

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Westendarp, Andreas**

## **Neue DafStb-Richtlinie “Instandhaltung von Betonbauteilen”**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102347>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Westendarp, Andreas (2016): Neue DafStb-Richtlinie “Instandhaltung von Betonbauteilen”. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandhaltung von Wasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 54-62.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Neue DafStb-Richtlinie „Instandhaltung von Betonbauteilen“

Dipl.-Ing. Andreas Westendarp (BAW)

### 1 Einführung

Die Instandsetzung von Bauwerken oder Bauteilen aus Beton wird in Deutschland aktuell nicht in einer nationalen Norm, sondern in einer Richtlinie des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton, der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Instandsetzungs-Richtlinie) geregelt. Diese vierteilige Richtlinie aus dem Jahr 2001 bedurfte sowohl unter fachlichen Aspekten als auch im Hinblick auf die Normenbezüge seit längerem einer Überarbeitung, die nunmehr mit der neuen DAfStb-Richtlinie „Instandhaltung von Betonbauteilen“ (Instandhaltungs-Richtlinie) als Gelbdruck vorliegt.

Für die Instandsetzung von Betonbauteilen von Wasserbauwerken gilt im Geschäftsbereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes die ZTV-W LB 219. Eine direkte Bezugnahme der ZTV-W LB 219 auf die Instandsetzungs-Richtlinie war bislang nicht möglich, weil diese Richtlinie einen zu starken Spezialisierungsgrad aufwies. Exemplarisch seien hier die Mindestanforderungen an die Zugfestigkeit des Altbetons ( $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ ) und die Druckfestigkeit von Instandsetzungsmörteln ( $\geq 45 \text{ N/mm}^2$ ) genannt. Als weitere aus ZTV-W-Sicht kritische Punkte sind die unzureichende Beschreibung der Einwirkungen, die Fokussierung auf die Bewehrungskorrosion unter Vernachlässigung der Betonkorrosion sowie das weitgehende Fehlen von Ansätzen zur Nutzungsdauer von Bauteilen und Bauwerken vor und nach einer Instandsetzung zu nennen.

Mit der neuen Instandhaltungs-Richtlinie sind viele dieser Kritikpunkte aufgenommen und behoben worden. Hierbei sind zahlreiche Elemente aus der ZTV-W LB 219 wie Einwirkungsklassen, Altbetonklassen oder Mörtel für geringerfeste Untergründe, aber auch diverse Performance-Ansätze wie beispielsweise die Frostprüfung an Betonersatzsystemen übernommen worden.

Die künftige Instandhaltungs-Richtlinie soll wie folgt gegliedert werden:

Teil 1: Planung der Instandhaltung

Teil 2: Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandhaltung und Regelungen für deren Verwendung

Teil 3: Ausführung der Instandsetzung und Überwachung

Teil 4: Prüfverfahren

Teil 5: Nachweisverfahren zur Ermittlung der Restnutzungsdauer und der Bemessung von Schichtdicken für Betonersatz bei Karbonatisierung und Chlorideinwirkung

Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte der neuen Instandhaltung-Richtlinie mit besonderem Fokus auf die Planung von Instandsetzungsmaßnahmen auf Basis des Gelbdrucks der Instandhaltungs-Richtlinie kurz dargestellt.

## 2 Teil 1: Planung der Instandhaltung

Die Instandhaltungs-Richtlinie regelt Instandhaltungsmaßnahmen für Bauteile aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton. Die übergeordneten Instandhaltungsziele sind die Erhaltung, Wiederherstellung oder Verbesserung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit für einen bestimmten Zeitraum. Die Richtlinie gilt unabhängig davon, ob die Standsicherheit aktuell oder künftig betroffen ist oder nicht.

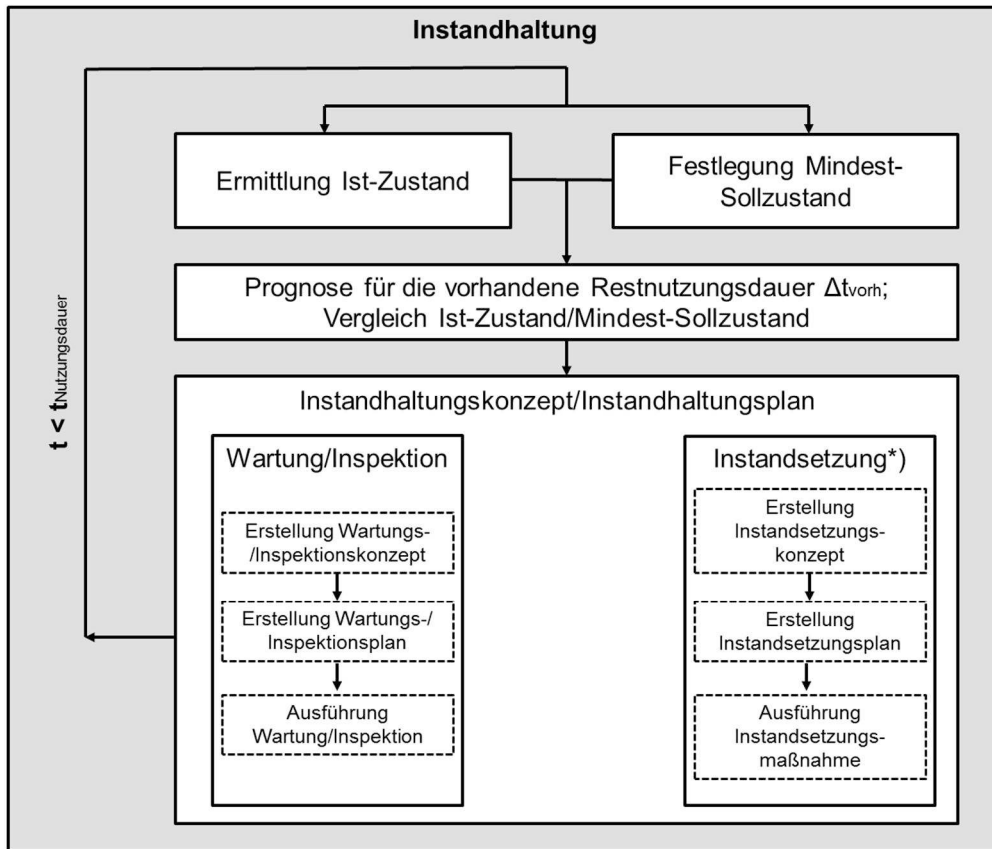
Das Anforderungsprofil an den Sachkundigen Planer, dem bereits in der Instandsetzungs-Richtlinie eine zentrale Rolle zugemessen worden ist, wird mit der Instandhaltungs-Richtlinie konkretisiert. Im Hinblick auf die Eignung des Sachkundigen Planers wird beim Deutschen Institut für Prüfung und Überwachung e. V. (DPÜ) ein Ausbildungsbeirat „Sachkundiger Planer (SKP)“ eingerichtet, der einheitliche Regelungen und Inhalte für die Aus- und Weiterbildung von Sachkundigen Planern und die erforderlichen Kenntnissnachweise festlegen soll.

Die Instandsetzungs-Richtlinie setzt voraus, dass

- jede Instandhaltungsmaßnahme geplant und die Planung durch einen Sachkundigen Planer erfolgt
- die Umsetzung des Instandsetzungsplans auftraggeberseitig in der Ausführung durch einen Sachkundigen Planer begleitet wird.

Die Instandhaltung umfasst gemäß Instandhaltungs-Richtlinie die Aspekte Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen ist in Bild 1 dargestellt. Zur sachkundigen Planung einer Instandhaltung gehören mindestens:

- Ermittlung, Darstellung und Beurteilung des Ist-Zustands des Bauwerkes bzw. Bauteils
- Festlegung des Mindest-Sollzustands aus den Anforderungen an Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verkehrssicherheit und Brandschutz
- Vergleich von Ist- und Mindest-Sollzustand und Abschätzung der Restnutzungsdauer
- Erstellung eines Instandhaltungskonzepts mit gegebenenfalls mehreren Varianten unter Berücksichtigung der Aspekte Wartung/Inspektion und Instandsetzung (inklusive Verbesserung), mit dem Ziel, eine technisch und wirtschaftlich begründete Lösung anzubieten
- Erstellung eines Instandhaltungsplans mit der detaillierten Ausarbeitung der gewählten Instandhaltungslösung.



\*) umfasst auch Maßnahmen zur Verbesserung

Bild 1: Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen (Quelle: Instandhaltungs-Richtlinie, Bild 4.2)

Die aus Umgebung und Betonuntergrund resultierenden Einwirkungen werden in der neuen Instandhaltungs-Richtlinie analog zu den Expositionsklassen in der Betonnormung und zur Vorgehensweise in der ZTV-W LB 219 künftig weitestgehend über Einwirkungsklassen abgebildet. Zur Klassifizierung des Betonuntergrunds wird die Altbetonklassensystematik aus der ZTV-W LB 219 übernommen und um eine weitere Klasse für höherwertige Betone ergänzt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene (Quelle: Instandhaltungs-Richtlinie, Teil 1, Tabelle 4.4)

	1	2	3	4
	Altbetonklasse	Druckfestigkeit <sup>1)</sup>	Oberflächenzugfestigkeit <sup>2)</sup>	
			Mittelwert	Kleinster Einzelwert
		MPa	MPa	MPa
1	A1	≤ 10	---	---
2	A2	> 10	≥ 0,8	≥ 0,5
3	A3	> 20	≥ 1,2	≥ 0,8
4	A4	> 30	≥ 1,5	≥ 1,0
5	A5	> 55	≥ 2,5	≥ 2,0

<sup>1)</sup> Mittelwert der Druckfestigkeit (Bestimmung nach DIN EN 12504-1)  
<sup>2)</sup> Kleinster Einzelwert / Mittelwert (Bestimmung nach DIN EN 1542)

Kernelement der neuen Instandhaltungs-Richtlinie bleibt die Instandsetzung von Betonbauteilen. Bei Planung, Baustoffauswahl und Ausführung von Instandsetzungsmaßnahmen sind systematisch folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems gegenüber den anstehenden Einwirkungen über die geplante Nutzungsdauer
- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des Verbundes von Instandsetzungssystem und Untergrund über Adhäsion und/oder Verankerung
- Erreichen der Instandsetzungsziele im Hinblick auf den Korrosionsschutz von Beton und Bewehrung

Im Hinblick auf das Erreichen der gesetzten Instandsetzungsziele kennt die Instandhaltungs-Richtlinie Prinzipien und Verfahren zum Schutz und zur Instandsetzung von Schäden in Beton und zum Schutz und zur Instandsetzung im Hinblick auf Bewehrungskorrosion. Diese Prinzipien und Verfahren wurden in enger Anlehnung an DIN EN 1504-9 definiert, sind aber nicht vollkommen identisch mit den dortigen Festlegungen.

Tabelle 2: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton (Quelle: Instandhaltungs-Richtlinie, Teil 1, Tabelle 5.1)

Prinzip	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen
1	2
1. Schutz gegen das Eindringen von Stoffen	1.1 Hydrophobierung
	1.3 Beschichtung
	1.4 Örtliche Abdeckung von Rissen (Bandagen)
	1.5 Füllen von Rissen oder Hohlräumen
2. Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons	2.1 Hydrophobierung
	2.3 Beschichtung
	2.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen <sup>a</sup>
3. Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	3.1 Kleinflächiger Handauftrag
	3.2 Betonieren oder Vergießen
	3.3 Spritzauftrag
	3.4 Auswechseln von Bauteilen
4. Verstärkung des Betontragwerks <sup>b</sup>	4.3 Verstärkung durch geklebte Bewehrung
	4.4 Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton
	4.5 Füllen von Rissen <sup>c</sup> oder Hohlräumen <sup>d</sup>
5. Erhöhung des physikalischen Widerstandes	5.1 Beschichtung
	5.3 Mörtel- oder Betonauftrag
6. Erhöhung des Chemikalienwiderstandes	6.1 Beschichtung
	6.3 Mörtel- oder Betonauftrag
<sup>a</sup> Verfahren gegenüber DIN EN 1504-9 neu eingeführt <sup>b</sup> auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit gegenüber dem Ist-Zustand <sup>c</sup> in der Regel zur Erhöhung der Bauteilsteifigkeit <sup>d</sup> Beinhaltet Verfahren 4.6 gemäß DIN EN 1504-9	

Tabelle 3: Prinzipien und Verfahren zum Schutz oder zur Instandsetzung von Schäden im Beton (Quelle: Instandhaltungs-Richtlinie, Teil 1, Tabelle 5.2)

Prinzipien	Geregelte Verfahren, die auf den Prinzipien beruhen
1	2
7. Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	7.1 Erhöhung der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton
	7.2 Ersatz von schadstoffhaltigem oder karbonatisiertem Beton
	7.4 Realkalisierung von karbonatisiertem Beton durch Diffusion
	7.6 Füllen von Rissen oder Hohlräumen <sup>a</sup>
	7.7 Beschichtung <sup>a</sup>
8. Erhöhung des elektrischen Widerstandes	7.8 Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) <sup>a</sup>
	8.1 Hydrophobierung
10. Kathodischer Schutz	8.3 Beschichtung
	10.1 Anlegen eines elektrischen Potentials

<sup>a</sup> gegenüber DIN EN 1504-9 ergänztes Verfahren;

Bei der Beschreibung der einzelnen Verfahren wurde soweit möglich eine einheitliche Systematik gewählt. Aus den Verfahren heraus wird auf Instandsetzungssysteme, genauer gesagt auf Oberflächenschutzsysteme, Produkte und Systeme für das Füllen von Rissen und Hohlräumen und auf Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Mörtel oder Beton (Betonersatzsysteme) verwiesen. Entsprechende tabellarische Übersichten finden sich in den Anhängen A, B und C zu Teil 1 der Richtlinie. Bei den Betonersatzsystemen werden sowohl genormte, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung bekannte Baustoffe (Beton nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2; Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551), ergänzt durch zusätzliche Anforderungen gemäß Teil 2 der Instandhaltungs-Richtlinie genutzt als auch werkmäßig hergestellte Mörtel und Betone unbekannter Zusammensetzung, deren erforderlichen Leistungsmerkmalen ebenfalls in Teil 2 der Instandhaltungs-Richtlinie geregelt sind.

Im Hinblick auf die Sicherstellung des Verbundes von Oberflächenschutzsystemen und von Betonersatzsystemen mit dem Untergrund über Adhäsion werden Mindestanforderungen im Hinblick auf die Oberflächenzugfestigkeit des Untergrundes sowie Rautiefeklassen definiert.

Hinsichtlich der Abschätzung der Restnutzungsdauer von Betonbauteilen ohne Instandsetzung und der Festlegung der erforderlichen Schichtdicken von Betonersatzsystemen in den entsprechenden Verfahren können unter dem Aspekt der carbonatisierungs- oder der chloridinduzierten Bewehrungskorrosion die Ansätze im informativen Teil 5 der Richtlinie genutzt werden.

Am Ende der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen durch den Sachkundigen Planer müssen gemäß Instandsetzung-Richtlinie „Festlegungen zur Ausführung“ stehen. Diese Festlegungen zur Ausführung müssen insbesondere beinhalten:

- Einzusetzende Systeme
- Beschreibung der Applikationsverfahren unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Witterungsbedingungen

- Sicherstellung der Standsicherheit während der Ausführung
- Besondere Anforderungen an die Qualitätssicherung
- Besondere Anforderungen an die Baustelleneinrichtung
- Besondere Anforderungen an Gerüste (z. B. Abstimmung der Gerüstbreite bei Spritzbetonarbeiten)
- Schutzmaßnahmen
- Besondere Vorgaben zum Umgang mit Gefahrstoffen
- Entsorgung

### **3 Teil 2: Merkmale von Produkten und Systemen**

In Teil 2 der Instandhaltungs-Richtlinie werden die Anforderungen an die Produkte und Systeme geregelt. Ausgangspunkt für diese Regelungen sind die Einwirkungen auf Bauwerke und Bauteile aus Betonuntergrund und Umgebung, welche gemäß Instandhaltungs-Richtlinie künftig soweit möglich über die in Teil 1 definierten Einwirkungsklassen beschrieben werden sollen. Für Betonerersatzsysteme werden beispielsweise in entsprechenden tabellarischen Zusammenstellungen in Abhängigkeit von den Altbetonklassen Leistungsmerkmale definiert, welche in jedem Fall eingehalten werden müssen (z. B. Anforderungen an die Druckfestigkeit) und ergänzend Leistungsmerkmale, welche zusätzlich je nach vorliegenden Einwirkungsklassen einzuhalten sind (z. B. Widerstand gegenüber Frosteinwirkung bei XF1 bis XF4 oder Widerstand gegenüber Chlorideindringen bei XD1 bis XD3 und bei XS1 bis XS3).

Für Instandhaltungsmaßnahmen gemäß Instandhaltungs-Richtlinie dürfen nur Produkte bzw. Systeme mit nachgewiesener Eignung hinsichtlich ihrer Beständigkeit und der Dauerhaftigkeit des Verbundes verwendet werden. Die Richtlinie definiert unter technischen Aspekten eindeutig, welche Widerstände (welche Leistungsmerkmale) diesbezüglich bei gegebenen Einwirkungen gegeben sein müssen. Bewusst offen lässt die Instandhaltungs-Richtlinie hingegen, anders als ihre Vorgängerin, die Instandsetzungs-Richtlinie, die Frage, auf welche Weise diese Nachweise zu führen sind. Hintergrund hierfür sind die zahlreichen offenen Fragen zum EuGH-Urteil zur Zulässigkeit ergänzender Anforderungen an Produkte, zu denen harmonisierte europäische Normen (hEN) bestehen, wie es zu Instandsetzungsprodukten mit der EN 1504-Reihe ja der Fall ist. Die Frage nach der Verfahrensweise bei den Eignungsnachweisen ist außerhalb der Richtlinie zu regeln. Im ungünstigsten, weil zumeist zeitaufwändigsten Fall muss dieser Nachweis projektspezifisch geführt werden. Dies bedeutet nichts anderes als einen Rückfall in die Zeit vor dem erstmaligen Erscheinen von ZTV-SIB und ZTV-RISS 1987 bzw. 1988 und den dort definierten und seither praktizierten vorlaufenden Qualitätssicherungsansätzen (Grundprüfung, Überwachung der Stoffherstellung).

#### **4 Teil 3: Ausführung der Instandsetzung und Überwachung**

Für die Ausführung der Instandhaltungsmaßnahmen von Betonbauteilen mit den möglichen Komponenten Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung ist immer eine sachkundige Planung gemäß Teil 1 dieser Richtlinie erforderlich.

Jede Instandsetzung ist auftraggeberseitig in der Ausführung durch einen Sachkundigen Planer zu begleiten.

Auf der Baustelle sind mindestens nachfolgende Unterlagen verfügbar zu halten:

- die Ist-Zustandsfeststellung und der Instandsetzungsplan, die dem ausführenden Unternehmen durch seinen Auftraggeber vor Ausführungsbeginn übergeben worden sein müssen
- das Leistungsverzeichnis
- die produkt- bzw. systemspezifischen Angaben zur Ausführung des jeweiligen Herstellers gemäß Teil 2
- die technischen Merkblätter und die Sicherheitsdatenblätter des Herstellers
- gegebenenfalls bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise

Wie bereits ihre Vorgängerin enthält die Instandhaltungs-Richtlinie umfassende Anforderungen an das Personal und die Geräteausstattung des bauausführenden Unternehmens.

Im Hinblick auf die Überwachung der Ausführung wird es künftig drei Überwachungsklassen geben:

- ÜK-I 1: Nicht standsicherheitsrelevante Instandsetzung
- ÜK-I 2: Standsicherheitsrelevante Instandsetzung
- ÜK-I 3: Verstärkung

Die Überwachungsklassen ÜK-I 1 bis ÜK-I 3 beinhalten jeweils eine Eigenüberwachung durch das ausführende Unternehmen, bei den Überwachungsklassen ÜK-I 2 und ÜK-I 3 kommt zusätzlich eine Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle hinzu. Der Umfang der Überwachung wird detailliert in Anhang A zu Teil 3 geregelt.

In Anhang B findet sich eine Zusammenstellung der erforderlichen Prüfungen während der Ausführung.

#### **5 Teil 4: Prüfverfahren**

Teil 4 enthält alle notwendigen Angaben zur Durchführung von Prüfungen an Produkten und Systemen, die nach Teil 2 der Richtlinie erforderlich sind. Außerdem werden hier diejenigen Prüfverfahren zur Bestimmung von Leistungsmerkmalen von Oberflächenschutzsystemen, Rissfüllstoffen und Betonersatzsysteme beschrieben, für welche keine Prüfnormen existieren.



Eingang gefunden haben hier aus dem Bereich des Verkehrswasserbaus folgende Prüfverfahren bzw. Verfahrensweisen:

- Beurteilung der Beständigkeit bei Meerwasserwechsellagerung (siehe ZTV-W LB 219, Anhang 5)
- Bestimmung des Chlorideindringwiderstands von Beton (siehe MCL (2012))
- Beurteilung des Frostwiderstands und des Frost-Tausalz-Widerstands (siehe MFB (2012))
- Schwindverhalten von Spritzmörtel/Spritzbeton (siehe ZTV-W LB 219, Anhang 4)
- Referenzbeton für Grundkörper A2 und A3 (siehe MSM (2012), Anhang 5)

## **6 Teil 5: Nachweisverfahren zur Ermittlung der Restnutzungsdauer und der Bemessung von Schichtdicken für Betonersatz bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung**

Der informative Teil 5 der Richtlinie enthält in Abschnitt 1 Ansätze zur Abschätzung der Restnutzungsdauer nicht instandgesetzter Betonbauteile im Hinblick auf carbonatisierungsinduzierte Bewehrungskorrosion sowie zur Bemessung der Schichtdicken zementgebundener Betonersatzsysteme in Abhängigkeit der geplanten Restnutzungsdauer. In Abschnitt 2 finden sich analoge Ansätze im Hinblick auf chloridinduzierte Bewehrungskorrosion.

Die Bestimmung der Restnutzungsdauer bei carbonatisierungsinduzierter Bewehrungskorrosion erfolgt auf Basis des Wurzel-Zeit-Gesetzes. Die Bestimmung der Restnutzungsdauer bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion sowie die Bemessung der Schichtdicken bei carbonatisierungs- und bei chloridinduzierter Bewehrungskorrosion erfolgen auf Basis von Nomogrammen, welche auf den Ergebnissen vollprobabilistischer Berechnungen basieren. Für die Schichtdickenbemessung wird als Grenzzustand das Erreichen der Carbonatisierungsfront bzw. des kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalts an der Bewehrung angenommen.

## **7 Zusammenfassung**

Die neue DAfStb-Instandhaltungs-Richtlinie

- befasst sich mit der gesamten Nutzungsphase eines Bauwerks/Bauteils,
- bietet eine deutlich allgemeingültigere Basis als die bisherige Instandsetzungs-Richtlinie,
- gilt auch für geringerfeste Betonuntergründe,
- beschreibt Einwirkungen und Widerstände deutlich systematischer und präziser,
- enthält zahlreiche Elemente der aktuellen ZTV-W LB 219 (2012),
- bietet eine gute Basis für die anstehende Neufassung der ZTV-W LB 219.

Offene Fragen bestehen insbesondere im Hinblick auf

- die Qualitätssicherung der Baustoffe,
- das Zusammenwirken mit DIN EN 1504-Reihe.

## Literatur:

- DIN EN 1504-9. DIN EN 1504-9:2008-11: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 9: Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen; Deutsche Fassung EN 1504-9:2008. Beuth-Verlag, Berlin.
- Instandsetzungs-Richtlinie. DAfStb-Richtlinie „Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Ausgabe 2001. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin.
- Instandhaltungs-Richtlinie. DAfStb-Richtlinie „Instandhaltung von Betonbauteilen“ (Instandhaltungs-Richtlinie). Gelbdruck Stand 14.06.2016. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin.
- MCL (2012). Merkblatt Chlorideindringwiderstand von Beton (Ausgabe 2012). Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.
- MFB (2012). Merkblatt Frostprüfung von Beton (Ausgabe 2012). Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.
- MSM (2012). Merkblatt Spritzmörtel/Spritzbeton nach ZTV-W LB 219, Abschnitt 5 (Ausgabe 2012). Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.
- ZTV-W LB 219. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Schutz und Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219), Ausgabe 2013. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt.

