflösung an der Anode ist und dem im Betongefüge ein entgegen gerichteter Ionen-transport zwischen Kathode und Anode entspricht, Bild 1.

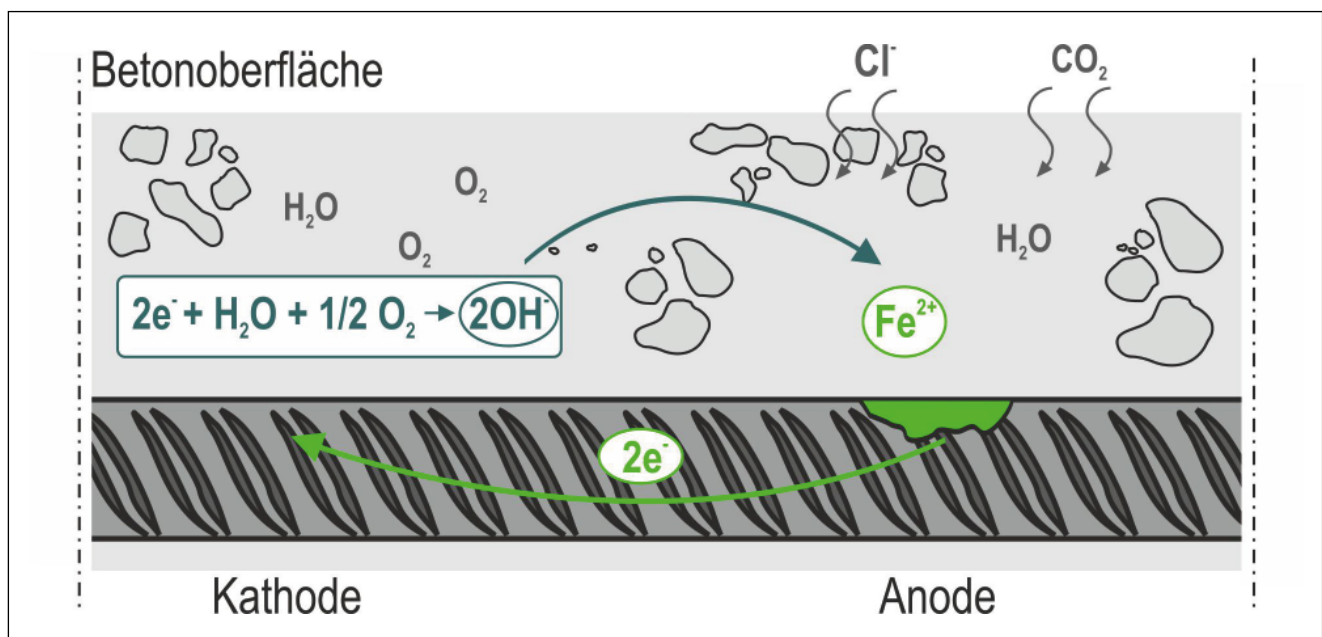


Bild 1: Schematische Darstellung der Bewehrungskorrosion

Aus diesen Teilschritten der Korrosion bzw. Korrosionsinitiation leiten sich in Abhängigkeit von der Fragestellung unterschiedliche mögliche Messprinzipien ab:

- a) Eine direkte Bestimmung eindringender Chloride mittels ionenselektiver Elektroden ist bis heute baupraktisch nicht mit ausreichend hoher Zuverlässigkeit möglich. Allerdings findet ein Chlorideintrag in den Beton grundsätzlich nur bei einem gleichzeitigen Feuchteintrag statt, so dass z.B. bei beschichteten Oberflächen ein vergleichsweise einfacher Beitrag zum Korrosionsmonitoring darin bestehen kann, die Funktionstüchtigkeit des Beschichtungssystems durch das Überwachen zeitabhängiger Veränderung des Feuchtegehalts im oberflächennahen Beton nachzuweisen. Ein Funktionsverlust führt zu einem Feuchteintritt in das Porengefüge, der z.B. durch tiefengestaffelte Elektrolytwiderstandsmessungen mit sogenannten Multiringelektroden festgestellt werden kann [6].

- b) Der Potentialabfall an der Anode als Folge des Passivitätsverlusts kann anhand von Potentialmessungen nachvollzogen werden, bei denen die Potentialdifferenz zwischen Bewehrung bzw. im Bauwerk installierten Stellvertreteranoden und fest installierten Bezugselektroden gemessen wird.
- c) Der Korrosionsstrom, der infolge des Passivitätsverlusts zwischen anodischen und kathodischen Bereichen fließt, kann durch Korrosionsstrommessungen überwacht werden. Dies setzt jedoch eine Trennung der kathodisch und anodisch wirksamen Oberflächen voraus. Diese wird in der Regel durch die Installation kleinflächige „Stellvertreteranoden“ im Bauteil erreicht, die für die Korrosionsstrommessung mit ausreichend großen Kathoden kurzgeschlossen werden. Als Kathoden können hierfür sowohl die vorhandene Bauteilbewehrung als auch gesondert eingebrachte Kathoden (z.B. Ti/MMO-Stäbe) verwendet werden.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Messprinzipien zum Korrosionsmonitoring, auf die an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen wird. Für weitere Informationen siehe [3].

5. Monitoring bei Neubauprojekten

5.1 Grundlagen

Korrosionsmonitoring bei Neubauprojekten wird vorwiegend zur Überwachung des Eindringens der Depassivierungsfront (die Eindringtiefe des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts) in das Bauteilinnere bei anfangs passiver Bewehrung angewandt. Bei den hierfür eingesetzten Sensorsystemen kann durch eine tiefengestaffelte Anordnung von Anoden zwischen Betonoberfläche und Bewehrung das Eindringen der Depassivierungsfront anhand von Potential- und Korrosionsstrommessung an den Einzelanoden verfolgt werden. Bei Kenntnis der Tiefenlagen der Einzelanoden und der Betondeckung kann so der Depassivierungszeitpunkt der Bewehrung abgeschätzt werden, Bild 2. In Verbindung mit Modellen zur Dauerhaftigkeitsbemessung kann Korrosionsmonitoring eingesetzt werden, um die Prognoseergebnisse zu kalibrieren und somit die Aussagegenauigkeit der Modelle zu verbessern [7] bis [9].

Bei dem folgenden Anwendungsbeispiel handelt es sich um ein Parkhaus, dessen Zwischendecken als Durchlaufsystem mit zentrischer Vorspannung ausgeführt wurden. Konstruktionsbedingt konnte an den Deckenoberseiten eine lastbedingte Rissbildung im Feldbereich ausgeschlossen werden.

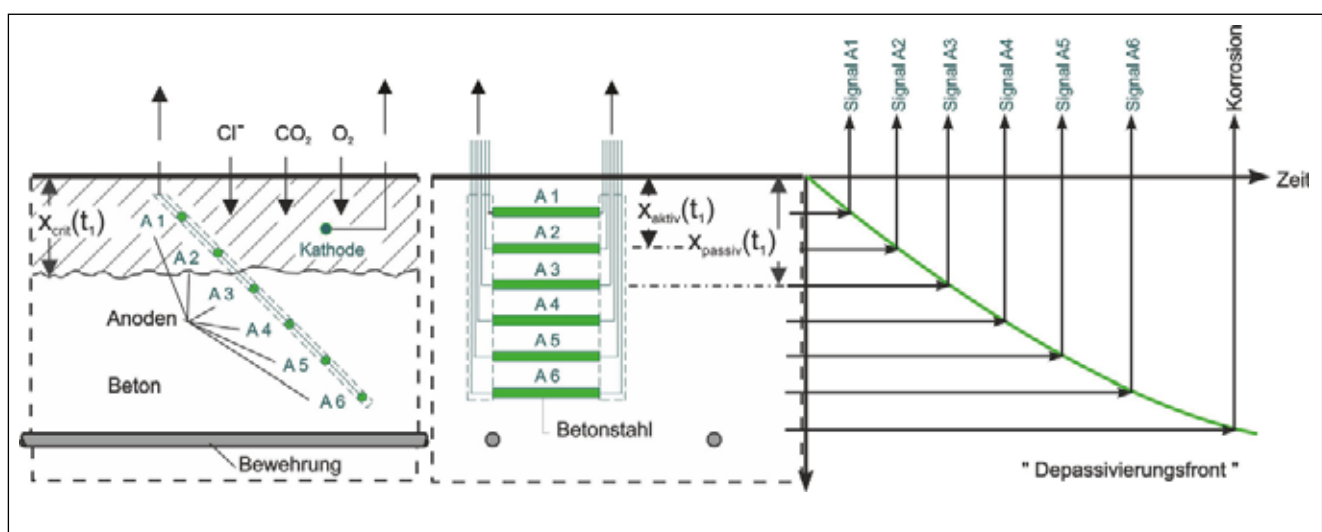


Bild 2: Prinzip des Korrosionsmonitoring bei Neubauprojekten

Stützbereiche mit planmäßiger oberseitiger Rissbildung wurden mit einem rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystem versehen. In den Feldbereichen, in denen die Oberseite dauerhaft überdrückt ist, wurde auf ein OS-System verzichtet und stattdessen der Nachweis der Dauerhaftigkeit durch eine vollprobabilistische Lebensdauerbemessung in Verbindung mit einem Wartungsplan erbracht, der eine jährliche Untersuchung der Parkdeckoberflächen auf Rissbildung und umgehende Beschichtung neu auftretender Risse vorschreibt.

Zur Überwachung des Chlorideindringens in den unbeschichteten Beton wurden im Fahr- und Parkbereich insgesamt 25 Korrosionssensoren des Typs Anodenleiter (Fa. Sortotec GmbH) installiert. Die Sensoren wurden vor Betonage der Parkdecks auf der oberen Bewehrungslage montiert und die Sensorneigung derart angepasst, dass die oberste Sprosse nach Betonage eine planmäßige Betondeckung von rd. 15 mm aufwies.

Aufgrund des langsamen Chloridtransport im ungerissenen Beton erfolgen die Sensorauslesungen halbjährlich. Als Messgrößen werden an jeder Anodensprosse jeweils das Potential gegen den neben jeder Anodenleiter einbetonierten Ti/MMO-Stab und der Korrosionsstrom zehn Sekunden nach Herstellen des Kurzschlusses mit dem Ti/MMO-Stab sowie der AC-Widerstand zwischen zwei benachbarten Anodensprossen aufgezeichnet. Die Korrosionsinitiierung an einer Anodensprosse zeigt sich in den Mess-ergebnissen als deutlicher Abfall des Potentials und Anstieg des Korrosionsstroms. Dies ist beispielhaft anhand einer Anodenleiter in Bild 3 gezeigt, bei der an der oberflächennächsten Anodensprosse A1 im Jahr 2010 ein deutlicher Abfall des Potentials und ein korrespondierender Anstieg des Korrosionsstroms festgestellt wurde, der auf Korrosion hindeutet. Alle anderen Sprossen sind zu diesem Zeitpunkt passiv. Im Jahr 2015 wird zusätzlich ein deutlicher Abfall des Potentials an der zweiten Sprosse A2 und ein Anstieg des Korrosionsstroms gemessen, der bei der nachfolgenden Messung 2017 noch zunimmt, während die Sensorsprossen A3 bis A6 passiv bleiben.

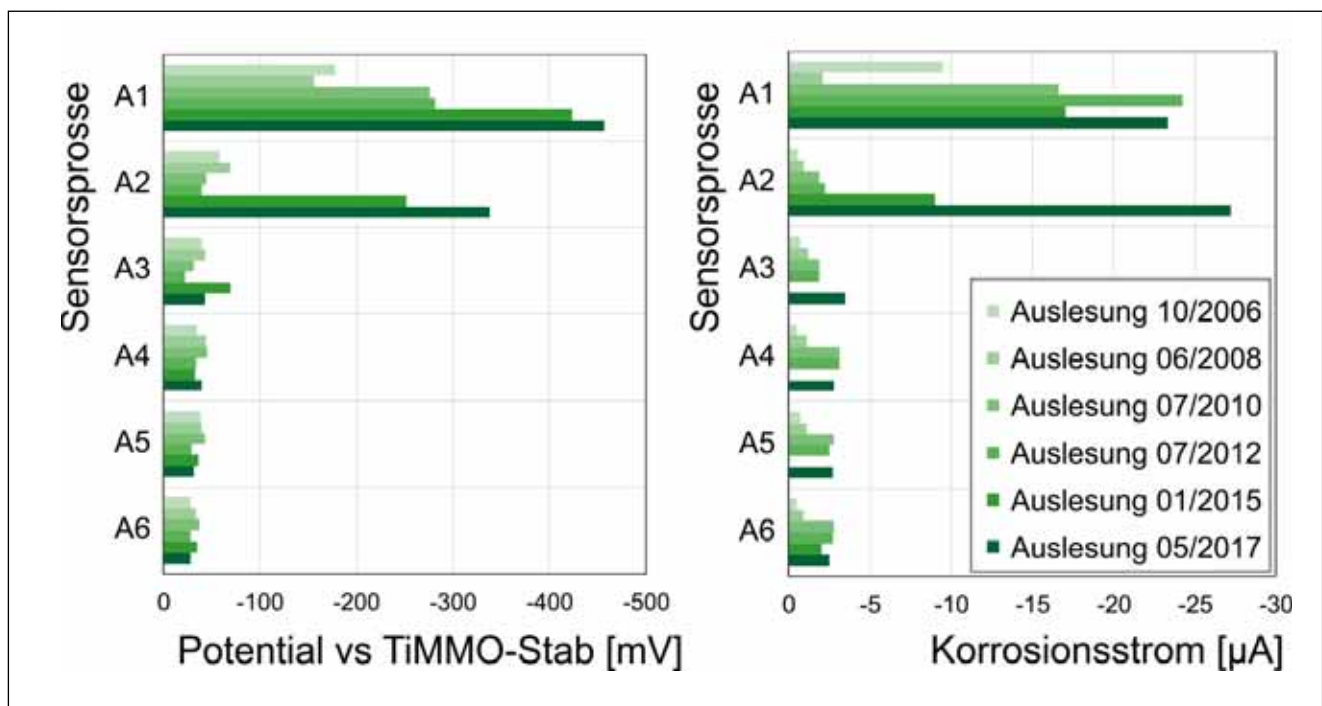


Bild 3: Potential- und Korrosionsstromverläufe Sensor mit Korrosionsinitiierung an der ersten (2010) und zweiten (2015) Anodensprosse

6. Monitoring nach erfolgter Depassivierung

6.1 Grundlagen

Monitoring nach erfolgter Depassivierung kommt vor allem zur Überwachung der zeitabhängigen Veränderung der Korrosionsaktivität nach einer Instandsetzungsmaßnahme zur Anwendung [10]. Als Messprinzip eignen sich hierfür besonders Korrosionsstrommessungen, häufig in Verbindung mit Potentialmessungen und Elektrolytwiderstandsmessungen. Eine Tiefenstaffelung zur Prognose des Depassivierungszeitpunkts spielt nach erfolgter Depassivierung nur noch eine untergeordnete Rolle. Dafür stellt sich an bestehenden Bauwerken die Aufgabe, die maßgebenden Korrosionskenngrößen nach Möglichkeit am vorhandenen Korrosionssystem zu bestimmen, ohne dieses zu stark zu verändern. Das bedeutet, das nach Möglichkeit keine neuen Anoden eingebracht, sondern die Messungen an der vorhandenen Bewehrung bzw. an nachträglich isolierten Bewehrungsabschnitten durchgeführt werden sollten. Als Kathoden können sowohl die Bauteilbewehrung als auch nachträglich eingebrachte Kathoden verwendet werden.

Hinweis: Messungen an korrodierenden Systemen lassen zwar eine qualitative bzw. semiquantitative Aussage über die zeitabhängige Veränderung der Korrosionsaktivität zu, Rückschlüsse auf den tatsächlichen Querschnittsverlust sind hingegen nicht oder nur mit sehr großen Unsicherheiten möglich.

6.2 Anwendungsbeispiel – TG-Bodenplatte mit Rissbildung

Die eingeschossige Tiefgarage in diesem Anwendungsbeispiel wurde 1998 fertiggestellt und umfasst auf 4.000 m² rd. 160 Stellplätze. Die Gründung der Tiefgarage erfolgt über Streifen- und Einzelfundamente unterhalb der Stützen und Wände. Da die Bodenplatte rd. 70 cm tief in das Grundwasser einbindet, wurde sie über Anschlussbewehrung an die Stützen angeschlossen und die Bewehrung der Bodenplatte für die Rissbreitenbeschränkung einer WU-Konstruktion bemessen. Die Bodenplatte weist – in Abhängigkeit von der Gefälleausbildung – Bauteildicken zwischen rd. 25 und 40 cm auf. Zum Schutz gegen einen Chlorideintrag wurde die Bodenplattenoberseite mit einem starren Oberflächenschutzsystem versehen.

Eine Zustandserfassung 2013 ergab eine ausgeprägte Rissbildung (Insgesamt rd. 3.000 lfm Risse) in der Bodenplatte infolge Zwangbeanspruchung. In den Rissen wurden bis auf Höhe der Bewehrung (Betondeckung im Mittel rd. 50 mm) lokal sehr stark erhöhte Chloridgehalte bis zu rd. 2,0 M.-%/z vorgefunden, in den meisten Rissen betrug der Chloridgehalt auf Bewehrungshöhe zwischen 0,50 und 0,90 M.-%/z. Aufgrund der starken Abnutzung der Beschichtung konnte auch in den ungerissenen Bereichen auf rd. 60% der Fläche nicht ausgeschlossen werden, dass allein infolge von Umverteilungsprozessen auch ohne weiteren Chlorideintrag zukünftig Korrosion an der Bewehrung einsetzen wird. Bewehrungs Sondierungen im Rissbereich ergaben maximale Querschnittsverluste an der Bewehrung von lediglich rd. 10%.

Eine konventionelle Instandsetzung der Bodenplatte (Abtrag des chloridbelasteten Betons bis hinter die erste Bewehrungslage mit anschließender Reprofilierung und Beschichtung sowie Bandagieren neu auftretender Risse) hätte neben sehr hohen Kosten auch längerfristige Nutzungseinschränkungen während der Instandsetzung zur Folge. Da die Bodenplattenbewehrung in diesem Fall statisch nur eine untergeordnete Relevanz besitzt und angesichts des geringen Korrosionsfortschritts wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Bauherrn ein alternativer Instandsetzungsansatz gewählt, bei dem auf einen Betonabtrag verzichtet und oberseitig eine Beschichtung bzw. im Rissbereich Rissbandagen angeordnet wurden. In gerissenen und ungerissenen Bereichen wurde ein umfangreiches Korrosionsmonitoring-System zur Überwachung der zeitabhängigen Veränderung der Korrosionsaktivität nach Beschichtung installiert.

Insgesamt wurden 40 Monitoringstellen überwiegend in Rissbereichen mit stark erhöhten Chloridgehalten sowie z.T. in ungerissenen Bereichen mit erhöhten Chloridgehalten und als Referenz in ungerissenen Oberflächen ausgewählt. An den Monitoringstellen wurde jeweils ein Bewehrungsabschnitt im Rissverlauf durch Überbohren der Kreuzungspunkte mit der risskreuzenden Bewehrung mit einer Kernbohrung vom Bewehrungskorb isoliert und an dem isolierten Bewehrungsabschnitt („Anode“) und dem Bewehrungskorb eine Kabelverbindung hergestellt. Anschließend wurden die Bohrkernlöcher mit Mörtel verschlossen. Zusätzlich wurde je eine Bezugselektrode in eine Bohrung eingebracht. Zu den Messterminen wird jeweils der Elementstrom zwischen isoliertem Bewehrungselement (Anode) und Bewehrungskorb und das Korrosionspotential des kurzgeschlossenen Systems gegen die Bezugselektrode gemessen. Anschließend wird der Kurzschluss aufgehoben und nach einer Depolarisationsdauer von rd. zwei Stunden das freie Korrosionspotential von Anode und Bewehrungskorb und stichprobenartig der lineare Polarisationswiderstand der Anode bestimmt. Nach Abschluss der Messroutine wird der Kurzschluss zwischen Anode und Bewehrungskorb wiederhergestellt.

Der zeitliche Verlauf von Elementstrom und Potential ist für zwei Sensoren exemplarisch in Bild 4 dargestellt. Um den unterschiedlichen Größen der isolierten Anoden Rechnung zu tragen, wurde die Elementstromdichte als Quotient aus gemessenem Strom und Gesamtoberfläche der Anode dargestellt. Bei dem in Bild 4 links dargestellten Sensor mit anfangs erhöhter Korrosionsaktivität trat nach Aufbringen der Beschichtung ein signifikanter Anstieg des freien Korrosionspotentials der Anode in Verbindung mit einem deutlichen Rückgang des Elementstroms ein. Bei dem in Bild 4 rechts dargestellten Sensor wurde über den Betrachtungszeitraum zwar ein Anstieg des freien Korrosionspotentials und ein Rückgang des Elementstroms festgestellt, allerdings ist für diesen Sensor rd. ein Jahr nach Aufbringen der Rissbandage unverändert von aktiver Korrosion auszugehen.

Das Verhalten des Sensors in Bild 4 links ist repräsentativ für den Großteil der Sensoren, bei denen kurzfristig nach Applikation der Beschichtung ein deutlicher Rückgang der Korrosionsaktivität festgestellt wurde. An einzelnen Sensoren wurden auch mehrere Monate nach Beschichtungsauftrag noch erhöhte Elementströme aufgezeichnet. Eine Korrosionsinitiierung an anfangs passiven Sensoren, z.B. infolge von Umverteilungsprozessen wurde, zumindest im ersten Jahr Monitoring, an keinem Sensor festgestellt.

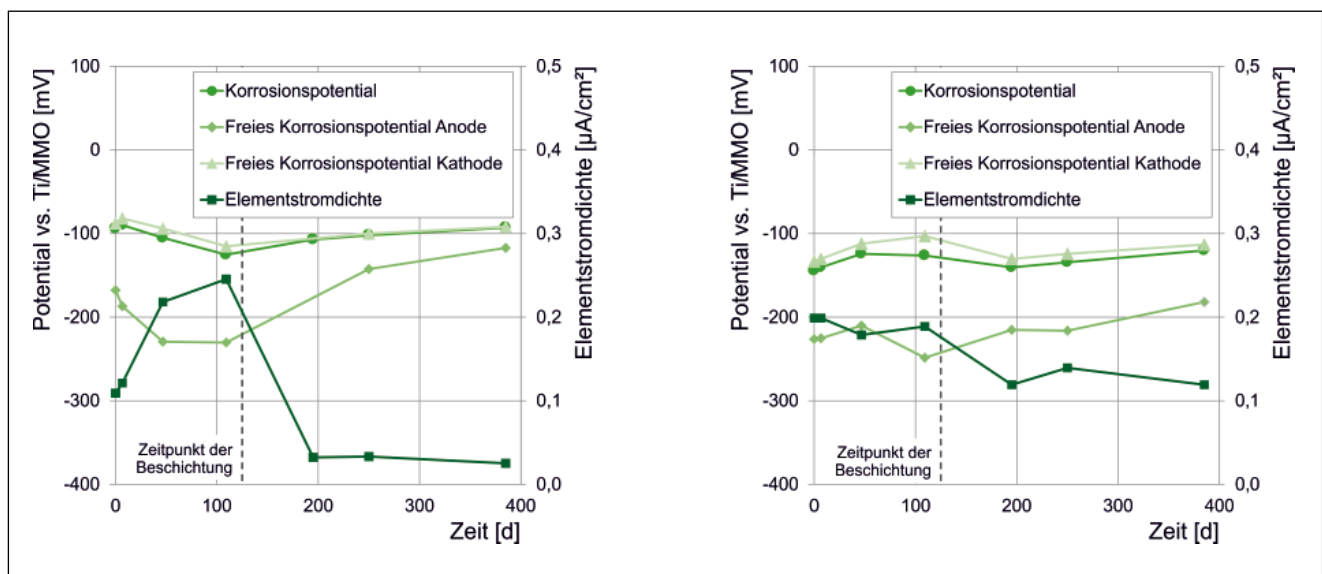
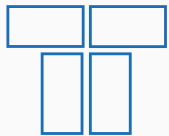


Bild 4: Potential- und Elementstromverläufe an Korrosionssensoren im Rissbereich

9. Literatur

- [1] Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen – Instandsetzungsrichtlinie, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, (DAfStb) Ausgabe 2001.
- [2] Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung), Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, 2020.
- [3] Kosalla, M.; Raupach, M.: Korrosion der Bewehrung im Bereich von Trennrissen nach kurzzeitiger Chlorideinwirkung – Erste Ergebnisse eines DBV-Forschungsvorhabens. In: DBV-Heft, Band 27. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin; 2013.
- [4] Merkblatt B 12 Korrosionsmonitoring von Stahl- und Spannbetonbauwerken der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung DGZfP, Berlin, 2018.
- [5] Merkblatt B 3 Merkblatt für Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung DGZfP, Berlin, 2021.
- [6] Sodeikat, Ch.: Feuchtesensoren in der Bauwerksüberwachung. Beton- und Stahlbetonbau 105 (2010), Heft 12, S. 770 - 777.
- [7] Mayer, T.F.; Schießl, P.; Schießl-Pecka, A.: Lebensdauermanagement für das Parkhaus der Allianz-Arena in München. Beton, Heft 9, 2009.
- [8] Sodeikat, Ch.; Dauberschmidt, Ch.; Schießl, P.; Gehlen, Ch., Kapteina; G.: Korrosionsmonitoring von Stahlbetonbauwerken für Public Private Partnership Projekte. Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 12, S. 932 - 942.
- [9] Gehlen, Ch.; Kapteina, G.; Schießl-Pecka, A.; Mayer, T.F.: Life cycle management demonstrated on the example of a parking garage. Concrete in Australia 40 (2014), Heft 4, S. 42-49
- [10] Keßler, S.; Hiemer, F.; Gehlen, Ch.: Einfluss einer Betonbeschichtung auf die Mechanismen der Bewehrungskorrosion in gerissenem Stahlbeton. Beton- und Stahlbetonbau 112 (2017), Heft 4, S. 198 – 206.



TRECHSLER + TRECHSLER GmbH
Beratende Ingenieure

Tragwerksplanung Baubegleitung Instandsetzung



Friedhelm Trechsler

Von der Industrie- und Handelskammer
Gießen-Friedberg öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für Beton-
instandsetzung und Bauwerkserhaltung

Kolnhäuser Str. 11 · 35423 Lich
Telefon: 06404-2984
Telefax: 06404-63152
E-Mail: info@ttbi.eu
www: ttbi.eu

Pinssel Wurm

Malerwerkzeuge GmbH & Co. KG

Malerwerkzeuge



Pinssel



Folien



Farbroller



Werkzeuge



Klebebänder



seit
50 Jahren
Qualität

An der Fohlenweide 1c · 67112 Mutterstadt
fon: 06234-92706-0 · fax: 06234-92706-15
office@pinselwurm.de · www.pinselwurm.de





testen sie uns an ihrem nächsten projekt!
call falch!
miete - anwendungsberatung - projektbetreuung
www.falch.com

Heiner Stahl

Massenberg GmbH

Cathostraße 3a

45356 Essen

Tel.: (0201) 86108-0

buerstadt@massenberg.de

<https://massenberg.de/kontakt.html>



Korrosionsschutz ist mehr als eine Stahlkonstruktion bunt anstreichen!

1. Einleitung

Um zu verdeutlichen, welche technischen Herausforderungen bei der Auswahl und der Applikation des richtigen Korrosionsschutzes zu meistern sind, soll der Vergleich zum Automobil dienen:

Besonders den deutschen Autofahrern sagt man ein spezielles Verhältnis zu Ihrem Fahrzeug nach. Soll es nun ein etwas „älterer Gebrauchter“ werden, dann ist das Argument „es handelt sich um einen Garagenwagen“ durchaus kaufentscheidend.

Schaut man etwas genauer hin, kann man die Applikations- und Verarbeitungsbedingungen vergleichen. In der modernen Automobilproduktion nutzt man robotergestützte elektrostatische Sprühverfahren, um alle Bereiche einer Karosserie gleichmäßig lackieren zu können. Hinzu kommt, dass die Verarbeitung in nahezu klinisch reinen Räumen und konstanten, optimalen Bedingungen erfolgt. Die Vernetzung des Lacks wird durch eine entsprechende Wärmezufuhr optimal gesteuert. Dieses Verfahren ist landläufig als „einbrennen“ bekannt.

Für unsere Brücken, Tragwerke von Stahlverbund-Konstruktionen oder Stahlgerippe, die eine Produktionsanlage tragen, gibt es diese Randbedingungen nicht!

2. Korrosionsschutzbeschichtungen

Beim Neubau von Stahlkonstruktionen erfolgt heute die Oberflächenvorbereitung sowie die Applikation der Grund- und Zwischenbeschichtung in stationären Anlagen. Dabei ist zu bedenken, dass diese Konstruktionen meist unterschiedliche Geometrien haben. Dazu kommt, dass bei solchen Bauteilen bis zu 25 m Bauteillänge und Stückgewichte von 10 bis 20 Tonnen üblich sind. Dies macht deutlich, dass das Handling solcher Bauteile aufwendig und eine optimale Temperierung bzw. das „Einbrennen“ der Beschichtung nicht möglich ist, dafür müsste das gesamte Bauteil erwärmt werden.

Geht man noch einen Schritt weiter und betrachtet die Bedingungen auf einer Baustelle, z.B. bei der Erneuerung des Korrosionsschutzes an einer Stahlbrücke oder einer industriell genutzten Konstruktion,



Bild 1: Tragkonstruktion einer Brücke in einer Strahl- und Beschichtungshalle

so werden die Bedingungen noch schwieriger. Die Arbeiten erfolgen von einem Gerüst aus, welches der Geometrie der Konstruktion folgt. An der Unterseite einer Brücke gilt es in der Regel die Vorgaben hinsichtlich des freizuhaltenden Lichtraumprofils einzuhalten, sodass für die Ausführung der Arbeiten keine optimale Arbeitshöhe gewährleistet ist. Führt die Brücke über ein Gewässer, muss mit erhöhter Luftfeuchtigkeit gerechnet werden. Das Entrosten bzw. Strahlen wird im gleichen Arbeitsbereich ausgeführt wie die spätere Beschichtung. Der Aufwand, Staubeinschlüsse in der Beschichtung zu vermeiden, ist extrem hoch. Die Applikation der Beschichtungssysteme erfolgt innerhalb der klimatischen Grenzen, die durch den Hersteller vorgegeben werden, jedoch variieren z.B. Viskosität, Verarbeitungszeit und Vernetzungsgrad in Abhängigkeit von der Temperatur. Diese Faktoren wirken sich unter Umständen auf die Vernetzung und den Glanzgrad aus. Letzterer wird auch maßgeblich durch die Applikationsmethode beeinflusst. Daher ist die Lackierung einer Brücke in „Motorhauben-Qualität“ bei einem Bau-Unikat nicht möglich.



Bild 2: Beschichtungen in Silobereichen können auch farbenfroh gestaltet werden.



Bild 3: Fußgängerbrücke im Nordsternpark, Gelsenkirchen. Impressionen von der Baustelle.

Selbstverständlich können Korrosionsschutzbeschichtungen für Stahlkonstruktionen nicht die optischen Ansprüche erfüllen wie eine Fahrzeuglackierung in der Fabrik. Dennoch gewinnt der Anspruch an das optische Erscheinungsbild immer mehr an Bedeutung. Für die zu erwartende Lebensdauer ist „Rost“ heute bei Fahrzeugen nicht mehr der kritische Faktor für das Ende der Nutzung. Trotzdem ist der „gepflegte Garagenwagen“ noch immer gefragt. Die Schichtdicke einer Lackierung eines modernen Fahrzeuges liegt je nach Hersteller und Modell in der Regel zwischen 80 und 130 µm [Mikrometer]. Damit ist die Systemschichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (HWO) bei einer OS 4 Beschichtung (Anstrich ohne Spachtel) mit der Dicke eines menschlichen Haars vergleichbar. Die Dicke einer Beschichtung, z.B. für eine Stahlbrücke, beträgt nach den Vorgaben der ZTV-ING Teil 4, Abs. 3 [1] im Bereich einer OS 5a, etwa 350 µm. Dafür erwarten wir einen dauerhaften Schutz an 365 Tagen im Jahr, ohne „Garage“ und ohne dass Schadstoffe wie Salze, Ablagerungen oder Vogel- und Insektenkot regelmäßig in einer Waschstraße beseitigt werden. Unter Würdigung all dieser Unwägbarkeiten im Laufe der Schutzdauer und der Herausforderung bei der Ausführung der Arbeiten geht die Korrosionsschutznorm DIN EN ISO 12944 [2] von einer zu erwartenden Schutzdauer von mehr als 25 Jahren aus. Bei entsprechend konstruierten neuen Ingenieurbauwerken peilt die Bundesanstalt für Straßenbau (BASt) eine Schutzdauer von 50 Jahren an.

Das Ende der Schutzdauer ist innerhalb der Norm ebenfalls definiert. Es gilt, dass 10 % der Fläche einen Rostgrad Ri 3 nach ISO 4628-3 aufweisen dürfen. Übertragen auf den Auto-Vergleich würde man in diesem Zustand vermutlich noch eine Freigabe bei der technischen Überwachung bekommen.

Es wird deutlich, dass die Ausführung von Korrosionsschutzbeschichtungen mehr ist als „Eisen bunt anstreichen“. Im Bereich der Betoninstandsetzung herrscht seit Jahren eine gewisse Uneinigkeit zwischen den Produktherstellern und den übrigen Marktbeteiligten. Eine nationale Einigung zur notwendigen Modernisierung der geltenden Vorschrift scheitert seit Jahren. Für den Anwendungsfall Korrosionsschutz ist es nicht nur gelungen, eine europäische Lösung zu finden. Die einschlägige Vorschrift DIN EN ISO 12944 und auch die daraus in Bezug genommenen Normen sind seit Jahrzehnten international auf ISO-Ebene geregelt. Die letzte Überarbeitung der Korrosionsschutz-Norm erfolgte in den Jahren 2014 bis 2018. Das DIN sowie die deutschen Experten hatten hieran maßgeblichen Anteil und leiteten die zuständigen Arbeitsgruppen.

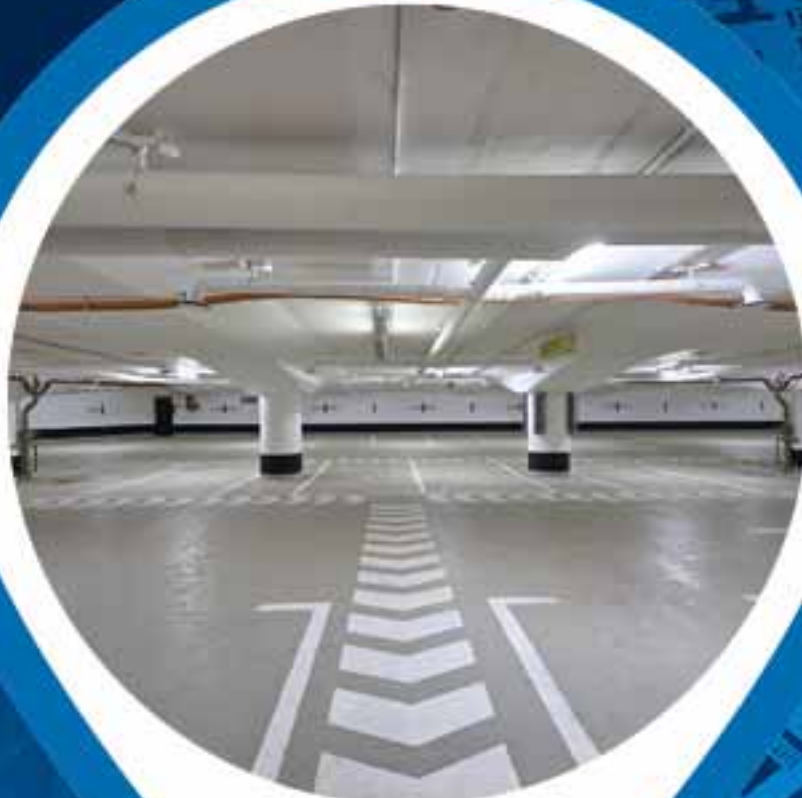
3. Praktische Anwendung

In VOB/C ATV DIN 18349 Beton Erhaltungsarbeiten [3] ist geregelt, in welchen Schritten z.B. die Bearbeitung von Schadstellen auszuschreiben ist. Dabei ergeben sich streng genommen mehr als 40 Positionen. Umso mehr wundert man sich, wenn für eine vorhandene Stahlkonstruktion eine einzige Position „Korrosionsschutz nach Norm“ ausgeschrieben wird. Selbstverständlich schuldet der Korrosionsschutzbetrieb die Einhaltung der Norm, anders würde man einen Mangel produzieren. Doch um die Norm tatsächlich einhalten zu können, bedarf es einiger Vorgaben. Eine chemisch hochbeständige Beschichtung, die für eine Belastung durch eine aggressive chemische Atmosphäre geeignet ist, hat unter Umständen eine geringere Beständigkeit gegen UV-Belastung und ist damit für eine Freibewitterung ungeeignet. Dort wo eine relativ „einfache Beschichtung“ bei einer schwachen Korrosivitätskategorie ausreichen würde, wäre eine „Brückenbeschichtung“ weder wirtschaftlich noch nachhaltig. Es wird deutlich, dass es für Planer erforderlich ist, sich mit dem Inhalt der DIN EN ISO 12944 zu beschäftigen.

Um dem Planer die Arbeit zu erleichtern, wurde Mitte 2021 das Merkblatt „Planung und Ausführung von Korrosionsschutzarbeiten“ [4] herausgegeben. Dabei handelt es sich um ein Gemeinschaftswerk von AGI (Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V.) und BVK (Bundesverband Korrosionsschutz e.V.) also von Experten der Bauherren / Auftraggeber sowie der ausführenden Unternehmen / Auftragnehmer.



MASSENBERG



MIT VERSTAND

WERTE SICHERN UND SANIEREN

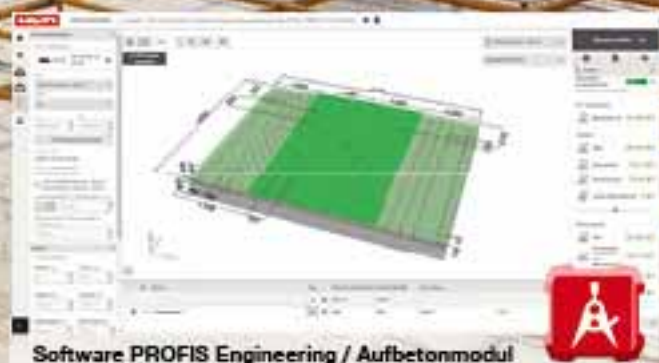
www.massenberg.de



PROFIS ENGINEERING SUITE

Tragwerke sicher verstärken

Home / Engineering /
Software / Profis Engineering



Unsere Lösung für verschiedenste Verstärkungs- und Sanierungs- maßnahmen mit Aufbeton

- Ertüchtigung von Überbauten im Brückenbau
- Brandschutzsanierung in Tunnelbauten
- Decken- und Wandverstärkungen im Hochbau
- Sohlverstärkungen im Industriebau



Schubverbinder HCC-B



Schubverbinder HCC-K



Schubverbinder HCC-U



Betonverbinder HUS3-H

Das Merkblatt erläutert den Inhalt der DIN EN ISO 12944, ohne diese zu verändern, oder darüber hinausgehende Anforderungen aufzustellen. Ausdrücklich bezieht es sich nicht auf das Anwendungsgebiet der ZTV-ING.

4. Gliederung der DIN EN ISO 12944

Die Korrosionsschutznorm DIN EN ISO 12944 selbst besteht aus insgesamt 9 Teilen. Nachfolgend wird ein Überblick zu den einzelnen Teilen sowie ausdrücklichen Besonderheiten gegeben:

Im Teil 1 wird die zu erwartende Schutzdauer definiert. Geht man z.B. davon aus, dass eine Stahlkonstruktion nur für eine kürzere Frist benötigt wird, so kann man auch bei der Ausführung des Korrosionsschutzes gewisse Abminderungen vornehmen. Es gibt 4 Kategorien von „low“ (bis 7 Jahre) bis zu „very high“ (mehr als 25 Jahr).

Im Teil 2 erfolgt die Einteilung des Bauwerks oder Bauteils in Korrosivitätskategorien. Die Einordnung kann in der Regel anhand praxistauglicher Beispiele erfolgen, siehe Tabelle. Eine „wissenschaftliche“ Eingruppierung erfolgt nach ISO 9223 unter Berücksichtigung des Masseverlustes bei einer definierten Prüfkörperform über eine definierte Zeitspanne. Die Einordnung erfolgt zwischen C1 = unbedeutende Korrosion bis C5 = sehr starke Korrosion. In älteren Ausgaben der Norm erfolgte bei C5 eine Aufteilung in C5-I oder C5-M. Diese Unterscheidung ist in der aktuellen Ausgabe nicht mehr vorhanden. Geht eine Belastung über die Beanspruchung in der Kategorie C5 hinaus, fällt sie in die neue Kategorie CX = extrem. Eine Art der extremen Belastung ist z.B. der Einsatz im Offshore-Bereich. Mit „extrem“ kann aber auch Hitze oder eine besonders aggressive chemische Belastung oder eine besondere mechanische Beanspruchung gemeint sein. Weiterhin finden sich Kategorien für das Eintauchen in Frisch- oder Seewasser, mit und ohne kathodischen Schutz sowie Beschichtungen im erdüberdeckten Bereich.



Bild 4: Beispiel für eine dauerhafte Kennzeichnung direkt am Objekt

Teil 3 geht auf die besonderen Anforderungen bei der Gestaltung von Stahlkonstruktionen ein. Indem man z.B. vermeidet, dass sich innerhalb einer Konstruktion Wasser ansammelt, kann die Dauerhaftigkeit signifikant erhöht werden. Es sind auch Anforderungen an die Qualität der Oberfläche von Schweißnähten und die Abrundung von Kanten definiert. So ergibt sich, dass ab der Korrosivitätskategorie C4 und einer hohen Schutzdauer die Kanten und Schweißnähte einer Stahlkonstruktion den Vorbehandlungsgrad P3 (nach ISO 8501-3) aufweisen müssen. Dies bedeutet, dass alle Kanten abzurunden sind. Diese Aufgabe obliegt dem Stahlbauer / Schlosser. Der Korrosionsschutzbetrieb ist nicht qualifiziert, um an Kanten oder Schweißnähten Schleifarbeiten auszuführen! Ist die Konstruktion

Korrosivitäts- kategorie	Korrosivität	Umgebung, Beispiele	
		außen	innen
C1	unbedeutend		beheizte Gebäude mit neutraler Atmosphäre, z. B. Büros, Verkaufsräume, Schulen, Hotels
C2	gering	Atmosphäre mit geringem Verunreinigungsgrad: meistens ländliche Gebiete	unbeheizte Gebäude, in denen Kondensation auftreten kann, z. B. Lagerhallen, Sporthallen
C3	mäßig	Stadt- und Industrielatmosphäre mit mäßiger Schwefeldioxidbelastung; Küstenatmosphäre mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und gewisser Luftverunreinigung, z. B. Lebensmittelverarbeitungsanlagen, Wäschereien, Brauereien, Molkereien
C4	stark	Industrielatmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbeanspruchung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, küstennahe Werften und Bootshäfen
C5	sehr stark	Industriebereiche mit hoher Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit hoher Salzbelastung	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung
CX	extrem	Offshore-Bereiche mit hoher Salzbelastung und Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre sowie subtropische und tropische Atmosphäre	Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre

Tab 1: Korrosivitätskategorie nach DIN EN ISO 12944-2 [2]

nicht entsprechend vorbereitet, ist somit eine Bedenkenanzeige erforderlich. Naturgemäß können die zuvor beschriebenen Anforderungen nur im Neubau berücksichtigt werden. Für die Erneuerung des Korrosionsschutzes an Bestandsbauwerken sind daher entsprechende Ersatzmaßnahmen vorzusehen, dies sind z.B. der Verschluss von Fugen und Spalten und die Ausführung einer zusätzlichen Kantenschutzbeschichtung.

Teil 4 definiert die Oberflächenvorbereitung von der Handentrostung über maschinelle Verfahren bis hin zum Druckluftstrahlen mit festem Strahlmittel. Auf Stahloberflächen ergibt sich in Abhängigkeit vom eingesetzten Strahlmittel eine unterschiedliche Rautiefe. Zudem ist der Gehalt an löslichen Ionen (z.B. Salzen) zu berücksichtigen. In Zeiten, in denen Stahlbaukomponenten um die halbe Welt transportiert werden, gewinnt dieser Punkt immer größere Bedeutung. Weiterhin werden arteigene und artfremde Verunreinigungen beschrieben (z.B.: Rost, Walzhaut, Öl, Fett, Salze)

Hat man alle zuvor beschriebenen Faktoren berücksichtigt, findet, man im **Teil 5** das „richtige“ Beschichtungssystem. Dabei wird unterschieden, ob man direkt auf gestrahlten Stahl appliziert, oder ob eine Feuerverzinkung oder eine Spritzmetallisierung ausreichend ist. Es stehen Systeme unter Berücksichtigung verschiedener Bindemitteltypen zur Wahl. Daraus ergibt sich die Mindestanzahl der Beschichtungslagen und die Schichtdicke der einzelnen Lagen sowie des Gesamtaufbaues.

In **Teil 6** werden die Laborprüfungen und die zu erwartenden Ergebnisse definiert. Viele Prüfungen basieren auf einer künstlichen Alterung und entsprechend harten Tests, da man eine 1:1 Erprobung eben erst nach 25 Jahren feststellen könnte. Für den Normenanwender ist es wichtig zu wissen, dass die in diesem Teil genannten Prüfergebnisse sich nur auf Labor-Prüfungen beziehen und nicht auf die Baustellenanwendung übertragbar sind. Prüfkörper werden z.B. nach einem Salzsprühtest für eine definierte Zeit im "Normklima" gelagert, bevor Untersuchungen durchgeführt werden. Diese „Rekonditionierung“ ist für eine Baustellenanwendung nicht möglich.

Teil 7 der DIN EN ISO 12944 befasst sich mit der Ausführung und Überwachung von Korrosionsschutzarbeiten. Hier werden z.B. auch Anforderungen an das ausführende Unternehmen und dessen Ausrüstung definiert. Weiterhin wird geregelt, in welchem Umfang Messflächen vorzusehen und wie diese auszuwerten sind. Hier gibt es eine deutsche Besonderheit: Statt der Messung der Schichtdicke nach ISO 19840 ist entsprechend VOB-C ATV DIN 18364 Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten [5], Abschnitt 3.2.6 die Schichtdicke nach ISO 2808 zu messen. Der Unterschied besteht in der Berücksichtigung der Rautiefe bei gestrahltem Stahl. Bei einem üblichen Beschichtungssystem kann dieser Unterschied bis zu 10 % der Gesamtschichtdicke bedeuten. Aufgrund dieses Unterschiedes, der hinsichtlich der Dauerhaftigkeit einen deutlichen Unterschied ausmacht, sollte bei der Beauftragung / in der Ausschreibung klar geregelt sein, welches Messverfahren angewendet werden soll. Ein weiterer Punkt ist die Definition und der Umgang mit Kontrollflächen und deren Bedeutung im Abschnitt 3.6 [5]. Diese Regelungen werden immer wieder auf Betonbeschichtungen nach DIN 18349 übertragen, wo eine solche Regelung fehlt. Bei der letzten Überarbeitung der DIN EN ISO 12944-7 [2] im Jahr 2018 wurde im Abschnitt 8 neben der bereits vorhandenen Regelung für Kontrollflächen *eine neue Regelung für Kontrollproben* eingeführt. Im Bereich des Korrosionsschutzes von Stahlbauteilen nach [5] ist es durchaus sinnvoll und zu empfehlen, kleine Baukörper als **Kontrollprobe** anzulegen, die mit der Geometrie der Gesamtkonstruktion vergleichbar sind und bei Bedarf zu Untersuchungszwecken demontiert werden können. Was jedoch für den „Untergrund Stahl“ – der i.d.R. eine **vergleichbare Güte** aufweist – durchaus sinnvoll ist, stellt sich beim „Untergrund Beton“ ganz anders dar. Herstellungsbedingt können hier die Eigenschaften deutlich größere Streuungen als beim Untergrund „Stahl“ aufweisen. Vor diesem Hintergrund ist nachvollziehbar, dass **für Kontrollflächen von Betonbauteilen** besondere Überlegungen und vertragliche Regelungen nötig sind. Hierzu **können die Regelungen aus der DIN EN ISO 12944-7 und DIN 18364 adaptiert werden. Von der Übernahme der Regelungen für Kontrollproben ist abzuraten.**

Teil 8 der DIN EN ISO 12944 beschäftigt sich mit der Erarbeitung von Spezifikationen für den Erstschutz und die Instandhaltung von Korrosionsschutz an Stahlbauten. Aus den Beschreibungen der Teile 1 bis 7 der Norm wird deutlich, dass für einen nachhaltigen Korrosionsschutz eine grundlegende Planung erforderlich ist. Teil 8 der Norm enthält dafür einen Leitfaden, der es ermöglicht, eine fundierte Planung aufzustellen, Qualitätsmerkmale zu definieren und welche Maßnahmen man bei abweichenden Prüfergebnissen zu ergreifen hat. Weiterhin enthält dieser Teil eine Reihe von Vorlagen, die sich zur Dokumentation der Arbeiten und von Prüfergebnissen bewährt haben.

Teil 9 ist mit Teil 6 (Laborprüfungen) vergleichbar, jedoch bezieht sich der Teil 9 ausschließlich auf das Anwendungsgebiet von Beschichtungen im Offshore Bereich.

Neben den zuvor beschriebenen Regelungen der DIN EN ISO 12944 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme [2] sind unzählige weitere normative Regeln zu beachten, auf die hier nicht weiter eingegangen wird, wie z.B.:

- Korrosionsschutz an dünnwandigen Bauteilen
- Normen für Band- und Feuerverzinkung
- Normen und Bemessungsregeln für Brandschutzbeschichtungen auf Stahl
- Weiterhin sind bis heute sehr viele Beschichtungen lösemittelhaltig, sodass die VOC-Richtlinie zu beachten ist.

Im Bereich der Erneuerung von alten Korrosionsschutzsystemen trifft man auch heute noch auf eine Vielzahl von Schadstoffen, für deren Bearbeitung besondere Regelungen gelten. Hier einige Beispiele aus der täglichen Praxis eines Korrosionsschutzbetriebes, die auch immer wieder in Kombinationen auftreten können:

- asbesthaltige Altbeschichtungen, besonders bei dickschichtigen Systemen in Stahlwasserbau
- bleihaltige Grundbeschichtungen
- PAK-haltige Beschichtungen, insbesondere bei chemisch belasteten Systemen
- PCB-haltige Systeme (z.B. an Rohrbrücken)

Sind solche Schadstoffe zu bearbeiten, gibt es umfangreiche Anzeigepflichten bei der Gewerbeaufsicht und der Berufsgenossenschaft (BG). Dazu sind aufwendige Umweltschutz- und Arbeitssicherheitsmaßnahmen erforderlich. So kann z.B. ein kurzintervalliges Biomonitoring bei den eingesetzten Mitarbeitern durch die BG angeordnet werden.

5. Korrosionsschutzverfahren durch Verzinkung

Abschließend noch ein Hinweis zur Lebensdauer einer Korrosionsschutzbeschichtung im Vergleich zur Dauerhaftigkeit einer verzinkten Fläche. Teil 1 der Norm definiert das Ende der Schutzdauer mit dem Erreichen eines gewissen Rostgrades. Im Bereich der Feuerverzinkung bemüht man hingegen lediglich das statistische Bundesamt. Im Bundesdurchschnitt liegt der Zinkabtrag knapp unter einem Mikrometer pro Jahr, sodass sich sehr lange Schutzdauern errechnen lassen. Doch für die praktische Anwendung hat diese Betrachtung zwei wesentliche Schwachstellen:

1. Durch ein entsprechendes Mikroklima kann der Zinkabtrag höher sein und sich die Schutzdauer erheblich reduzieren. Es sind Fälle bekannt, in denen eine Verzinkung nur wenige Jahre rostfrei bleibt. In vielbefahrenen Innenstadtlagen liegt die Schutzdauer einer Verzinkung etwa auf dem Niveau einer Beschichtung und verliert damit ihre Vorteile. Bewährt haben sich in solchen Fällen besonders Duplex-Systeme – also eine Kombination von Verzinkung und Beschichtung.
2. Zur Bedeutung eines Zinkabtrages von 1 Mikrometer pro Jahr: Ein durchschnittlicher Hochspannungsmast mit einer Fläche von 1.000 m² verliert pro Jahr ca. 1 Liter Zink, dies entspricht einer Masse von etwa 7 kg.

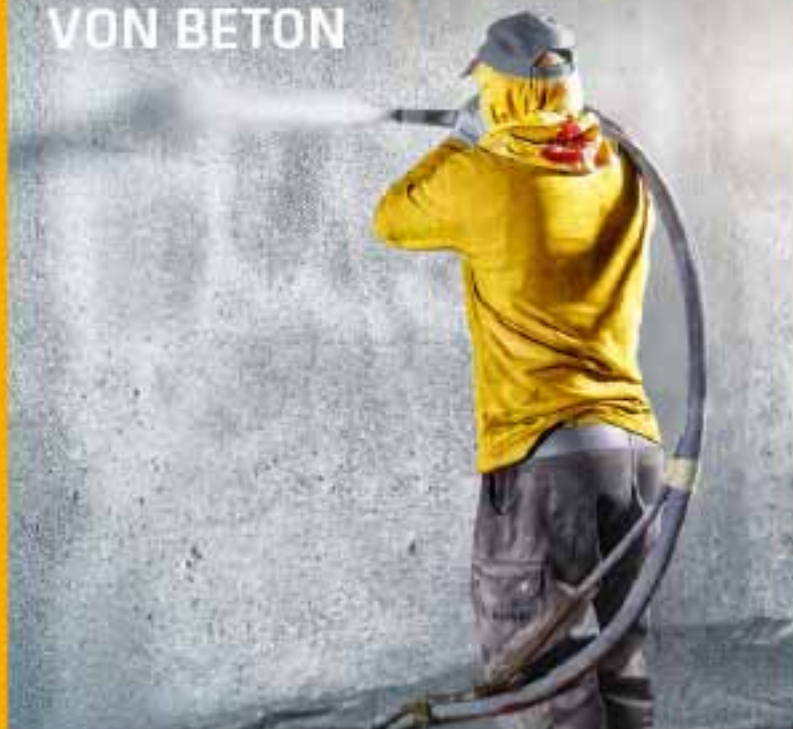
Für die Planung und Ausführung von Korrosionsschutzleistungen ist umfangreiches Know-How erforderlich. Nutzen Sie die vorhandenen Planungshilfen innerhalb der ZTV-ING und das Verbändemerkblatt [4] für die Planung und Ausführung von Korrosionsschutzarbeiten.

Stahlbau bietet in Verbindung mit dem richtigen Schutz interessante und vielfältige Möglichkeiten.

9. Literatur

- [1] ZTV-ING Teil 4, Abs. 3 Korrosionsschutz von Stahlbauten, Download der ZTV-ING über die Seite der Bundesanstalt für Straßenbau, www.bast.de
- [2] DIN EN ISO 12944 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
- [3] VOB-C ATV DIN 18349 Betonerhaltungsarbeiten
- [4] Merkblatt „Planung und Ausführung von Korrosionsschutzarbeiten, Hrsg.: AGI Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. und BVK Bundesverband Korrosionsschutz e.V., <https://www.bundesverband-korrosionsschutz.de/service/publikationen/merkblatt-planung-und-ausfuehrung-von-korrosionsschutzbeschichtungen/>
- [5] VOB-C ATV DIN 18384 Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten

SCHUTZ UND INSTANDSETZUNG VON BETON



LANGJÄHRIG BEWÄHRTE QUALITÄT

Wir bieten Ihnen ein umfassendes Portfolio an leistungsfähigen Produkten zum Schutz von Beton in folgenden Einsatzgebieten:

- Hoch- und Verwaltungsbau
- Parkbauten
- Tunnelbauwerke
- Brückenbauwerke
- Trink- und Abwasseranlagen

Erfahren Sie mehr unter
www.sika.de/betoninstandsetzung

oder kontaktieren Sie uns unter
flooring_refurbishment@de.sika.com
+49 711 8009 2211

BUILDING TRUST



**Bauwerksinstandsetzung:
Sanieren, schützen, erhalten.**



Wir beraten Bauherren und Architekten bei der Konzeption, Bauabläufen und Sanierungstechniken für diverse Bauwerke bzw. Bauvorhaben. Als Generalunternehmer realisieren wir auch große Instandsetzungsprojekte.

Unser Leistungsportfolio

- > Instandsetzung von Brückenbauwerken
- > Betoninstandsetzung
- > Korrosionsschutz
- > Bodenbeschichtung
- > Fassadeninstandsetzung
- > Sanierung Kläranlagen
- > Sanierung Trinkwasserbehälter
- > Sanierung von Tiefgaragen und Parkdecks
- > Abdichtungsarbeiten
- > Verstärkung mittels CFK-Lamellen
- > Sanierung von Industrieanlagen (Abdichtungen/Fassaden)



Eiffage Infra-Südwest GmbH
Galgenwiesenweg 23-29, 55232 Alzey
T +49 6731 492-0





Werte schaffen – Werte erhalten

Nutzen Sie unsere Kompetenz!

Projekt- und Bauteil-Sanierung

- Betoninstandsetzung
- Fassadensanierung
- Bauteilsanierung
- Balkonsanierung
- Hohlraumunterpressung
- Bauschadenbeseitigung
- Mauerwerksanierung
- Horizontalsperren
- Schimmelpilzbeseitigung
- Risse-Sanierung
- Schleiervergelung

Abdichtung

- Arbeits- und Dehnfugensanierung
- Fugenabdichtung
- Fugenbandklemmkonstruktionen
- Rohrdurchführung
- Lichtschachtabdichtung
- Flächenabdichtung

Beschichtung

- Tiefgaragen- und Parkdeckbeschichtung nach WHG

Dr. Frank Peter Ohler

Rechtsanwalt/Fachanwalt für
Bau- und Architektenrecht

May und Partner Rechtsanwälte
Mediatoren mbB

Goethestraße 20
60313 Frankfurt a.M.
Tel.: (069) 7140 239-50
ohler@maypartner.de
www.maypartner.de



Aktuelles zu Technischen Baubestimmungen und der Mängelhaftung des Auftragnehmers

1. Überblick zum Mangelbegriff beim Bauvertrag

Beim VOB/B-Bauvertrag ist der Auftragnehmer gemäß § 13 Abs. 1 VOB/B verpflichtet, dem Auftraggeber ein mangelfreies Werk zu übergeben. Danach hat der Auftragnehmer seine Leistung dem Auftraggeber im Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln zu verschaffen. Die Leistung ist zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln, wenn sie die vereinbarte Beschaffenheit hat und den anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Beim BGB-Bauvertrag ist der Bauunternehmer nach § 633 Abs. 1 BGB verpflichtet, dem Besteller das Werk frei von Sach- und Rechtsmängeln zu verschaffen. § 633 Abs. 2 BGB beinhaltet einen dreistufigen Mangelbegriff. Das Bauwerk ist frei von Sachmängeln, wenn es die **vereinbarte Beschaffenheit** hat. Soweit die Beschaffenheit nicht vereinbart ist, ist das Werk frei von Sachmängeln, wenn es sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte, sonst **für die gewöhnliche Verwendung eignet** und eine Beschaffenheit aufweist, die **bei Bauwerken der gleichen Art üblich ist** und die der Besteller nach der Art des Bauwerkes erwarten kann. Damit wird dem subjektiven Mangelbegriff (vereinbarte Beschaffenheit) gemäß § 633 Abs. 2 Satz 1 und Satz 2 Nr. 1 BGB der Vorrang gegenüber dem objektiven Mangelbegriff (vorausgesetzte oder übliche Beschaffenheit) eingeräumt. Weicht die Ist-Beschaffenheit von der vertraglich geschuldeten Soll-Beschaffenheit ab, liegt ein Mangel vor. Nur wenn keine subjektive Beschaffenheit vereinbart ist, kommt der als Auffangtatbestand formulierte objektive Mangelbegriff des § 633 Abs. 2 Satz 2 Nr. 2 BGB zur Anwendung. Ob ein Mangel vorliegt, wird durch den Vergleich zwischen der tatsächlich erbrachten Leistung (Bau-Ist) und der vertraglich geschuldeten Leistung (Bau-Soll) festgestellt.

Der Sache nach besteht beim VOB/B-Bauvertrag, was die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik angeht, gleichwohl kein Unterschied zum BGB-Bauvertrag (§ 633 Abs. 1 und 2 BGB). Ein Bauwerk ist auch dort in der Regel nach § 633 Abs. 1 und 2 BGB mangelhaft, wenn es nicht den zur Zeit der Abnahme anerkannten Regeln der Technik entspricht, deren Befolgung als vertraglicher Mindeststandard auch ohne ausdrückliche Vereinbarung geschuldet ist. Einer ausdrücklichen gesonderten Vereinbarung der Parteien, dass die anerkannten Regeln der Technik vom Unternehmer einzuhalten sind, bedarf es daher nicht.

Dementsprechend ist nach der VOB/B wie nach dem BGB die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik im Zeitpunkt der Abnahme Mindeststandard für die Vertragsleistung des Auftragnehmers. Entspricht das Bauwerk nicht den anerkannten Regeln der Technik im Zeitpunkt der Abnahme, liegt regelmäßig ein Mangel vor, der den Auftragnehmer zur Sachmängelhaftung verpflichtet. Da die Mängelhaftung nicht von einer tatsächlichen Beeinträchtigung des Bauwerks abhängig ist oder gar an einen Schaden des Bauwerks anknüpft, kommt es somit grundsätzlich nicht darauf an, ob ein Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Technik einen tatsächlichen Nachteil für den Auftraggeber begründet. Gleichwohl lässt sich im Einzelfall diskutieren, ob der Auftraggeber tatsächlich Mängelansprüche durchsetzen können soll, wenn nachgewiesen ist, dass die Nichteinhaltung der anerkannten Regeln der Technik keinerlei Risiko für das Bauwerk begründet.

2. Was sind anerkannte Regeln der Technik?

Nach geläufiger Definition in Rechtsprechung und Literatur sind anerkannte Regeln der Technik die Regeln für den Entwurf und für die Ausführung baulicher Leistungen, die sich nach der Meinung der Mehrheit der maßgeblichen Fachleute in der Praxis bewährt haben oder deren Eignung von ihnen als nachgewiesen angesehen wird. Regeln der Technik sind demnach **anerkannt**, wenn diese in der technischen Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen sowie insbesondere in dem Kreis der für die Anwendung der betreffenden Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt und aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung als technisch geeignet, angemessen und notwendig anerkannt sind. Nach verbreiteter Auffassung in der einschlägigen Kommentarliteratur zum privaten Bauvertragsrecht werden die **Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton** wie auch die DIN-Normen der VOB/C, die Einheitlichen Technischen Baubestimmungen des Instituts für Bautechnik, die Richtlinie des VDI, die VDE-Bestimmungen, die Flachdachrichtlinien etc. als solche anerkannten Regeln der Technik angesehen.

Zu erwähnen ist noch, dass sich der Verordnungsgeber der HOAI im Jahre 2009 an einer Begriffsbestimmung versucht hatte. § 2 Nr. 12 HOAI Fassung 2009 hat den Begriff der **anerkannten Regeln der Technik** definiert mit *schriftlich fixierte Festlegungen von Verfahren, die nach herrschender Auffassung der beteiligten Fachleute, Verbraucher und der öffentlichen Hand geeignet sind, die Ermittlung der anrechenbaren Kosten nach der HOAI zu ermöglichen und die sich in der Praxis allgemein bewährt haben oder deren Bewährung nach herrschender Auffassung in überschaubarer Zeit bevorsteht*. Dieser Begriff hat sich jedoch – zu Recht – in Wissenschaft und Praxis nicht durchsetzen können und ist mit der 7. HOAI-Novelle wieder entfallen. Nach allgemeiner Auffassung kommt es nämlich nicht darauf an, ob überhaupt bzw. wann ein neuester Stand der wissenschaftlichen Anerkennung und fachlichen Bewährung schriftlich fixiert wird. Nicht entscheidend ist somit, ob Regeln schriftlich niedergelegt sind. Es kann nämlich nicht sein, dass ein Bauunternehmer an überholte Methoden gebunden ist, weil die neuen Methoden noch nicht schriftlich fixiert sind.

Anerkannte Regeln der Technik können daher nach der Rechtsprechung auch ungeschriebenen, allein mündlich überlieferten Erfahrungsregeln folgen. Umgekehrt können geschriebene Regelwerke durch neue Entwicklungen überholt sein, so dass sie nicht mehr den zur Zeit der Abnahme geltenden allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Gleichwohl spricht eine schriftliche Kodifikation einer gewerkespezifischen Regelung für Planung oder Ausführung zunächst einmal dafür, dass es sich bei einer solchen um eine anerkannte Regel der Technik handelt bzw. eine solche den Stand der anerkannten Regeln der Technik wiedergibt. Diese tatsächliche Vermutung ist allerdings widerleglich und muss aus den genannten Gründen auch widerleglich sein. Schriftlich festgehaltene Regeln können überholt sein. Genauso können auch ungeschriebene Regeln anerkannte Regeln der Technik sein. Ist in einem Prozess unklar oder gar zwischen den Parteien streitig, ob eine anerkannte Regel der Technik vorliegt, ist dies vom erkennenden Gericht in der Beweisaufnahme zu klären und in freier

Beweiswürdigung nach den Regeln der Zivilprozessordnung zu entscheiden. Regelmäßig wird dazu die Einholung eines Sachverständigengutachtens notwendig sein.

3. Führt die Nichteinhaltung öffentlich-rechtlicher Bauvorschriften durch den Auftragnehmer zu einem Baumangel?

Zu den öffentlich-rechtlichen Bauvorschriften gehören nach verbreiteter Auffassung insbesondere die Vorschriften des Bauordnungsrechts wie beispielsweise die Bauordnungen der Länder, sowie die Vorschriften des Bauplanungsrechts wie Bebauungs- und Flächennutzungspläne sowie die Baunutzungsverordnung. Im Regelfall sind die für das jeweilige Bauvorhaben einschlägigen und zu beachtenden konkreten Vorgaben Gegenstand der Baugenehmigung.

Gemäß den einschlägigen Bestimmungen des Bauordnungsrechts sind weiterhin die als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln maßgeblich. Nach § 90 Abs. 1 Landesbauordnung Hessen (HBO) können die allgemeinen Anforderungen des § 3 HBO durch Technische Baubestimmungen konkretisiert werden. Diese Technischen Baubestimmungen sind, wenn diese veröffentlicht und eingeführt sind (§ 90 Abs. 5 HBO), **zu beachten**, wie § 90 Abs. 1 Satz 2 HBO schlicht sagt.

Da es sich bei den Technischen Baubestimmungen um Vorgaben des öffentlichen Rechts handelt, ist es jedoch nicht selbstverständlich, dass diese öffentlich-rechtlichen Vorschriften für einen privatrechtlichen Bauvertrag gelten und deren Nicht-Einhaltung zu einem Sachmangel des Werkes des Auftragnehmers führen. Die **Brücke** zur Sachmängelhaftung schafft beim VOB/B-Bauvertrag die Regelung des § 4 Abs. 2 Nr. 1 VOB/B. Danach hat der Auftragnehmer bei der Ausführung seiner Leistung die anerkannten Regeln der Technik und die **gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen** zu beachten. Damit ist beim VOB/B-Bauvertrag die Einhaltung der gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen vereinbarte Beschaffenheit. Jede Abweichung von diesen gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen stellt daher eine Abweichung von der vertraglich geschuldeten Sollbeschaffenheit und damit einen Mangel dar. Ungeachtet dessen können die Parteien eines Bauvertrages auch ohne Einbeziehung der VOB/B vereinbaren, dass zur Beschaffenheit der Vertragsleistung des Auftragnehmers die Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Bestimmungen gehören. Verstößt das Bauwerk gegen als Technische Baubestimmungen eingeführte Bestimmungen, liegt zugleich ein Verstoß gegen die vereinbarte Beschaffenheit und somit ein Mangel des Bauwerkes vor.

Offen ist hingegen und es kann nur für den Einzelfall betrachtet werden, ob eine eingeführte Technische Baubestimmung zugleich eine allgemein anerkannte Regel der Technik darstellt. Anders als die anerkannten Regeln der Technik im privaten Baurecht entstehen öffentlich-rechtliche Bauvorschriften wie die Technischen Baubestimmungen nämlich nicht durch die theoretische und praktische Anerkennung im Bauwesen, sondern allein durch die Vorgabe des Normgebers und deren Einführung. Fehlt es also an einer Vereinbarung der Einhaltung der Technischen Bauvorschriften als Beschaffenheitsvereinbarung, ist im Einzelfall zu prüfen, ob eine Technische Bauvorschrift zugleich allgemein anerkannte Regel der Technik ist.

Ungeachtet dessen wird man in jedem Fall mit Blick auf die objektive Beschaffenheit im Sinne des § 633 Abs. 2 Satz 2 BGB sagen können, dass der Auftraggeber auch ohne ausdrückliche Vereinbarung im Bauvertrag redlicher Weise als nach dem Vertrag vorausgesetzte, jedenfalls aber als übliche Beschaffenheit eines Bauwerkes erwarten darf, dass das Bauwerk im Einklang mit den öffentlich-rechtlichen Bauvorschriften steht. Anerkannt ist, dass eine fehlende oder rechtswidrige Baugenehmigung einen Sachmangel des Bauwerks (und keinen Rechtsmangel) darstellt. Es stellt daher mindestens eine objektive Beschaffenheitsangabe an ein Bauvorhaben dar, dass die als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln beachtet sind. Stellen Technische Baubestimmungen eine

Haftzugprüfgeräte

zur Ermittlung der

- Oberflächenzugfestigkeit
- Haftzugfestigkeit
- Abreißfestigkeit

FORM+TEST
PRÜFSYSTEME

Druckprüfung 

Biegeprüfung 

Zugprüfung 

WU-Prüfung 



Choose the Original
Choose Success!



FORM+TEST Seidner&Co. GmbH
Telefon +49 (0) 7371 9302-0
sales@formtest.de, www.formtest.de

(ausdrückliche oder konkludente) vereinbarte Beschaffenheit dar, sind diese zum Zeitpunkt der Abnahme vom Auftragnehmer einzuhalten bzw. zu erfüllen.

4. Auf welchen Zeitpunkt kommt es bei den allgemein anerkannten Regeln der Technik an?

Wie bereits einleitend ausgeführt, hat der Auftragnehmer beim VOB/B-Bauvertrag seine Leistung dem Auftraggeber im Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln zu verschaffen (§ 13 Abs. 1 VOB/B). Auch beim BGB-Bauvertrag bezieht sich das (ausdrückliche oder stillschweigende) Versprechen des Unternehmers, nach den anerkannten Regeln der Technik zu arbeiten, auf den Stand der anerkannten Regeln der Technik zur Zeit der Abnahme. Welche Grundsätze gelten, wenn sich die anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Fertigstellung der Bauleistung bzw. deren Abnahme ändern?

Hier hat der Bundesgerichtshof (BGH) in einem Grundsatzurteil vom 14.11.2017 (VII ZR 65/14) für Klarheit gesorgt:

Der Auftragnehmer war im entschiedenen Fall auf der Grundlage der VOB Teil B mit der Errichtung von drei Hallen beauftragt. In der Gebäudebeschreibung ist für die Hallen eine Schneelast von 80 kg/qm angegeben. Dies entsprach der DIN 1055-5 (1975) und der im Jahr 2006 erteilten Baugenehmigung. Nach den technischen Vorgaben der geänderten DIN 1055-5 (2005) für Bauvorhaben, deren Genehmigung nach dem 01.01.2007 beantragt wurde, ist eine Schneelast von 139 kg/qm anzusetzen. Der Auftragnehmer errichtet die Hallen bis August 2007 auf der Grundlage der Gebäudebeschreibung und der DIN 1975. Es kommt zu einer Durchbiegung der Dachkonstruktion. Der Auftraggeber verlangt nunmehr vom Auftragnehmer, die Dachkonstruktion unter Berücksichtigung der nach der DIN 1055-5 (2005) vorgesehenen Schneelast als Mangelbeseitigungsmaßnahme zu ertüchtigen.

Der BGH weist zunächst darauf hin, dass der Unternehmer die allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Zeitpunkt der Abnahme einhalten muss. Dies gelte im Regelfall auch bei einer Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme. Das hat zur Folge, dass die Vertragsleistung des Unternehmers mangelbehaftet ist, wenn diese zum Zeitpunkt der Abnahme durch den Auftraggeber nicht (mehr) den anerkannten Regeln der Technik entspricht. Das Risiko einer Änderung, insbesondere einer Verschärfung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme trägt also zunächst der Unternehmer. Kommt es in einem Zeitraum zwischen Vertragsschluss und der Abnahme zu Änderungen der anerkannten Regeln der Technik, ist ein hierdurch ggf. entstehender, erhöhter Nachbesserungs- bzw. Ertüchtigungsaufwand dem Risikobereich des Auftragnehmers zuzurechnen.

Will der Unternehmer in einem solchen Fall seiner Mängelhaftung entgehen, muss er seinen Auftraggeber über die Änderung und die damit verbundenen Konsequenzen und Risiken für die Bauausführung informieren und entsprechende Bedenken anmelden (§ 4 Abs. 3 VOB/B). Eine solche Bedenkenanmeldung kann nach allgemeinen Grundsätzen entbehrlich sein, wenn die Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik dem Auftraggeber bereits bekannt ist oder sich ohne Weiteres aus den Umständen ergibt. Ein, worauf der BGH besonders hinweist, nach beiden Seiten hin interessengerechtes Verständnis des Bauvertrags führt unter Berücksichtigung von Treu und Glauben regelmäßig dazu, dass für den fachkundig beratenen Auftraggeber sodann zwei Optionen bestehen:

Zum einen kann der Auftraggeber die Einhaltung der neuen allgemein anerkannten Regeln der Technik verlangen mit der Folge, dass ein aufwändigeres Verfahren zur Herstellung erforderlich werden kann, als im Zeitpunkt des Vertragsschlusses von den Parteien vorgesehen. Der Auftragnehmer kann, soweit hierfür nicht von der Vergütungsvereinbarung bereits erfasste Leistungen erforderlich werden

(was der Regelfall sein dürfte) eine Vergütungsanpassung nach § 650 b BGB oder § 2 Nr. 5 oder 6 VOB/B verlangen. Der Auftraggeber kann zum anderen von einer Einhaltung der neuen allgemein anerkannten Regeln der Technik und damit von einer etwaigen Verteuerung des Bauvorhabens absehen. Die Parteien würden dann als Beschaffenheit des Bauwerkes vereinbaren, dass dieses hinter den allgemein anerkannten Regeln der Technik zurückbleibt.

Weil es für die Mangelfreiheit auf den Zeitpunkt der Abnahme ankommt, entsteht bei einer Änderung bzw. Verschärfung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme eine Störung des bauvertraglichen Synallagmas zwischen Leistung und Gegenleistung. Schließlich wird der Unternehmer, der das Risiko einer Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik trägt, verpflichtet, Leistungen zur Herstellung des Werks im Zeitpunkt der Abnahme zu erbringen, die im Zeitpunkt des Vertragsschlusses nicht Gegenstand der Vergütungsvereinbarung waren. Kurz: Er müsste kostenfrei für den Auftraggeber zusätzliche Leistungen erbringen, um das Werk auf den (neuen) Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik zu bringen. Liegen in einem solchen Fall die Voraussetzungen für einen Anspruch auf Vorschuss der im Rahmen einer Ersatzvornahme voraussichtlich anfallenden Mängelbeseitigungskosten vor, sind die Kosten für den zusätzlichen Herstellungsaufwand im Rahmen von Sowieso-Kosten zu berücksichtigen. Als Sowieso-Kosten sind danach diejenigen Mehrkosten zu berücksichtigen, um die das Werk bei ordnungsgemäßer Ausführung von vornherein teurer geworden wäre.

Aber: Wenn der Unternehmer diesbezügliche Bedenken gegenüber dem Auftraggeber anmeldet und somit automatisch einen Anspruch auf zusätzliche Vergütung erwerben würde, entstünde umgekehrt für den Auftraggeber das Problem, dass er Mehrkosten für die Ertüchtigung einer Leistung auf den (neuen) Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik aufbringen muss, die er gegebenenfalls nicht finanzieren kann oder will oder die die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens infrage stellen. Daher lässt es der BGH richtigerweise zu, dass der Auftraggeber entscheiden können soll, ob er vom Unternehmer eine zusätzlich zu vergütende Ertüchtigung der Leistung verlangt oder ob er die Leistung als – nicht den aktuellen anerkannten Regeln der Technik entsprechend – annimmt und abnimmt. Beide Handlungsoptionen setzen jedoch voraus, und das ist die Verpflichtung des Auftragnehmers, dass der Auftraggeber, der regelmäßig nicht über entsprechende fachliche Kenntnisse verfügt, über die neue Sachlage hinreichend zu informieren ist.

5. Überlegungen für eine ausgewogene Vertragsgestaltung

In vielen Bauvertragsverhandlungen stellt sich schon bei der Klärung der vertraglichen Grundlagen die Frage, ob die allgemein anerkannten Regeln der Technik **zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses** oder **zum Zeitpunkt der Abnahme** gelten sollen. Hier ist im Interesse einer fairen und ausgewogenen Vertragsgestaltung Vorsicht und Sorgfalt geboten. Vereinbaren die Parteien ausdrücklich, dass für die Vertragsleistung des Auftragnehmers die allgemein anerkannten Regeln der Technik **zum Zeitpunkt der Abnahme** maßgeblich sein sollen, wird man im Streitfall eine solche Regelung wohl dahingehend verstehen müssen, dass der Auftragnehmer uneingeschränkt das Risiko einer Verschärfung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme trägt. Das würde weiterhin bedeuten, dass der Auftragnehmer in einem solchen Fall kostenfrei für den Auftraggeber nachbessern und sein Bauwerk auf den aktuellen Sachstand zum Zeitpunkt der Abnahme ertüchtigen müsste. Es liegt auf der Hand, dass eine solche Regelung keine ausgewogene Risikoverteilung darstellt. Insbesondere bei langfristigen und umfassenden Instandsetzungsmaßnahmen (man denke zum Beispiel an Infrastrukturprojekte wie eine Brücke o. ä.) entsteht so für den Auftragnehmer ein unter Umständen erhebliches Risiko. Wäre der Auftragnehmer gezwungen, hier einen Risikozuschlag einzukalkulieren, liegt es auf der Hand, dass eine realistische Preisfindung kaum möglich sein dürfte. Angemessen sollte daher eine Vertragsregelung sein, die zunächst auf den Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik **zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses** abstellt. Zugleich ist jedoch der

Unternehmer verpflichtet, seinen Auftraggeber darüber aufzuklären, wenn sich der Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik ändert. Dies erfordert, dass der Auftragnehmer den Auftraggeber auf die Bedeutung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und die mit der Nichteinhaltung verbundenen Konsequenzen und Risiken hinweist, es sei denn, diese sind dem Auftraggeber bekannt oder ergeben sich ohne Weiteres aus den Umständen. Dann kann wiederum der Auftraggeber, umfassend aufgeklärt, entscheiden, ob er gegen Zahlung einer zusätzlichen Vergütung eine Ertüchtigung des Werkes wünscht oder ob er es bei dem überholten Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik belassen will. Eine solche ergänzende Regelung würden die Parteien dann zu gegebener Zeit nach Vertragsschluss treffen können.

Besondere Bedeutung hat die Aufklärungspflicht des Auftragnehmers dann, wenn im Zeitpunkt des Vertragsschlusses bereits eine Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik absehbar ist. Selbstverständlich können die Parteien bei Vertragsschluss eine Vereinbarung treffen, nach der die Bauausführung hinter den aktuellen oder den künftigen allgemein anerkannten Regeln der Technik, soweit deren Einführung bereits absehbar ist, zurückbleibt. Dies erfordert jedoch nach der Rechtsprechung des BGH, dass der Auftragnehmer den Auftraggeber auf die Bedeutung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und die mit der Nichteinhaltung verbundenen Konsequenzen und Risiken hinweist, es sei denn, diese sind dem Auftraggeber bekannt oder ergeben sich ohne Weiteres aus den Umständen. Ohne eine entsprechende Kenntnis wird eine rechtsgeschäftliche Zustimmung des Auftraggebers zu einer hinter den allgemein anerkannten Regeln der Technik zurückbleibenden Ausführung regelmäßig nicht in Betracht kommen. Das gilt insbesondere in den Fällen, in denen der Unternehmer nicht erprobte und bewährte neue Baustoffe oder Bauweisen anwenden will. Ohne eine entsprechende Aufklärung wird man eine rechtsgeschäftliche Zustimmung des Auftraggebers dazu, dass abweichend von den anerkannten Regeln der Technik gearbeitet wird, regelmäßig nicht annehmen können.

Steht also eine Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik an, sind die Parteien im beiderseitigen Interesse der Vertragsklarheit und einer Vermeidung späterer Streitigkeiten gut beraten, wenn sie eine entsprechende notwendige Aufklärung des Auftragnehmers (oder, was nicht der Regelfall sein wird, eine bereits vorhandene Erkenntnis des Auftraggebers) im Vertrag selbst dokumentieren. Weiterhin bietet sich an, zu dokumentieren, welche Konsequenz die Parteien daraus im Hinblick auf den Leistungsumfang des Auftragnehmers und seine Vergütung gezogen haben.

6. Können die vorstehenden Überlegungen zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik auf die Einhaltung Technischer Baubestimmungen übertragen werden?

Wie ist nun in Fällen zu verfahren, in denen sich die Technischen Baubestimmungen zwischen Vertragsschluss und Abnahme ändern, weil nach Vertragsschluss Technische Baubestimmungen neu eingeführt werden? Hier ist Vorsicht geboten: Die Übernahme der vorstehenden Grundsätze zur Änderung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme dürfte hier an enge Grenzen stoßen.

Das Problem liegt darin, dass Technische Baubestimmungen Teil des öffentlichen Rechts sind und daher **einzuhalten** sind – wie § 90 Abs. 1 Satz 2 HBO so treffend und prägnant sagt. Regelungen des öffentlichen Rechts sind daher grundsätzlich der Dispositionsbefugnis der Parteien entzogen. Selbst wenn also der Unternehmer seinen Auftraggeber darauf hinweist, dass sich Technische Baubestimmungen nach Vertragsschluss geändert haben und sich der Auftraggeber dafür entscheidet, diese geänderten Technischen Baubestimmungen nicht umzusetzen, könnte eine solche Beschaffenheitsvereinbarung der Parteien zivilrechtlich möglicherweise nicht wirksam getroffen werden. Öffentlich-rechtliche Bauvorschriften sind bindende Rechtsnormen. Eine Beschaffenheitsvereinbarung

der Parteien mit dem Inhalt, ein Bauvorhaben zu errichten, das den Technischen Baubestimmungen nicht entspricht, könnte gemäß § 134 BGB (Verstoß gegen ein gesetzliches Verbot) nichtig sein. Die Einhaltung öffentlich-rechtlicher Bauvorschriften steht nämlich nicht zur Disposition der Vertragsparteien. In der bauvertragsrechtlichen Literatur wird daher in der Tat die Auffassung vertreten, dass eine von den Parteien vereinbarte Abweichung der Bauausführung von den einschlägigen Technischen Baubestimmungen gemäß § 134 BGB nichtig sei (so Reichert/Wedemeyer, Öffentlich-rechtliche Bauvorschriften in der Mangelsystematik des privaten Baurechts, BauR 2013, 1, 5). Wäre das so, könnte auch ein Bedenkenhinweis den Auftragnehmer nicht von seiner Verantwortung befreien. Vielmehr müsste der Unternehmer, und zwar kostenfrei für den Auftraggeber, das Werk so nachbessern, dass es den Technischen Baubestimmungen zum Zeitpunkt der Abnahme entspricht. Die Parteien könnten schlichtweg nicht wirksam etwas anderes vereinbaren.

Gegen die Annahme einer zivilrechtlichen Nichtigkeit einer solchen Vereinbarung spricht jedoch, und das wurde in der Rechtsprechung im Einzelfall so entschieden, dass bei einem Verstoß gegen bauordnungsrechtliche Vorschriften § 134 BGB nicht anwendbar sei, weil deren Überwachung den Baubehörden obliege, die etwaigen Verbote durch verwaltungsrechtliche Maßnahmen Nachdruck verleihen könne, daneben habe die zivilrechtliche Nichtigkeit keinen Platz (so OLG Hamm, Beschluss vom 03.07.2001 - 15 W 444/00, IBRRS 2002, 1491 zur Frage, ob ein Beschluss in einer WEG, der gegen bauordnungsrechtliche Vorschriften verstößt, gemäß § 134 BGB nichtig ist). Dann könnte zwar zivilrechtlich wirksam eine von Technischen Baubestimmungen abweichende Beschaffenheit zwischen den Parteien vereinbart werden. Höchststrichterlich entschieden ist diese Frage jedoch nicht. Gleichwohl würde, ungeachtet der Frage nach der rechtlichen Zulässigkeit einer zivilrechtlichen Vereinbarung der Parteien, über dem Bauvorhaben stets das **Damoklesschwert** des verwaltungsrechtlichen Eingriffes der Behörde mit bauordnungsrechtlichen Maßnahmen schweben.

Ist den Parteien bei Vertragsschluss bekannt, dass eine Änderung der Technischen Bauvorschriften bis zur Abnahme hin absehbar ist, sind diese daher aufgerufen, im Interesse einer ausgewogenen Vertragsgestaltung und fairen Risikoverteilung dazu eine Regelung zu treffen. Ansonsten ist den Parteien natürlich geholfen, wenn Technische Vorschriften mit einer Übergangsregelung versehen werden, sodass sich die Parteien hierauf einstellen können.

7. Zusammenfassung

Ein Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Technik begründet beim BGB-Bauvertrag wie auch beim VOB/B-Bauvertrag einen Mangel des Bauwerkes. Gleichermaßen führt auch die Nichteinhaltung der eingeführten Technischen Baubestimmungen dazu, dass der Auftragnehmer wegen eines Mangels des Bauwerkes haftet. Maßgeblich ist jeweils der Zeitpunkt der Abnahme der Bauleistung. Ändern sich die anerkannten Regeln der Technik zwischen Vertragsschluss und Abnahme, muss der Auftragnehmer den Auftraggeber auf diese Änderung hinweisen, ansonsten haftet er. Es obliegt dann dem Auftraggeber zu entscheiden, ob er dem Auftragnehmer die Ertüchtigung des Bauwerkes auf den aktuellen Stand der anerkannten Regeln der Technik vergütet oder ob er darauf verzichtet. Ändern sich die anzuwendenden Technischen Bauvorschriften zwischen Vertragsschluss und Abnahme, ist die Sachlage deutlich schwieriger zu beurteilen. Hier stellt sich die Frage, ob die Parteien über die Einhaltung der Technischen Bauvorschriften als Teil des öffentlichen Bauordnungsrechts überhaupt wirksam zivilrechtlich disponieren und eine von den technischen Bauvorschriften abweichende Art der Ausführung vereinbaren können. Ist eine Änderung der Technischen Bauvorschriften absehbar, sollten die Parteien dazu eine Regelung treffen.

Teixeira

Bauwerkserhaltung

Teixeira Bau GmbH
Bauwerkserhaltung

Mombacher Straße 68
55122 Mainz

Telefon 06131 3291-571
Fax 06131 3291-570

Info@teixeirabau.de
www.teixeirabau.de



Sprungbecken



Beckenumlauf mit Beschichtung



Betonage Auflagerfuge Gleitlagerkonsole



Beschichtung der freitragenden Treppenanlage
mit neuen Edelstahlgeländern

Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e.V.



Mitgliederliste / Ordentliche Mitglieder

adicon Gesellschaft für Bauwerksabdichtungen mbH

Ansprechpartner: Herr Karl-Heinz Schrod
Max-Planck-Straße 6, 63322 Rödermark
Telefon: 06074 / 89 51-0, Telefax: 06074 / 89 51-51
E-Mail: info@adicon.de
Internet: www.adicon.de



b-Quadrat GmbH Betoninstandsetzung und Bodenbeschichtung

Ansprechpartner: Herr Holger Draxler
Frankfurter Straße 118, 63303 Dreieich-Sprendlingen
Telefon: 06103 / 2700-70, Telefax: 06103 / 2700-727
E-Mail: info@b-quadrat.eu
Internet: www.b-quadrat.eu



BAUKULT Sanierungs- und Ingenieur GmbH & Co. KG

Ansprechpartner: Herr Heiko Nigmann
Oberau 4, 35116 Hatzfeld/Eder
Telefon: 06467 / 91 56 03-0, Telefax: 06467 / 91 56 03-14
E-Mail: info@baukult.net
Internet: www.baukult.net



BAURAL Spezialbaugesellschaft mbH

Ansprechpartner: Herr Ralf Schinköthe
Schachtstraße 33, 99706 Sondershausen
Telefon: 03632 / 54 35 0, Telefax: 03632 / 54 35 22
E-Mail: info@baural.de
Internet: www.baural.de



Bautest Bauwerkserhaltung GmbH

Ansprechpartner: Herr Erhan Yildiz
Feldstraße 39-45, 63179 Obertshausen
Telefon: 06104 / 64 86 25-11, Telefax: 06104 / 64 86 25-25
E-Mail: e.yildiz@bautest-bwe.de
Internet: www.bautest-bwe.de



Beck-Bau GmbH

Ansprechpartner: Herr Ingo Buschbaum
Höhenweg 15, 37269 Eschwege
Telefon: 05651 / 927 20, Telefax: 05651 / 125 24
E-Mail: info@beck-bau.net
Internet: www.beck-bau.net



Bauunternehmen Breternitz GmbH

Ansprechpartner: Herr Siegfried Breternitz
An der Tauge 3, 07389 Ranis
Telefon: 03647 / 41 39 96, Telefax: 03647 / 42 49 40
E-Mail: info@breternitz.net
Internet: www.breternitz.net



Bickhardt Bau AG

Ansprechpartner: Herr Toralf Griethe
Industriestraße 9, 36275 Kirchheim
Telefon: 06625 / 88-470, Telefax: 06625 / 88-411
E-Mail: info@bickhardt-bau.de
Internet: www.bickhardt-bau.de



BWS Rhein-Neckar GmbH

Ansprechpartner: Herr Thomas Wachter
Hans-Bunte-Straße 20, 69123 Heidelberg
Telefon: 06221 / 407-300, Telefax: 06221 / 407-303
E-Mail: thomas.wachter@bws-rn.de
Internet: www.bws-rn.de



Chemicon GmbH

Ansprechpartner: Christoph Helf
Ottostraße 18, 65549 Limburg
Telefon: 06431 / 98 16 0, Telefax: 06431 / 98 16 16
E-Mail: info@chemicon.de
Internet: www.chemicon.de



Franz Dietrich GmbH

Ansprechpartner: Herr Rüdiger Damm
Völgerstr. 11, 30519 Hannover
Tel.: 06122 / 53 087-30, Telefax: 06122 / 53 087-36
E-Mail: fd.frankfurt@dietrich.de
Internet: www.dietrich.de



Eiffage Infra-Südwest GmbH

Ansprechpartner: Herr Christian Jäger
Galgewiesenweg 23-29, 55232 Alzey
Telefon: 06731 / 492 194, Telefax: 06731 / 492 248
E-Mail: eisw-alzey@eiffage.de
Internet: www.eiffage-infra.de/suedwest



Epo Concept GmbH

Ansprechpartner: Herr Fred Riedl
Binger Str. 2, 55262 Heidesheim
Telefon: 06132 / 97 57 49, Telefax: 06132 / 65 72 33
E-Mail: epo.concept@t-online.de
Internet: www.epoconcept.de



EUROVIA Beton GmbH, NL Bauwerksinstandsetzung

Ansprechpartner: Herr Roger Bill
Hessenstraße 23, 65719 Hofheim-Wallau
Telefon: 06122 / 50 43 284, Telefax: 06122 / 50 43-299
E-Mail: bauwerksinstandsetzung@eurovia.de
Internet: www.eurovia.de



**Geiger Bauwerksanierung GmbH & Co. KG,
Niederlassung Mainz**

Ansprechpartner: Herr Oliver Ehrental
 Anna-Birle-Straße 1b, 55252 Mainz-Kastel
 Telefon: 06134 / 21088-10, Telefax: 06134 / 21088-20
 E-Mail: info@geigergruppe.de
 Internet: www.geigergruppe.de



Alois Höller GmbH

Ansprechpartner: Herr Marcus Höller
 Städter Weg 8, 61169 Friedberg
 Telefon: 06031 / 690 09-0, Telefax: 06031 / 690 09-9
 E-Mail: info@hoeller-bau.de
 Internet: www.hoeller-bau.de



Hörnig Bauwerkssanierung GmbH

Ansprechpartner: Herr Christoph Störger
 Magnolienweg 5, 63741 Aschaffenburg
 Telefon: 06021 / 844-120, Telefax: 06021 / 844-483
 E-Mail: christoph.stoerger@hbs-sanierung.de
 Internet: www.hbs-sanierung.de



instakorr GmbH

Ansprechpartner: Herr Gregor Gerhard
 Otto-Hesse-Straße 19, 64293 Darmstadt
 Telefon: 06151 / 870 38 84, Telefax: 06151 / 870 38 86
 E-Mail: gregor.gerhard@instakorr.de
 Internet: www.instakorr.de



Juričić Bausanierung GmbH & Co. KG

Ansprechpartner: Herr Steffen Wagner
 Osterholzstraße 12, 34119 Kassel
 Telefon: 0561 / 521 77 75, Telefax: 0561 / 521 77 76
 E-Mail: info@juricic-bausanierung.de
 Internet: www.juricic-bausanierung.de



Karrié Bauwerkserhaltung GmbH, Geschäftsstelle Mainz

Ansprechpartner: Herr Peter Beege
 Robert-Bosch-Str. 40, 55129 Mainz
 Telefon: 06131 / 95 68-0, Telefax: 06131 / 95 68-40
 E-Mail: peter.beege@karrie.de
 Internet: www.karrie.de



KTW Kunststoff-Technik GmbH

Ansprechpartner: Frau Susanne Deininger
 Magdalaer Straße 102 a, 99441 Mellingen
 Telefon: 036453 / 875-17, Telefax: 036453 / 875-11
 E-Mail: info@ktweimar.de
 Internet: www.ktweimar.de



Massenberg GmbH Niederlassung Bürstadt

Ansprechpartner: Herr Benjamin Heft
 Bobstädter Straße 5, 68642 Bürstadt
 Telefon: 06206 / 95 25-0, Telefax: 06206 / 95 25-19
 E-Mail: bheft@massenberg.de
 Internet: www.massenberg.de



Wilhelm Krebs RESORG GmbH

Ansprechpartner: Herr Thomas Ille
 Jakob-Mönch-Straße 5, 63073 Offenbach
 Telefon: 069 / 89 01 05-0, Telefax: 069 / 89 01 05-55
 E-Mail: info@resorg.de
 Internet: www.resorg.de



RETON GmbH

Ansprechpartner: Herr Alexander Baumeister
 Im Ellenbügel 37, 63505 Langenselbold
 Telefon: 06184 / 93 95 01, Telefax: 06184 / 629 04
 E-Mail: info@reton-world.com
 Internet: www.reton-world.com



SanierDienst Wetzlar GmbH & Co. KG Gebäudeservice

Ansprechpartner: Herr Mario Kielstein
 Am Brauhaus 12, 35584 Wetzlar-Naunheim
 Telefon: 06441 / 30 92-914, Telefax: 06441 / 30 92-929
 E-Mail: info@sanierdienst.de
 Internet: www.sanierdienst.de



Otto Scheuerer Bautenschutz GmbH

Ansprechpartner: Herr Carsten Bücking
 Hafenstraße 67, 34125 Kassel
 Telefon: 0561 / 86 19 59-0, Telefax: 0561 / 86 19 59-29
 E-Mail: bautenschutz@otto-scheuerer.de
 Internet: www.otto-scheuerer.de



Teixeira Bau GmbH Bauwerkserhaltung

Ansprechpartner: Herr Jürgen Rasel
 Mombacher Straße 68, 55122 Mainz
 Telefon: 06131 / 329 15 71, Telefax: 06131 / 329 15 70
 E-Mail: rasel@teixeirabau.de
 Internet: www.teixeirabau.de



w+s bau-instandsetzung gmbh

Ansprechpartner: Herr Jan Rassek
 Crumbacher Straße 23-25, 34277 Fuldabrück
 Telefon: 0561 / 948 78-0, Telefax: 0561 / 948 78-20
 E-Mail: instandsetzung@ws-bau.de
 Internet: www.ws-bau.de



Wayss & Freytag Ingenieurbau AG

Ansprechpartner: Herr Norbert Frei
 Eschborner Landstraße 130-132, 60489 Frankfurt
 Telefon: 069 / 79 29-350, Telefax: 069 / 79 29-353
 E-Mail: bauwerkserhaltung@wf.bam.com
 Internet: www.wf-ib.de



Bauunternehmung Albert Weil AG

Ansprechpartner: Andreas Heep
 Albert-Weil-Straße 1, 65555 Limburg
 Telefon: 06431 / 9100-0, Telefax: 06431 / 9100-600
 E-Mail: aheep@albertweil.de



Außerordentliche Mitglieder

B.O.S.S. GmbH

Ansprechpartner: Herr Werner von der Heydt
 Talstraße 15, 65307 Bad Schwalbach
 Telefon: 06124 / 72 03 98
 Telefax: 06124 / 72 03 99
 E-Mail: mail@b-o-s-s-gmbh.de
 Internet: www.b-o-s-s-gmbh.de



Porner GmbH & Co. Bautenschutz KG

Ansprechpartner: Herr Ralph Porner
 Moldaustraße 15, 35260 Stadtallendorf
 Telefon: 06428 / 37 09
 Telefax: 06428 / 63 31
 E-Mail: ralphporner@porner.de
 Internet: www.porner.de



DaKa Kalenik Baudeco GmbH

Ansprechpartner: Herr Daniel Kalenik
 Zeppelinring 19-21, 63165 Mühlheim/Main
 Telefon: 06108 / 79 69-00
 Telefax: 06108 / 79 69-01
 E-Mail: info@dakabau.de
 Internet: www.dakabau.de



Possehl Spezialbau GmbH

Ansprechpartner: Herr Jens Weber
 Gau-Bickelheimer Str. 72
 55576 Sprendlingen
 Telefon: 06701 / 204 49-71
 Telefax: 06701 / 204 49-41
 E-Mail: info.west@possehl-spezialbau.de
 Internet: www.possehl-spezialbau.de



HABIG Bausanierung GmbH

Ansprechpartner: Herr Marcus Igel
 Nessbacher Straße 21, 65597 Hünfelden
 Telefon: 06438 / 924974-0
 E-Mail: info@habig-bausanierung.de



Rudolph Bau GmbH

Ansprechpartner: Herr Denis Peter
 Samerwiesen 20, 63179 Obertshausen
 Telefon: 06104 / 600 37-0
 Telefax: 06104 / 600 37-10
 E-Mail: info@rudolph-bau.de
 Internet: www.rudolph-bau.de



Adolf Lupp GmbH + Co. KG Bereich Bauwerkserhaltung

Ansprechpartner: Herr Pascal Haus
 Alois-Thums-Straße 1-3,
 63667 Nidda-Harb
 Telefon: 0641 / 9680500
 Telefax: 0641 / 9680501
 E-Mail: pascal.haus@lupp.de
 Internet: www.lupp.de



STRABAG AG Direktion Brückenbau

Ansprechpartner: Herr Wolfgang Schlenso
 Am Weinberg 41, 36251 Bad Hersfeld
 Telefon: 06621 / 162-693
 Telefax: 06621 / 162-603
 E-Mail: info.brueckenbau@strabag.com
 Internet: www.strabag.de



Mitglied der Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e.V.



Fachbetriebe, bei denen regelmäßig die Fremdüberwachung erfolgreich bestanden wurde



Fachbetrieb, der die personellen und gerätetechnischen Anforderungen gem. MHAVO erfüllt und über einen aktuellen Eignungsnachweis verfügt. In den Bundesländern (Hessen bzw. Thüringen) sind die Regelungen der MHAVO umgesetzt in der BauPAVO vom 20.01.2004 bzw. ThürHAVO vom 4.12.2009. Der gekennzeichnete Betrieb darf Instandsetzungsmaßnahmen durchführen, bei denen die Standsicherheit betroffen ist.

Fachbetriebe mit RAL-Gütezeichen (RAL-GZ 519) „Instandsetzung von Betonbauwerken“

Beratende Mitglieder

Bieker & Partner

Architektur- u. Sachverständigenbüro
Ansprechpartner: Herr Antonius Bieker
Am Haferhaus 12, 63674 Altenstadt
Telefon: 06047 / 9897-107
E-Mail: info@Architekten-Bieker.de



CORR-LESS Isecke & Eichler

Consulting GmbH & Co. KG
Ansprechpartner: Herr Dr.-Ing. Thorsten Eichler
Ruhlsdorfer Straße 7, 14513 Teltow
Telefon: 03328 / 35 492-100
Telefax: 03328 / 35 492-101
E-Mail: eichler@corr-less.de



Engelbach + Partner,

Planungsgesellschaft mbH
Ansprechpartner:
Herr Dr.-Ing. Hans-H. Klein
Sophienstraße 48, 60487 Frankfurt/Main
Telefon: 069 / 71 91 65-0
Telefax: 069 / 71 91 65-55
E-Mail: frankfurt@engelbach-ingenieure.de
Internet: www.engelbach-ingenieure.de



HAZ – Beratende Ingenieure GmbH

Ansprechpartner: Frau Barbara Uflacker
Johanna-Wäscher-Straße 11
34131 Kassel
Telefon: 0651 / 70713-0
E-Mail: office@haz-ingenieure.de
Internet: www.haz-ingenieure.de



Krahl Consulting, Sachverständigenbüro

Ansprechpartner: Herr Marcus Krahl
Industriestraße 16, 65529 Waldems
Telefon: 06087 / 98999 90
Telefax: 06087 / 98999-91
E-Mail: info@krah-consulting.de



KuA-Consult Ingenieurgesellschaft mbH

Ansprechpartner: Herr Edmund Ackermann
Gutenbergstr. 49, 64289 Darmstadt
Telefon: 06151 / 101 69 18
Telefax: 06151 / 101 03 99
E-Mail: info@kua-consult.de
Internet: www.kua-consult.de



MKP GmbH

Ansprechpartner: Herr Rüdiger Burkhardt
Zum Hospitalgraben 2, 99425 Weimar
Telefon: 03643 / 43 96-0
Telefax: 03643 / 43 96-55
E-Mail: info.weimar@marxkrontal.com
Internet: www.marxkrontal.com



NOVATEC Planen + Bauen GmbH

Ansprechpartner:
Herr Dipl.-Ing. Peter Bopp
Lerchenweg 3, 61479 Glashütten
Telefon: 06174 / 96 55 10
Telefax: 06174 / 96 55 40
E-Mail: mail2016@novatec.gmbh
Internet: www.novatec.tel



Renoplan GmbH

Ansprechpartner: Herr Sven Emunds
Heckenweg 10, 65623 Netzbach
Telefon: 06430 / 92 82 53
Telefax: 06430 / 92 82 54
E-Mail: s.emunds@institut-renoplan.de
Internet: www.institut-renoplan.de



Dipl.-Ing. Ingo Schultz

Ing.-Büro f. Bauwesen GmbH
Ansprechpartner: Herr Lennert Schultz
Philosophenweg 1, 35578 Wetzlar
Telefon: 06441 / 503 33-0
Telefax: 06441 / 503 33-44
E-Mail: sekretariat@dasBauwesen.de
Internet: www.dasBauwesen.de



SiB Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG

Ansprechpartner: Herr Karl-Jörg Seelbach
Dieselstr. 30 a, 61239 Ober-Mörlen
Telefon: 06002 / 91 93-0
Telefax: 06002 / 91 93-19
E-Mail: kjs@sib-gmbh.de
Internet: www.sib-gmbh.eu



TESTCONSULT GmbH

Ingenieurges. für Bauwerksprüfung mbH
Ansprechpartner: Herr Andreas Mendel
Berner Straße 28, 60437 Frankfurt am Main
Telefon: 069 / 50 68 42-50
Telefax: 069 / 50 68 42-56
E-Mail: info@testconsult.de
Internet: www.testconsult.de



Trechsler + Trechsler GmbH

Beratende Ingenieure

Ansprechpartner: Herr Friedhelm Trechsler

Kolnhäuser Straße 11, 35423 Lich

Telefon: 06404 / 29 84

Telefax: 06404 / 631 52

E-Mail: info@ttbi.eu

Internet: www.ttbi.eu



Fördermitglieder

AM Surface AG

Ansprechpartner: Herr Philipp Arnold

Spissenstraße 72

CH-6045 Meggen/Schweiz

Telefon: +41 79/ 344 35 10

p.arnold@am-surface.ch



Protector Services GmbH

Ansprechpartner: Frau Anja Gohlke

Robert-Bosch-Straße 18

71563 Affalterbach

Telefon: 07144 / 888 560

Telefax: 07144 / 888 5625

info@protector-kks.de



cds Polymere GmbH & Co. KG

Ansprechpartner: Herr Dr. Peter Scharf

Gau-Bickelheimer-Straße 72

55576 Sprendlingen

Telefon: 06701 / 93 50-0

Telefax: 06701 / 93 50-11

p.scharf@cds-polymere.de

www.cds-polymere.de



Remmers Fachplanung GmbH

Ansprechpartner: Herr Martin Wallmann

Bernhard-Remmers-Straße 13

49624 Lönningen

Telefon: 05432 / 8 33 46

Telefax: 05432 / 8 37 03

info@remmers-fachplanung.de

www.remmers.de



Desoi GmbH

Ansprechpartner: Herr Martin Desoi

Gewerbestraße 16

36148 Kalbach/Rhön

Telefon: 06655 / 96 36-0

Telefax: 06655 / 96 36-66 66

kontaktmd@desoi.de

www.desoi.de



SAKRET GmbH

Ansprechpartner:

Frau Sandra Eisengräber

Osterhagener Straße 2

37431 Bad Lauterberg

Telefon: 03631 / 929-3

Telefax: 03631 / 929-490

sandra.eisengraeber@sakret-ndh.de

www.sakretgmbh.de



Werner Mader GmbH

Ansprechpartner: Herr Werner Mader

Bullauer Straße 6

64711 Erbach/Odw.

Telefon: 06062 / 9 44-20

Telefax: 06062 / 94 42-29

info@wernermader.de

www.wernermader.de



Sika Deutschland GmbH

Ansprechpartner: Frau Eva-Maria Ladner

Kornwestheimer Straße 103-107

70439 Stuttgart

Telefon: 0711 / 80090

ladner.eva-maria@de.sika.com



MC-Bauchemie Müller GmbH & Co. KG

Ansprechpartner: Herr Thomas Schneider

Mainlog 4, An der Gehespitz 60

63263 Neu-Isenburg

Telefon: 06102 / 5 99 87-0

Telefax: 06102 / 5 99 87-29

thomas.schneider@mc-bauchemie.de

www.mc-bauchemie.de



StoCretec GmbH

Ansprechpartner: Herr Jochen Kienzler

Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Telefon: 06192 / 401-141

Telefax: 06192 / 401-841

j.kienzler@sto.com

www.stocretec.de



**Triflex Beschichtungssysteme
GmbH & Co. KG**

Ansprechpartner: Herr Fabian Wolf
Karlstraße 59, 32423 Minden
Telefon: 0621 / 431 01 85
Telefax: 0621 / 431 01 86
fabian.wolf@triflex.de
www.triflex.de



Vorstand, Güteausschuss, Geschäftsstelle

Vorstand

Vorsitzender

Christoph Störger
Hörnig Bauwerkssanierung GmbH, Aschaffenburg
Telefon: 06021 / 844-120, Telefax: 06021 / 844-483

Dipl.-Ing. Toni Breternitz
Bauunternehmen Breternitz GmbH, Ranis
Telefon: 03647 / 41 39 96, Telefax: 03647 / 42 49 40

Dipl.-Ing. Gregor Gerhard
instakorr GmbH, Darmstadt
Telefon: 06151 / 870 38 84, Telefax: 06151 / 870 38 86

Stellvertretender Vorsitzender

Dipl.-Ing. Peter Beege
Karrié Bauwerkserhaltung GmbH, Mainz
Telefon: 06131 / 956 89 61, Telefax: 06131 / 95 68 40

Heiner Stahl
Massenberg GmbH, Essen
Telefon: 0201 / 86 108 10, Telefax: 0201 / 86 108 19

Güteausschuss

Obmann

Dipl.-Ing. Gregor Gerhard
instakorr GmbH, Darmstadt
Telefon: 06151 / 870 38 84, Telefax: 06151 / 870 38 86

Dipl.-Ing. Norbert Frei
Wayss & Freytag Ingenieurbau AG, Frankfurt
Telefon: 069 / 79 29-350, Telefax 069 / 79 29-353

Jürgen Rasel
Teixeira Bau GmbH, Mainz
Telefon: 06131 / 329 15 71, Telefax: 06131 / 329 15 70

Stellvertretender Obmann

Dipl.-Ing. Jan Rassek
w+s bau-instandsetzung gmbh, Fuldabrück
Telefon: 0561 / 94 87 80, Telefax: 0561 / 94 87 820

Dipl.-Ing. (FH) Friedhelm Trechsler
Ö.b.u.v. Sachverständiger, Lich
Telefon: 06404 / 29 84, Telefax: 06404 / 6 31 52

Geschäftsstelle

Landesgütegemeinschaft Betoninstandsetzung und
Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e. V.
Emil-von-Behring-Straße 5, 60439 Frankfurt
Telefon: 069 / 958 09-181
Telefax: 069 / 958 09-9181
www.LGGHuT.de

Geschäftsführer

Dipl.-Ing. Hartmut Schwieger
schwieger@LGGHuT.de

Sekretariat

Ulrike Gartmann
info@LGGHuT.de

Wissenschaftlicher Beirat

Dickhaut, Heinz Dieter, Dipl.-Ing.
Schlagäckerstr. 8, 61381 Friedrichsdorf
Telefon: 06007 / 93 00-00
E-Mail: dickhaut.sv@t-online.de

Fiala, Hannes, Dipl.-Ing.
Sachverständigenbüro
Königsbergerstraße 6, 65830 Kriftel
Telefon: 06192 / 95 54 82, Telefax: 06192 / 95 54 81
ingbueroofiala@web.de

Flohrer, Claus, Prof. Dipl.-Ing.
Ingenieurbüro für Bauwesen
Hirtengasse 13, 63263 Neu-Isenburg
Telefon: 06102 / 73 37 86, Telefax: 06102 / 73 37 87
claus@flohrer.de

Hersel, Otmar, Dipl.-Ing.
Bauberatung
Am Weinberg 7a, 65719 Hofheim
Telefon: 06192 / 30 76 61, Telefax: 06192 / 30 76 60
otmar.hersel@gmail.com

Osburg, Andrea, Prof. Dr.-Ing.
Fakultät Bauingenieurwesen
F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde
Coudraystraße 11 A, 99421 Weimar
Telefon: 03643 / 58 47 13, Telefax: 03643 / 58 49 31
andrea.osburg@uni-weimar.de

Richter, Walther, Dipl.-Ing.
Wilhelmstraße 10, 65185 Wiesbaden
Telefon: 0611 / 366-3221
walther.richter@mobil.hessen.de

Schäper, Michael, Prof. Dr.-Ing.
Bausachverständiger
Adlerstraße 78, 65193 Wiesbaden
Telefon: 0611 / 532 60 85, Telefax: 0611 / 532 60 98
kontakt@prof-schaeper.de

Schulz, Rolf-Rainer, Prof. Dr.-Ing.
Frankfurt University of Applied Sciences, FB 1
Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt
Telefon: 069 / 15 33 23 34
rrschulz@fb1.fra-uas.de

Wahl, Werner, Betoningenieur
Berggasse 28, 36358 Herbstein
Telefon: 06647 / 12 96, Telefax: 06647 / 91 91 68
info@lehrbauhof.de



Wir bewahren Lebensräume

Bauwerke schützen - instandsetzen - verstärken

Wayss & Freytag Ingenieurbau AG | Bereich UT/BWE
Eschborner Landstraße 130-132 | 60489 Frankfurt am Main

Telefon 069 7929350 | Telefax 069 7929353
bauwerkserhaltung@wf.bam.com | www.wf-ib.de

Ihr tragfähiger Partner. Hörnig Bauwerkssanierung

www.hbs-sanierung.de

Konzeption und Gestaltung: www.isabell-munck.de



Hörnig
Bauwerkssanierung GmbH