

oemig + stark	
Ingenieurgesellschaft mbH	
Geschäftsführende Gesellschafter Bernd Stark Florian Kettner	Ehem. Gesellschafter (Berater) Hans-Werner Oemig
oemig + stark Westring 455 24118 Kiel	0431 / 3 05 57-0 info@os-ing.de www.os-ing.de
Handelsregister: HRB 20233 KI Amtsgericht Kiel	
Bordesholmer Sparkasse IBAN: DE03 2105 1275 0010 0018 54 / BIC: NOLADE21BOR	

Instandsetzungskonzept

25 / 2583

Tiefgarage Neues Rathaus Büdelsdorf
(ehem. IKK-Gebäude)

Objekt:

Neues Rathaus Büdelsdorf (ehem. IKK-Gebäude)
Parkallee 21
24782 Büdelsdorf

Auftraggeber:

Stadt Büdelsdorf
Bürgermeister- und Stadtvertretungsbüro
Der Bürgermeister
Am Markt 1
24782 Büdelsdorf

Kiel, 23. März 2026

Inhaltsverzeichnis:

0. Literaturverzeichnis	3
1. Veranlassung / Aufgabenstellung	4
2. Ermittlung des IST-Zustandes	4
2.1. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse nach [15]	4
2.1.1. Stützen	4
2.1.2. Wände	5
2.2. Umgebungs- und Nutzungsbedingungen	5
3. Instandsetzungsziele	6
3.1. Allgemeine Vorgaben	6
3.2. Mindestsollzustand / Restnutzungsdauer / Abnutzungsvorrat	6
3.3. SOLL-Zustand nach der Instandsetzung	8
4. Instandsetzungsprinzipien und -verfahren	10
4.1. Stützenbauteile	10
4.2. Wandbauteile	10
4.3. Handlungsabfolge / Arbeitsablauf	12
4.3.1. Stützenbauteile	12
4.3.2. Wandbauteile	13
5. Sicherstellung des Erfolges der Instandsetzung	14
5.1. Beständigkeit des Instandsetzungssystems	14
5.2. Dauerhaftigkeit des Verbundes	14
5.3. Witterungsbedingungen / Betonfeuchte / Temperaturen	15
5.4. Prüfungen durch den Ausführenden zur Qualitätssicherung	15
5.4.1. Überwachung durch das ausführende Unternehmen	16
5.4.2. Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle	16
6. Zusammenfassung	17

Der Instandsetzungsplan umfasst 17 Seiten. Die Unterlage darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf in jedem Einzelfall der schriftlichen Genehmigung des Verfassers. Die Unterlage wurde objektbezogen erstellt und gilt daher nur für das betrachtete Objekt. Eine Übertragung auf andere, auch scheinbar vergleichbare Objekte ist grundsätzlich nicht möglich.

0. Literaturverzeichnis

Vorschriften und Literaturstellen

- [1] Technische Regel – Instandhaltung von Betontragwerken (TR Instandhaltung) Teil 1 und 2. Deutsches Institut für Bautechnik, Fassung Mai 2020
- [2] Richtlinie zum Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie - RiLiSIB), Herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), Ausgabe Oktober 2001
- [3] Eurocode 2: DIN EN 1992-1-1, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau:2011-01, inkl. Nationaler Anhang DIN EN 1992-1-1/NA, National festgelegte Parameter:2011-01
- [4] DIN 1045-1: 2008-08, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [5] DIN 1045: 1988-07, Beton und Stahlbeton: Bemessung und Ausführung
- [6] Schutz und Instandsetzung von Betontragwerken: Grundlagen, Planung und Instandsetzungsprinzipien nach neuer Norm. Raupach, Michael; Orlowski, Jeanette. Verlag Bau + Technik GmbH, Düsseldorf 2008
- [7] Verwaltungsvorschrift – Technische Baubestimmungen für das Land Schleswig-Holstein (VV TB SH), Ausgabe März 2025
- [8] Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: 3. Überarbeitete Ausgabe, Fassung Januar 2018
- [9] DBV-Heft 39 - Ist-Zustandserfassung von Parkbauten in Betonbauweise: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: Fassung Januar 2017
- [10] DBV-Heft 42 – Ausführungsvarianten für dauerhafte Bauteile in Parkbauten - Beispielsammlung: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: Fassung Januar 2019
- [11] DBV-Heft 46 – Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen in Parkbauten – Hintergründe und Erläuterungen zum DBV-Merkblatt (Fassung 2018): Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: Fassung Januar 2021
- [12] Sanierung von Tiefgaragen und Parkhäusern: Schäden – Ursachen - Maßnahmen. Reul, Horst. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011
- [13] Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Parkhaus- und Bodenbeschichtungen: Deutsche Regelwerke, europäische Normen, Umsetzung, Anwendungen und Erfahrungen, Praxis. Stöckl, Franz und 9 Mitautoren. Expert Verlag, Renningen 2006
- [14] Parkhäuser – aber richtig: Ein Leitfaden für Bauherren, Architekten und Ingenieure, 3. Überarbeitete Fassung. Bayer, Edwin. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf 2006

Sonstige Unterlagen und Informationen

- [15] Ergänztter Zustandsbericht 25/2583 zu Betonschäden in der Tiefgarage Neues Rathaus Büdelsdorf (ehem. IKK-Gebäude). oemig + stark Ingenieurgesellschaft mbH vom 18.02.2026
- [16] Sachstand der statischen Bewertung zur Betoninstandsetzung in der Tiefgarage. oemig + stark Ingenieurgesellschaft mbH vom 13.03.2026

Weiter sind die aktuellen technischen Vorschriften zugrunde gelegt worden, die als anerkannte Regeln der Technik angesehen werden. Hierzu gehören Normen, Richtlinien und andere Regelwerke. Die genannten Normen und Richtlinien gelten dabei in ihrer aktuellen Fassung, sofern es nicht anders angegeben wird.

Die obige Auflistung der Rechtsvorschriften entbindet die an der Planung und dem Bau Beteiligten nicht davon, auch weitere, nicht aufgelistete Rechtsvorschriften oder technische Regeln mit Anforderungen an den Brandschutz bei der Bauausführung zu berücksichtigen.

1. Veranlassung / Aufgabenstellung

Nach dem Erwerb des ehemaligen IKK-Gebäudes durch die Stadt Büdelsdorf soll das Objekt als neues Rathaus hergerichtet werden. An den Stahlbetonbauteilen der Tiefgarage sind Schäden im Sockelbereich der Stützen und Wände vorhanden.

Die oemig + stark Ingenieurgesellschaft mbH ist beauftragt worden, die Untersuchungen durchzuführen bzw. zu begleiten, die Ergebnisse auszuwerten und einen Sanierungsvorschlag zu erarbeiten. Dabei gehen zum einen der visuelle Zustand der Bauteile und zum anderen die Ergebnisse der betontechnologischen Untersuchung der Fa. Hupfer Ingenieure in die Beurteilung ein. Die Ermittlung des Ist-Zustandes ist durchgeführt und in einem Zustandsbericht [15] dokumentiert worden.

Wesentliche Grundlage für die Beurteilung ist neben den bauwerksspezifischen Informationen die Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) des DIBt vom Mai 2020 [1], die ihrerseits eine eingeführte technische Baubestimmung ist.

Das vorliegende Instandsetzungskonzept behandelt die möglichen Prinzipien und Verfahren zur Sanierung der Stützen- und Wandbauteile in der Tiefgarage.

2. Ermittlung des IST-Zustandes

2.1. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse nach [15]

Eine Objektbeschreibung und ausführliche Erläuterungen zum Ist-Zustand der Tiefgarage sind zusammen mit den Bauteilbezeichnungen dem Zustandsbericht [15] zu entnehmen. Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass sich der maßgebende Instandsetzungsaufwand auf die Sockelbereiche der aufgehenden Bauteile beschränkt. Darüber hinaus gibt es lediglich vereinzelte Risse in den Wandscheiben (voraussichtlich als Folge von Schwindprozessen aus dem frühen Bauteilalter), einen Riss in der Wand an der Garageneinfahrt (als Folge der überbauten Bewegungsfuge zwischen den beiden Garagenbereichen) und partielle Betonabplatzungen infolge Bewehrungskorrosion am abgesetzten Auflager der Bauteilfuge. Folgend werden die vorgefundenen Schäden und Mängel an den Stützen- und Wandbauteilen kurz zusammengefasst.

2.1.1. Stützen

Die achteckigen Fertigteilstützen S1 bis S4 des nichtüberbauten Garagenteils (Bereich 2), die achteckigen Fertigteilstützen S5 und S6 des überbauten Garagenteils (Bereich 1) sowie die runden Ort betonstützen S12 bis S14 zeigen teilweise Risse und Korrosionsspuren an den Bauteiloberflächen im Sockelbereich. Bauteilöffnungen haben gezeigt, dass die Bewehrung stark korrodiert ist, teilweise ist die Bügelbewehrung an den Rundstützen komplett durchgerostet. Es gibt Anzeichen von Lochfraßkorrosion.

An allen o.g. Stützen sind im Bereich der Bewehrungslage Chloridkonzentrationen von mehr als 0,5 M-% bezogen auf den Zementgehalt ermittelt worden, der als kritische Grenze für die Gefahr einer chlorid-induzierten Bewehrungskorrosion angesehen wird.

Die Betonfestigkeit der Fertigteilstützen ist erwartungsgemäß hochwertig einzustufen. Die Rundstützen haben zumindest im Sockelbereich augenscheinlich eine minderfeste Betonqualität.

Die achteckigen Fertigteilstützen stehen auf Mörtelfugen. Im Falle der Stütze S4 ist festgestellt worden, dass diese Mörtelfuge im Stützenkern eine große Hohllage aufweist.

Die Fertigteilstützen S7 bis S11 im Garagenbereich 2 sind augenscheinlich schadensfrei. Die Chloridbelastung in diesen Bauteilen ist unauffällig.

2.1.2. Wände

Augenscheinlich ist nur der Wandbereich neben der Garageneinfahrt (WA4) von korrodierender Bewehrung betroffen. Hier stand die Bevorratung des Streugutes. Die Ermittlung der Chloridbelastung hat ergeben, dass es Bereiche mit Chloridkonzentrationen von mehr als 0,5 M-% gibt. Eine Potentialfeldmessung im Sockelbereich aller Wände der Tiefgarage hat gezeigt, dass die Potential insgesamt niedrig sind, was auf eine unedle Umgebung hinweist, in der die Gefahr einer aktiven Bewehrungskorrosion gegeben ist. Dies konnte durch mehrere Bauteilöffnungen zur Freilegung und Begutachtung der Bewehrung bestätigt werden. In wenigen Fällen liegt schon eine deutliche Rostbildung, zum Teil in Form von Lochfraßkorrosion vor. Zumeist ist der Schädigungsgrad an der Bewehrung allerdings noch gering und der Schadensprozess noch am Beginn.

2.2. Umgebungs- und Nutzungsbedingungen

Die Zusammenstellung der Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund werden folgend für die beiden Bauteilgruppen Stützen und Wände im Sockelbereich vorgenommen, an denen eine Betoninstandsetzung nach derzeitigem Kenntnisstand erforderlich ist.

Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung
Einwirkungen aus der Umgebung	
XALL	Einwirkung auf das Bauwerk bzw. Bauteil mit Auswirkungen auf das Instandsetzungssystem und dessen Verbund zum instand zu setzenden Bauteil, welche nicht durch die nachfolgenden Expositionsklassen abgebildet werden; bewehrungskorrosionsfördernde Stoffe aus dem Instandsetzungssystem
XC3	Bewehrungskorrosion infolge Carbonatisierung - mäßige Feuchte, oberhalb von einem Meter über Pflasterbelag wird nicht mehr mit aufsteigende Feuchte gerechnet, klimatische Raumbedingungen analog zu Feuchträumen möglich.
XD1	Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride – mäßige Feuchte, bis zu 50 cm oberhalb des Pflasterbelages
XD2	Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride – nass, selten trocken, vertikale Oberflächen unterhalb des Pflasterbelages (auch horizontale Flächen mit Gefälle)
XD3	Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride – wechselnd nass und trocken, horizontale (waagerechte) Oberflächen unterhalb des Pflasterbelages
WF	Häufig feuchter Beton, oberhalb von einem Meter über Pflasterbelag wird nicht mehr mit aufsteigende Feuchte gerechnet, klimatische Raumbedingungen analog zu Feuchträumen möglich.
Einwirkungen aus dem Untergrund	
XSTAT	Statisch mitwirkend
XBW1	Rückseitige Durchfeuchtung (keine Durchströmung) oder erhöhte Restfeuchte hier: ggf. infolge des am Stützen- bzw. Wandfuß anstehenden Wassers und der kapillar aufsteigenden Feuchte, bei Außenwänden zudem durch den anstehenden Boden möglich.

Bei Verwendung geeigneter Oberflächenschutzsysteme entfallen die Expositionsklassen XD für das jeweilige Betonbauteil.

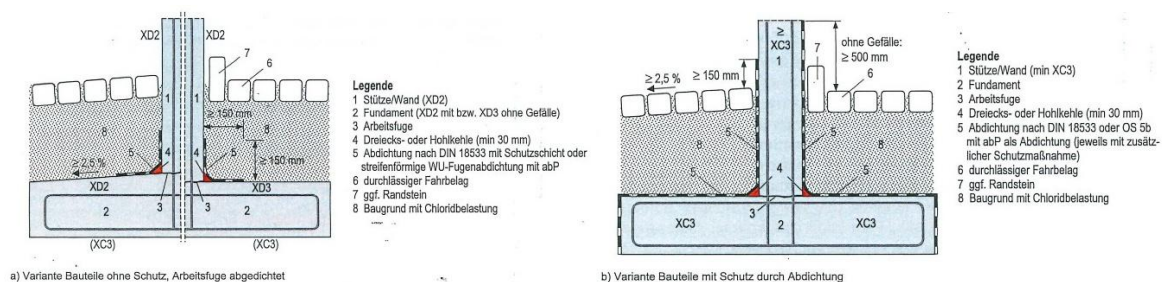


Abb. 1: Stb.-Bauteile unter durchlässigen Fahrbelägen (Quelle [8])

3. Instandsetzungsziele

3.1. Allgemeine Vorgaben

Das maßgebende Regelwerk ist die Technische Regel – Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) [1], die hinsichtlich der Planung und Umsetzung von Instandsetzungsmaßnahmen umzusetzen ist. Die TR Instandhaltung [1] ändert und ergänzt die DAfStb-Richtlinie – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie) [2], die in den Teilen allerdings gültig bleibt, welche durch die TR Instandhaltung [1] nicht ausdrücklich geändert wird.

Aufgrund der Bauweise des Objektes als Stahlbetontragwerk sind die Anforderungen der DIN EN 1992-1 und der Vorgängernormen DIN 1045 zu beachten. Vor allem hinsichtlich der Bauzustände sind die statisch relevanten Angaben zu berücksichtigen.

Die Instandsetzungsarbeiten im Sinne der TR-Instandhaltung sind durch besonders ausgebildetes Personal (z.B. SIVV-Schein) auszuführen.

Als standsicherheitsrelevant im Sinne der TR Instandhaltung [1] sind alle Maßnahmen einzustufen, die zur Wiederherstellung oder zum Erhalt der Standsicherheit über den Zeitraum der planmäßigen Nutzungsdauer erforderlich sind. Von den Anforderungen dieser Technischen Regel hinsichtlich der Produkte bzw. Systeme, der Instandsetzungsplanung und der Überwachung der Ausführung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle darf nur dann abgewichen werden, wenn durch den sachkundigen Planer schriftlich und begründet dargelegt wird, dass die Standsicherheit des Bauteils oder des Bauwerks innerhalb dieser Nutzungsdauer nicht beeinträchtigt ist. Eine Gefährdung der Standsicherheit liegt auch dann vor, wenn ein Schaden mit großer Wahrscheinlichkeit innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer zu erwarten ist.

Die vorliegenden Schäden haben direkten Einfluss auf die Standsicherheit des Bauwerks. Die Instandsetzungsmaßnahmen sind somit standsicherheitsrelevant. Die Anmeldung der Instandsetzungsmaßnahme bei einer anerkannten Überwachungsstelle ist erforderlich.

3.2. Mindestsollzustand / Restnutzungsdauer / Abnutzungsvorrat

Der Mindestsollzustand beschreibt die Abnutzungsgrenze, unter der die Nutzung bzw. die Standsicherheit eines Bauwerks oder Bauteile nicht mehr uneingeschränkt gegeben ist. Im Laufe der Zeit ab der Neuerrichtung eines Objektes verschlechtert sich der Zustand eines Objektes, die Kurve des IST-Zustandes verläuft nach unten auf die Abnutzungsgrenze zu (siehe folgende Abbildung). Liegt der IST-Zustand auf dieser Abnutzungsgrenze, entspricht er somit dem Mindestsollzustand. Die vorhandene Restnutzungsdauer ist aufgebraucht.

Durch eine Wartung lässt sich die Steilheit der abfallenden IST-Zustandskurve abflachen und die vorhandene Restnutzungsdauer erhöhen. Mit einer Instandsetzungsmaßnahme wird der Abnutzungsvorrat (= Abstand zwischen IST-Zustand und Abnutzungsgrenze zum Zeitpunkt t) vergrößert und die vorhandene Restnutzungsdauer verlängert bzw. wieder hergestellt.

Durch eine ganzheitliche Instandhaltungsplanung, die neben der Instandsetzung auch die Inspektion und Wartung beinhaltet, ist zu gewährleisten, dass der IST-Zustand den Mindestsollzustand (Abnutzungsgrenze) während der gesamten Nutzungsdauer zu keinem Zeitpunkt unterschreitet.

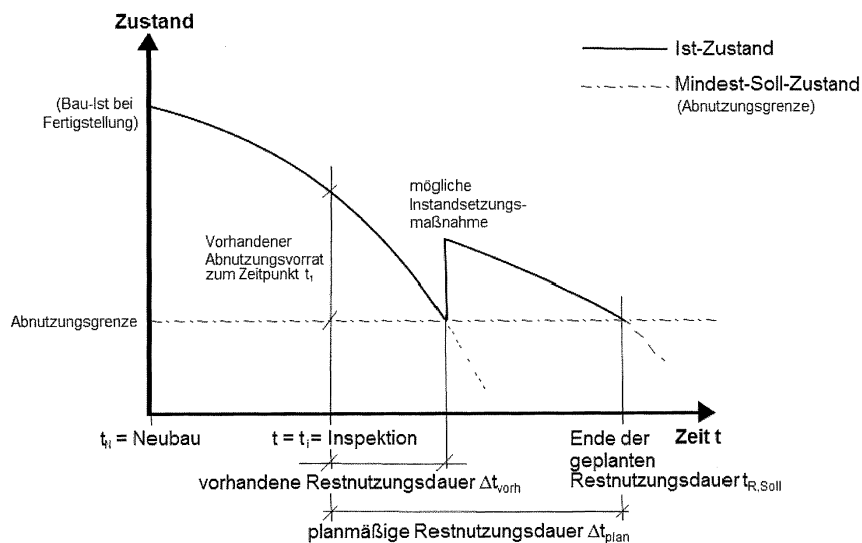


Abb. 1: Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks (Quelle [1])

Beispielhaft können die Begrifflichkeiten an einem Stahlbetonbauteil hinsichtlich der Chloridbelastung und des Schutzes der Bewehrungslage verdeutlicht werden.

Begriff nach TR-Instandhaltung	Übertragung auf Zustand Stahlbetonbauteil
Bau-Ist bei Fertigstellung	Bewehrung ist korrosionsfrei, voller planmäßiger Bewehrungsquerschnitt, keine Chloridbelastung
IST-Zustand zum Zeitpunkt t	Eindringtiefe und Konzentration von Chloriden, ggf. Korrosionsgrad und Anteil des Querschnittsverlustes am Bewehrungsquerschnitt zu einem bestimmten Zeitpunkt
Abnutzungsgrenze	Die Bewehrung liegt im kritisch chloridbelasteten Milieu (d.h. > 0,5 M-%). Die Bewehrung korrodiert, Verlust des Verbundes zwischen Bewehrung und Beton infolge Abplatzungen/Rissbildung, Querschnittsverlust an der Bewehrung bis auf das statisch erforderliche Maß (erf. $A_s/vorh.$ $A_s = 1$), Lochfraßbildung.
Abnutzungsvorrat zum Zeitpunkt t	Abstand des tatsächlichen Chloridgehaltes zum kritischen Chloridgehalt von 0,5 M-%, ggf. Reserve des vorh. Bewehrungsquerschnitts (erf. $A_s/vorh.$ $A_s < 1$) zu einem bestimmten Zeitpunkt.
vorh. Restnutzungsdauer Δt_{vorh}	prognostizierter Zeitraum, innerhalb dessen der kritische Chloridgehalt im IST-Zustand die Bewehrungslage erreichen wird. (Der Zeitraum des eintretenden Querschnittsverlustes an der Bewehrung infolge Korrosion bis zum kritischen Maß ist von vielen äußeren Umständen abhängig und daher nicht ermittelbar. Dies geht nicht in die Ermittlung der vorh. Restnutzungsdauer ein.)
planmäßige Restnutzungsdauer Δt_{plan}	prognostizierter Zeitraum, innerhalb dessen der kritische Chloridgehalt nach einer Instandsetzungsmaßnahme die Bewehrungslage erreicht.
Ende der Restnutzungsdauer	Ohne Instandsetzung ist keine Nutzung möglich. Das Bauteil ist abzubrechen.

Bei dem derzeitigen Schadensbild muss sowohl für die Stützen S4 bis S7 sowie S12 bis S14 als auch für die Wände angenommen werden, dass der Mindestsollzustand bereits erreicht ist. Wie im Abschnitt 2.1 beschrieben, zeigen die Bauteile teils erhebliche Schäden wie z.B. Betonabplatzungen, Bewehrungskorrosion mit Lochfraßbildung und Querschnittsverlust. Daher wird angenommen, dass die Abnutzungsgrenze für diese Bauteile erreicht ist. Ein konkreter Abnutzungsvorrat ist nicht gesichert festzulegen. Eine Restnutzungsdauer ist ohne Instandsetzung nicht mehr vorhanden.

Auf die statisch-konstruktiven Mängel an den Stützenbauteilen, die auch ohne die Betonschäden vorliegen, wird verwiesen (siehe hierzu Sachstand der statischen Bewertung zur Betoninstandsetzung in der Tiefgarage vom 13.03.2026 [16]).

Für Betonflächen oberhalb der Sockelbereiche wird nach derzeitigem Kenntnisstand kein Instandsetzungsbedarf gesehen. Mit einer kritischen Chloridbelastung ist ab einer Höhe von über 50 cm

oberhalb des Pflasterbelages nicht zu rechnen. Dies haben auch die zusätzlichen Chloridproben an den Stützen S1 und S4 bestätigt.

Darüber hinaus zeigen die Untersuchungen, dass die Carbonatisierung noch nicht bis in die Tiefenbereiche der Bewehrung vorgedrungen ist. In der Regel liegt noch ein deutlicher Abstand zwischen der Carbonatisierungsfront und der Bewehrungslage vor. Die Prognose des weiteren Carbonatisierungsfortschritts zeigt, dass mit einer Depassivierung des Bewehrungsstahls vor Ablauf der Restnutzungsdauer (50 Jahre, s. u.) nur in wenigen der untersuchten Stellen zu rechnen ist. Berücksichtigt man, dass erst nach der Carbonatisierung des Betons am Bewehrungsstahl ohne Chloride ein Korrosionsprozess ablaufen kann, ist für die Dauer der Restnutzung ein ausreichender Abnutzungsvorrat auch ohne zusätzliche Oberflächenbeschichtung anzunehmen. Sofern ein optischer Anstrich der Betonoberflächen oberhalb der Spritzwasserzone (50 cm über OK Pflasterbelag) erfolgen soll, wird empfohlen, diesen in der Qualität eines Oberflächenschutzsystems (OS2 oder OS4 nach TR-Instandhaltung) auszuführen.

Auswertung Carbonatisierungstiefe

Stelle	dk (30 Jahre)	k	dk (80 Jahre)	c	Delta
	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
C S 1	13	2,373	21,2	27	5,8
C S 2	2	0,365	3,3	27	23,7
C S 3	11	2,008	18,0	24	6,0
C S 4	2	0,365	3,3	24	20,7
C S 5	5	0,913	8,2	30	21,8
C S 6	2	0,365	3,3	30	26,7
C S 7	12	2,191	19,6	28	8,4
C S 8	20	3,651	32,7	21	-11,7
C S 9	10	1,826	16,3	33	16,7
C S 10	17	3,104	27,8	34	6,2
C S 11	9	1,643	14,7	27	12,3
C S 15	11	2,008	18,0	32	14,0
C S 16	8	1,461	13,1	30	16,9
C S 17	18	3,286	29,4	27	-2,4
C S 18	9	1,643	14,7	25	10,3
C S 19	9	1,643	14,7	25	10,3
C S 20	10	1,826	16,3	31	14,7
C S 21	14	2,556	22,9	27	4,1
C W 1	19	3,469	31,0	29	-2,0
C W 2	18	3,286	29,4	27	-2,4
C W 3	14	2,556	22,9	27	4,1
C W 4	17	3,104	27,8	30	2,2
C W 5	2	0,365	3,3	29	25,7
C W 6	5	0,913	8,2	15	6,8

dk (30 Jahre)	Ermittelte Carbonatisierungstiefe (30 Jahre Bauteilalter)
k	Materialkonstante ($k = dk/30^{0,5}$)
dk (80 Jahre)	prognostizierte Carbonatisierungstiefe nach weiteren 50 Jahren ($dk = k \cdot 80^{0,5}$)
c	Ermittelte Betondeckung
Delta	Differenz $c - dk(80 \text{ Jahre})$

3.3. SOLL-Zustand nach der Instandsetzung

Ziel der geplanten Instandsetzungsmaßnahme soll die Wiederherstellung der geschädigten Bauteile sein, um eine ausreichende Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und die Verkehrssicherheit in der unmittelbaren Umgebung gewährleisten zu können. Für die planmäßige Restnutzungsdauer Δt_{plan} wird ein Zeitraum von 50 Jahren vorausgesetzt.

Im Zustandsbericht [15] wird die Instandsetzungsvariante zur Repassivierung des Stahls vorrangig erläutert. Dabei muss der chloridbelastete Beton entfernt und durch neuen Reprofilierungsmörtel ersetzt werden. Statische Untersuchungen (siehe [16]) haben mittlerweile ergeben, dass der erforderliche Bauzustand mit der freigelegten Bewehrung im Sockelbereich ohne umfangreiche Sicherungs- und Abstützungsmaßnahmen keine ausreichende Tragfähigkeit besitzt. Es ist dabei aus statisch-konstruktiver

Sieht auch zu befürchten, dass infolge der Lastumlagerungen, die zwischen Ist-Zustand – Bauzustand – Endzustand stattfinden müssen, Verformungen am Tragwerk eintreten können, die zu Rissbildungen führen und auch Auswirkungen auf das aufgehende Gebäude haben. Zudem ist die Tragfähigkeit der Stützen aufgrund von konstruktiven Mängeln im Bestand rechnerisch nicht mit der erforderlichen Sicherheit gegeben, sodass eine statisch begründete Verstärkung der Stützenquerschnitte notwendig ist. Da die Instandsetzung der Stützenbauteile auch aufgrund statischer Mängel zu erfolgen hat, wird der Sollzustand der Stützenbauteile nicht durch ein Instandsetzungsverfahren nach TR Instandhaltung [1] wieder hergestellt, sondern durch einen umschnürenden Ersatzquerschnitt, der Kräfte aus den Bestandsstützen aufnehmen und in die Gründung weiterleiten soll.

Der Verbleib des chloridbelasteten Betons und der korrodierenden Bewehrung im Bestandsquerschnitt der Stützen ist aus technischer Sicht unkritisch, da sowohl die Chloride als auch die Korrosion nach der Instandsetzung keine Relevanz für die Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit mehr haben. Der Gefahr der Remigration der Chloride aus dem Bestandsquerschnitt in den neuen Ersatzquerschnitt wird dadurch begegnet, dass die neue Bewehrung des Ersatzquerschnitts aus Edelstahl besteht.

Zur Instandsetzung der Wandbauteile wird weiterhin der Austausch des chloridbelasteten Betons vorgesehen, wobei korrodierte Bewehrung entrostet wird und ggf. Bewehrungsergänzungen mindestens bis zum äquivalenten Bewehrungsgrad erforderlich werden können. Der Betonquerschnitt wird mindestens bis zur ursprünglichen Geometrie reprofiliert. Dabei sind heute gültige Angaben zur Betondeckung zu beachten, wodurch die Bauteilquerschnitte nach erfolgter Instandsetzung zum Teil auch größer sein können als im ursprünglichen Zustand.

Zusätzlich werden Maßnahmen ergriffen, die das zukünftige Eindringen von Feuchtigkeit in die Bauteile behindern (Oberflächenschutzsystem).

Nach der Instandsetzung der geschädigten Stützen- und Wandsockel in der Tiefgarage soll die Nutzbarkeit und Standsicherheit für den Zeitraum der planmäßigen Restnutzungsdauer gewährleistet sein. Der IST-Zustand darf demnach bis zum Ende der geplanten Restnutzungsdauer die Abnutzungsgrenze nicht unterschreiten.

Für die Ausbildung des Ersatzquerschnitts bzw. der Reprofilierung sind die Expositionsklassen nach Abschnitt 2.2 zu berücksichtigen. Die Sockelbereiche erhalten bis in eine Höhe von mindestens 50 cm über dem Pflasterbelag ein Oberflächenschutzsystem, sodass die Expositionsklassen XD unberücksichtigt bleiben können.

Die Restnutzungsdauer für die geplanten Instandsetzungsmaßnahmen soll durch das Herstellen einer ausreichenden Betondeckung von $c_{\text{nom}} = 3,5$ cm (analog DIN EN 1992-1-1 [3] für Expositionsklasse XC3) erreicht werden. Mit der Verwendung von nichtrostendem Bewehrungsstahl kann die Betondeckung reduziert werden (i.d.R. Stabdurchmesser zzgl. Vorhaltemaß).

Zusätzlich zu den vertikalen Flächen der aufgehenden Bauteile ist das Oberflächenschutzsystem auch auf den horizontalen Flächen der Fundamente aufzubringen. Ursprünglich sollte die gesamte Oberfläche der Fundamente geschützt werden. Nach Freilegung der Fundamentoberflächen hat sich durch Abscannen der Betonflächen gezeigt, dass in Tiefenlagen bis mindestens 6 cm keine Bewehrung vorliegt. Daher kann aus konstruktiver Sicht auf eine ganzflächige Beschichtung der Fundamentoberseiten verzichtet werden. Dabei ist ein Ableiten von eingesickertem Wasser auf der Oberseite der Fundamente von den Stützen weg durch ein Gefälle vorzusehen.

Es verbleibt die Anforderung, dass die aufgehende Beschichtung über eine Dreiecks- oder Hohlkehle auf die Fundamentoberseiten und dort umlaufend mindestens 15 cm weiter geführt wird (siehe Abb. 1 a).

Aufgrund der vorgefundenen Breite der Streifenfundamente wird das Oberflächenschutzsystem der Wände bis zur Innenkante der Fundamente appliziert.

4. Instandsetzungsprinzipien und -verfahren

4.1. Stützenbauteile

Wie im Abschnitt 3.3 erläutert, wird zur Erzielung der Instandsetzungsziele eine Umschnürung der Bestandsstützen mit einem statischen Ersatzquerschnitt hergestellt. Hierdurch wird die Tragfähigkeit der Stützenbauteile ertüchtigt. Die Planung sieht einen Schutz der neuen Konstruktion gegen die Belastung aus Chloriden vor. Zur Ausbildung der Ersatzquerschnitte siehe [16] und die noch zu erbringende Ausführungsplanung hierzu.

Es werden zusätzlich zur Herstellung der Bauteilverstärkungen folgende Prinzipien und Verfahren nach TR Instandhaltung [1] angewendet:

Bauteile	Prinzip	Verfahren
Nur Fertigteilstützen	Prinzip Nr. 4: Verstärkung des Betontragwerks	Verfahren 4.5: Füllen von Rissen oder Hohlräumen
Alle Stützensockel und Fundamente	Prinzip Nr. 7: Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	Verfahren 7.7: Beschichtung

Das Verfahren 4.5 dient der Ertüchtigung der Tragfähigkeit der Stützen im Bereich der Mörtelfuge zwischen Stützenfuß und Fundament. Das Verfahren ist durch Injektion mit hydraulischen Bindemitteln [F-I (H)] durchzuführen.

Das Verfüllen erfolgt über Bohrpacker, die von oben unter einem Winkel von 45° durch die Lagerfuge gesetzt werden. Über die Bohrpacker wird der Füllstoff aus Zementleim in etwaige Hohlräume und Risse gepresst.

Das Verfahren 7.7 stellt den Abschluss der Instandsetzungsmaßnahmen dar. Es wird zum Schutz gegen das erneute Eindringen von Kohlendioxid (CO₂) und Chloriden (Cl) eingesetzt.

Hierzu können bituminöse Abdichtungen nach DIN 18533 (Abdichtung von erdberührten Bauteilen) zur Anwendung kommen. Demgegenüber ist aber auch ein Oberflächenschutzsystem OS5b gleichwertig, sofern die Dauerhaftigkeit für die Verwendung unter Pflasterbelägen durch den Hersteller nachgewiesen werden kann. Beide Varianten der Abdichtung sind bis zur Oberkante des Pflasterbelages durch Schutzmaßnahmen (z.B. Noppenbahn, Geotextil oder Bautenschutzmatte) vor dem anstehenden Bettungsmaterial zu schützen.

Das Oberflächenschutzsystem ist auch auf die Fundamente zu führen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.3).

4.2. Wandbauteile

Zur Erzielung der Instandsetzungsziele werden zum Schutz und zur Instandsetzung geschädigter Bewehrung folgende Prinzipien und Verfahren nach TR Instandhaltung [1] angewendet:

Bauteile	Prinzip	Verfahren
Außenwandsockel	Prinzip Nr. 7: Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	Verfahren 7.2: Ersatz von chloridhaltigem Beton
Wandsockel und Fundamente	Prinzip Nr. 7: Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	Verfahren 7.7: Beschichtung

Bei dem Verfahren 7.2 wird nach dem Betonabtrag ein zementgebundener Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung im Spritzverfahren (SRC oder SRM) auf die instand zu setzenden Bauteile ohne zusätzliche Verankerung aufgebracht. Mit diesem Verfahren wird das Ziel verfolgt, die Passivität der Bewehrung wiederherzustellen und über die Restnutzungsdauer zu erhalten.

Der Verbund zum Untergrund erfolgt ausschließlich über Adhäsion. Die Anwendung ist für Altbetonklasse A3 und A4 (siehe [15]) zugelassen.

Für die eingesetzten Baustoffe muss eine Eignung für den Einsatz auf senkrechten Oberflächen nachgewiesen werden.

Die maximale Schichtdicke beträgt 60 mm. Die Angaben der Produkthersteller sind zu beachten. Der Betonersatz ist somit in mehreren Schichten einzubringen (Reprofilierungstiefe 80 bis 100 mm). Die Oberfläche ist abschließend abzuziehen, wobei keine Glättung erfolgen darf.

Der Altbeton mit Chloridgehalten oberhalb des kritischen, korrosionsauslösenden Wertes ist vollständig zu entfernen (siehe Abb. 2). Bei großen Chlorideindringtiefen muss der Beton bis mindestens 30 mm hinter die Bewehrung entfernt werden. 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.

Aufgrund der Chloridprofile nach [15] wird davon ausgegangen, dass im vorliegenden Fall ein Abtrag bis auf 30 mm hinter der Bewehrung erforderlich ist. Die Chloridkonzentrationen dahinter liegen aber deutlich unterhalb der 1,5 m.-%-Grenze, sodass die Anwendungsgrenze des Verfahrens eingehalten wird.

Das Größtkorn des Betonersatzes ist auf die Abtragstiefe hinter der Bewehrung abzustimmen. Es darf maximal 1/3 der Abtragstiefe, also 10 mm betragen.

Stahloberflächen sind so zu behandeln, dass im gesamten freigelegten Bereich mindestens ein Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 erreicht wird. Höhere Anforderungen gemäß Herstellerangaben sind zu beachten.

Bei Betonersatz mit unbekannter Zusammensetzung (SRM oder SRC), die die Anforderungen gemäß Merkmal „Carbonatisierungsfortschritt“ nach Teil 2 der Technischen Regel, Tabellen C.2 bis C.3 erfüllen, beträgt die erforderliche minimale Betondeckung c des Betonersatzes auf der sicheren Seite liegend für die Expositionsklasse XC3:

$$c_{\min} = 20 \text{ mm.}$$

Zuzüglich eines erforderlichen Vorhaltemaßes ergibt sich eine erforderliche Betondeckung von:

$$c_{\text{nom}} = c = 35 \text{ mm.}$$

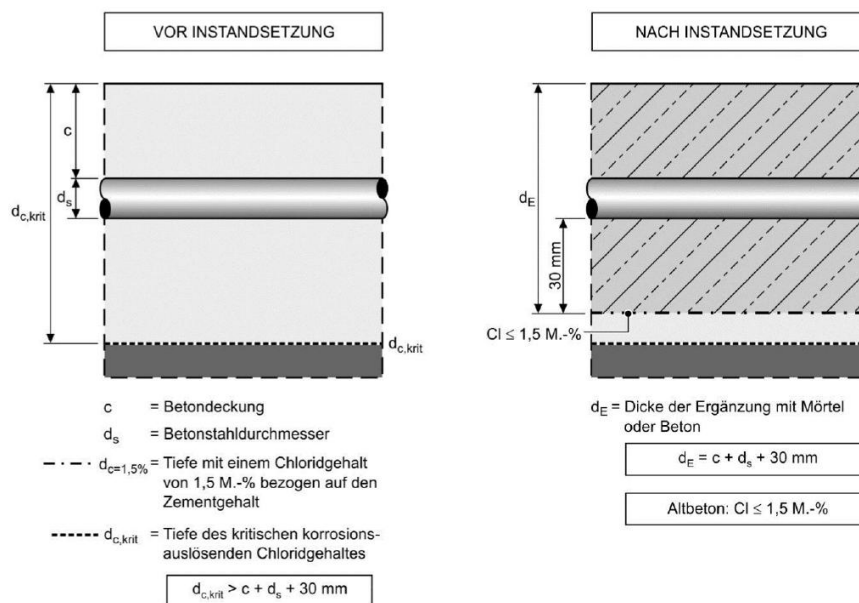


Abb. 2: Instandsetzungsprinzip 7, Verfahren 7.2 gemäß Abb. 8 der TR-Instandhaltung [1]

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse nach [15] ist davon auszugehen, dass das Verfahren 7.2 mindestens für die Wandabschnitte WA1, WA2, WA4 und WA5 anzuwenden ist, da hier korrodierte Bewehrung und/oder ein Chloridgehalt von mehr als 0,5 M.-% festgestellt werden konnte. Die übrigen Wandbereiche sind sowohl optisch, als auch betontechnologisch unauffälliger und bedingen zur Zeit noch keinen akuten Instandsetzungsbedarf. Allerdings zeigen die ergänzenden Bauteilöffnungen zur Verifizierung der Ergebnisse aus der Potentialfeldmessung, dass in nahezu allen untersuchten Bereichen

eine beginnende Bewehrungskorrosion anzutreffen ist. Daher ist davon auszugehen, dass der Abnutzungsvorrat in weiten Bereichen aufgebraucht ist bzw. für den Zeitraum der angestrebten Restnutzungsdauer nicht mehr ausreichen wird. Daher ist für alle Wandbereiche mit einem Instandsetzungsbedarf innerhalb der geplanten Restnutzungsdauer zu rechnen, weshalb die Anwendung des Verfahrens 7.2 auch auf zurzeit noch unauffällige Sockelflächen empfohlen wird.

Das Verfahren 7.7 (Beschichtung) entspricht dem der Stützen. Angaben hierzu sind dem Abschnitt 4.1 zu entnehmen.

Alternativ kann zur Instandsetzung der Wände auch das Prinzip Nr. 10 – „Kathodischer Schutz“ mit dem Verfahren Nr. 10.1 – „Anlegen eines elektrischen Potentials“ angewendet werden, wodurch sich der Aufwand des Verfahrens 7.2 (Betonersatz) erheblich auf die Bereiche reduziert, in denen schon deutliche Schäden an der Bewehrung ermittelt worden sind (WA4, WA5, zum Teil WA1).

Bei diesem Verfahren wird das Potential der Bewehrung über eine Polarisation mit Fremdstrom oder galvanischen Anoden so weit abgesenkt, dass die Korrosionsgeschwindigkeit der Bewehrung auf einen technisch vernachlässigbaren Wert reduziert wird. Das Ziel des kathodischen Korrosionsschutzes ist es, das Stahl/Beton-Potential in einen Bereich zu verschieben, in dem der Beginn der Korrosion, oder dort, wo die Korrosion bereits begonnen hat, der Fortgang oder die Ausbreitung der Korrosion soweit unterdrückt wird, dass ein Versagen durch Korrosion während der Lebensdauer des Bauwerks unwahrscheinlich ist.

Bei Stahlbetonbauwerken lässt sich kathodischer Korrosionsschutz durch Polarisation der Bewehrung mit einem „externen“ Strom erreichen. Zu diesem Zweck werden Anoden, z.B. in Form von Titangitter, an der Betonoberfläche montiert, in Farbe aufgetragen oder einbetoniert und im Fall von Fremdstromschutz an den positiven Pol einer Gleichspannungsquelle angeschlossen. Alternativ werden galvanische Anoden auf dem Beton angebracht oder in den Beton eingebettet und an die Bewehrung angeschlossen.

Die Bewehrung bildet die Systemkathode, sodass hier keine anodischen Teilprozesse und somit keine Korrosion mehr stattfinden können. Bei Fremdstrom wird der negative Pol der Gleichspannungsquelle mit der eingebetteten Bewehrung verbunden. Bei kathodischem Schutz mit galvanischer Anode wird die galvanische Anode (gewöhnlich Zink) mit der Bewehrung verbunden.

Das Verfahren darf auch als vorbeugende Maßnahme angewendet werden, was in diesem Fall deswegen sinnvoll sein kann, da für große Wandabschnitte nach derzeitigem Kenntnisstand noch kein akuter Handlungsbedarf gesehen wird. Es hat im vorliegenden Fall den Vorteil, dass die massiven baulichen Eingriffe durch Betonabtrag auf eine deutlich geringeres Maß reduziert werden kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass der sachkundige Planer über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei Planung, Ausführung und Qualitätssicherung der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen muss. Der Nachweis erfolgt über eine Zertifizierung nach Grad 2 oder 3 nach DIN EN 15257:2007-03 bzw. Grad 3 oder höher nach DIN EN 15257:2017-09. Diese Qualifikation liegt bei den Unterzeichnenden nicht vor, sodass die weitere Planung durch einen externen Sachkundigen erfolgen müsste.

4.3. Handlungsabfolge / Arbeitsablauf

4.3.1. Stützenbauteile

Die Arbeiten zur Instandsetzung der Betonstützen in der Tiefgarage erfolgen nach folgender Vorgehensweise:

- Füllen von etwaigen Hohlräumen im Bereich der Lagerfuge zwischen Stützenfuß und Fundament. Setzen der Bohrpacker von oben unter 45° in die Lagerfuge hinein, Verdämmen der seitlichen Mörtelfläche, Injektion von Zementleim bis zum Austritt des Füllstoffes in der Fuge zwischen Mörtel und Stützenbeton bzw. bis kein Füllstoff mehr injiziert werden kann. Dieser Arbeitsschritt ist nur für Fertigteilstützen erforderlich.

- Herstellen der Kerven im Bestandsbeton zur Verzahnung von Alt- und Neubeton gemäß Ausführungsplanung (siehe hierzu auch [16]).
- Herstellen und Befestigen der neuen Bewehrung aus Edelstahl nach statischer Vorgabe. Die Bewehrung ist mittels Schablone zu setzen und in den Fundamenten einzukleben.
- Einschalen der Ersatzquerschnitte.
- Betonieren der Ersatzquerschnitte.
- Nach Ausschallfrist und ausreichender Erhärtung erfolgt eine Untergrundvorbereitung für das Oberflächenschutzsystem durch Druckluftstrahlen mit festem Strahlmittel um Zementschlämme zu entfernen und das Korngerüst des neuen Betons kuppenartig freizulegen.
- Herstellen eines Gefälles ($>2\%$) auf der Fundamentoberseite mit Estrich- oder Magerbeton.
- Herstellen einer umlaufenden Dreiecks- oder Hohlkehle im Eckbereich vom Stützenfuß zum Fundament.
- Applikation eines Oberflächenschutzsystems (OS5b) auf Stützensockel bis mindestens 50 cm über OK Pflasterbelag und umlaufend mindestens 15 cm weit auf der Oberseite der Fundamente (Gefällebeton). Untergrundvorbereitung (Sandstrahlen) und einzelne Arbeitsschritte zu Kratz- und Lunkerspachtelung, Feinspachtelung und zweilagiger Beschichtung sind den Vorgaben der Hersteller zu entnehmen.
- Schutz des Oberflächenschutzsystems unterhalb des Pflasterbelages durch Bautenschutzmatte, Geotextil oder Noppenbahn.
- Herstellung des Pflasterbelages

4.3.2. Wandbauteile

Die Arbeiten zur Instandsetzung der Wände in der Tiefgarage erfolgen nach folgender Vorgehensweise:

- Betonabtrag im Sockelbereich (von OK Fundament bis ca. 50 cm über OK Pflasterbelag) mittels Höchstdruckwasserstrahlen bis 30 mm hinter der vorhandenen Bewehrung.
- Ggf. ist bei Querschnittsverlust die Bewehrung zu ergänzen. Vertikale Bewehrungsstäbe sind dabei im Bestandsbeton zu verankern (z.B. durch chemische Klebesysteme).
- Untergrund vorbereiten: Die geschädigten Bereiche müssen anschließend durch Druckluftstrahlen mit festem Strahlmittel vorbereitet werden. Die Bewehrung ist auf den Reinheitsgrad Sa 2 zu reinigen (ggf. höhere Anforderungen der Produkthersteller beachten). Oberflächenzugfestigkeit im Mittel $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ und als kleinster Einzelwert $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$
- Reprofilierung durch Betonersatz im Spritzauftrag mit einer Betondeckung nach Abschnitt 4.2. Die Oberfläche ist abzuziehen. Ggf. ist der Auftrag in mehreren Lagen erforderlich. Dabei sind die Regeln zur Untergrundvorbereitung und Herstellerangaben zu beachten.
- Herstellen einer umlaufenden Dreiecks- oder Hohlkehle im Eckbereich vom Wandfuß zum Fundament.
- Applikation eines Oberflächenschutzsystems (OS5b) auf Wandsockel bis mindestens 50 cm über OK Pflasterbelag und vollflächig auf der Oberseite der Streifenfundamente bis zur innenliegenden Kante. Untergrundvorbereitung (Sandstrahlen) und einzelne Arbeitsschritte zu Kratz- und Lunkerspachtelung, Feinspachtelung und zweilagiger Beschichtung sind den Vorgaben der Hersteller zu entnehmen.
- Schutz des Oberflächenschutzsystems unterhalb des Pflasterbelages durch Bautenschutzmatte, Geotextil oder Noppenbahn.
- Herstellung des Pflasterbelages

Die Ausführung der einzelnen Arbeitsschritte kann nach Vorgabe der Tragwerksplanung nicht in einem Zuge für die kompletten Wände durchgeführt werden. Es muss zur Sicherung der Standsicherheit im Bauzustand eine abschnittsweise Bearbeitung erfolgen, wobei mehrere Abschnitte mit ausreichendem Abstand zueinander gleichzeitig bearbeitet werden können (Pilgerschrittverfahren). Die Festlegung der Abschnittsgrößen und -abstände erfolgt noch im weiteren Planungsprozess.

Die Arbeitsschritte gelten auch für den reduzierten Umfang bei Verwendung eines KKS-Systems.

5. Sicherstellung des Erfolges der Instandsetzung

5.1. Beständigkeit des Instandsetzungssystems

Die Sicherstellung der Beständigkeit des Instandsetzungssystems wird prinzipiell durch die Wahl der Instandsetzungsbaustoffe gewährleistet. Die eingesetzten Baustoffe zum Spritzauftrag müssen den Anforderungen der TR Instandhaltung Teil 2 – Tabelle C.3 genügen.

Gesonderte Laborprüfungen sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erforderlich. Bei Einsatz eines Oberflächenschutzsystems OS5b muss die Anwendbarkeit unter Pflasterbelägen durch den Hersteller nachgewiesen sein.

Die Instandsetzung mit den Verfahren nach TR-Instandhaltung [1] dient in allen Bereichen der Wiederherstellung eines schadensfreien Querschnittes. Es werden hierdurch keine Bauteilverstärkungen hergestellt, die aufgrund einer Überbelastung der Bauteile oder einer Lasterhöhung erforderlich wären. Die statische Ertüchtigung der Stützenbauteile erfolgt durch Verstärkungsmaßnahmen nach Vorgaben der Tragwerksplanung (siehe [16]) unter Berücksichtigung der genannten Rahmenbedingungen vor allem in Bezug auf die Chloridbelastung der Umgebung und innerhalb der Bestandsbauteile.

Es sind planmäßige Inspektionen und Wartungen festzulegen. Dies gilt vor allem für die Oberflächenschutzsysteme. Durch die regelmäßigen Inspektionen und Wartungsmaßnahmen ist der Zustand der Konstruktion zu überprüfen, zu dokumentieren und ggf. instand zu setzen.

Die Wartungs- und Inspektionskosten sind bei der Variante mit KKS höher. Allerdings wird im Rahmen der jährlichen Inspektion immer die Wirksamkeit des KKS-Systems nachgewiesen, sodass man eine gute Kontrolle über den Zustand des Tragwerks besitzt.

Die Funktionstüchtigkeit eines KKS-Systems ist bei sachgerechter Wartung und Inspektion für mindestens 25 Jahre gegeben. Danach kann eine Erneuerung des Anodengitters im Einbettungsmörtel erforderlich werden.

Bei der klassischen Instandsetzung zu damit zu rechnen, dass nur das Oberflächenschutzsystem nach einem Zeitraum von 20 bis 25 Jahren überarbeitet werden muss.

5.2. Dauerhaftigkeit des Verbundes

Der Verbund zwischen Instandsetzungssystem und Untergrund wird durch Adhäsion sichergestellt. Der Verbund zwischen dem Instandsetzungssystem zum Beton und zur Bewehrung sowie der Verbund der verschiedenen Schichten untereinander muss ausreichend groß und dauerhaft sein. Er darf sich im Laufe der Zeit nicht abmindern.

Der Betonuntergrund muss so vorbereitet werden, dass er

- Frei von losen und nicht tragfähigen Teilen (Ablösungen, minderfeste Bereiche) ist,
- Frei von sich leicht ablösenden, abmehlenden oder absandenden Schichten ist,
- Keine parallel zu Oberfläche verlaufenden Risse oder schalenförmige Ablösungen hat,
- Frei von Graten ist,
- Eine dem zu verwendenden Stoffe angepasste Rauheit aufweist,
- Frei von Artfremden Stoffen ist (z.B. Gummiabrieb, Trennmittel, Ungeeignete Altbeschichtungen, Ausblühungen, Öle, Bewuchs etc.)

Kiesnester und andere Fehlstellen und Hohlräume sind sachgerecht ausarbeiten und auszufüllen.

Es werden an die vorbereitete Oberfläche des Betonuntergrundes folgende Mindestanforderungen gestellt, sofern die Angaben der Produkthersteller nicht andere Werte enthalten.

Betonersatz (Verfahren 7.2)

- Oberflächenzugfestigkeit: kleinster Einzelwert 1,0 N/mm², Mittelwert 1,5 N/mm²
- Rauheit des Untergrundes: Rautiefeklasse RT1,5 → mittlere Rautiefe: $1,5 \text{ mm} \leq R_t < 3,0 \text{ mm}$

Oberflächenschutzsystem (Verfahren 7.7)

- Oberflächenzugfestigkeit: kleinster Einzelwert 0,8 N/mm², Mittelwert 1,3 N/mm²
- Rauheit des Untergrundes: Rautiefeklasse RT,3 → mittlere Rautiefe: $0,3 \text{ mm} \leq R_t < 0,5 \text{ mm}$

5.3. Witterungsbedingungen / Betonfeuchte / Temperaturen

Die Berücksichtigung folgend aufgeführter Witterungsbedingungen ist nach TR Instandhaltung immer gefordert (aufgrund der Lage im Inneren als gegeben zu betrachten):

- Niederschlag: kein Regen
- Wind: Windstärke ≤ 3 Beaufort (Blätter und dünne Zweige bewegen sich), $\leq 5 \text{ m/s}$
- Sonne: Austrocknung durch Sonneneinstrahlung muss vermieden werden

Für das Aufbringen zementgebundener Beschichtungen, einer Haftbrücke und für das Applizieren zementgebundener Betone und Mörtel (mit oder ohne Kunststoffzusatz) muss in der Regel der Betonuntergrund feucht sein. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Feuchte Oberflächen haben ein mattfeuchtes Aussehen, dürfen jedoch keinen Wasserfilm aufweisen. Das Porensystem des Untergrundes darf nicht wassergesättigt sein, sodass aufgebrachte Wassertropfen noch eingesogen werden und kurze Zeit später die Oberfläche wieder matt erscheint.

Es gelten folgende Temperaturgrenzen am Betonuntergrund in der unmittelbar überlagernden Luftschicht während des Applizierens von zementgebundenen Stoffen und in einem angemessenen Zeitraum danach, sofern keine besonderen Nachweise vorliegen:

- Max. Temp.: 30°C
- Min. Temp.: 5°C

Es ist die Temperaturentwicklung für den angegebenen Zeitraum zu beachten (inkl. Abkühlung in der Nacht, Wettervorhersagen, lokale Besonderheiten)

5.4. Prüfungen durch den Ausführenden zur Qualitätssicherung

Für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen ist immer eine Überwachung durch das ausführende Unternehmen (alt: Eigenüberwachung) erforderlich. Da im vorliegenden Falle die Instandsetzungsmaßnahmen auch für den Erhalt der Standsicherheit des Gebäudes vorgenommen werden muss, ist auch eine Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle (alt: Fremdüberwachung) durchzuführen.

5.4.1. Überwachung durch das ausführende Unternehmen

Durch das Unternehmen sind je nach Art und Umfang der Instandsetzungsarbeiten fortlaufend prüfbare Aufzeichnungen über alle Angaben zu führen, die wichtig für die Güte und die Dauerhaftigkeit sind. Diese Angaben sind vom Bauleiter des ausführenden Unternehmens, dessen Vertreter oder vom Baustellenfachpersonal festzuhalten (z.B. in einem Bautagebuch). Es ist mindestens zu dokumentieren:

- Beginn und Ende der einzelnen Arbeiten
- Witterungsverhältnisse, Lufttemperatur, ggf. Luftfeuchte, Temperatur der Instandsetzungsstoffe zur Zeit der Ausführung bis zur ausreichenden Erhärtung
- Bauteiltemperatur und -feuchte, Taupunkt
- Verarbeitete Baustoffe
- Lieferwerk und -schein, Chargennummer und ggf. Einbauort der Charge
- Dokumentation der Arbeitsabläufe
- Feststellung der Funktionsfähigkeit der verwendeten Einrichtungen
- Dokumentation von Probekörpern mit Bezeichnung, Tag der Herstellung und Angabe der Bauteile, für die die Charge zur Verwendung gekommen ist, mit Angabe der Prüfergebnisse und der geforderten Eigenschaften
- Prüfung des Betonuntergrundes mit Angabe der Ergebnisse und Bauteilzuordnung
- Angabe zu Maßnahmen bei Unterschreitung der Anforderungen
- Namen des ausführenden und überwachenden Baustellenfachpersonals

Die Aufzeichnungen müssen auf der Baustelle vorliegen, sind dem Überwachenden bei Bedarf vorzulegen und müssen für den Zeitraum der Gewährleistung aufbewahrt werden. Sie sind zudem auf Verlangen dem Beauftragten der Überwachungsstelle vorzulegen. Die Ergebnisse wichtiger Prüfungen sind der anerkannten Überwachungsstelle auf Anforderung zu übergeben.

Festlegungen zu Art, Umfang und Häufigkeit der Überwachung durch das ausführende Unternehmen sind im Anhang A der Instandsetzungsrichtlinie [2] (siehe Anlage 3) aufgeführt. Angaben in den einschlägigen Regelwerken zum Betonbau oder zum Spritzbeton sind zusätzlich zu beachten. Änderungen von Art, Umfang und Häufigkeit der Prüfungen dürfen nur in Abstimmung mit dem sachkundigen Planer und der Überwachungsstelle festgelegt werden. Dies ist zu dokumentieren.

Bei ungenügenden Prüfergebnissen sind vom Unternehmen Ursachen hierfür festzustellen. Sind die Ursachen im Bauwerk begründet und nicht in der Arbeitsweise oder den verwendeten Stoffen und Geräten, ist der sachkundige Planer zur Festlegung weiterer Maßnahme hinzuzuziehen.

5.4.2. Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle

Die Vorgaben und Einzelheiten zur Überwachung durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle sind dem Teil 3 der Instandsetzungsrichtlinie [2] zu entnehmen und werden hier nicht näher beschrieben. Die Überwachungsstelle ist durch den Bauleiter des ausführenden Unternehmens durch eine Anzeige der Instandsetzungsmaßnahme rechtzeitig zu informieren und einzubinden.

6. Zusammenfassung

In der Tiefgarage des ehemaligen IKK-Gebäudes in Büdelsdorf treten im Sockelbereich der aufgehenden Bauteile (Stützen und Wände aus Stahlbeton) infolge des Chlorideintrags aus Streumaßnahmen und belastetem Wasser, das durch Fahrzeuge eingeschleppt wird, zum Teil massive Schäden durch korrodierende Bewehrung auf.

Der Ist-Zustand der betroffenen Bauteile ist durch visuelle Begutachtung, Bauteilöffnungen sowie betontechnologische Untersuchungen (Chloridbelastung, Carbonatisierungstiefe, Potentialfeldmessung) festgestellt worden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse daraus sind in einem Zustandsbericht beschrieben.

Statische Untersuchungen haben zudem ergeben, dass die Stützenbauteile aufgrund konstruktiver Mängel nicht mit dem erforderlichen Sicherheitsfaktor nachgewiesen werden können.

Unter Berücksichtigung der Vorgaben dieses Instandsetzungskonzeptes wird für die geschädigten Bereiche der Zustand auf ein Niveau gehoben, dessen Abnutzungsvorrat für den Zeitraum der geplanten Restnutzungsdauer ausreicht, um mit entsprechender Inspektion und Wartung nicht unterhalb des Mindestsollzustandes zu geraten.

Die Stützenbauteile werden durch Bauteilverstärkungen saniert, die die betontechnologische Instandsetzung und die erforderliche statische Ertüchtigung abdecken.

Für die Instandsetzung der Wandsockelbereiche werden zwei Varianten erläutert. Zum einen kann die Instandsetzung über Betonabtrag und neuem Spritzbeton erfolgen, um die Chloride im Bereich der Bewehrung zu entfernen und die Dauerhaftigkeit zu erhöhen. Zum anderen kann mit Verwendung eines Kathodischen Korrosionsschutzes der bauliche Eingriff in die bestehende Tragstruktur auf Bereiche reduziert werden, in denen schon Korrosionsschäden an der Bewehrung vorliegen.

Aus statisch-konstruktiver Sicht wird im vorliegenden Fall wegen des deutlich geringeren Eingriffes in das Tragwerk die Variante mit der Verwendung eines KKS-Systems empfohlen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Instandsetzungsmaßnahme von den zugrunde gelegten Verhältnissen und ihr Erfolg von der fachgerechten Ausführung abhängt. Bei abweichenden Bedingungen und Verhältnissen vor Ort sowie anderen Ausführungsverfahren, ist Rücksprache mit dem Unterzeichnenden zu halten. Gegebenenfalls ist die Planung anzupassen.

Aufgestellt:

Kiel, den 23.03.2026

Sachbearbeiter:

Aufsteller:

Jochen Brandt

Diplom-Ingenieur (FH)

Sachkundiger Planer für Schutz und
Instandsetzung von Betonbauteilen

Bernd Stark

Beratender Ingenieur VBI

Prüfingenieur für Standsicherheit VPI

Prüfingenieur für Brandschutz