



\_\_\_ Fertigung

# Gutachten

P471\_GA01

Gutachten vom 20.03.2023

## Instandsetzung der Tiefgarage

VR-Bank Rottal-Inn eG

### Auftraggeber

VR-Bank Rottal-Inn eG  
VR-Bank-Str 1, 84347 Pfarrkirchen

Datum der Auftragserteilung 21.09.2022

### Auftrag:

Bauwerksdiagnostik,  
materialtechnische Bestandsaufnahme, Überprüfung der Bestandsunterlagen, Erstellen eines  
Instandsetzungskonzeptes mit Grobkostenermittlung.

## Inhaltsverzeichnis

1.0 Auftraggeber und Aufgabenstellung .....	8
2.0 Grundlagen .....	8
2.1 Einleitung und allgemeine Hinweise zur Ausarbeitung des Gutachtens .....	8
2.2 Quellen zur Feststellung des Ist-Zustandes.....	10
2.3 Regelwerke und Literatur .....	11
2.4 Ortstermine .....	13
2.5 Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge .....	14
3.0 Istzustand .....	15
3.1 Allgemeine Beschreibung und Situation.....	15
3.2 Problemstellung, Schadensbild: .....	17
3.3 Angaben des Auftraggebers .....	17
3.4 Allgemeine Feststellungen.....	18
3.4.1 Gründungskonzept.....	19
3.4.2 Erkenntnisse Bemessungswasserstand.....	20
3.5 Materialtechnische Bestandsaufnahme .....	21
3.5.1 Umfang der materialtechnischen Untersuchungen: .....	21
3.5.2 Umfang der Untersuchungen im Labor.....	22
3.5.3 Bauteilöffnung .....	22
4.0 Feststellungen .....	23
4.1 Charakteristische Erhaltungszustände .....	23
4.1.1 Stb.-Bauteile Tiefgarage.....	23
5.0 Ergebnisse .....	27
5.1 Ergebnisse der materialtechnischen Untersuchungen .....	27
5.1.1 Bauschädliche Salze, Chloridgehalte [A] 12 .....	27
5.1.2 Potentialfeldmessungen (Anlagen[A] 6, [A] 8) .....	28
5.1.2.1 Stützensockel: .....	28
5.1.2.2 Wandsockel: .....	29
5.1.2.3 Bodenplatte.....	32
5.1.3 Betondruckfestigkeiten, Einstufung des Betons in Altbetonklasse nach [R] 2, Tab. 4. ..	33
5.1.4 Oberflächenzugfestigkeiten nach [R] 2, Tab. 4. ....	33
5.1.5 Bauteilfeuchte Beton [A] 13.....	34
5.1.6 Betondeckung (Anlagen [A] 7, [A] 10) .....	35
5.1.6.1 Bodenplatte.....	35
5.1.6.2 Wand- und Stützensockel.....	35
5.1.6.3 Decke und Stützenpilze .....	36

---

5.1.7 Carbonatisierung (Anlage [A] 11) .....	36
5.1.8 Restquerschnitte ausgewählter Bewehrungsstäbe.....	38
5.1.9 Lichtmikroskopische Gefügeuntersuchungen zur Porenstruktur .....	38
5.1.10 Rissbildungen.....	39
5.1.11 Vorgaben zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung der Tiefgarage .....	39
5.2 Schadensbilder und Schadensursache .....	40
5.2.1 Stützen .....	40
5.2.2 Wände .....	40
5.2.3 Bodenplatten.....	40
5.2.4 Deckenuntersicht und Stützenpilze .....	41
5.2.5 Rampe .....	41
5.3 Schadensmechanismen.....	41
5.3.1 Erläuterung Schadensmechanismus „chloridinduzierte Bewehrungskorrosion“:.....	41
5.3.1 Erläuterung Schadensmechanismus „carbonatisierungsinduzierte Bewehrungskorrosion“: 42	
5.4 Sonstige Schadensbilder und Ursachen .....	43
6.0 Auswertung der Ergebnisse .....	44
6.1 Abschätzung des Carbonatisierungsfortschritts .....	44
6.2 Abschätzung des Korrosionsfortschritts der Bewehrung .....	46
6.2.1 Wand- und Stützensockel:.....	46
6.2.3 Bodenplatte:.....	47
6.2.4 Zufahrtsrampe und Zufahrtsbereich:.....	47
6.2.4 Decke: .....	47
7.0 Sollzustand .....	49
7.1 Vorgaben des Auftraggebers .....	49
7.2 Standsicherheit, Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Verkehrssicherheit.....	49
8.0 Vergleich des Istzustandes mit dem Sollzustand.....	50
8.1 Standsicherheit.....	50
8.2 Gebrauchstauglichkeit .....	50
8.3 Dauerhaftigkeit .....	51
8.4 Schadstoffkonzentrationen, kritischer, korrosionsauslösender Chloridgehalt.....	53
8.5 Brandschutz.....	53
8.6 Verkehrssicherheit .....	53
9.0 Instandsetzungsplan.....	54
9.1 Instandsetzungskonzept .....	54
Erläuterungen zur möglichen Ausführungs-Varianten .....	54
9.1.1 Instandsetzungsziel .....	54
9.1.2 Planungsgrundsätze .....	57
9.1.3 Instandsetzungsprinzipien und Verfahren.....	57

---

9.1.5 Standsicherheitsrelevanz.....	62
9.2 Instandhaltungsplan.....	62
9.2.1 Instandsetzungsplan.....	62
9.2.2 Geplante Instandsetzungsmaßnahmen:.....	63
9.2.3 Wesentliche Arbeitsschritte .....	65
9.2.3.1 Instandsetzung Betontragwerk.....	65
9.2.3.2 Oberflächenschutz der Stahlbetonbauteile.....	66
9.3 Inspektionsplan .....	69
9.4 Technische Vorbemerkungen zur Ausschreibung .....	70
9.4.1 Anforderungen an das ausführende Unternehmen, Rili-Sib, Teil 3 .....	70
9.4.2 Qualitätssicherung .....	70
9.4.2.1 Allgemeines, Standsicherheitsrelevante Instandsetzung, Nachweise .....	70
9.4.3 Personalqualifikation .....	70
9.4.3.1 Qualifizierte Führungskraft.....	70
9.4.3.2 Bauleiter des Unternehmens .....	71
9.4.3.2 Baustellenfachpersonal .....	72
9.6 Herstellerverpflichtung .....	73
9.7 Überwachung durch das ausführende Unternehmen (Eigenüberwachung) .....	73
9.8 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle .....	75
9.9 Überwachungsbericht.....	76
9.10 Kennzeichnung der Baustelle.....	77
9.11 Unfallverhütungsvorschriften .....	77
9.12 Schutzmaßnahmen/Absperrmaßnahmen .....	77
9.13 Musterflächen und Handmuster .....	77
10.0 Massenermittlung .....	78
11.0 Kostenermittlung .....	78
11.1 Kosten Instandsetzung .....	78
11.1.1 Variante 1 (siehe Erläuterungen unter Ziff 9.1., mögliche Ausführungsvarianten).....	80
11.1.2 Variante II (siehe Erläuterungen unter Ziff 9.1., mögliche Ausführungsvarianten) .....	81
11.2 Kosten für sonstige Maßnahmen.....	81
12.0 Zusammenfassung .....	83
Bodenplatten (siehe 5.2.3) .....	84
Deckenuntersicht und Stützenpilze (5.2.4).....	84
Rampe (siehe 5.2.5) .....	84
Erläuterungen zur möglichen Ausführungs-Varianten .....	85
13.0 Schlussbemerkung .....	87

Verteiler:



Diese Stellungnahme umfasst:

87	Seiten (ohne Anlagen)	2	Exemplar(e) Auftraggeber
41	Abbildungen	1	Exemplar(e) Sachverständiger
2	Tabelle(n)		

## Anlagenverzeichnis

- [A] 1 P471\_750327\_TG-Grundriss, Tekturplanung
- [A] 2 P471\_741212\_Positionsplan Schnitte
- [A] 3 P471\_750430\_Bodenplatte Bew.-Plan
- [A] 4 P471\_750428\_Stützenfundamente Pos. 69 + 70, 72+73, 76+77
- [A] 5 P471\_221108\_Schadengutachten Tiefgarage
- [A] 6 P471\_Potentialfeldplan
- [A] 7 P471\_Betondeckung Decke
- [A] 8 P471\_Potentialfeldplan Sockel
- [A] 9 P471\_Statistik Potentialfeldmessung
- [A] 10 P471\_Statistik Betondeckungsmessung
- [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse
- [A] 12 P471\_Bohrmehlbeprobung
- [A] 13 P471\_Prüfbericht Bohrkernprüfungen
- [A] 14 P471\_Prüfbericht
- [A] 15 P471\_220930\_Abstützung
- [A] 16 221205\_BS-Gutachten, Wierer

## Unterlagenverzeichnis

Neben den im Anlagenverzeichnis aufgeführten Unterlagen liegen diesem Gutachten weitere Unterlagen zugrunde, die aufgrund der Datenmenge nicht als Anlagen beigelegt sind.

- [U] 1 P471\_750317\_Statik\_Berechnung\_Seite-1-352
- [U] 2 P471\_750317\_Statik\_Prüfbericht

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Abbildung 2 aus [R] 2: Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird.....	9
Abb. 2: Abbildung 1 aus [R] 2, Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen.....	10
Abb. 3: Grundriss der TG mit Zufahrt und Nebenräumen, Auszug aus [A] 1.....	15
Abb. 4: Gebäudeschnitt I-I, Auszug aus [A] 2.....	16
Abb. 5: Gebäudeschnitt III-III, Auszug aus [A] 2.....	16
Abb. 6: Blick in die Tiefgarage, Aufnahme vom 01.09.2022.....	18
Abb. 7: Blick auf die in Teilbereichen freigelegte Bodenplatte.....	19
Abb. 8: Quelle Umweltatlas Bayern, Stand 02-2023, Wassergefahren.....	20
Abb. 9: Betonabplatzungen, starke Korrosionsschäden, Sockelbereiche Stb.-Rundstütze.....	23
Abb. 10: Stützenbewehrung mit hohen Abrostungsraten.....	23
Abb. 11: Verbundestrich.....	24
Abb. 12: Freiliegende, korrodierte Oberbewehrung der Bodenplatte.....	25
Abb. 13: Entwässerungsrinne aufgesetzt.....	25
Abb. 14: Entwässerungsrinne Rampenfuß.....	26
Abb. 15: Anschluss Entwässerungsrinne Rampe.....	26
Abb. 16: Potentialgrafik Stützen Auszug aus [A] 8.....	28
Abb. 17: Statistischer Flächenanteil (%) Potentialspannungen Stützen, Auszug aus [A] 9.....	29
Abb. 18: Potentialgrafik Wandsockel W7-W11, Auszug aus [A] 8.....	29
Abb. 19: Potentialgrafik Wandsockel W18 - W19, Auszug aus [A] 8.....	29
Abb. 20: Potentialgrafik Rampensockel W02, W35, W36, Auszug aus [A] 8.....	30
Abb. 21: Statistischer Flächenanteil (%) Wandsockel Tiefgarage, Auszug aus [A] 9.....	31
Abb. 22: Statistischer Flächenanteil (%) Wandsockel Rampe, Auszug aus [A] 9.....	32
Abb. 23: Potentialgrafik Bodenplatte Tiefgarage, Auszug aus [A] 6.....	32
Abb. 24: Auszug Abreissfestigkeiten aus [A] 13.....	34
Abb. 25: Tabelle 4 aus [R] 1.....	34
Abb. 26: Auszug Feuchtegehaltsbestimmung aus [A] 13.....	34
Abb. 27: Messfläche Bodenplatte Auszug aus [A] 6.....	35
Abb. 28: Messfläche Decke und Stützenpilze, Auszug aus [A] 7.....	36
Abb. 29: Auszug aus [A] 14.....	37
Abb. 30: Auszug aus [R] 6 DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 1972-01.....	39
Abb. 31: Mechanismus der Bewehrungskorrosion bei Lochfraßkorrosion.....	42
Abb. 32: Prinzipskizze.....	43
Abb. 33: Charakteristisches Schadensbild, Betonabplatzung durch Bewehrungskorrosion.....	43
Abb. 34: Diagramm Carbonatisierungsfortschritt Stützen.....	45
Abb. 35: Diagramm Carbonatisierungsfortschritt Decke.....	46
Abb. 36: Diagramm zur Darstellung der Zustandsentwicklung.....	47
Abb. 37: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 am Beispiel Abbildung 6 aus [R] 2....	58
Abb. 38: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.1 am Beispiel Abbildung 4 aus [R] 2....	59
Abb. 39: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.4 (bei Carbonatisierung).....	60
Abb. 40: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Carbonatisierung).....	61
Abb. 41: Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Chlorideinwirkung).....	62

## 1.0 Auftraggeber und Aufgabenstellung

Am 21.09.2022 beauftragte die VR-Bank Rottal-Inn eG, den Unterfertigten mit der Bauwerksdiagnostik und der Erstellung eines Instandhaltungskonzeptes für die Tiefgarage der VR-Bank, Bahnhofstraße 2-4 in 84347 Pfarrkirchen. Für die im Rahmen dieses Gutachtens empfohlenen Instandhaltungsmaßnahmen sollen die Kosten ermittelt und dargestellt werden.

## 2.0 Grundlagen

### 2.1 Einleitung und allgemeine Hinweise zur Ausarbeitung des Gutachtens

Die Ausarbeitung des Gutachtens erfolgt auf der Grundlage der *[R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung)*, Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-202. Die Richtlinie [R] 2 gilt in Verbindung mit der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie)" [R] 1 nachfolgend DAfStb-RL SIB genannt. In dieser Technischen Regel nicht genannte Sachverhalte, die in der DAfStb-RL SIB enthalten sind, gelten insofern weiter. Fortgelten insbesondere die Regelungen in Teil 3 der DAfStb-RL SIB. Die Regelungen der TR [R] 2 haben Vorrang vor der DAfStb RL-SIB. In dieser Technischen Regel werden Hinweise gegeben, welche Regelungen der DAfStb-RL SIB ersetzt werden.

Die Technische Regel [R] 2 regelt die Planung der Instandhaltung von Betonbauwerken (Teil 1) und die Anforderungen an Produkte und Systeme (Teil 2) für den Schutz und die Instandsetzung von Bauteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach den Normen DIN EN 1992-1-1, DIN EN 206-1, DIN EN 13670 sowie der Normenreihe DIN 1045 und deren Vorläufern. Die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen, die Anforderungen an die Betriebe und die Überwachung der Ausführung werden im Teil 3 sowie die ausführungsbezogenen Inhalte im Teil 2 der DAfStb-RL SIB [R] 1 geregelt.

Die übergeordneten Ziele von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach dieser Technischen Regel sind die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit von Betonbauteilen für einen bestimmten Zeitraum unter Festlegung von Prinzipien, die durch Anwendung unterschiedlicher Verfahren umgesetzt werden können.

Diese Technische Regel setzt voraus, dass

- jede Instandhaltungsmaßnahme (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung) geplant wird und dass die Planung durch einen sachkundigen Planer (SKP) – im Folgenden Sachkundigen Planer aufgrund der ihm zu übertragenden Verantwortung – durchgeführt wird
- die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach einem Instandsetzungsplan durch einen SKP begleitet wird.

Für Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen nach dieser Technischen Regel muss auf Auftraggeberseite in jeder Phase von Planung und Ausführung festgelegt sein, wer die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und wer die dazu erforderlichen Maßnahmen plant und ausführt. Mit der Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen darf erst begonnen werden, wenn der Auftraggeber denjenigen schriftlich benannt hat, der während der Bauausführung die Fragen der Standsicherheit verantwortlich beurteilt und ggf. erforderliche Maßnahmen veranlasst.

Die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen und die Erstellung eines Instandhaltungsplanes müssen durch einen Sachkundigen Planer erfolgen. Durch die sachkundige Planung der Instandhaltung muss sichergestellt werden, dass der Ist-Zustand den Mindest-Sollzustand (Abnutzungsgrenze) während der Nutzungsdauer zu keinem Zeitpunkt unterschreitet (siehe Abb. 1).

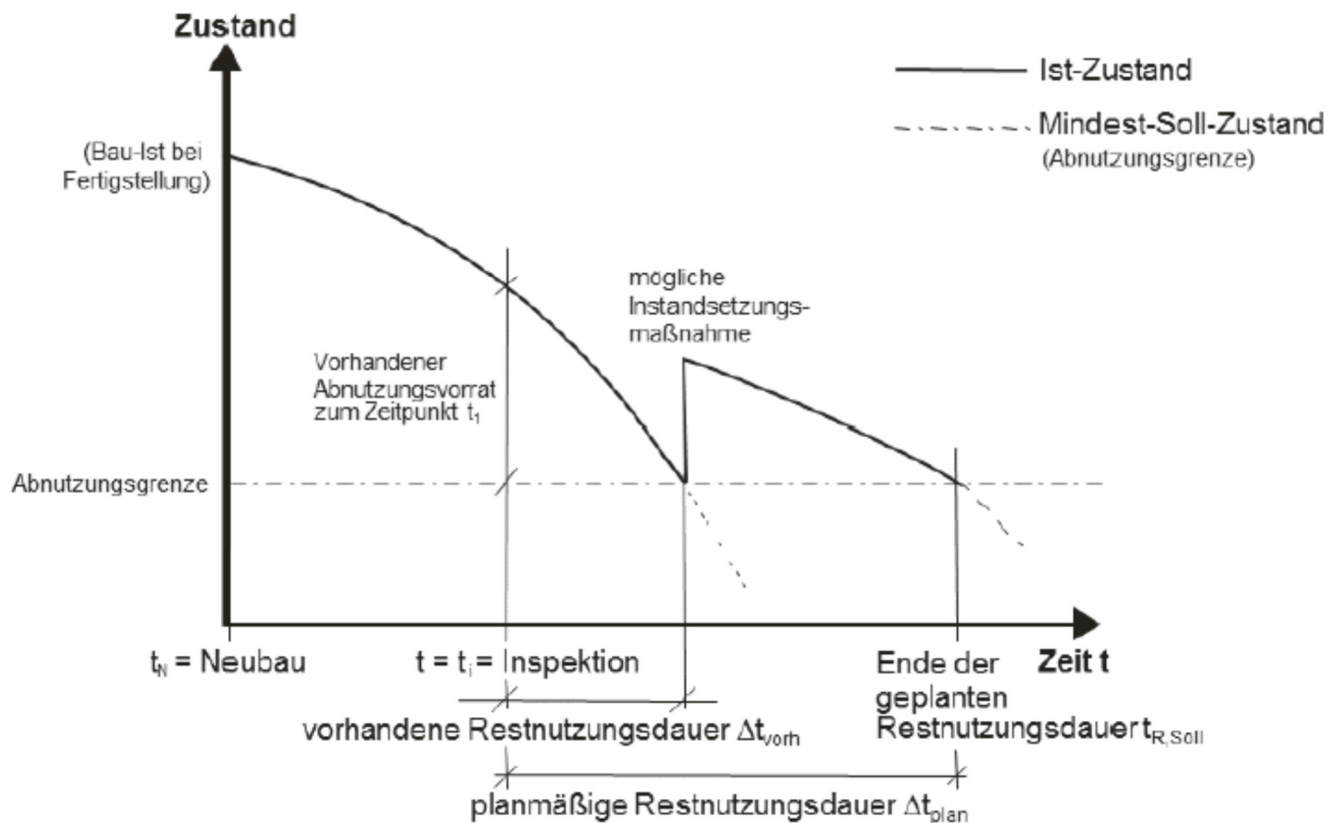


Abb. 1: Abbildung 2 aus [R] 2: Instandsetzungszyklus während der Lebensdauer eines Tragwerks, dessen Zustand durch Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird.

Unter Instandhaltung wird in Anlehnung an DIN 31051 die Wartung, die Inspektion, die Instandsetzung und die Verbesserung verstanden.

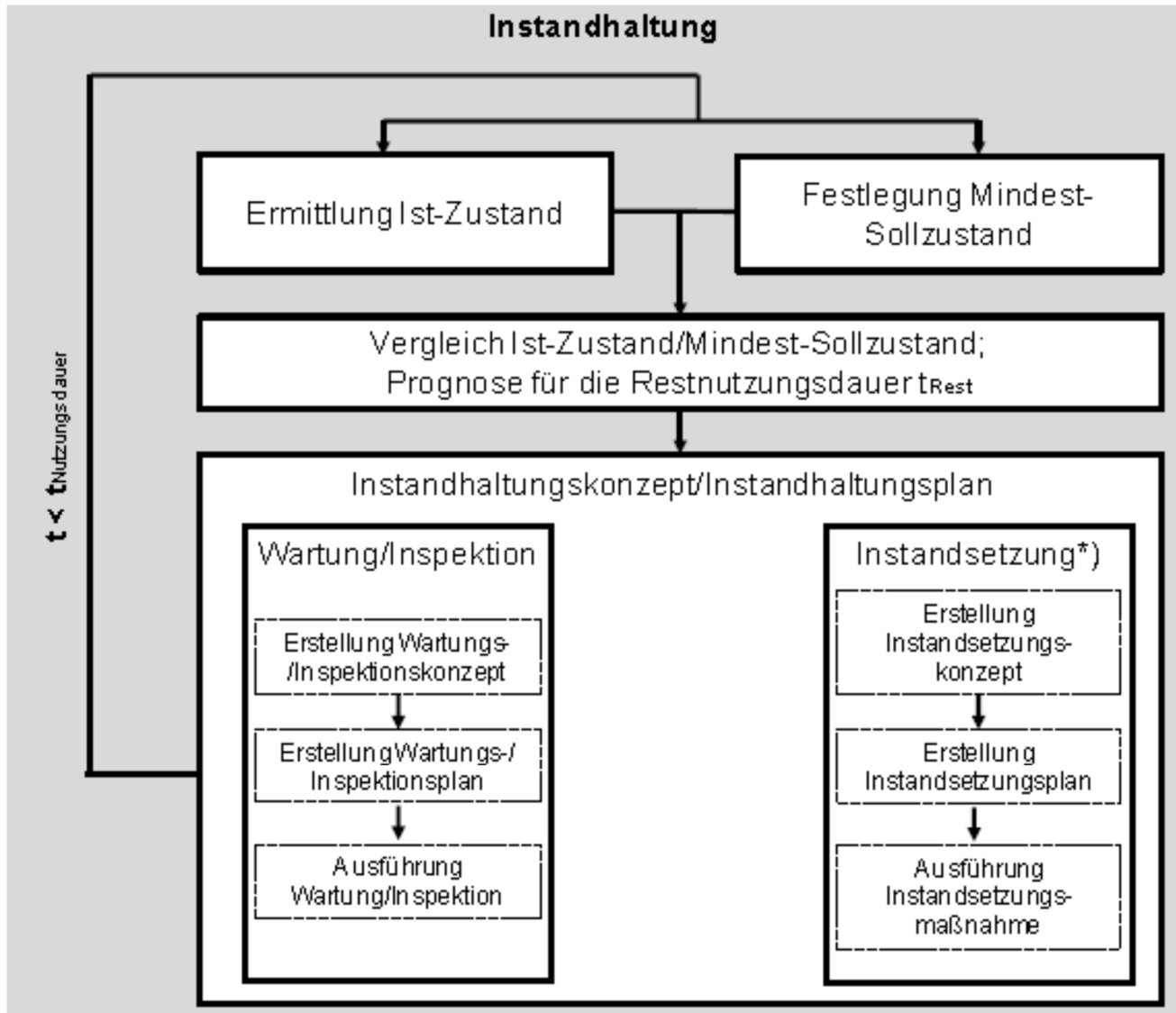


Abb. 2: Abbildung 1 aus [R] 2, Grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen.

## 2.2 Quellen zur Feststellung des Ist-Zustandes

Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung stellte der Auftraggeber die im Anlagen- und Unterlagenverzeichnis genannten Unterlagen zur Verfügung.

## 2.3 Regelwerke und Literatur

Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

- [R] 1 Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb, 10-2001, einschl. der Berichtigungen
  - 1. Berichtigung, Ausgabe Januar 2002
  - 2. Berichtigung, Ausgabe Dezember 2005
  - 3. Berichtigung, Ausgabe September 2014
- [R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung), Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-2020
- [R] 3 DIN EN 1992-1-1/A1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004/A1:2014, 2015-03
- [R] 4 DIN EN 1992-1-1/A1, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, 2013-04
- [R] 5 DIN EN 206 – Beton, Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, 07-2013
- [R] 6 DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 1972-01
- [R] 7 DBV-Merkblatt: Parkhäuser und Tiefgaragen, 3. überarbeitete Ausgabe, 2018-01
- [R] 8 DAfStb, Regelungen zur Dauerhaftigkeit von befahrenden Parkdecks, Stellungnahme des DAfStb vom 26.11.2012
- [R] 9 DAfStb-Positionspapier\_zum\_kritischen\_korrosionsausloesenden\_Chloridgehalt\_2015-10-08
- [R] 10 DAfStb, Heft 525, Erläuterungen zu DIN 1045-1, 2010
- [R] 11 DAfStb, Heft 600, Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), 2012-09
- [R] 12 DAfStb, Wasserundurchlässige Bauwerke, WU-Richtlinie, 2017-12
- [R] 13 Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP):  
Merkblatt für Bewehrungsnachweise und Überdeckungsmessungen.
- [R] 14 Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung (DGZfP): Merkblatt für Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion, 2014-04.
- [R] 15 Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb, Anleitung zur Bestimmung des Chloridgehaltes in Beton, Heft 401, 1989
- [R] 16 DIN EN 12390-3 Prüfung von Festbeton – Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörper, 2009-07
- [R] 17 DIN EN 12504-1, Prüfung von Beton in Bauwerken

Teil 1: Bohrkernproben - Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit; Deutsche Fassung EN 12504-1: 2009-07

- [R] 18 DIN EN 12504-2, Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung - Bestimmung der Rückprallzahl; Deutsche Fassung EN 12504-2:2012, 2012-12
- [R] 19 DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen; Deutsche Fassung EN 13791:2007, 2008-05
- [R] 20 DIN EN 14630, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der Karbonatisierungstiefe im Festbeton mit der Phenolphthalein-Prüfung; Deutsche Fassung EN 14630:2006, 2007-01
- [R] 21 DIN EN 1504, Teile 1-9 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, Definition, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität“,
- [R] 22 DIN 18532 – Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton, 2017-07  
Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze  
Teil 2: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumen-Schweißbahn und einer Lage Gussasphalt  
Teil 3: Abdichtung mit zwei Lagen Polymerbitumenbahnen  
Teil 4: Abdichtungsbauart mit einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn  
Teil 5: Abdichtung mit einer Lage Polymerbitumenbahn und einer Lage Kunststoff- oder Elastomerbahn  
Teil 6: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen
- [R] 23 Garagen- und Stellplatzverordnung – GaStellV: Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen sowie über die Zahl der notwendigen Stellplätze  
30. November 1993, letzte berücksichtigte Änderung v. 07.08.2018.
- [R] 24 Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007, zuletzt geändert 25.05.2021.
- [R] 25 Bayerische Technische Baubestimmungen (BayTB), 2018-10
- [R] 26 DIN 18349: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Betonerhaltungsarbeiten, 2019-09

Quellen:

- Umweltatlas Bayern, Stand 02-2023, Wassergefahren



## 2.4 Ortstermine

Erster Ortstermin am 01.09.2022

Zweck des Ortstermins : orientierende Objektbesichtigung, Aufstellung Untersuchungsplan

Beginn des Ortstermins : 14:30 Uhr

Ende des Ortstermins : 15:30 Uhr

Witterung : -

### Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Eiblmeier : TL Immobilienmanagement, AG

Herr Dreier : SKP

Herr Thieltges : SKP

Zweiter Ortstermin am 24.10.2022

Zweck des Ortstermins : Bauwerksdiagnostik, Probenentnahmen, materialtechnische Untersuchungen,

Beginn des Ortstermins : ab 08:00 Uhr

Ende des Ortstermins : ca. 17:00 Uhr

Witterung (12:00 Uhr) : außen : bewölkt, regnerisch, ca. 16 °C (mittags)  
innen : Lufttemperatur + 8°C, Oberflächentemperatur Boden ca. + 8°C

### Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Eiblmeier : TL Immobilienmanagement, AG

Fa. Acofin : Fa. Acofin (2 Mitarbeiter)

Herr Thieltges : SKP

Dritter Ortstermin am 29.11.2022

Zweck des Ortstermins : Abstimmung Notabstützung

Beginn des Ortstermins : ab 13:00 Uhr

Ende des Ortstermins : ca. 14:00 Uhr

Witterung (12:00 Uhr) : -

### Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Eiblmeier : GF, Fa. Acofin (+ Mitarbeiter)

Herr Schmid jr. : Fa. Hubbau GmbH

Herr Thieltges : SKP

Sonstige Angaben:

- Die materialtechnischen Untersuchungen führte die Fa. Acofin, Bauwerksdiagnosegesellschaft mbH, im Märzgrund 13, 97795 Schondra, auf Anweisung des Sachkundigen Planers durch.
- Der partielle Rückbau der Estriche in der TG veranlasste der AG auf Anweisung des Sachkundigen Planers.
- Die Kernbohrungen wurden von der Fa. Drilltech GmbH, Altenburg 5, 84307 Eggenfelden, auf Anweisung des Sachkundigen Planers entnommen.

## 2.5 Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge

Für die Erstellung des Gutachtens eingesetzte Geräte, Hilfsmittel und Werkzeuge:

- Ipad-Pro, Meterstab, Rissbreitenmesser
- Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge gemäß Bericht der Firma Acofin

### 3.0 Istzustand

#### 3.1 Allgemeine Beschreibung und Situation

Bei dem zu untersuchenden Objekt handelt es sich um die Tiefgarage der VR-Bank eG, Bahnhofstraße 1-2 in 84347 Pfarrkirchen. Die in den Jahren 1974 – 1975 in Stb.-Bauweise errichtete Tiefgarage, mit einer Grundfläche von ca. 474 m<sup>2</sup> + ca. 62 m<sup>2</sup> Zufahrtsrampe, wurde planmäßig für insgesamt 18 KFZ-Stellplätze ausgelegt. Die Tiefgarage ist mit 3 Stockwerken (EG, 1. und 2. OG) überbaut. Die nicht überbauten Flächen der Zufahrtsrampe werden als Gehweg und überfahrbare Parkflächen genutzt. Die Tiefgarage, ist nach § 6 der Garagen- und Stellplatzverordnung ([R] 23) als Mittelgarage (<1.000 m<sup>2</sup> Grundfläche) einzustufen.



Abb. 3: Grundriss der TG mit Zufahrt und Nebenräumen, Auszug aus [A] 1.

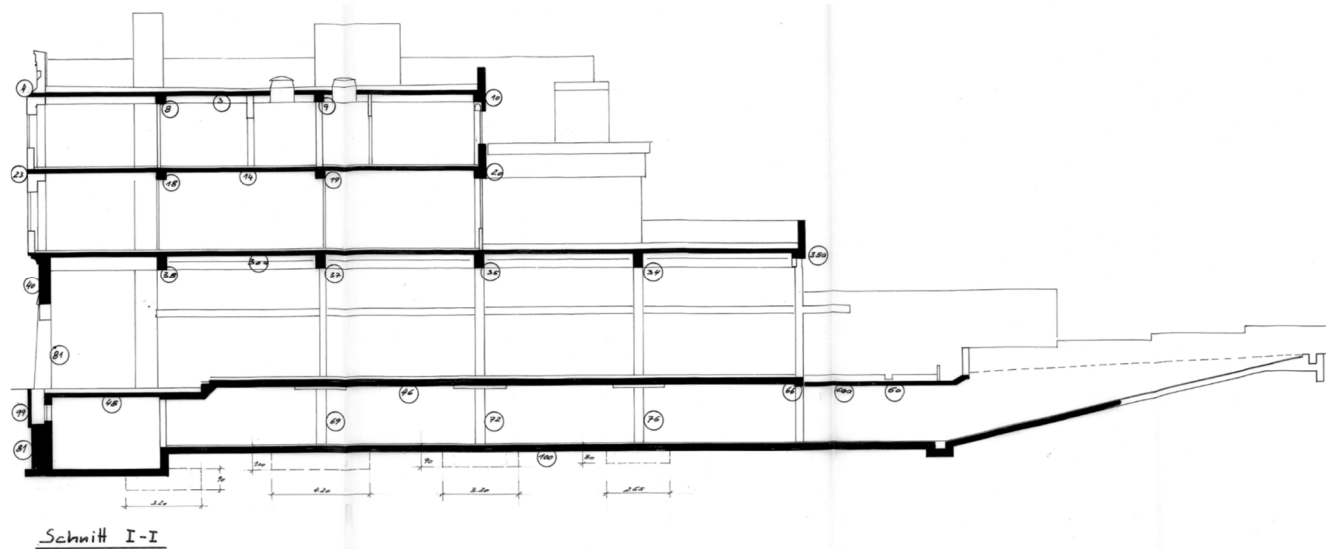


Abb. 4: Gebäudeschnitt I-I, Auszug aus [A] 2.

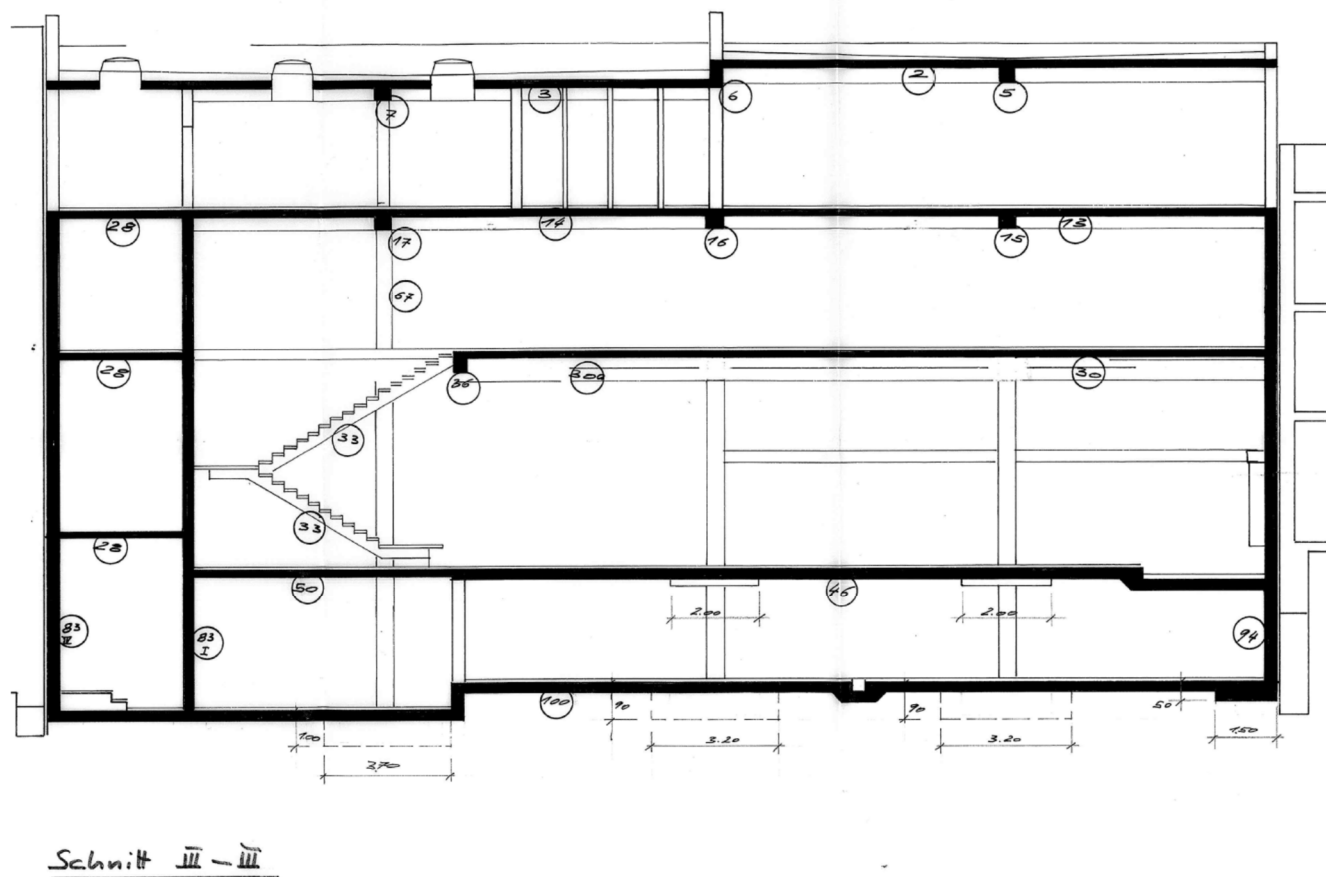


Abb. 5: Gebäudeschnitt III-III, Auszug aus [A] 2.

### 3.2 Problemstellung, Schadensbild:

Die befahrbaren Stb.-Bodenflächen sind mit einem Verbundestrich, ohne Abdichtungs- und Oberflächenschutzmaßnahmen ausgeführt worden. Um die Entwässerung der Fahrfläche zu ermöglichen, wurde mittig eine gefällelose Entwässerungsrinne (b/d= 30/35) ausgebildet (siehe **Abb. 5**). Durch das fehlende Gefälle entstanden über den Nutzungszeitraum, die damit verbundenen Chloridexpositionen der tragenden Stb.-Bauteile, wie Wände und Stützen. Im Rahmen der am 01.09.2022 durchgeführten Untersuchungen wurden signifikante Schädigungen der tragenden Bewehrung identifiziert. Durch das vorhandene Schadensbild sah sich der Unterfertigte veranlasst, die sofortige Nutzungsuntersagung zu veranlassen und eine temporäre, statisch berechnete Abfangkonstruktion einzubauen, die die Resttragfähigkeit der lastabtragenden Bauteile, auch während der Instandsetzungsmaßnahmen, gewährleistet. Demgegenüber zeigt die mit Gußasphalt belegte Zufahrtsrampe kein auffälliges Schadensbild.

Information wird angezeigt, dass die Tiefgarage zusätzlich als Technikraum (Lüftungsanlagen, Pufferspeicher, Notstromaggregat etc.) genutzt wird; erforderliche Fluchtwegbeschilderungen sind nicht vorhanden. Aufgrund der offensichtlichen, bestimmungswidrigen Nutzung der Tiefgarage, wurde im Ortstermin am 01.09.2022 ferner die Hinzuziehung eines Brandschutzsachverständigen zur Beurteilung des Brandschutzes empfohlen.

### 3.3 Angaben des Auftraggebers

- Die Tiefgarage ist seit der Errichtung starken Tausalzeinträgen ausgesetzt.
- Es sind keine Wassereintritte während der bisherigen Nutzungsdauer, infolge Starkregen- oder Hochwasserereignissen bekannt.
- Ob unter den Estrich- und Gussasphaltbelägen, Abdichtungen existieren, ist nicht bekannt.
- Es liegt kein Baugrundgutachten vor.
- Es existiert kein Wartungsplan zur Tiefgarage.
- Es liegen keine Wartungsberichte zur Tiefgarage vor.

### 3.4 Allgemeine Feststellungen



Abb. 6: Blick in die Tiefgarage, Aufnahme vom 01.09.2022.

Die befahrbaren Bodenflächen sind mit einem unbeschichteten Zementestrich belegt. Die mit Stahlgitterrosten abgedeckte Entwässerungsrinne verläuft mittig in der Zufahrt. Die Zufahrtsrampe ist im unteren Bereich teilüberdacht.





Abb. 7: Blick auf die in Teilbereichen freigelegte Bodenplatte.

Der Verbundestrich wurde in Teilbereichen zu Untersuchungszwecken rückgebaut.

#### 3.4.1 Gründungskonzept

Aus der statischen Berechnung [U] 1 und den Bewehrungsplänen [A] 2, [A] 3, [A] 4 ergibt sich, dass das Gebäude über Einzel- und Streifenfundamente gegründet wurde. Die 30 cm starke Bodenplatte ist nach den Angaben in der statischen Berechnung [U] 1 und dem Bewehrungsplan-Bodenplatte ([A] 3) als nichttragende, konstruktiv bewehrte Sperrbetonbodenplatte (Bn 250) ausgeführt worden. Im Bereich der Außenwände sind Fugenbänder am Boden-Wandanschluss im Bewehrungsplan-Bodenplatte ([A] 3) dargestellt.

## 3.4.2 Erkenntnisse Bemessungswasserstand

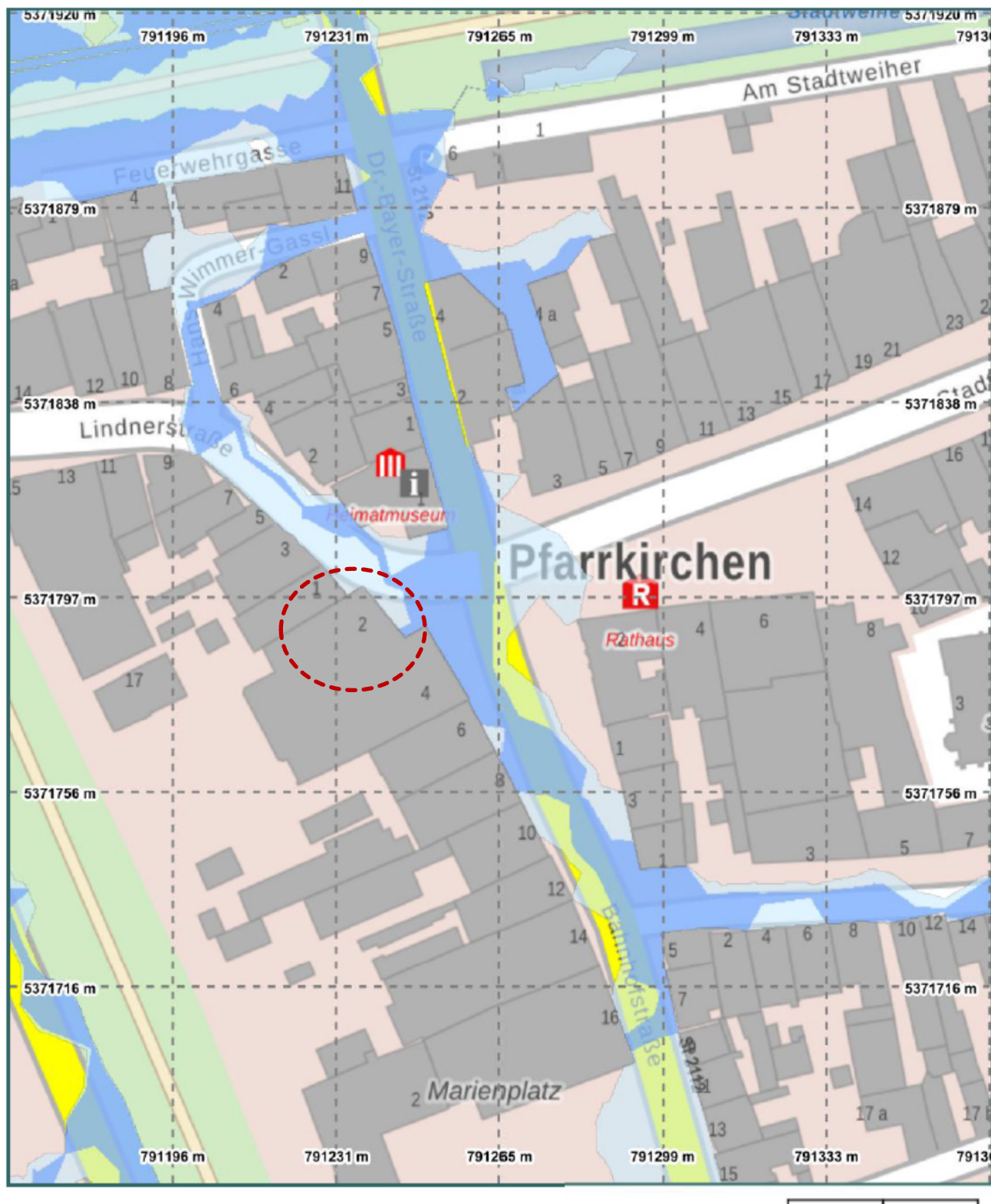


Abb. 8: Quelle Umweltatlas Bayern, Stand 02-2023, Wassergefahren.



## Legende Fachdaten

### Hochwassergefahrenflächen HQ100

Hochwassergefahrenflächen HQ100



Hochwassergefahrenflächen HQ100

### Hochwassergefahrenflächen HQextrem

Hochwassergefahrenflächen HQextrem



Hochwassergefahrenflächen HQextrem

Hinsichtlich der am Objekt vorliegenden Wasserbelastung ist der Bemessungswasserstand mit  $> 0,5$  m über Geländeoberkante (GOK) anzusetzen (Auszug aus dem Umweltatlas, Wassergefahren Abb. 8). In der statischen Berechnung „[U] 1 P471\_750317\_Statik\_Berechnung\_Seite-1-352“ und dem Prüfbericht zur statischen Berechnung „[U] 2 P471\_750317\_Statik\_Prüfbericht“ sind keine Vorgaben zur Wasserbelastung angegeben. In der Bestandsstatik fehlen die Berechnungen/Stand sicherheitsnachweise zur Auftriebssicherung und der daraus resultierenden Druckwasserbelastung für das Objekt.

Es wird empfohlen im Rahmen der Planung der Instandsetzung die fehlenden Stand sicherheitsnachweise nachzuführen.

## 3.5 Materialtechnische Bestandsaufnahme

### 3.5.1 Umfang der materialtechnischen Untersuchungen:

- Visuelle Inspektion der am Objekt vorhandenen Schadenszustände.
- Abklopfen der Stb.-Stützen auf Hohllagen bis zu einer Höhe von 1,00 m.
- Charakterisierung der Schadenszustände hinsichtlich Korrosionserscheinungen, Abplatzungen, Rissen, Hohllagen, Verschmutzungen und Ausblühungen.
- Bauteilöffnungen [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse
- Potentialfeldmessungen an der Bodenplatte, Stützen- und Wandsockeln gemäß [A] 6 P471\_Potentialfeldplan, [A] 8 P471\_Potentialfeldplan
- Statistische Auswertungen der Potentialfeldmessungen gem. [A] 9 P471\_Statistik Potentialfeldmessung
- Bestimmung der Karbonatisierungstiefen gemäß [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse
- Zerstörungsfreie Bestimmung der Betondeckungen gemäß [A] 7 P471\_Betondeckung Decke
- Statistik der Betondeckungsmessungen gem. [A] 10 P471\_Statistik Betondeckungsmessung
- Entnahme von Bohrmehlproben gemäß [A] 12 P471\_Bohrmehlbeprobung [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse
- Entnahme von Bohrkernen gemäß [A] 13 P471\_Prüfbericht Bohrkernprüfungen

- Dokumentation des Korrosionsstandes freiliegender bzw. frei gelegter Bewehrungsstähle gemäß [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse

### **3.5.2 Umfang der Untersuchungen im Labor**

- Bestimmung des Chloridgehaltes im Beton (DAfStb, Heft 401, DIN EN 14629).
- Bestimmung der Karbonatisierungstiefen (DAfStb, Heft 422), (DIN EN 14630).
- Bestimmung der Druckfestigkeiten an Bohrkernen im Labor (DIN EN 12930-3).

### **3.5.3 Bauteilöffnung**

Am Objekt wurden Bauteilöffnungen gemäß [A] 11 P71\_Punktuelle Prüfergebnisse vorgenommen.

## 4.0 Feststellungen

### 4.1 Charakteristische Erhaltungszustände

#### 4.1.1 Stb.-Bauteile Tiefgarage

Fotodokumentation der Bauteilflächen mit charakteristischen Schadens- und Erhaltungszuständen:



Abb. 9: Betonabplatzungen, starke Korrosionsschäden, Sockelbereiche Stb.-Rundstütze.  
Signifikante Querschnittsverluste an der tragenden Bewehrung. Die Standsicherheit ist gefährdet.



Abb. 10: Stützenbewehrung mit hohen Abrostungsraten.

Die vor der Inspektion durch den AG veranlassten Abstützungen wurden durch eine statisch bemessene Abfangkonstruktion ersetzt.





Abb. 11: Blick auf den Verbundestrich und die Oberseite der Stb.-Bodenplatte.

Der i.m. 5 cm starke Verbundestrich zeigt teilflächig einen sehr guten Haftverbund zur Bodenplatte. Beim Rückbau des Estrichs lösen sich die oberen Bereiche der Stb.-Bodenplatte, mit intaktem Haftverbund, bis hinter die korrodierte Bewehrung teilflächig ab. Die freiliegende Oberbewehrung der Bodenplatte ist stark korrodiert und zeigt hohe Querschnittsverluste.





Abb. 12: Freiliegende, korrodierte Oberbewehrung der Bodenplatte.



Abb. 13: Entwässerungsrinne aufgesetzt.



Die Entwässerungsrinne wurde vor dem Einbringen des Verbundestrichs auf die Bodenplatte, auf Mörtelbändern aufgesetzt. Der Estrich schließt stumpf an die Entwässerungsrinne an. Die Anschlussfugen zwischen Estrich und Entwässerungsrinne sind undicht (Abb. 13)



Abb. 14: Entwässerungsrinne Rampenfuß.



Abb. 15: Anschluss Entwässerungsrinne Rampe.

Die Entwässerungsrinne am Rampenfuß entwässert über die Tiefgaragenrinne.

## 5.0 Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse der materialtechnischen Untersuchungen

#### 5.1.1 Bauschädliche Salze, Chloridgehalte [A] 12

##### Stützensockel

An den exemplarisch, zu Untersuchungszwecken ausgesuchten Stahlbetonstützen liegen im Sockelbereich der Stützen ausgeprägte Schadstoffgehalte in Form von bauschädlichen Salzen, bis in eine Bauteiltiefe von 6 cm/Höhe 5 cm vor (insbesondere Stützen S3, S5, S6). Die Werte liegen deutlich oberhalb des als kritisch einzustufenden, korrosionsauslösenden Grenzwertes von 0,5 M%, bezogen auf das Zementgewicht auf Höhe der Bewehrung nach den einschlägigen technischen Baubestimmungen.

##### Wandsockel

An den exemplarisch untersuchten Wandsockeln liegen deutlich erhöhte Chloridgehalte in den Wänden W7, W10 und W11, bis in Bauteiltiefen von 6 cm/ Höhen 5 cm vor. Die Werte liegen deutlich oberhalb der als kritisch einzustufenden, korrosionsauslösenden Grenzwerte von 0,5 M%, bezogen auf das Zementgewicht auf Höhe der Bewehrung nach den einschlägigen technischen Baubestimmungen.

Unkritische Chloridgehalte zeigen die Bohrmehlproben der Wandsockel W19 und W35.

##### Bodenplatte

Die Chloridprofile der Entnahmestellen zeigen in den Bereichen mit hohem Haftverbund zum Verbundestrich (BP02), unkritische Chloridgehalte. Die Chloridprofile der Entnahmestellen mit losem Haftverbund zum Verbundestrich BP01, BP03 und BP04 weisen deutlich über 0,5 M% liegende Werte, auf Höhe der Bewehrung, bis zur Entnahmetiefe 6 cm, auf.

##### Zufahrtsrampe

Die Chloridprofile der Entnahmestelle BP16 in der Zufahrtsrampe zeigen unkritische Chloridgehalte.

## 5.1.2 Potentialfeldmessungen (Anlagen[A] 6, [A] 8)

## 5.1.2.1 Stützensockel:

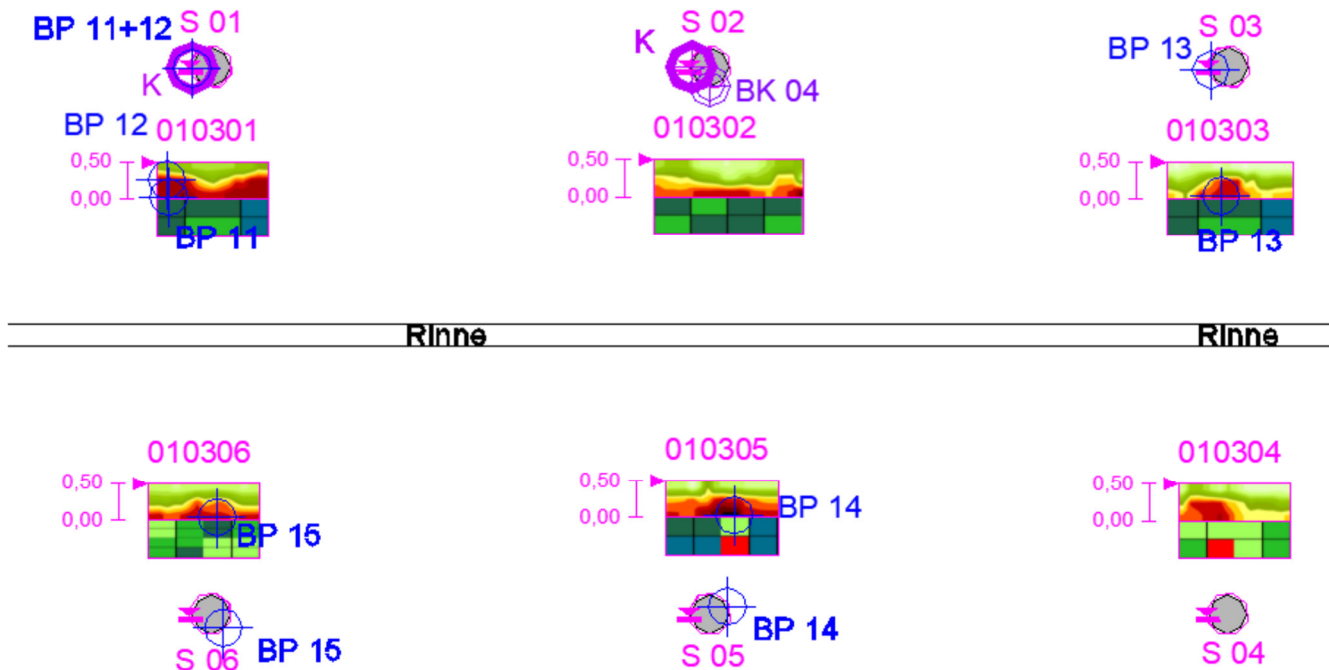


Abb. 16: Potentialgrafik Stützen Auszug aus [A] 8.

An allen Stützensockeln sind umlaufend hohe, negative Potentiale  $< -400$  mV vorhanden, woraus ein aktiver Korrosions-/Auflösungsprozess der tragenden Stützbewehrung abgeleitet werden kann. In den gelb/orange dargestellten Bereichen beginnen die Korrosionsprozesse an der Bewehrung.

Die Bohrmehlbeprobungen BP11, BP13, BP14 und BP15 (negativer Messwert bzw. Messwert im Übergangsbereich, hohe / kritische Chloridgehalte) sowie BP12 (negativer Messwert in einer Höhe von 20cm, hohe / kritische Chloridgehalte bis 4cm) sowie die Sondierungen bei BP11 und BP14 bestätigen die Einschätzung der Korrosionsvorgänge anhand der Potentiale.



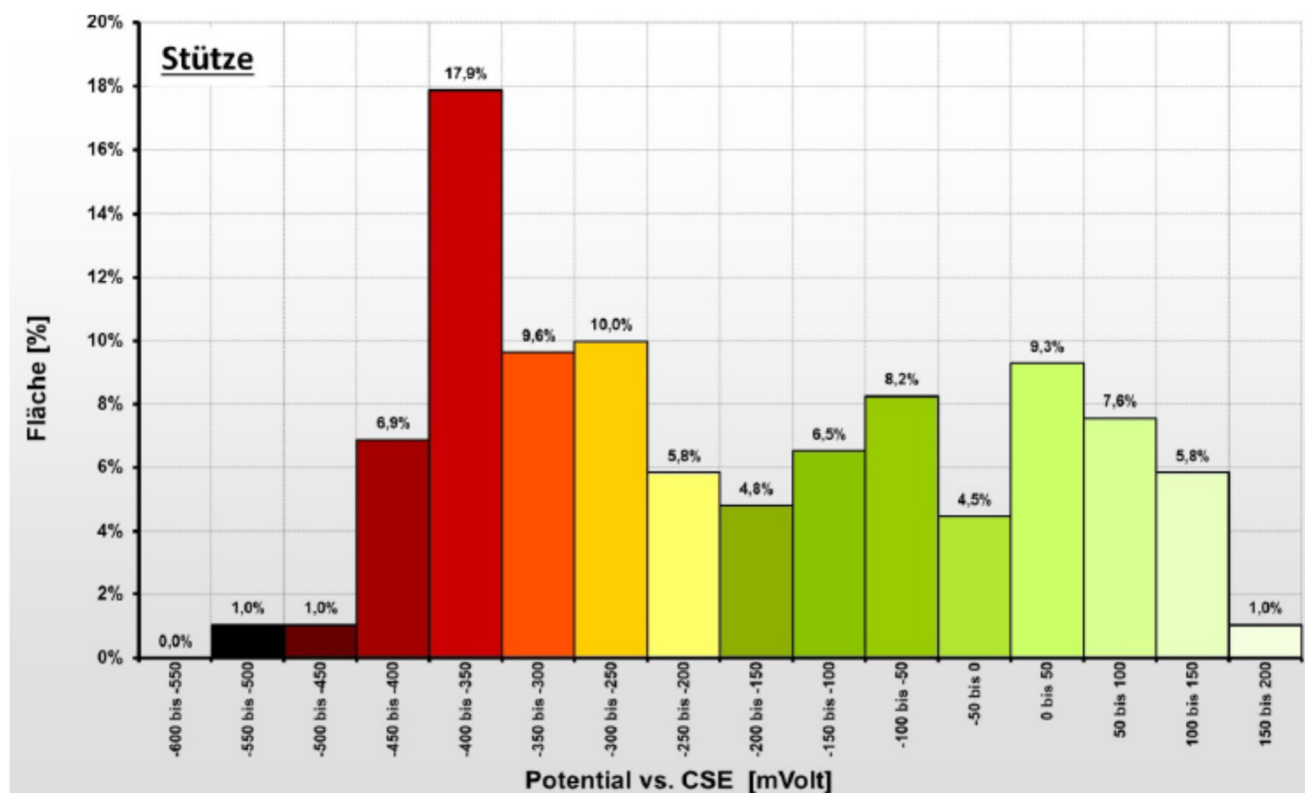


Abb. 17: Statistischer Flächenanteil (%) Potentialspannungen Stützen, Auszug aus [A] 9.

#### 5.1.2.2 Wandsockel:

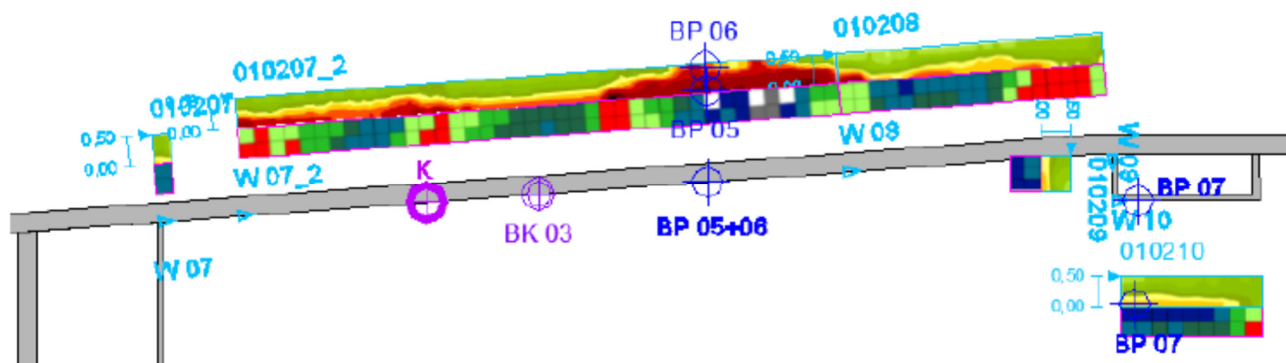


Abb. 18: Potentialgrafik Wandsockel W7-W11, Auszug aus [A] 8.

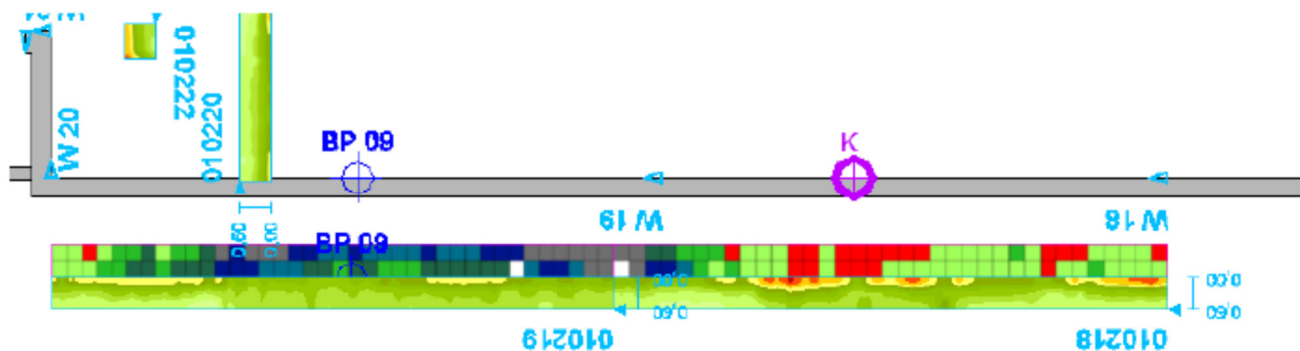


Abb. 19: Potentialgrafik Wandsockel W18 - W19, Auszug aus [A] 8.

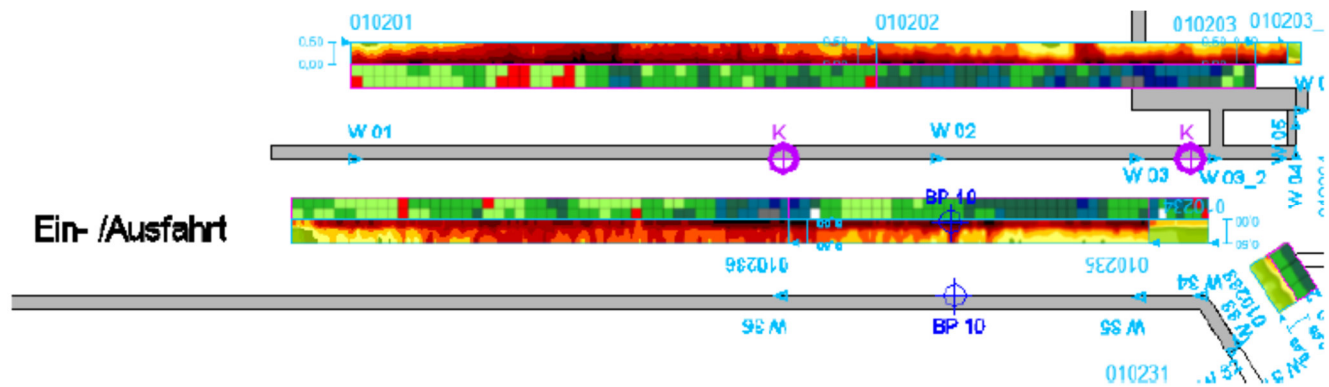


Abb. 20: Potentialgrafik Rampensockel W02, W35, W36, Auszug aus [A] 8.

Die dargestellten Potentialfeldgrafiken der Wandsockel zeigen im Fußbereich, flächig und lokal, bis 50cm Höhe, negative, bereits aktive Korrosion (in den Grafiken rot dargestellt) und Potentiale im Übergangsbereich (in den Grafiken gelb bis orange dargestellt) auf.

- An Wand W07\_2 wurden Bohrmehlproben bei BP05 (h=0cm) und BP06 (h=20cm) in zwei Höhen bei negativem Potential entnommen. Bei beiden Bohrpunkten wurden stark erhöhte Chloridanreicherungen bis 6cm Tiefe festgestellt; Korrosion ist bei negativem Potential auch bis zu einer Höhe von 50cm wahrscheinlich.
- Bei Prüfstelle BP07 an Wand W10, mit einem Messwert von -287mV im Übergangsbereich, wurden in 6cm Tiefe stark erhöhte Chloridanreicherungen festgestellt. Die Sondierung bestätigt Korrosion an der Bewehrung. Bei der Sondierung bei BP 07 wurden Korrosionsspuren an der Bewehrung (trotz BD 53 mm) bei einem Chloridgehalt von 0,83M%/Zement festgestellt.
- Im Zuge der Sondierung bei BP 05 wurde chloridinduzierte Korrosion mit Querschnittsverlusten von bis zu 100% festgestellt.
- Die Wandsockel W18 und W19 zeigen teilweise negative, auf Korrosion hinweisende Potentiale – sowie Potentiale im Übergangsbereich im Fußbereich auf. Bei geringen Betondeckungen kann es zu carbonatisierungsinduzierter Korrosion kommen (Mittelwert Karbonatisierung 31mm).
- Die Bohrmehlbeprobung bei BP09 bestätigt keine kritischen Chloridanreicherungen, oberflächlich sind die Chloride mit einem Wert 0,42% jedoch leicht erhöht.
- Die Potentialfeldgrafiken der Rampensockel zeigen aktive Korrosion (in den Grafiken rot dargestellt) und Potentiale im Übergangsbereich (in den Grafiken gelb bis orange dargestellt) bis zu einer Höhe von 50cm auf. Die negativen Potentiale sind erfahrungsgemäß auf eine Durchfeuchtung der Rampenbauteile (=erhöhte Leitfähigkeit und dadurch geringerer, elektrischer Widerstand) zurückzuführen. Die Chloridgehalte bei BP 10 an der Rampenwand liegen bei 0,1M%/Zement und sind eindeutig als unkritisch einzustufen. Im Zuge der Instandsetzung sollte die Einschätzung in weiteren Bereichen, insbesondere mit Anzeichen von aufsteigender Feuchtigkeit, durch Bohrmehlbeprobungen überprüft werden, um den Korrosionsschutz sicherzustellen. Aufgrund der

Betondeckung und der festgestellten Karbonatisierung lässt sich ebenfalls keine erhöhte Korrosionsgefährdung infolge der Karbonatisierung ableiten.

Aufgrund der vorstehenden Erkenntnisse sind an den Wandsockeln der Tiefgarage mit negativen Potentialen und Potentialen im Übergangsbereich, Korrosionsprozesse auch bei höheren Betondeckungen bis in 6cm Tiefe nicht auszuschließen.

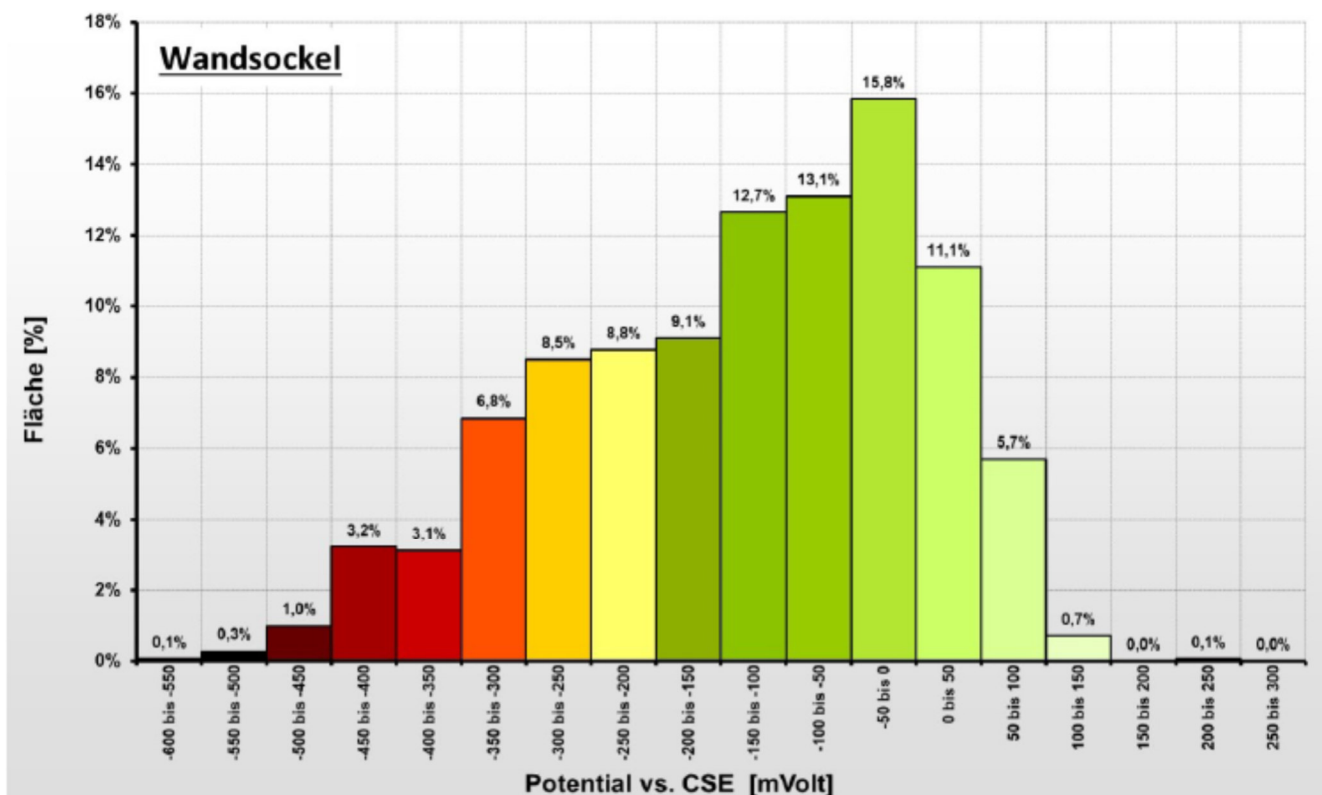


Abb. 21: Statistischer Flächenanteil (%) Wandsockel Tiefgarage, Auszug aus [A] 9.

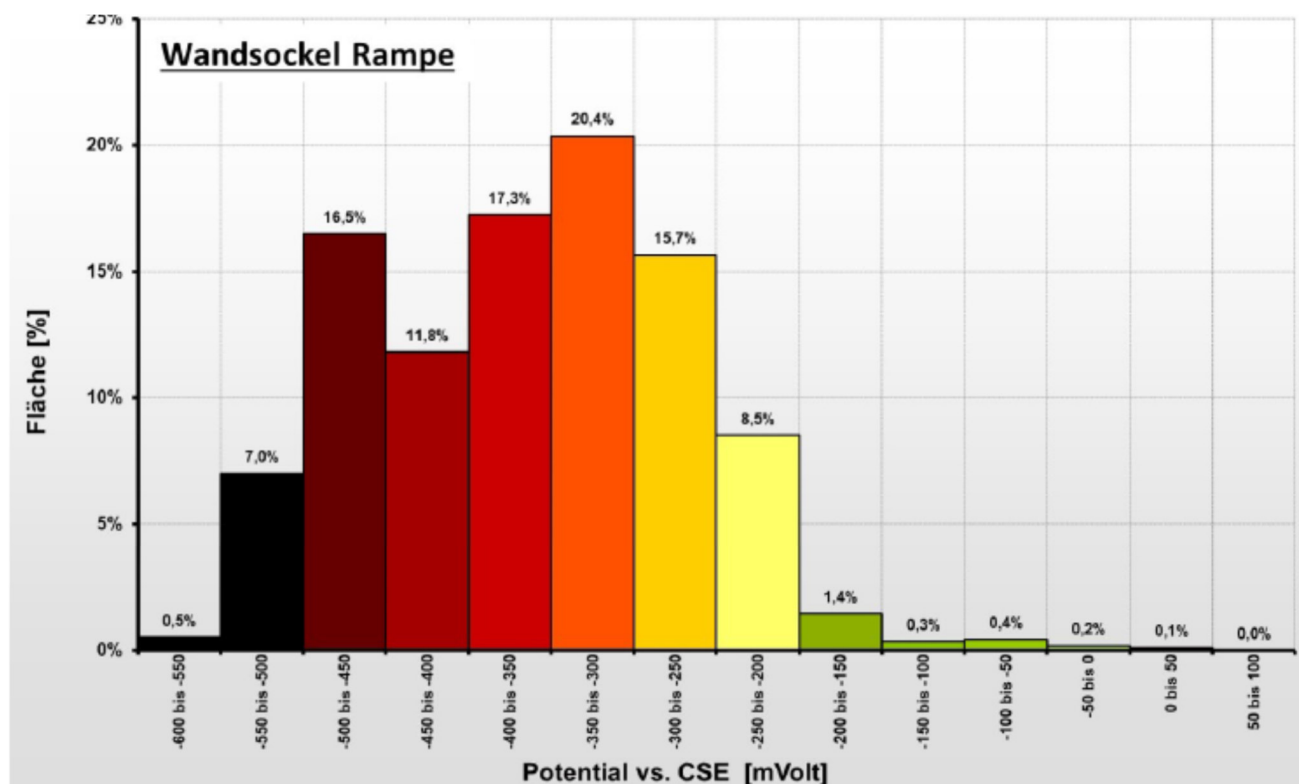


Abb. 22: Statistischer Flächenanteil (%) Wandsockel Rampe, Auszug aus [A] 9.

### 5.1.2.3 Bodenplatte

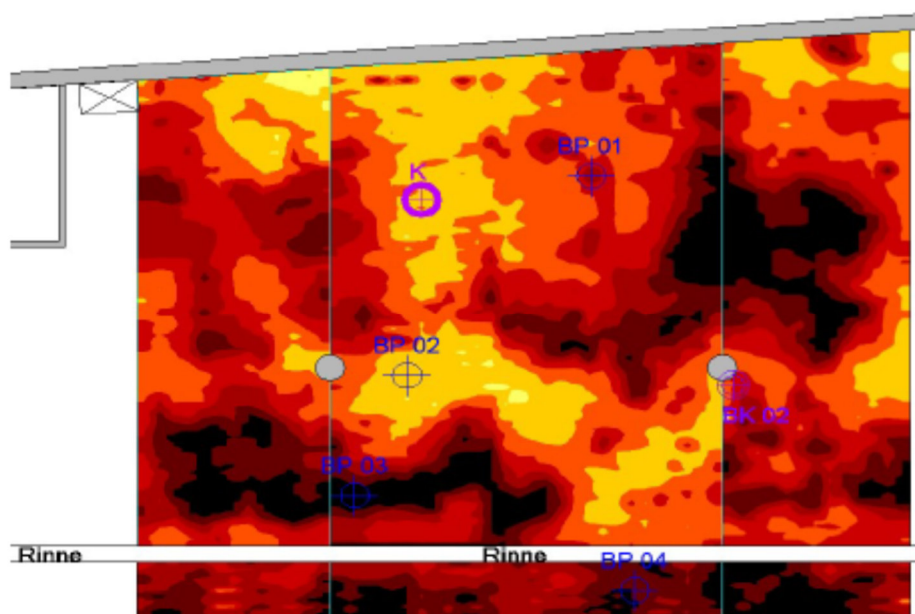


Abb. 23: Potentialgrafik Bodenplatte Tiefgarage, Auszug aus [A] 6.

Aus der Grafik (Abb. 23) lassen sich hohe, negative Potentiale von  $< -400\text{mV}$  in der Bodenplatte identifizieren, die auf aktive Korrosionsprozesse an der Bewehrung hinweisen. Damit verbunden sind signifikant erhöhte Chloridwerte (siehe BP03/04), mit sichtbaren Querschnittsverlusten an der eingelegten

Bewehrung. Die Prüfstellen bei BP01 (keine Auffälligkeit), BP03 (Abstand freiliegende Eisen) und BP04 (freiliegende korrodierte Bewehrung) zeigen sehr hohe Chloridanreicherungen bis in eine Tiefe von 6 cm. Die Sondierung bei BP02 zeigt geringe Korrosionsspuren auf. Im Bereich der Prüfstellen BP03 und BP04 sind Korrosionsprozesse an der freiliegenden Bewehrung ersichtlich. Im Bereich BP04 (angrenzend an die Rinne) sind flächig erhebliche Querschnittsverluste an der Bewehrung vorhanden.

#### 5.1.3 Betondruckfestigkeiten, Einstufung des Betons in Altbetonklasse nach [R] 2, Tab. 4.

Aufgrund der Ergebnisse der Prüfungen an den Bohrkernen gemäß [A] 12 entspricht der Bestandsbeton:

- BK01 = 39,47 MPa
  - o Entnahmeort: Bodenplatte TG, neben Stütze S05.
- BK02 = 33,97 MPa
  - o Entnahmeort: Bodenplatte TG, neben Stütze S02.
- BK3 = 39,97 MPa
  - o Entnahmeort: Wand W7\_2

(Informationen zu BK4:

Zu Bohrkern 04 ist anzumerken, dass der nach DIN EN 12504-1 und DIN EN 12390-3 geregelte Mindestdurchmesser der Bohrkern 50 mm beträgt. Dieser wurde bei Bohrkern 04, mit einem Durchmesser von 45 mm, unterschritten.)

#### 5.1.4 Oberflächenzugfestigkeiten nach [R] 2, Tab. 4.

An den am Objekt entnommenen Bohrkernen wurden folgende Oberflächenzugfestigkeiten/Abreissfestigkeiten ermittelt.

Nr.1	BK 01 - Boden bei Stütze S5			
Nr.2	BK 02 - Boden bei Stütze S2			
Nr.3	BK 03 - Wand W7_2			
Nr.	Temperatur des Unter- grundes [°C]	Abreißkraft [ N ]	Oberflächenzugfestigkeit Einzelwert    Mittelwert [ N/mm <sup>2</sup> ]    [ N/mm <sup>2</sup> ]	
1	23		1,38	
2	23		1,68	
3	23		2,92	

Abb. 24: Auszug Abreissfestigkeiten aus [A] 13.

Zusammenfassung und Einordnung der Altbetonklassen:

**Tabelle 4: Einordnung des Altbetons im Bereich der Instandsetzungsebene**

	1	2	3	4
	Altbetonklasse	Druckfestigkeit <sup>1)</sup>	Oberflächenzugfestigkeit <sup>2)</sup>	
			Mittelwert	kleinster Einzelwert
		[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	A1 <sup>3)</sup>	≤ 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

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

<sup>2)</sup> Kleinster Einzelwert / Mittelwert (Bestimmung nach DIN EN 1542)

<sup>3)</sup> Die Technische Regel enthält keine abschließenden Regelungen zur Altbetonklasse A1.

Abb. 25: Tabelle 4 aus [R] 1.

Aus der Kombination der Ergebnisse erfolgt die Einordnung der Altbetone nach [R] 1 für die weitere Planung der Instandsetzung in folgende Altbetonklassen:

- Wände **A4**
- Stützen **A4**
- Bodenplatte **A3**
- Rampe keine Einordnung, weitere Untersuchungen erforderlich

#### 5.1.5 Bauteilfeuchte Beton [A] 13

An den entnommenen Bohrkernen wurden folgende Bauteilfeuchten ermittelt.

Probe Nr.	Entnahmestelle	Gewicht [ g ]				Differenz [M.-%] feucht zu getrocknet letzte Wiegung zu vorletzter Wiegung	Feuchte- gehalt [ M.-% ]
		feucht	getrocknet nach x h				
			x = 24	x = 48	x = 72		
BK 01	Bohrkern Boden (bei S5)	44,19	41,59	41,41	41,40	0,02	6,3
BK 02	Bohrkern Boden (bei S2)	17,40	16,40	16,42	16,40	0,12	5,7
BK 03	Bohrkern Wand (W7_2)	42,19	40,41	40,30	40,30	0,00	4,5
BK 04	Bohrkern Stütze (S2)	106,90	102,62	102,55	102,50	0,05	4,1

Abb. 26: Auszug Feuchtegehaltsbestimmung aus [A] 13.

## 5.1.6 Betondeckung (Anlagen [A] 7, [A] 10)

### 5.1.6.1 Bodenplatte

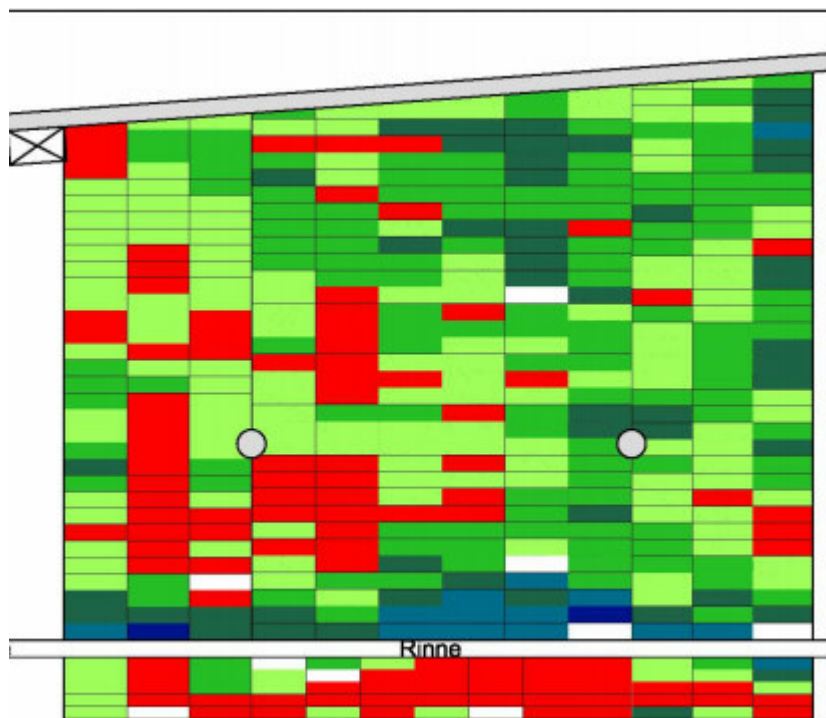


Abb. 27: Messfläche Bodenplatte Auszug aus [A] 6.

Messwerte zwischen 0 – 68 mm.

- Mittelwert 30 mm
- 5%-Quantil 12 mm
- 10%-Quantil 15,3 mm

### 5.1.6.2 Wand- und Stützensockel

Messflächen Wand- und Stützensockel siehe Grafiken [5.1.2.2 Wandsockel](#):

Messwerte Wandsockel zwischen 5 und 98 mm

- Mittelwert 47,2 mm
- 5%-Quantil 14,0 mm
- 10%-Quantil 18,8 mm

Messwerte Stützensockeln zwischen 18 und 76 mm

- Mittelwert 40 mm
- 5%-Quantil 23,2 mm
- 10%-Quantil 26,5 mm



## 5.1.6.3 Decke und Stützenpilze

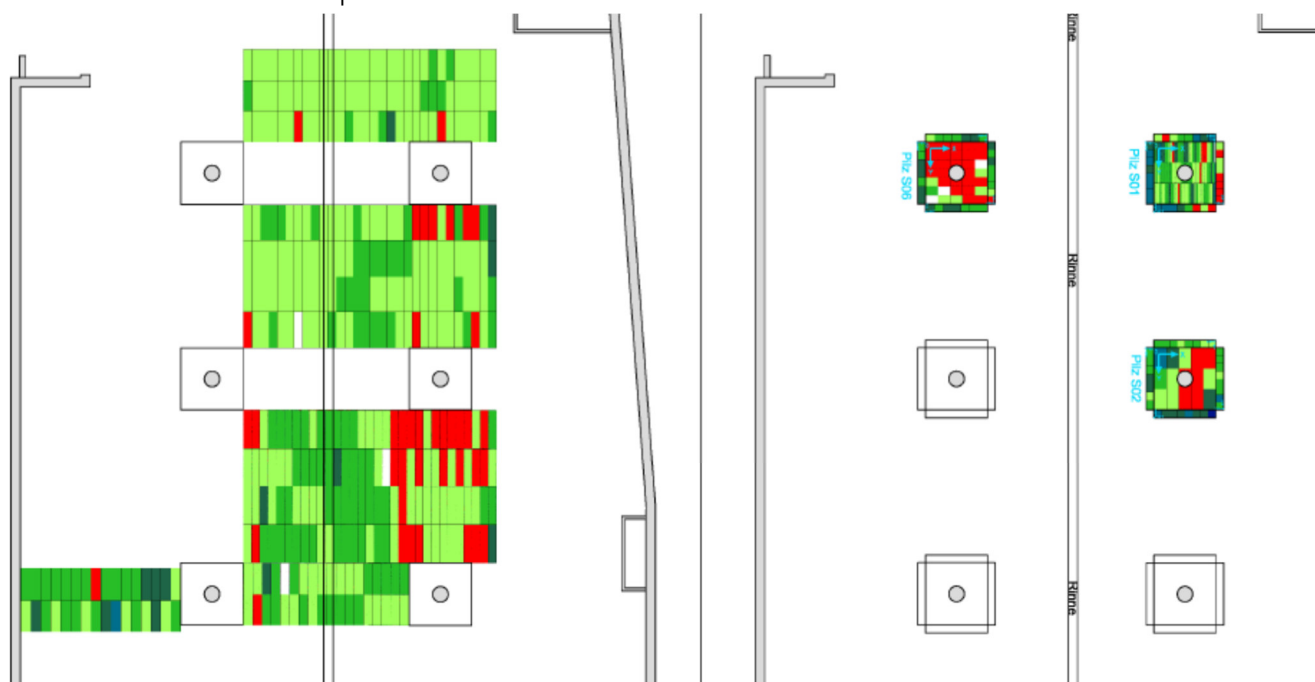


Abb. 28: Messfläche Decke und Stützenpilze, Auszug aus [A] 7.

Messwerte an der Deckenuntersicht zwischen 11 und 62 mm (Messfläche 99,38 m<sup>2</sup>)

- Mittelwert 29 mm
- 5%-Quantil 19,4 mm
- 10%-Quantil 21,9

Messwerte Stützenpilze zwischen 10 und 96 mm (UZ03, Messfläche 11,1 m<sup>2</sup>)

- Mittelwert 36 mm
- 5%-Quantil 18,1 mm
- 10%-Quantil 21,8

## 5.1.7 Carbonatisierung (Anlage [A] 11)



Prüfstelle	Bauteil		Karbonatisierung	Betondeckung	Korrosions-Gefährdung K / BD c
Bez.	Bezeichnung	Bezug	K mm	c mm	Ja / Nein
K1	Boden, Fl02	BP02	1	30	Nein
Mittelwert			1		
K2	Decke, 010402	K07	32	29	Ja
Mittelwert			32		
K3	Stütze, S5	BP14	30	23	Ja
K4	Stütze, S1	K05	20		
K5	Stütze, S2	K06	21	36	Nein
Mittelwert			24		
K6	Wand, W7	BP05	28	46	Nein
K7	Wand, W10	BP07	33	53	Nein
K8	Wand, W18	K04	30	28	Ja
Mittelwert			31		
K9	Rampe, W2	K001	6	38	Nein
K10	Rampe, W3	K02	4	40	Nein
Mittelwert			5		

Abb. 29: Auszug aus [A] 14.

Die gemessenen Carbonatisierungswerte an den Inspektionsstellen variieren. Die Gegenüberstellung der punktuellen Prüfparameter, Betondeckung und Carbonatisierung zeigen,

- dass bei 1 der 1 Bodenprüfstellen **ein** ausreichender Korrosionsschutz für die Bewehrung bezüglich der Korrosion infolge Carbonatisierung besteht.
- dass bei der Deckenprüfstelle **kein** ausreichender Korrosionsschutz für die Bewehrung bezüglich der Korrosion infolge Carbonatisierung besteht.
- dass bei 1 der 3 Stützenprüfstellen **ein** ausreichender Korrosionsschutz für die Bewehrung bezüglich der Korrosion infolge Carbonatisierung besteht.
- dass bei 1 der 3 Wandprüfstellen **ein** ausreichender Korrosionsschutz für die Bewehrung bezüglich der Korrosion infolge Carbonatisierung besteht.
- dass bei 2 der 2 Rampensockelprüfstellen **ein** ausreichender Korrosionsschutz für die Bewehrung bezüglich der Korrosion infolge Carbonatisierung besteht.

Anhand der Untersuchungsergebnisse werden nachfolgende Mittelwerte festgelegt:

- für Stützen 24 mm
- für Decken 32 mm
- für Wände 24 mm

Für die Berechnung der Restnutzungsdauer wird folgender Mittelwert für das Objekt festgelegt: **26,7 mm**

Die Ergebnisse der Betondeckungsmessungen [A] 7, [A] 10 zeigen im Zusammenhang mit der bauteilspezifisch festgestellten Karbonatisierung,

- dass für einen Anteil von 32,5% der **Bewehrung der Wandsockel** (Betondeckung c von 5 bis 98 mm, Mittelwert 42 mm) **eine** Korrosionsgefährdung infolge Karbonatisierung (Mittelwert 31 mm) besteht.
- dass für einen Anteil von 6,0% der **Bewehrung der Stützensockel** (Betondeckung c von 18 bis 76 mm, Mittelwert 40 mm) **eine** Korrosionsgefährdung infolge Karbonatisierung (Mittelwert 24 mm) besteht.
- dass für die **Bewehrung der Wandsockel Rampe** (Betondeckung c von 8 bis 78 mm, Mittelwert 39 mm) **keine** Korrosionsgefährdung infolge Karbonatisierung (Mittelwert 5mm) besteht.
- dass für einen Anteil von 71,1% der **Bewehrung der Decke** (Betondeckung c von 11 bis 62 mm, Mittelwert 29 mm) **eine** Korrosionsgefährdung infolge Karbonatisierung (Wert 32 mm, besteht.
- dass für einen Anteil von 45,4% der **Bewehrung der „Pilzköpfe“ Decke** (Betondeckung c von 10 bis 96mm, Mittelwert 36mm) **eine** Korrosionsgefährdung infolge Karbonatisierung (Wert 32mm, entsprechend des Instandsetzungszieles prüfen) besteht

#### 5.1.8 Restquerschnitte ausgewählter Bewehrungsstäbe

An den ausgesuchten Bewehrungsstählen im Bereich der Bauteilöffnungen ([A] 11)

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| ➤ Sondieröffnung BP 12, Stütze S01 | Abtragsrate bis 50 %                     |
| ➤ Sondieröffnung BP11, Stütze S01  | Lochfraß                                 |
| ➤ Sondieröffnung BP13, Stütze S03  | Abtragsrate bis 50 %                     |
| ➤ Sondieröffnung BP14, Stütze S05  | Lochfraß                                 |
| ➤ Sondieröffnung BP05, Wand W07    | Lochfraß                                 |
| ➤ Bodenplatte                      | teilflächig hohe Abtragsraten<br>bis 50% |

Es liegen z.T. erhebliche Querschnittsverluste der Bewehrung an Boden-, Wand- und Stützenbauteilen von bis zu 100 % vor (z.B. Abb. 10).

#### 5.1.9 Lichtmikroskopische Gefügeuntersuchungen zur Porenstruktur

Aufgrund der insgesamt guten Erhaltungszustände der entnommenen Bohrkerne wurden keine lichtmikroskopischen Gefügeuntersuchungen zur Porenstruktur durchgeführt.

## 5.1.10 Rissbildungen

Im Bereich der freigelegten Stb.-Bodenplatten konnte aufgrund der oberflächennahen Ablösungen, bis hinter die Oberbewehrung, keine Rissaufnahme erfolgen. Weitere Untersuchungen zu Rissbildungen sind im Bedarfsfall im Rahmen der Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich.

## 5.1.11 Vorgaben zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung der Tiefgarage

Zum Zeitpunkt der Planung und Errichtung der Tiefgaragen war gemäß [R] 27 DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 1972-01, eine Betondeckung für Ortbetonbauteile  $\geq$  Bn 250, die ständig korrosionsfördernden Einwirkungen ausgesetzt sind (z.B. Tausalze) von 35 mm einzuhalten.

**DIN 1045 (1. 1972), Abschnitt 13.2.2** **1003**

**Fortsetzung von Tabelle 10**

1		2	3	4	5	6
Umweltbedingungen		Ortbeton und Fertigteile				werk- mäßig- her- gestellte Fertig- teile  $\geq$ Bn 350
		Bn 150  all- gemein	Flä- chen- trag- werke <sup>22)</sup>	$\geq$ Bn 250  all- gemein	Flä- chen- trag- werke <sup>22)</sup>	
4	Bauteile, die besonders korrosionsfördernden Einflüssen ausgesetzt sind, z. B. durch ständige Einwirkung angreifender Gase oder Tausalze oder „starkem“ chemischen Angriff nach DIN 4030 (siehe auch Abschn. 13.3).	4,0	3,5	3,5	3,0	3,0

<sup>22)</sup> Flächentragwerke im Sinne dieser Tabelle sind Platten, Rippendecken, Stahlsteindecken, Scheiben, Schalen, Faltwerke und Wände.

Bei Bauteilen, die aus Fertigteilen und Ortbeton zusammengesetzt sind, gelten für die Betondeckung gegen die Außenflächen des endgültigen Bauteiles die jeweiligen Maße der Tabellen 9 und 10.

An solchen Flächen von Stahlbetonfertigteilen, an die Ortbeton mindestens der Festigkeitsklasse Bn 250 in einer Dicke von mindestens 1,5 cm unmittelbar anbetoniert und nach Abschnitt 10.2.2 verdichtet wird, darf im Fertigteil und im Ortbeton die Betondeckung der Bewehrung gegenüber den obengenannten Flächen auf die Hälfte der in Tabelle 10, Spalten 4 bis 6, angegebenen Maße, höchstens aber auf 1,0 cm, bei Fertigplatten mit statisch mitwirkender Ortbeton-schicht nach Abschnitt 19.7.6 auf 0,5 cm, vermindert werden. Die Mindestmaße der Tabelle 9 bleiben dabei unberücksichtigt.

Schichten aus natürlichen oder künstlichen Steinen, Holz oder haufwerkporigem Beton dürfen nicht auf die Betondeckung angerechnet werden.

Abb. 30: Auszug aus [R] 6 DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 1972-01.

## Anforderungen 1972 an die Mindestbetondeckung wg. Brandschutz ??

Aus den Bestandsunterlagen der statischen Berechnung und den Bewehrungsplänen gehen keine Angaben zur planmäßig vorgesehenen Betondeckungen hervor.

### 5.2 Schadensbilder und Schadensursache

Die Ergebnisse werden unter Berücksichtigung der vorliegenden Aufgabenstellung wie folgt zusammengefasst.

#### 5.2.1 Stützen

- Bewehrungskorrosion mit hohen Querschnittsverlusten, verbunden mit oberflächennahen Betonabplatzungen aufgrund des fehlenden Oberflächenschutzes und zu geringer Betondeckung (Abb. 9, Abb. 10).
- Betonabplatzungen infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.
- Hohe Korrosionswahrscheinlichkeiten an den Stützensockeln bis in eine Höhe von ca. 50 cm.
- Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt 23 mm. Die nach Abb. 30 auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltenden Mindestbetondeckung von 35 mm, wird unterschritten.

#### 5.2.2 Wände

- Chloridinduzierte Bewehrungskorrosion und oberflächennahe Betonabplatzungen in den Wandsockelbereichen der aufgrund des fehlenden Oberflächenschutzes und einer zu geringen Betondeckung.
- Betonabplatzungen infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.
- Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt 21,3 mm. Die nach Abb. 30 auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltende Mindestbetondeckung von 35 mm, wird unterschritten.

#### 5.2.3 Bodenplatten

- Chloridinduzierte Bewehrungskorrosion aufgrund der fehlenden Abdichtung bzw. des fehlenden Oberflächenschutzes.

- Freiliegende, stark korrodierte Oberbewehrung infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.

#### 5.2.4 Deckenuntersicht und Stützenpilze

- Korrosionsgefährdung der Bewehrung, aufgrund der Carbonatisierung des Betons, bereichsweise bis hinter die Bewehrung. Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt
  - An der Deckenuntersicht 19 mm.
  - An der Pilzkopfuntersicht der Stützen 18,1 mm

Die auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltende Mindestbetondeckung von 20 mm (Tabelle in Abb. 30 nicht dargestellt) , wird unterschritten.

#### 5.2.5 Rampe

Anhand der Untersuchungsergebnisse ist davon auszugehen, dass es sich um eine nichttragende Rampenplatte handelt, die auf dem Erdreich bzw. einem mineralischen Unterbau aufgelagert ist. Aufgrund des guten Erhaltungszustandes und des Oberflächenschutzes aus Gussasphalt ist die Dauerhaftigkeit derzeit nicht eingeschränkt.

### 5.3 Schadensmechanismen

#### 5.3.1 Erläuterung Schadensmechanismus „chloridinduzierte Bewehrungskorrosion“:

Die befahrbaren Bodenflächen und die aufgehenden, vertikalen Sockelflächen der Stahlbetonwände und Stahlbetonstützen sind in der gesamten Tiefgarage ohne Oberflächenschutz ausgeführt. Über den Parkverkehr werden insbesondere im Winter Tausalze (im Wasser gelöste Chloride) in die Tiefgarage eingeschleppt. Die in der Tausalzlösung enthaltenen Chloridionen dringen durch verschiedene Transportmechanismen in die Betonmatrix ein (z.B. über Risse, kapillare Wasseraufnahme, Diffusion). Erreichen die Chloridionen die Bewehrung (= Stahleinlagen im Beton), kommt es zu einem verdeckt ablaufenden, schnell fortschreitenden Korrosionsprozess der Bewehrung, der sogenannten „chloridinduzierten Bewehrungskorrosion“. Grundvoraussetzung für diese Art der Korrosion ist der Zutritt von Wasser und Sauerstoff, der auf den Bodenflächen und im Sockelbereich von Wänden und Stützen i.d.R. immer vorhanden ist. In diesen Bereichen können über Fehlstellen, Lunker, Risse und Arbeitsfugen ... etc. Sauerstoff und Wasser an den Bewehrungsstahl gelangen. Die chloridinduzierte Bewehrungskorrosion (Abb. 31) läuft im Gegensatz zur Sauerstoffkorrosion im Verborgenen ab (von außen nicht zu erkennen) und führt auf Dauer zu einer völligen Auflösung der Bewehrung. Die Korrosion der



Bewehrung führt zu einer nachhaltigen Schädigung, da sich der für die Aufnahme der Zugkräfte verfügbare Stahlquerschnitt verringert und die Tragfähigkeit des Bauteiles abnimmt.

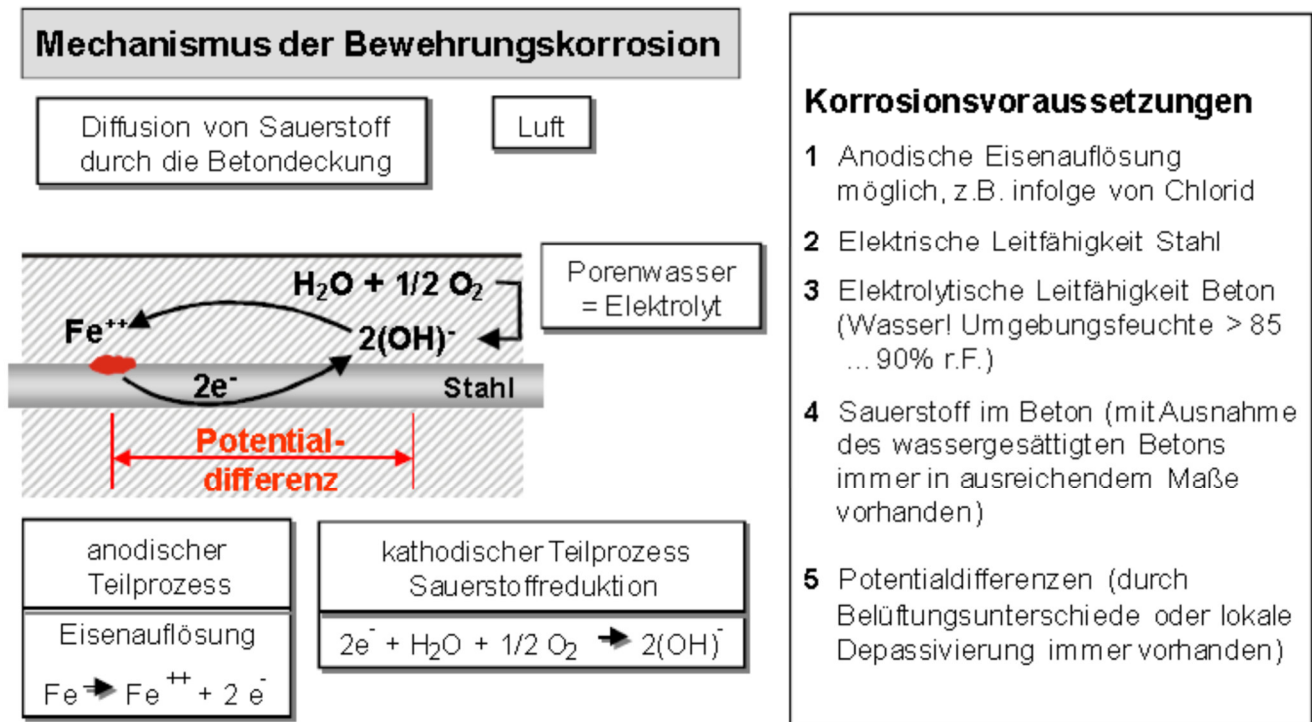


Abb. 31: Mechanismus der Bewehrungskorrosion bei Lochfraßkorrosion.

#### 5.3.1 Erläuterung Schadensmechanismus „carbonatisierungsinduzierte Bewehrungskorrosion“:

Bei der Carbonatisierung handelt es sich um eine chemische Reaktion, die zur Herabsetzung des pH-Wertes im Beton führt. Durch hohe pH-Werte > 12-13 im ungeschädigten Beton, entsteht ein alkalisches Milieu (Depassivierung), das die Bewehrung vor Korrosion schützt. Dringt Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) über die Betonoberfläche in den Beton ein, reagiert das im Porenwasser gelöste Calciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) mit dem  $\text{CO}_2$  zu Calciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Durch diesen Umwandlungsprozess sinkt im Laufe der Zeit die Alkalität des Betons auf pH- Werte < 9. In diesem Bereich der Alkalität ist der Korrosionsschutz der Bewehrung durch den umgebenden Beton nicht mehr gegeben. Bei ausreichender Menge an Sauerstoff und Wasser kommt es zur Korrosion der Bewehrung. Beim Korrodieren der Bewehrung tritt, neben der Querschnittverringerng und dem Festigkeitsverlust, durch die entstehenden Korrosionsprodukte (Abb. 32) eine Volumenzunahme um das 2- bis 6- fache ein. Zu Beginn der Korrosion entstehen i.d.R. Längsrisse entlang der Bewehrung, die im weiteren Verlauf zur Abplatzung der Betondeckung führen (Abb. 33)

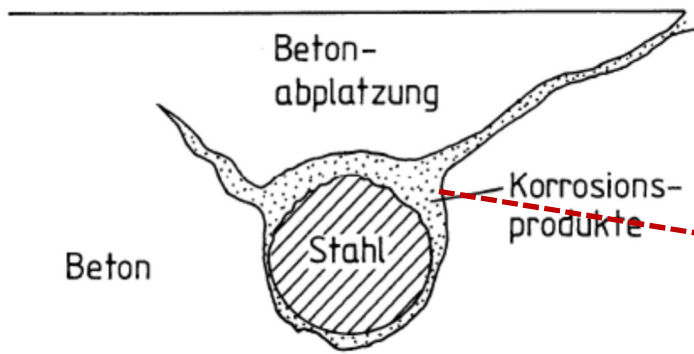


Abb. 32: Prinzipskizze.

Mit der Korrosion ist eine Volumenzunahme der Bewehrung verbunden, die zur Absprengung der Betondeckung führt.



Abb. 33: Charakteristisches Schadensbild, Betonabplatzung durch Bewehrungskorrosion.

#### 5.4 Sonstige Schadensbilder und Ursachen

- Über die offenen Anschlussfugen zwischen Verbundestrich und Entwässerungsrinnen (siehe Abb. 13) kann Wasser mit darin gelösten Schadstoffen unter den bereichsweise hohl liegenden Estrich eindringen und sich dort ansammeln. Die Feststellungen am Objekt zeigen großflächig Korrosionsschäden an der Bewehrung (Abb. 12), die auf diese Wassereintritte zurückzuführen sind.

## 6.0 Auswertung der Ergebnisse

### 6.1 Abschätzung des Carbonatisierungsfortschritts

Auf der Basis der ermittelten Carbonatisierungstiefen wird zur Ermittlung des Carbonatisierungsfaktors eine gemessene, mittlere Carbonatisierungstiefe von **26,7** mm zugrunde gelegt. Der aus den gemessenen Carbonatisierungstiefen ermittelte Karbonatisierungsfaktor **c** errechnet sich nach einer Nutzungsdauer von ca. 47 Jahren:  $c = y / t^{0,5}$

#### Faktoren und Berechnungen

$c = y / t^{0,5}$	3,89459	Carbonsatisierungsfaktor
$y \text{ (mm)} =$	26,7	charakteristische Carbonatisierungstiefe
$t \text{ (Jahre)} =$	47	Alter der Betonkonstruktion

Hinweis:

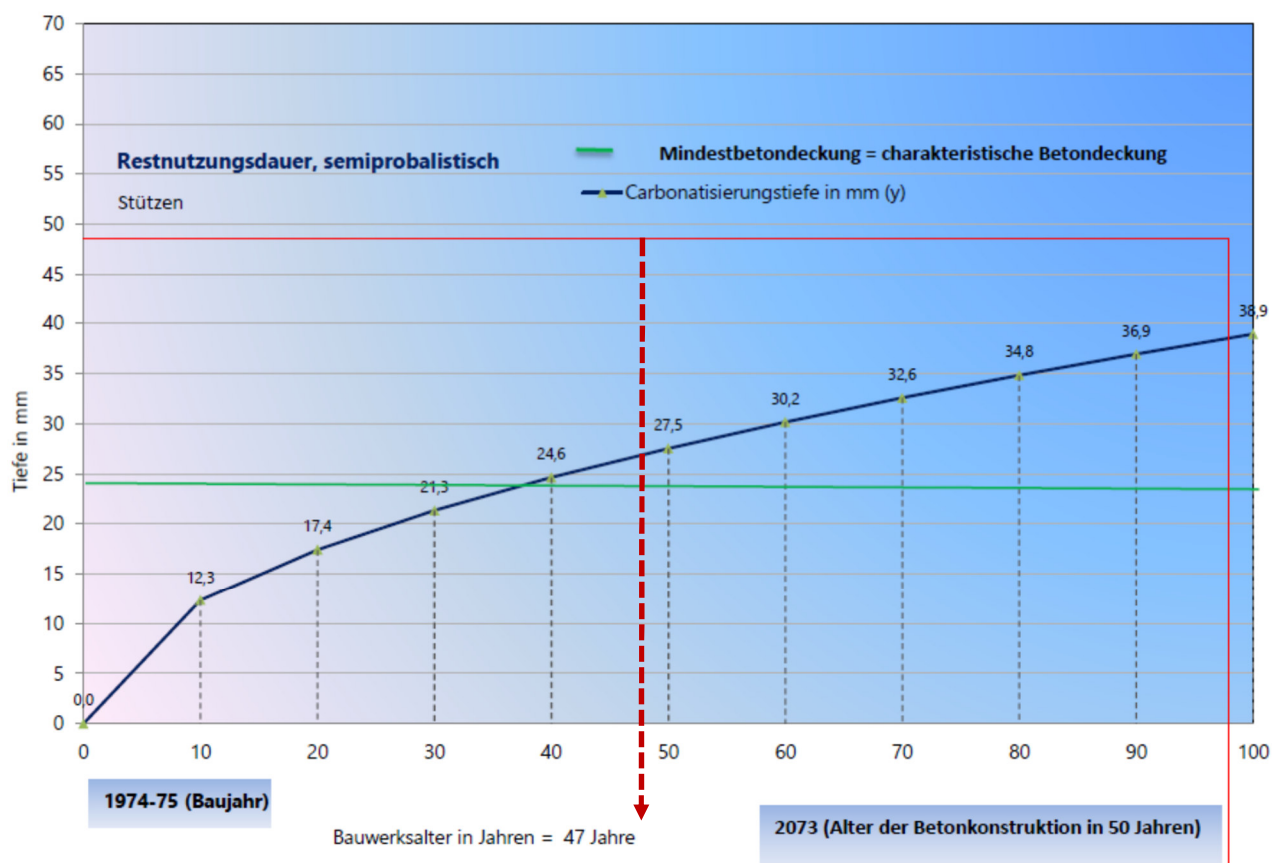
Das Verfahren gilt zur Abschätzung der Restnutzungsdauer für intakte, ungerissene Betonbereiche. Ist ein passiver Schutz der Bewehrungsoberfläche von Korrosion durch den umhüllenden Beton nicht gegeben- z.B. durch Fehlstellen, bewehrungskreuzende Trennrisse etc., ist die Dauerhaftigkeit gesondert zu betrachten.

#### Ermittlung der Restnutzungsdauer (wenn Carbonatisierungstiefe = Betondeckung)

a.	Stützen
----	---------

$y_{\text{ist}} =$	24,5 mm	charakteristische Betondeckung
$c =$	3,89459	
$t = (y/c)^2$	39,57	Gesamtnutzungsdauer
$t_{\text{Rest}} =$	-7,43	Restnutzungsdauer





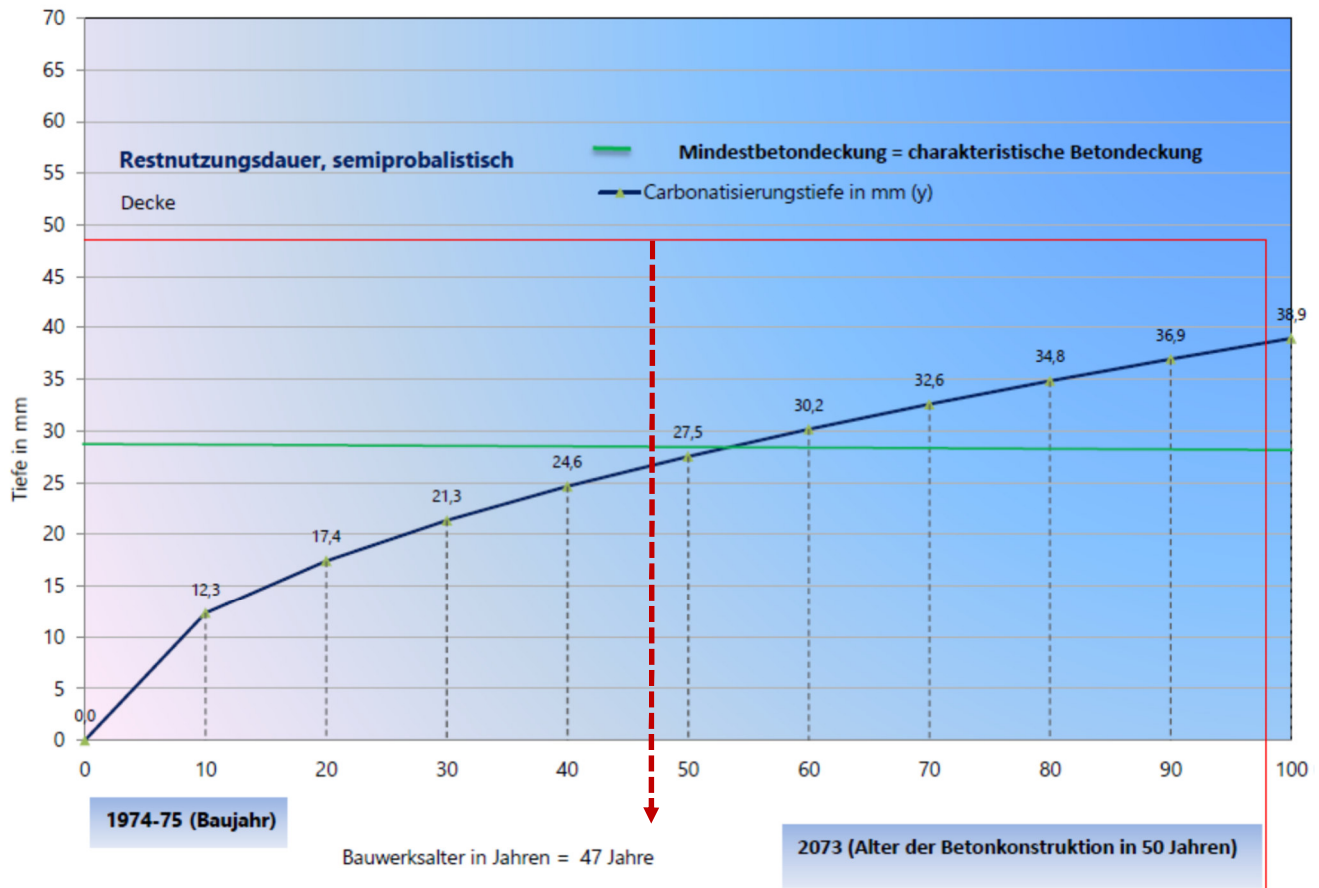
**Abb. 34:** Diagramm Carbonatisierungsfortschritt Stützen

Der Kurvenentwicklung ist zu entnehmen, dass die Restnutzungsdauer der Betondeckung aufgebraucht ist (rechnerischer Wert = - 7,43 Jahre).

Ermittlung der Restnutzungsdauer (wenn Carbonatisierungstiefe = Betondeckung)

**b.                      Decken**

$y_{ist} =$	<b>29 mm</b>	charakteristische Betondeckung
$c =$	<b>3,89459</b>	
$t = (y/c)^2$	<b>55,45</b>	Gesamtnutzungsdauer
$t_{Rest} =$	<b>8,45</b>	Restnutzungsdauer



**Abb. 35:** Diagramm Carbonatisierungsfortschritt Decke

Der Kurvenentwicklung ist zu entnehmen, dass die Restnutzungsdauer der Betondeckung in 8,45 Jahren aufgebraucht ist.

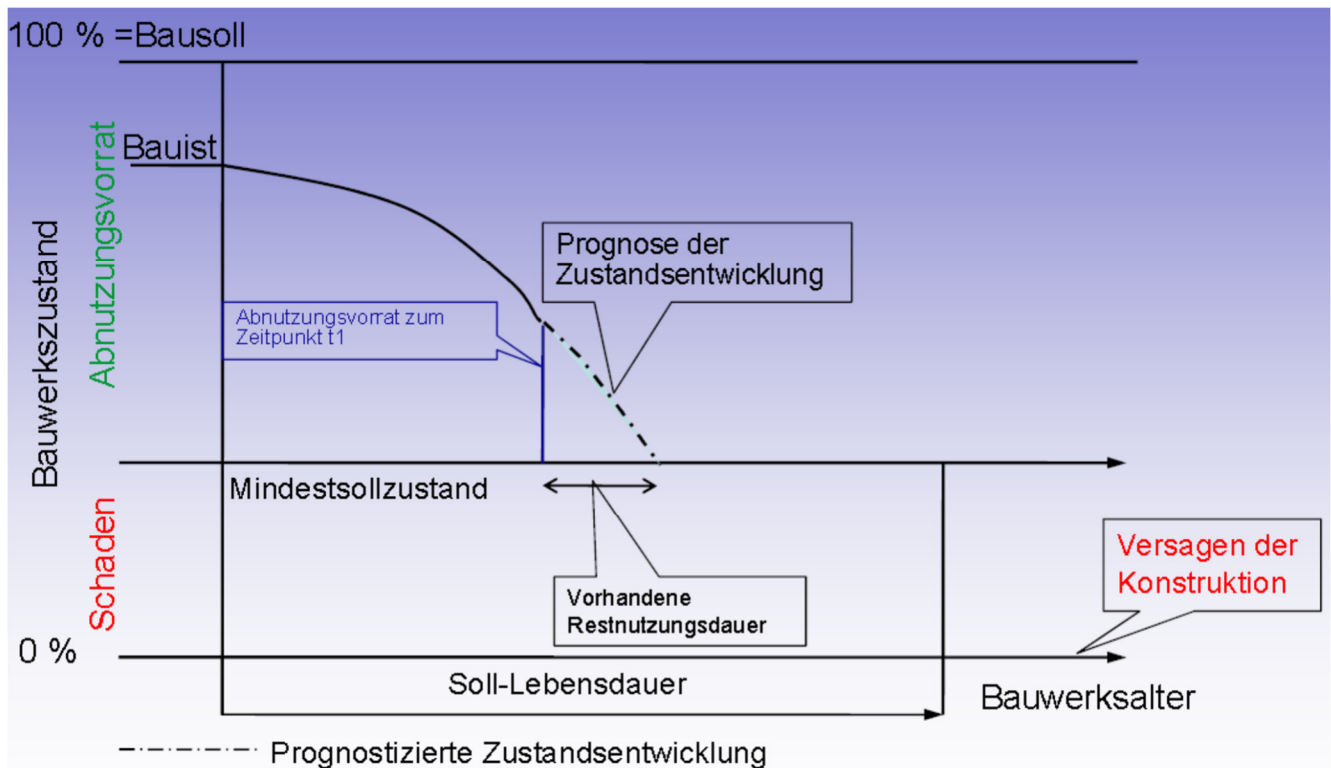
## 6.2 Abschätzung des Korrosionsfortschrittes der Bewehrung

Auf der Basis der festgestellten Korrosionsschäden der Bewehrung ergibt sich folgendes Schadensbild:

### 6.2.1 Wand- und Stützensockel:

An den tragenden Stb.-Wand- und Stützensockeln liegen Korrosionsschäden mit nennenswerten Querschnittsverlusten vor. Beim überwiegenden Anteil der Prüfstellen liegen Potentialwerte und Chloridanreicherungen vor, die auf aktive bzw. beginnende Korrosionsprozesse auf Höhe der Bewehrung hinweisen. Im Bereich der Bauteilöffnungen haben sich diese bestätigt. Die weiteren Verluste an Stahlquerschnitten werden unter gleichbleibenden Bedingungen progressiv zunehmen. Die Gefährdung der Standsicherheit wird unter gleichbleibenden Bedingungen zunehmen. Die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Stb.-Konstruktion sind bereichsweise nicht mehr gegeben.

In den Stützen- und Wandbereichen mit freiliegender Bewehrung ist der Abnutzungsvorrat aufgebraucht und somit der Mindest-Sollzustand unterschritten (siehe Diagramm Abb. 36).



**Abb. 36:** Diagramm zur Darstellung der Zustandsentwicklung.

#### 6.2.3 Bodenplatte:

In der nichttragenden Bodenplatte liegen flächig hohe Chloridanreicherungen und Korrosionsschäden. Die Bodenplatte ist, des fehlenden Oberflächenschutzes und der Unterläufigkeit des bereichsweise hohlliegenden Verbundestrichs, einer dauerhaft hohen Chloridbeaufschlagung ausgesetzt. Die weiteren Verluste an Stahlquerschnitten werden unter gleichbleibenden Bedingungen nennenswert zunehmen. Da es sich bei der Bodenplatte um ein „nichttragendes“ Bauteil handelt, haben die Schäden einen nur sehr untergeordneten Einfluß auf die Standsicherheit des Gebäudes.

#### 6.2.4 Zufahrtsrampe und Zufahrtbereich:

Auf Höhe der Bewehrung der nichttragenden Rampenplatte sind keine kritischen Chloridgehalte vorhanden, so dass Korrosionsprozesse nicht wahrscheinlich sind.

#### 6.2.4 Decke:

Die Ergebnisse der Betondeckungsmessungen zeigen im Zusammenhang mit der vorliegenden Carbonatisierung, dass die Restnutzungsdauer nahezu aufgebraucht ist. Korrosionsschäden liegen derzeit nicht vor.

## 7.0 Sollzustand

### 7.1 Vorgaben des Auftraggebers

Der Auftraggeber gibt eine planmäßige (weitere) Restnutzungsdauer für die Tiefgarage von **50** Jahren vor. Unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer und des Alters des Gebäudes seit der Errichtung vor ca. 47 Jahren (1974-75), ergibt sich nach der Instandsetzung eine planmäßige Gesamtlebensdauer von rund 97 Jahren. Die aus den Ergebnissen der materialtechnischen Untersuchungen abzuleitenden Instandsetzungsmaßnahmen sind umgehend umzusetzen.

### 7.2 Standsicherheit, Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Verkehrssicherheit

Ein Tragwerk ist so zu bemessen, dass während der vorgesehenen Nutzungsdauer die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit sichergestellt sind. Diese Anforderungen müssen durch die Wahl geeigneter Baustoffe, einer zutreffenden Bemessung und einer zweckmäßigen baulichen Durchbildung sowie die Festlegung von Überwachungsverfahren für den Entwurf, die Ausführung und die Nutzung des jeweiligen Gesamtbauwerks erreicht werden. Die Anforderungen an die Standsicherheit, Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Verkehrssicherheit ergeben sich nach heutigen Gesichtspunkten aus folgenden Regelwerken:

- a. Der bayerischen Bauordnung (BayBO), [R] 24
- b. Den bayerischen technischen Baubestimmungen (BayTB), [R] 25
- c. Der Normenreihe DIN EN 1992, [R] 3, [R] 4
- d. Dem bürgerlichen Gesetzbuch (BGB)

Die bauaufsichtlich eingeführten Regelwerke

- [R] 1 Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb, 10-2001, einschl. der Berichtigungen und
- [R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung), Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-2020

legen die Gültigkeit der Normenreihe der DIN EN 1992 ([R] 3, [R] 4) zugrunde. Demnach sind die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit eines Betontragwerkes erfüllt, wenn dieses während der vorgesehenen Nutzungsdauer seine Funktion hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit ohne wesentlichen Verlust der Nutzungseigenschaften bei einem angemessenen Instandhaltungsaufwand erfüllt.

Gemäß Art. 3 der bayerischen Bauordnung [R] 24 sind bauliche Anlagen unter Berücksichtigung der Belange der Baukultur, insbesondere der anerkannten Regeln der Baukunst, so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit, und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. Sie müssen bei



ordnungsgemäßer Instandhaltung die allgemeinen Anforderungen des Satzes 1 ihrem Zweck entsprechend angemessen dauerhaft erfüllen und ohne Missstände benutzbar sein. Die vom Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr oder der von ihm bestimmten Stelle durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. Gemäß Art. 4 der bayerischen Bauordnung (BayBO), [R] 24 müssen bauliche Anlagen und die dem Verkehr dienenden, nicht überbauten Flächen von bebauten Grundstücken verkehrssicher sein. Die Sicherheit und Leichtigkeit des öffentlichen Verkehrs darf durch bauliche Anlagen oder deren Nutzung nicht gefährdet werden.

Nach BGB § 836, Abs. 1 gilt die Haftung des Grundstücksbesitzers und das Gebot der Unterhaltung.

## **8.0 Vergleich des Istzustandes mit dem Sollzustand**

### **8.1 Standsicherheit**

Auf der Grundlage der materialtechnischen Bestandsuntersuchungen und der visuellen Feststellungen wurden die Hinweise auf die Gefährdung der Standseicherheit bestätigt.

Hinweis:

Die Standsicherheit wurde durch die Einbringung einer temporären Abfangkonstruktion vorübergehend wieder hergestellt.

### **8.2 Gebrauchstauglichkeit**

Zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit (für den Gebrauch durch den Nutzer tauglich) sind verschiedene Faktoren heranzuziehen:

- Breite der Stellplätze
- Breite der Fahrgassen
- Gefälle, Pfützenbildung
- Wassereintritte (z.B. über die TG-Decke)
- Qualität des TG-Bodens (Rutsicherheit, Ebenheit etc.)
- Wartung/Pflege etc.

Weitere Aspekte wie z.B. die Helligkeit (Beleuchtung), die Belüftung, die Breite der Fahrgassen und Stellplätze, Raumhöhe... etc. werden im Rahmen dieses Gutachtens nicht betrachtet. Die Nutzungsfreundlichkeit einer Tiefgarage steht in Abhängigkeit zu den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Da für jede Tiefgarage unterschiedliche Anforderungen bestehen, können diese

nicht generell beurteilt werden. Unabhängig von dieser Feststellung ist die Ausbildung von Gefällen in Parkbauten zu empfehlen. Aus technischer Sicht kann festgestellt werden, dass die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit für die zu Rede stehende Tiefgarage (für die Zwecke einer nichtöffentlichen Tiefgarage) nur eingeschränkt erfüllt sind.

### 8.3 Dauerhaftigkeit

Für tausalzbeanspruchte Betonbauteile ist zur Erzielung einer hohen Dichtigkeit der Betonoberfläche, eine hohe Betonfestigkeitsklasse und zur Vermeidung von chloridinduzierter Bewehrungskorrosion, eine entsprechend große Betondeckung erforderlich. Zum Zeitpunkt der Planung der Tiefgarage galt [R] 6 DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung, 1972-01“. Zum damaligen Zeitpunkt stellten die Regelwerke [R] 6 keine Anforderungen an die Dauerhaftigkeit. Planmäßig waren keine Nachweise zur Beschränkung der Rissbreite erforderlich.

Aufbauend auf Erfahrungen mit aufgetretenen Schäden in den 1980er und 1990er Jahren, wurde in den Regelwerken seit 2001 (DIN 1045-1:2001) festgelegt, dass bei direkt befahrenen Parkdecks, die in die Expositionsklasse XD3 „Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser – wechselnd nass und trocken“ eingeordnet wurden, die Ausführung nur mit einem zusätzlichen Oberflächenschutzsystem für den Beton zulässig ist. Diese Regelung wurde mit der Berichtigung 1 zur DIN 1045-1 korrigiert, so dass bei direkt befahrenen Parkdecks die „Ausführung nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z.B. rissüberbrückender Beschichtung)“ zulässig ist.

Für Stahlbetonbauteile ist nach den aktuellen Regelwerken [R] 3, [R] 4, für die Expositionsklasse XD 3 eine Grenzzrissbreite von 0,3 mm einzuhalten.

#### Betondeckung:

Oftmals resultiert aus der Bauausführung eine Verringerung der planmäßig vorgesehenen Betondeckung. Gründe hierfür sind z.B. im Biegen der Bewehrung, Bewehrungskonzentrationen, Schalungsunebenheiten, Verlegefehler, Schalungsfehler und unzureichender Überwachung zu suchen. Darauf abzielend, das Mindestmaß  $c_{min}$  mit ausreichender Zuverlässigkeit am gefertigten Bauteil zu gewährleisten, wird das Vorhaltemaß  $\Delta c_{dev}$  vorgesehen. Das Vorhaltemaß stimmt mit den zugelassenen Negativabweichungen überein und erhöht das Mindestmaß  $c_{min}$  auf das Nennmaß der Betondeckung  $c_{nom}$ . Das Vorhaltemaß soll bauausführungstechnisch bedingte Unterschreitungen der Betondeckung abdecken.

Für Stahlbetonbauteile ist nach den aktuellen Regelwerken [R] 3, [R] 4 für die Expositionsklasse XD 3 eine Mindestbetonüberdeckung  $c_{min}$  von 40 mm (zzgl. 15 mm Vorhaltemaß) gefordert. Die unter Ziffer „5.1.6 Betondeckung (Anlagen [A] 7, [A] 10)“ festgestellten Werte der Betondeckung werden in den chloridbelasteten Bereichen unter den gegebenen Umständen

- für Wände : nicht erfüllt
- für Wandsockel Rampe : nicht erfüllt
- für Stützen : nicht erfüllt
- für die Bodenplatte : nicht relevant, da nichttragendes Bauteil
- für die Zufahrtsrampe : erfüllt

#### Nachrichtlich

für die Deckenuntersichten ist die Dauerhaftigkeit aufgrund der nahezu aufgebrauchten Carbonatisierungsreserve gefährdet.

#### Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Einzelbauteile der Tiefgarage die Anforderungen an die

- Standsicherheit : erfüllen (aufgrund der temporär eingebrachten Abfangkonstruktionen)
- Gebrauchstauglichkeit : nur eingeschränkt erfüllen.
- Dauerhaftigkeit : nicht erfüllen.

## 8.4 Schadstoffkonzentrationen, kritischer, korrosionsauslösender Chloridgehalt

Nach den geltenden Regelwerken werden die Grenzwerte für den kritischen Chloridgehalt im Zement, mit max. 0,5 Masse-% nach [R] 1 und [R] 2 bezogen auf das Zementgewicht für Stahlbeton angegeben. Auch wenn diese Grenzwerte überschritten werden, findet nicht zwingend Korrosion statt. Umgekehrt ist bei Unterschreitung dieses Wertes nicht garantiert, dass es trotzdem zu Korrosionserscheinungen kommt. Die Wahrscheinlichkeit, dass bereits beim Erreichen der Grenzwerte die Startbedingungen für Korrosion vorliegen, ist unter baupraktischen Gesichtspunkten vergleichsweise niedrig.

Unter Ziffer *5.1.1 Bauschädliche Salze, Chloridgehalte* wird festgestellt, dass die Schadstoffgehalte an den exemplarisch ausgewählten Stahlbetonbauteilen z.T. deutlich oberhalb der als kritisch einzustufenden, korrosionsauslösenden Grenzwerte von 0,5 M%, bezogen auf das Zementgewicht auf Höhe der Bewehrung liegen. Die Ergebnisse der Potentialfeldmessungen nach Ziff. [A] 7, [A] 8 und die Bauteilaufschlüsse [A] 11 bestätigen die Ergebnisse.

## 8.5 Brandschutz

Gemäß § 6 der Garagen- und Stellplatzverordnung [R] 23 müssen tragende Wände sowie Decken über und unter den Garagengeschossen in Mittel- und Großgaragen feuerbeständig sein.

- Im Bereich frei liegender Bewehrungsstähle mit oder ohne Betonabsprengung sowie an allen Teilflächen, an denen die Mindestbetondeckung von **25 mm** unterschritten wird, sind die Stahlbetonbauteile nach den aktuellen Regelwerken zu ertüchtigen.
- An den Decken- und Unterzugsuntersichten, an denen die Mindestbetondeckung von 25 mm unterschritten wird, sind die Stahlbetonbauteile nach den aktuellen Regelwerken zu ertüchtigen. Im Rahmen der Instandsetzungsplanung sind weitere Messungen zu veranlassen.

## 8.6 Verkehrssicherheit

Feststellungen zur Verkehrssicherheit der Tiefgarage wurden im Rahmen der Untersuchungen nicht vorgenommen. Die Verkehrssicherheit wird vorausgesetzt.

## 9.0 Instandsetzungsplan

### 9.1 Instandsetzungskonzept

#### Erläuterungen zu möglichen Ausführungs-Varianten

Hinsichtlich der am Objekt vorliegenden Wasserbelastung (siehe Erläuterungen zu Ziff. 3.4.2) ist der Bemessungswasserstand mit  $> 0,5$  m über Geländeoberkante (GOK) anzusetzen (Auszug aus dem Umweltatlas, Wassergefahren Abb. 8). In der statischen Berechnung „[U] 1 P471\_750317\_Statik\_Berechnung\_Seite-1-352“ und dem Prüfbericht zur statischen Berechnung „[U] 2 P471\_750317\_Statik\_Prüfbericht“, sind keine Vorgaben zur Wasserbelastung angegeben. In der Bestandsstatik fehlen dementsprechend die Berechnungen (Stand sicherheitsnachweise) zur Auftriebssicherung und der daraus resultierenden Druckwasserbelastung für das Objekt. Vor diesem Hintergrund wurde unter Ziff. 3.4.2 bereits empfohlen, im Rahmen der Planung der Instandsetzungsmaßnahme, die fehlenden Standsicherheitsnachweise (aufgrund der vorliegenden Wasserbelastung) nachzuführen.

Nachdem der Auftraggeber berichtet, dass seit der Nutzungsaufnahme bislang „keine Wassereintritte“ in die Tiefgarage bekannt sind (siehe Ziff. 3.3), wird eine Klärung/Untersuchung der tatsächlich anstehenden Wasserbelastung durch einen Baugrundgutachter/Hydrologen empfohlen. Sollten die Untersuchungen zur Wasserbelastung die Annahmen der Bestandsstatik aus 1975 ([U] 1) bestätigen, dass keine Wasserbelastung für das Objekt vorliegt, kann das Instandsetzungskonzept umgestellt werden. Für diesen Fall sind nachfolgend die Varianten I und II dargestellt. Die aus den Varianten I und II möglicherweise, verbleibenden Restrisiken, sind nach Vorlage der hydrologischen Untersuchungsergebnisse mit dem Auftraggeber zu erörtern.

#### 9.1.1 Instandsetzungsziel

Nach [R] 2, Teil 1, Abschnitt 5.1 werden folgende Teilziele für die untersuchten Bauteile aufgestellt:

##### a. **Stützen und Wände**

Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit durch Austausch des chloridkontaminierten Betons und der Ergänzung korrodierter Tragbewehrungen. Reprofilierung des Restquerschnittes durch Betonersatz.

Erhöhung der Betondeckung der Stb.-Bauteile durch Betonersatz. Realkalisierung carbonatisierter Bereiche durch Diffusion der Hydroxidionen aus dem aufgetragenen Betonersatz.



Herstellung der Dauerhaftigkeit durch Applikation eines Oberflächenschutzes zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und darin gelöster Schadstoffe (Chloride).

- Zur Erzielung einer ausreichenden Betondeckung wird die Querschnittsfläche einzelner Stützenfüße durch einen sogenannten „Elefantenfuß“ erhöht. Durch den Austausch des schadhaften Betons in Verbindung mit der geänderten Stützengeometrie (Elefantenfuß, höhere Betondeckung, Gefälle weist von der Stütze weg) werden die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gemäß den derzeit geltenden a.R.d.T hergestellt.
- Oberhalb der Elefantenfüße wird die Betondeckung, zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit für die planmäßige Restnutzungsdauer, durch den Auftrag eines Spritzmörtels erhöht.
- Auf den Stützen- und Wandsockeln (bis 50 cm hoch) wird nach einem Lunker- und Porenpachtel, eine Grundierung mit 2-facher Kopfversiegelung von üblichen OS 8 Systemen sooft aufgetragen, bis eine Mindest-Schichtdicke von 0,3 mm erreicht wird. Partiiell sind Bauteilanschlüsse mit Abdichtungen aus Flüssigkunststoff zu ergänzen.
- Oberhalb der Stützen und Wandsockel wird zur Herstellung der Dauerhaftigkeit ein Oberflächenschutzsystem zum Schutz gegen das Eindringen gasförmiger Stoffe (CO<sub>2</sub>) appliziert.

## **b Bodenplatte**

Teilrückbau der nichttragenden Bodenplatte einschließlich der Oberbewehrung, bis zu einer Tiefe von ca. 10 cm. Reprofilierung des Restquerschnittes und Ausbilden eines Gefälles zur Entwässerungsrinne, durch Konstruktionsbeton. Verschliessen von Rissen im Bedarfsfall (drucklos oder durch Injektion).

- Herstellung der Gebrauchstauglichkeit durch das Einbringen einer wasserdichten Entwässerungsrinne in den vorhandenen Rinnenkanal.
- Herstellung der Dauerhaftigkeit durch die Aufbringung einer Abdichtung mit 2-lagigem Gußasphalt zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und darin gelöster Schadstoffe (Chloride).

### Variante I

Wie zuvor beschrieben, jedoch

- Herstellung der Dauerhaftigkeit durch die Aufbringung einer OS8 zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und darin gelöster Schadstoffe (Chloride).

## Variante II

Wie zuvor beschrieben, jedoch, vollständiger Rückbau der nichttragenden Bodenplatte und Einbau eines flüssigkeitsdurchlässigen Pflasterbelages.

### **c Zufahrtsrampe**

Herstellung der Gebrauchstauglichkeit durch den Austausch der Entwässerungsrinnen am Rampenfuß.

### **d Stb.-Decke, Pilzköpfe, Unterzüge**

Herstellung der Dauerhaftigkeit und des Brandschutzes der Deckenflächen durch den Auftrag eines Spritzmörtels.

Applikation eines Oberflächenschutzsystems zum Schutz gegen das Eindringen gasförmiger Stoffe (CO<sub>2</sub>).

Sonstige Maßnahmen:

- Derzeit keine bekannt.

*Bauseitige Leistungen (Hinweis: Die Umsetzung dieser Maßnahmen sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens)*

*S1 Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit durch Austausch der Beleuchtung und Beleuchtungssteuerung.*

*S2 Austausch des Einfahrtstores.*

*S3 Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen gemäß [A] 16 221205\_BS-Gutachten, Wierer .*

### 9.1.2 Planungsgrundsätze

Nach „[R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung), Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-2020, Abschnitt 6.1 werden folgende Teilziele für die untersuchten Bauteile aufgestellt:

- a) Erreichen der Instandsetzungsziele im Hinblick auf den Korrosionsschutz von Beton und Bewehrung.
- b) Sicherstellung der Beständigkeit der Instandsetzungsmaßnahmen gegenüber den anstehenden Einwirkungen und Sicherstellung der Dauerhaftigkeit über die geplante Nutzungsdauer.
- c) Sicherstellung des erforderlichen Brandschutzes nach [R] 3, [R] 4, [R] 23 und [R] 24.

### 9.1.3 Instandsetzungsprinzipien und Verfahren

Auf der Grundlage der bauaufsichtlich eingeführten Instandsetzungsrichtlinie [R] 1 und [R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung), Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-2020, kommen nachfolgend beschriebene Instandsetzungsprinzipien zur Realisierung der Instandsetzungsziele zur Anwendung:

#### Prinzip 7 Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität

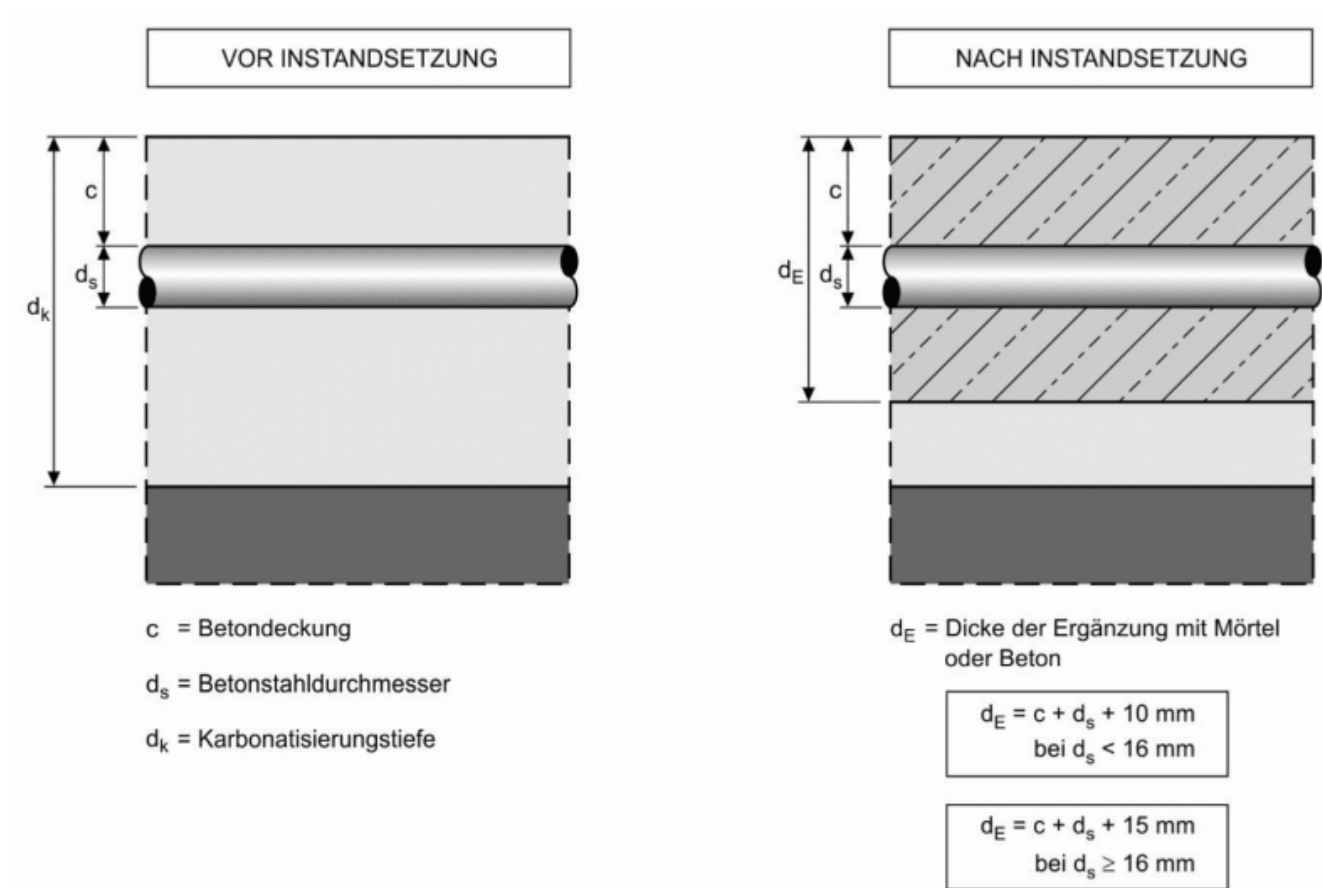
Prinzip 7 regelt Verfahren zur vorbeugenden Abwehr von Korrosionsschäden bzw. zur Unterdrückung bereits ablaufender Korrosionsprozesse an der Bewehrung. Folgende Verfahren kommen zur Anwendung:

#### Verfahren 7.2: Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton

Mit diesem Verfahren wird nach dem Betonabtrag zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung per Hand, durch Betonieren oder im Spritzverfahren aufgetragen. Dieses Verfahren darf angewendet werden, wenn

- a) Die Bewehrung durch Carbonatisierung örtlich oder vollflächig depassiviert ist oder
- b) Wenn der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt örtlich oder vollflächig überschritten ist.

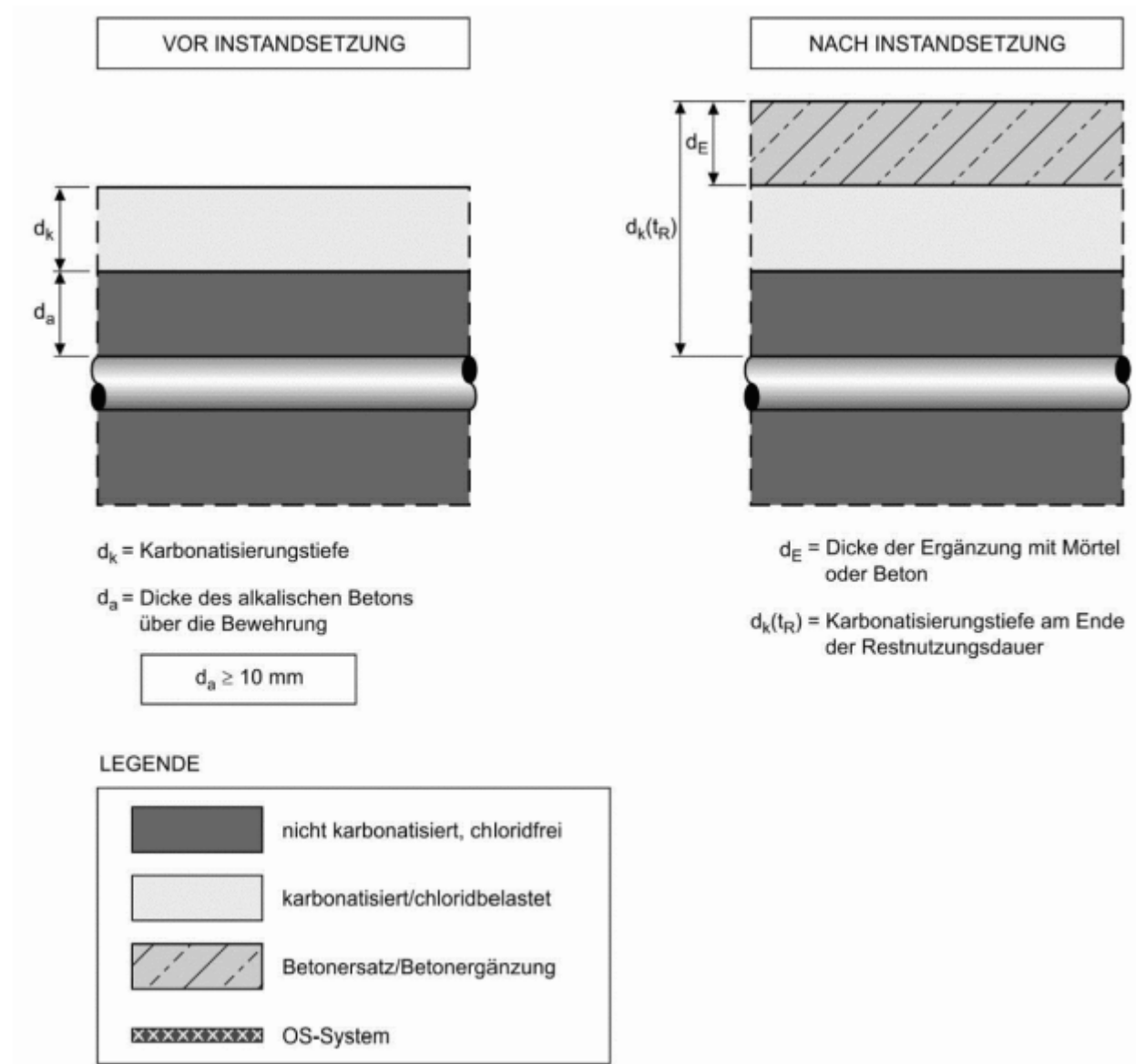
In diesem Fall wird schadstoffhaltiger (im Allgemeinen chloridhaltiger oder carbonatisierter) Altbeton durch Mörtel oder Beton ersetzt und gegebenenfalls ergänzt. Falls der Altbeton bis hinter die Bewehrung carbonatisiert ist, ist dieser bei Betonstahldurchmessern  $< 16$  mm bis mindestens 10 mm hinter und 20 mm neben der Bewehrung zu entfernen. Bei Betonstählen mit Durchmesser  $d_s \geq 16$  mm sind hinter den Betonstählen mindestens 15 mm Altbeton zu entfernen (siehe Abb. 37). Der Altbeton muss darüber hinaus so weit entfernt werden, dass ein hohlstellenfreies Einbringen des Betonersatzes ermöglicht wird. Bei der Festlegung des Betonausbruches sind Auswirkungen auf die Standsicherheit zu beachten.



**Abb. 37:** Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.2 am Beispiel Abbildung 6 aus [R] 2.

#### Verfahren 7.1 „Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“

Bei diesem Verfahren wird kleinflächig per Hand oder großflächig durch Betonieren oder im Spritzverfahren zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung aufgetragen. Mit diesem Verfahren wird das Ziel verfolgt, die vorhandene Passivität der Bewehrung über die Restnutzungsdauer zu erhalten. Hinsichtlich der Carbonatisierung ist nachzuweisen, dass am Ende der Restnutzungsdauer die Carbonatisierungsfront den Bewehrungsstahl nicht erreicht hat. Die Dicke der nicht carbonatisierten Altbetonschicht darf bei diesem Nachweis berücksichtigt werden (vgl. Abb. 38).



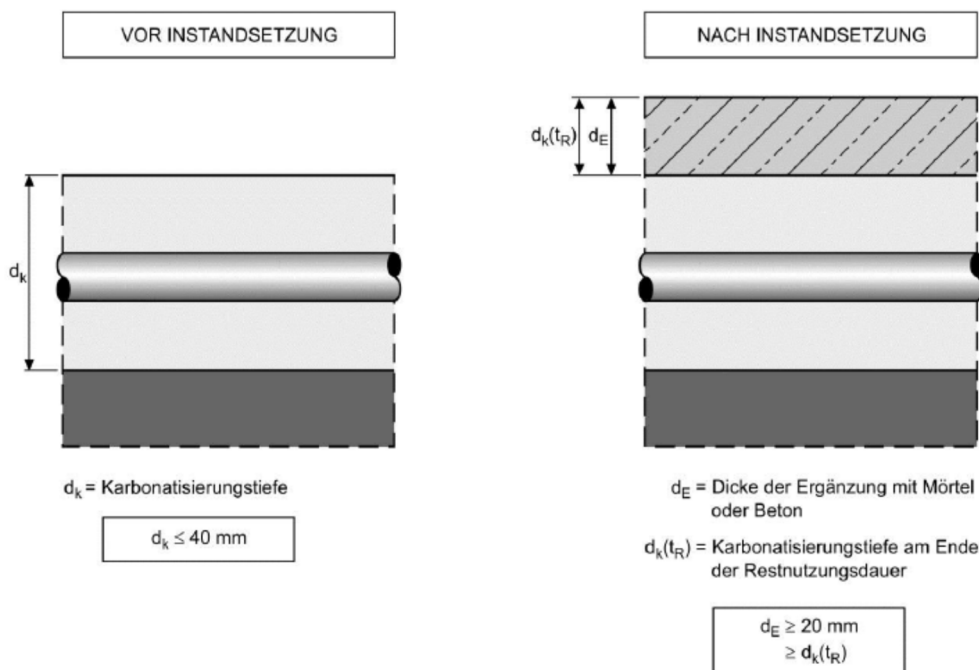
**Abb. 38:** Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.1 am Beispiel Abbildung 4 aus [R] 2.

#### Verfahren 7.4 „Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität“

Bei diesem Verfahren wird kleinflächig per Hand oder großflächig durch Betonieren oder im Spritzverfahren zementgebundener Betonersatz mit bekannter oder unbekannter Zusammensetzung aufgetragen. Dieses Verfahren darf angewendet werden, wenn die Bewehrung durch Carbonatisierung örtlich oder vollflächig depassiviert ist oder nur noch wenige Millimeter Abstand zwischen Carbonatisierungsfront und Bewehrungsstahl liegen und kein Chlorid in den Beton eingedrungen ist. Die Realkalisierung wird durch Diffusion der Hydroxidionen aus dem aufgetragenen Betonersatz und dem nicht carbonatisierten Altbeton



in den carbonatisierten Altbeton erreicht, die dort den pH-Wert erhöhen und die Bewehrung repassivieren (siehe Abb. 39.)



**Abb. 39:** Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.4 (bei Carbonatisierung). am Beispiel Abbildung 4 aus [R] 2.

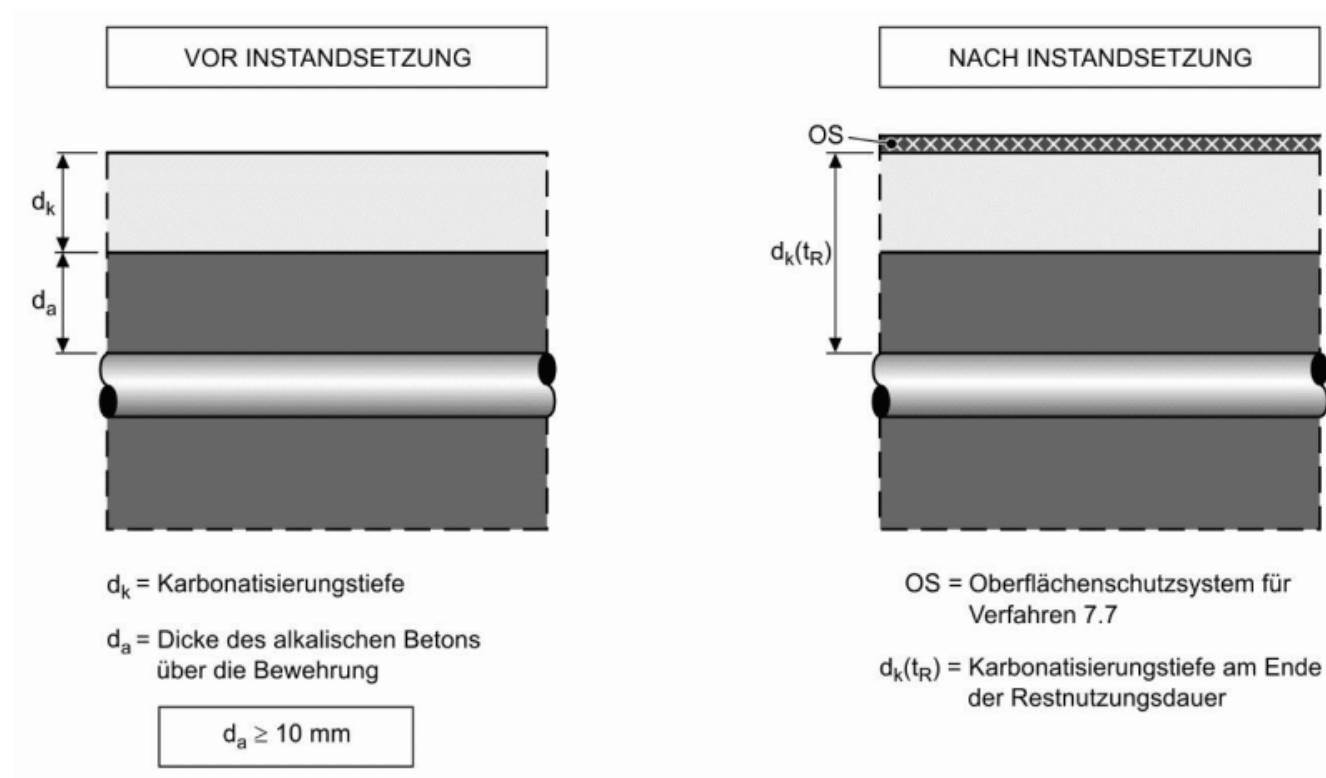
### Verfahren 1.5 „Füllen von Rissen oder Hohlräumen zum Schutz gegen das Eindringen von Stoffen“

Mit diesem Verfahren werden Risse oder Hohlräume mit Rissfüllstoffen unter Druck durch Injektion (1.5a) oder drucklos durch Vergießen (1.5b) gefüllt. Durch die Füllung muss sichergestellt werden, dass das Eindringen oder Durchdringen von betonangreifenden Stoffen oder Wasser auch bei zu erwartenden Rissbreitenänderungen auf ein unschädliches Maß reduziert wird. Es greifen die Füllziele „Begrenzen der Rissbreite durch Füllen“ und „Abdichten“.

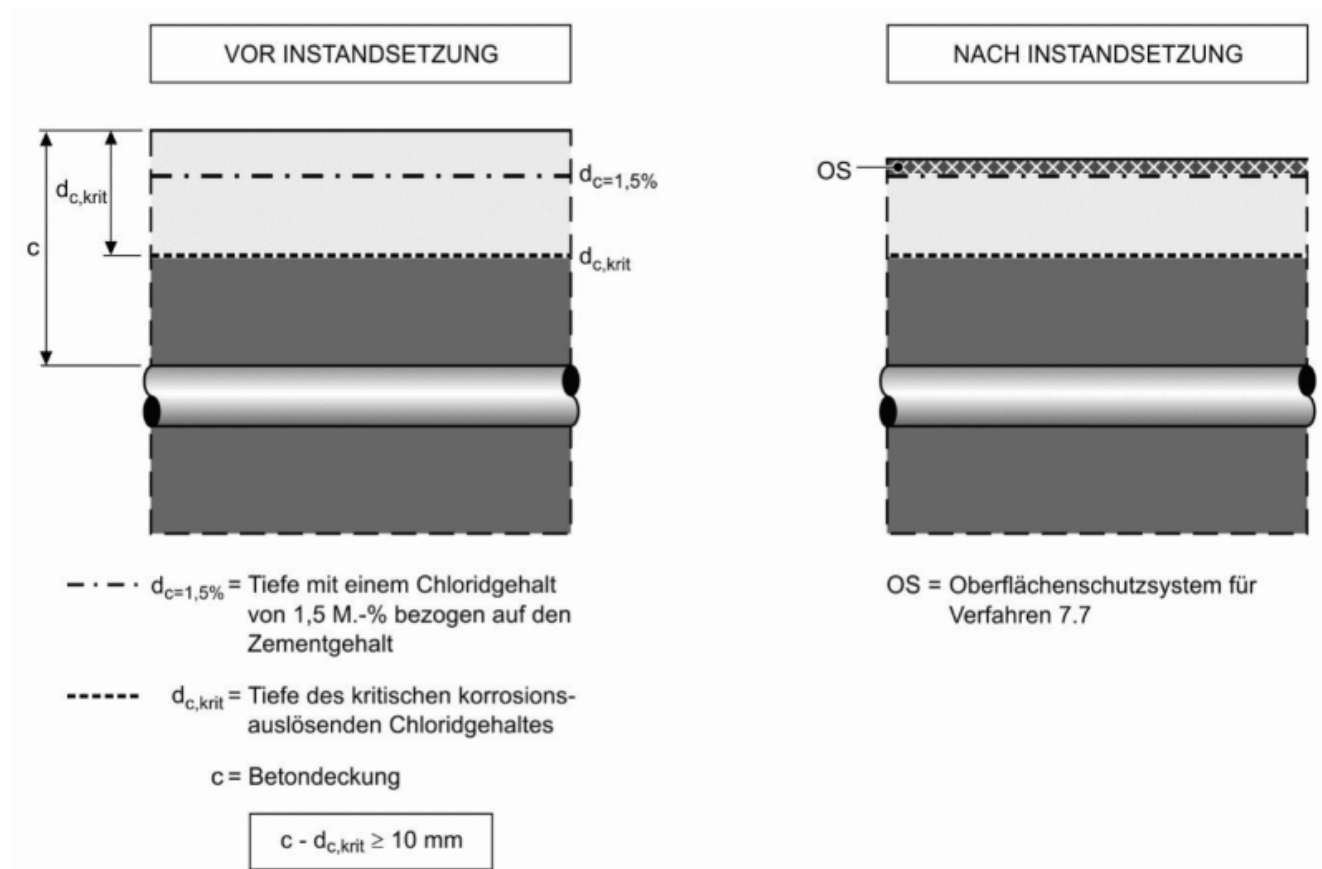
### Verfahren 7.7: "Beschichtung zum Erhalt oder der Wiederherstellung der Passivität"

Bei diesem Verfahren werden zum Erhalt der Passivität Beschichtungssysteme gemäß Teil 2 zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid eingesetzt. Das Verfahren darf bei Carbonatisierung nur angewendet werden, wenn die Carbonatisierungsfront noch mindestens 10 mm vom Bewehrungsstahl entfernt ist (siehe Abbildung 10). Das Verfahren darf bei Chlorideinwirkung nur angewendet werden, wenn sichergestellt ist, dass durch Umverteilung des bereits im Altbeton vorhandenen Chlorids über den Zeitraum der Restnutzungsdauer keine Depassivierung der Bewehrung

erfolgen kann. Dies darf als gegeben angenommen werden, wenn der Abstand des kritischen, korrosionsauslösenden Chloridgehaltes zur Bewehrungsoberfläche mindestens 10 mm beträgt. Ferner darf der Chloridgehalt in der verbleibenden Altbetonschicht 1,5 M.-%, bezogen auf den Zementgehalt, nicht überschreiten (siehe Abbildung Abb. 40).



**Abb. 40:** Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Carbonatisierung). am Beispiel Abbildung 4 aus [R] 2.



**Abb. 41:** Schematische Darstellung der Bedingungen für das Verfahren 7.7 (bei Chlorideinwirkung).  
aus [R] 2, siehe Legende **Abb. 38**

### 9.1.5 Standsicherheitsrelevanz

Die im Instandsetzungskonzept genannten Maßnahmen sind zu Erhaltung der Standsicherheit erforderlich.

## 9.2 Instandhaltungsplan

### 9.2.1 Instandsetzungsplan

Zur Erhaltung der Bausubstanz für die planmäßige Restnutzungsdauer von 50 Jahren, sind für die Stahlbetonbauteile unterschiedliche Instandsetzungsmaßnahmen geplant.

## 9.2.2 Geplante Instandsetzungsmaßnahmen:

Hinweis:

Die unter Ziff. 9.1 erwähnten Varianten I und II werden nachfolgend nicht aufgeführt, da zunächst die weiteren Untersuchungen zur hydrologischen Situation abzuwarten sind.

### a. Stützen und Wände

#### a1. Stützen:

Nach dem Austausch des chloridkontaminierten Betons und der Ergänzung korrodierter Tragbewehrung, wird zur Erhöhung der Betondeckung der Stb.-Bauteile ein Elefantenfuß (Dicke mindestens 5 cm umlaufend, Höhe nach statischer Bemessung), durch Spritzbeton oder Vergussbeton ausgebildet. Oberhalb der Elefantenfüße erfolgt der Auftrag von Betonersatz im Spritzverfahren in einer Dicke von 25 mm (Spritzmörtel) in voller Höhe. Durch diese Maßnahme werden die Querschnitte der Stahlbetonstützen im Sockelbereich, aufgrund des Materialauftrags, um mindestens 10 cm erhöht. Dementsprechend werden die Stellplatzbreiten zwischen den Mittelstützen um 10 cm eingeschränkt.

#### a2. Wände

Nach dem Austausch des chloridkontaminierten Betons und der Ergänzung korrodierter Tragbewehrung im Sockelbereich erfolgt die Reprofilierung des Restquerschnittes durch Betonersatz.

#### a3. Stützen- und Wände

An den Boden-/Wandfugen ist umlaufend eine gefügedichte Dreieckskehle/Dichtkehle auszubilden.

Im Sockelbereich wird nach Abschluß der Instandsetzungsmaßnahmen, nach einem Lunke- und Porenspachtel, eine Grundierung mit 2-facher Kopfversiegelung von üblichen OS 8 Systemen sofort aufgetragen, bis eine Mindest-Schichtdicke von 0,3 mm erreicht wird. Die Beschichtung ist 50 cm hoch ab OK-Fahrbahn zu applizieren.

Oberhalb der Sockelbereiche erfolgt der Schutz vor dem Eindringen gasförmiger Stoffe durch den Auftrag einer CO<sub>2</sub>-Bremse nach dem Verfahren 7.7.

**b. Bodenplatten**

- b1 Nach dem Abtrag der Bodenplatte bis in eine Tiefe von 10 cm wird die nichttragende Bodenplatte, mit der Ausbildung eines Gefälles zur Entwässerungsrinne - mit Konstruktionsbeton reprofiliert.
- b2 In die vorhandene Entwässerungsaussparung in der Bodenplatte wird eine Entwässerungsrinne aus Edelstahl, Werkstoffgüte 1.4571 versetzt und wasserdicht verschweißt.
- b3 Anschließend erfolgt der Schutz der befahrbaren Bodenflächen vor weiteren Schadstoffeinträgen über ein Oberflächenschutzsystem entsprechend der Variante C1 nach DBV-Merkblatt [R] 7. Bei dieser Variante wird auf eine unterlaufsichere Abdichtung ein 2-lagiger Gussasphaltbelag, bestehend aus einer Schutz- und einer Nutzschicht, aufgebracht. Die seitlichen Dichtungshochzüge werden über Flüssigkunststoff bis auf den Oberflächenschutz der Sockelbereiche geführt.

**c. Zufahrtsrampe**

Die in der Stb.-Rampe vorhandene Entwässerungsrinne wird ausgetauscht gegen eine Edelstahlrinne der Werkstoffgüte 1.4571. Die Entwässerungsrinne ist wasserdicht mit der Entwässerungsrinne der Tiefgarage zu verschweißen.

Der Autausch des chloridkontaminierten Betons ist für das nicht standsicherheitsrelevante Bauteil lediglich im Bereich der Sockelbereiche der Rampenwände, wie oben unter a2 beschrieben, erforderlich. Zur Umsetzung dieser Maßnahme ist der vorhandene Oberflächenschutz entlang der Rampenwände ca. 10 cm breit zurückzubauen und nach der Reprofilierung wieder zu ergänzen.

Die Sockelbereiche werden über Flüssigkunststoff in eine Höhe bis 50 cm ausgeführt. Der mechanische Schutz der Sockelbeschichtungen erfolgt über eine Edelstahlverblechung.

Der Schutz der Rampenplatte vor weiteren Schadstoffeinträgen, ist durch den vorhandenen Oberflächenschutz erfüllt.

**d. Stb.-Decke und Unterzüge**

Zum Schutz der Stb.-Bauteile gegen das Eindringen gasförmiger Stoffe (CO<sub>2</sub>), zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit und des Brandschutzes, für eine 50-jährige Restnutzungsdauer, wird die Betondeckung durch Applikation einer 25 mm starken Spritzmörtelschicht erhöht. Abschließend erfolgt die Applikation einer CO<sub>2</sub>-Bremse zum Schutz vor dem Eindringen gasförmiger Stoffe, durch den Auftrag einer CO<sub>2</sub>-Bremse nach dem Verfahren 7.7.

Sonstige Maßnahmen:

Bauseitige Maßnahmen *(Hinweis: Die Umsetzung dieser Maßnahmen sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens):*

*S1 Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit durch Austausch der Beleuchtung und Beleuchtungssteuerung.*

*S2 Austausch des Einfahrtstores.*

*S3 Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen gemäß [A] 16 221205\_BS-Gutachten, Wierer .*

### 9.2.3 Wesentliche Arbeitsschritte

#### 9.2.3.1 Instandsetzung Betontragwerk

##### a1 Stützen

.1 Entfernen der chloridkontaminierten Betonschichten in den geschädigten Bereichen der Stahlbetonstützen sowie sonstiger hohl liegender, strukturell geschädigter Teile der Betondeckung. Abtragtiefen bis 6 cm nach örtlicher Festlegung durch den SKP

Verfahren: Höchstdruckwasserstrahlen.

.2 Bewehrungsteile mit hohen Abrostungsraten entfernen nach den Vorgaben der Tragwerksplanung.

.3 Verbleibende Bewehrungsteile metallisch blank strahlen (Sa 2).

.4 Ersatzbewehrung nach den Vorgaben der Tragwerksplanung.

.5 Erhöhung des Stützenquerschnitts und damit Erhöhung der Betondeckung im Sockelbereich (Elefantenfuß) um d= 10 cm, Höhe Elefantenfuß ca. 1 m,

Reprofilierung der Betonbauteile:

Verfahren 7.2 nach [R] 2, reprofilieren durch Betonersatz

- Spritzbeton nach DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551
- Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel“.

.7 Oberhalb des Elefantenfußes:

Erhöhung der Betondeckung, Verfahren 7.4/3.3, Spritzmörtel im Spritzverfahren aufbringen nach [R] 2, Spritzmörtel nach DIN EN 14487 und DIN 18551, Größtkorn 4 mm, Schichtdicke 25 mm. Der Spritzmörtel muss hinsichtlich der Materialeigenschaften auf die Altbetonklasse **A4** abgestimmt sein.

##### a2 Wände



.1-.4 Arbeitsschritte 1-4 wie zuvor beschrieben.

.5 Reprofilierung der Betonbauteile, Verfahren 7.2 nach [R] 2, Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisierten Beton, durch Betonersatz im Handauftrag (RM) nach [R] 2-Teil 2, Tabelle C.2.

b Bodenplatte (einschließlich Einbau der Entwässerungsrinne)

.1 Entfernen der chloridkontaminierten Betonschichten sowie sonstiger hohlliegender, strukturell geschädigter Teile der Bodenplatte, bis hinter die Oberbewehrung in eine Tiefe von bis zu 10 cm, sowie Rückbau der Oberbewehrung. Die endgültige Festlegung der Abtragtiefen erfolgt im Rahmen der Instandsetzungsmaßnahme durch den SKP.

Entwässerungsaussparungen:

Aufrauen der Betonunterlage durch Höchstdruckwasserstrahlen, Anforderung an die Rauheit nach [R] 2, Tab. 9: Rautiefenklasse RT 3,0, Korn freilegen.

Verfahren: Höchstdruckwasserstrahlen.

.2 Einbau einer vollverschweißten, wasserdichten Entwässerungsrinne aus Edelstahl, Werkstoffgüte 1.4571 V4A. Anschließen an das funktionierende Entwässerungssystem (Im Bedarfsfall ist der Anschluß im Rahmen der Instandsetzungsplanung durch einen Fachplaner zu begleiten).

.3 Reprofilierung der Betonbauteile:

Verfahren 7.2 nach [R] 2, Bodenplatte reprofilieren durch Konstruktionsbeton C25/30 XC3, X1, WF Körnung 8 mm, Einbauen mit 2% Gefälle zu der Entwässerungsrinne, es gelten erhöhte Anforderungen an die Ebenheit nach DIN 18202, Tab. 3, Zeile 3.

c. Deckenuntersicht und Stützenpilze

.1 Aufrauen der Betonunterlage durch Höchstdruckwasserstrahlen, Anforderung an die Rauheit nach [R] 2, Tab. 9: Rautiefenklasse RT 3,0, Korn freilegen.

Verfahren: Höchstdruckwasserstrahlen.

.2 Erhöhung der Betondeckung, Verfahren 7.4/3.3, Spritzmörtel im Spritzverfahren, aufbringen nach [R] 2, Spritzmörtel nach DIN EN 14487 und DIN 18551, Größtkorn 4 mm, Schichtdicke 25 mm. Der Spritzmörtel muss hinsichtlich der Materialeigenschaften auf die Altbetoklasse **A4** abgestimmt sein.

### 9.2.3.2 Oberflächenschutz der Stahlbetonbauteile

a1. Stützen

Sockelbereiche bis 50 cm hoch:

- Untergrundvorbereitung der Betonunterlage, Verfahren: Schleifen.  
Anforderung an die Rauheit nach [R] 2, Tab. 9: RT 0,3 ( $0,3 \leq R_t < 0,5$  mm).  
Mindestoberflächenzugfestigkeit: 1,3 MPa Mittelwert/0,8 MPa kleinster Einzelwert.
- Dichtkehle, min. 3 x 3 cm im Eckbereich Boden-Stützenanschluss
- Auftrag eines zementgebundenen Feinspachtels
- Applikation Oberflächenschutzsystem OS 8, Prinzip 7, Verfahren 7.7,  
Auftrag einer EP-Grundierung (1. Arbeitsgang) mit Stellmittel zum Verschluss der Poren und  
Lunker - und einer Kopfversiegelung (2. Arbeitsgang) bis eine Mindestdicke von 300 µ  
erreicht wird.
- Schutz vor mechanischer Beschädigung durch eine Edelstahlverblechung

Stützenflächen oberhalb der Sockelzonen:

- Untergrundvorbereitung der Betonunterlage und der schadensfreien Stützen- und  
Wandbereiche, Verfahren: Schleifen, Anforderung an die Oberflächenzugfestigkeit nach  
[R] 2, Tab. 7: 0,8 Mittelwert, kleinster Einzelwert 0,5 mm. Dichtkehle, min. 3 x 3 cm im  
Eckbereich Boden-Stützenanschluss
- Auftrag eines zementgebundenen Feinspachtels.
- Applikation Oberflächenschutzsystem OS2, Prinzip 7, Verfahren 7.7

## a2. Wände

Sockelbereiche bis 50 cm hoch:

- Arbeitsschritte wie zuvor für die Stützen beschrieben.

Stützenflächen oberhalb der Sockelzonen:

- Arbeitsschritte wie zuvor für die Stützen beschrieben.

## b. Bodenplatte

- .1 Untergrundvorbereitung der Betonunterlage,  
Verfahren< Strahlen mit festen Strahlmitteln bei gleichzeitigem Absaugen.  
Anforderung an die Rauheit nach [R] 2, Tab. 9: Rautiefenklasse RT 1,5. Zu erreichende  
Mindestoberflächenzugfestigkeit: 1,5 MPa Mittelwert/1,0 MPa kleinster Einzelwert.
- .2 Rissbandagen im Bereich der Anschlussfugen der Entwässerungsrinne, OS10-System
- .3 Oberflächenschutz, Variante C1, DBV-Merkblatt [R] 7.  
Flächige, rissüberbrückende Abdichtung und Schutzschicht. Systemaufbau:

- Grundierung 2K EP
- Unterlaufsichere, bahnenförmige Abdichtung aus einer Polymerbitumenschweißbahn, vollflächig verschweißt.
- Anschlußfugen an aufgehenden Bauteilen schließen mit Flüssigkunststoff nach DIN 18533-3, jeweils 10 cm Überlappung auf der Schweißbahn und der vertikalen Sockelbeschichtung
- Schutzschicht/Dichtungsschicht aus Gussasphalt, d=30 mm
- Nutzschrift aus Gussasphalt, d= 30 mm
- Bituminöser Verguss der Anschlussfugen

c.    Deckenuntersicht und Untersicht der Stützenpilze

- .1    Auftrag eines zementgebundenen Feinspachtels zur Egalisierung der spritzrauh Flächen.
- .2    Applikation Oberflächenschutzsystem OS2, Prinzip 7, Verfahren 7.7  
Zur Reduktion der Carbonatisierung während der planmäßigen Restnutzungsdauer wird auf der Deckenuntersicht ein Oberflächenschutzsystem der Klasse OS2 (CO<sub>2</sub>-Schutz) appliziert (Prinzip 1, Verfahren 1.3).

### 9.3 Inspektionsplan

Nach Abschluss der Instandsetzungsmaßnahme sind während der Restnutzungsdauer visuelle Inspektionen durch einen sachkundigen Planer wie folgt vorzunehmen:

Ziff.	Zeitraum	Maßnahmen
A	Im 1. Jahr nach der Instandsetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 x nach der Winterperiode</li> <li>- 1 x vor der Winterperiode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinigung der Bodenflächen (Nassreinigungsmaschine)</li> <li>- Reinigung des Entwässerungssystems</li> <li>- Visuelle Inspektion der Erhaltungszustände der Oberflächen an Wänden, Stützen und Decken.</li> <li>- Visuelle Inspektion der Bodenflächen auf Rissbildung und mechanische Beschädigungen.</li> <li>- Visuelle Inspektion der Anschlußfugen an Einbauteilen (Rinnen, Fugenprofile).</li> <li>- Die Feststellungen sind vom SKP in einem Inspektionsbericht zu verorten und zu dokumentieren</li> <li>- Erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen legt der SKP fest.</li> </ul>
B	Im 2. Jahr nach der Instandsetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 x nach der Winterperiode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinigung der Bodenflächen (Nassreinigungsmaschine)</li> <li>- Reinigung des Entwässerungssystems</li> <li>- Visuelle Inspektion der Erhaltungszustände der Oberflächen an Wänden, Stützen und Decken.</li> <li>- Visuelle Inspektion der Bodenflächen auf Rissbildung und mechanische Beschädigungen</li> <li>- Visuelle Inspektion der Anschlußfugen an Einbauteilen (Rinnen, Fugenprofile).</li> <li>- Die Feststellungen sind vom SKP in einem Inspektionsbericht zu verorten und zu dokumentieren</li> <li>- Erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen legt der SKP fest.</li> </ul>
C	Vor Ablauf der Gewährleistungsfrist ist der Inspektionsumfang gemäß Ziff. B zu wiederholen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie B</li> <li>- Überprüfung der vollständigen Vertragsleistung auf Mängelansprüche.</li> </ul>

**Tabelle 1:** Inspektionsplan.

Im Rahmen der Inspektion C sind mit dem Auftraggeber die weiteren Wartungsintervalle festzulegen. Der Wartungs- und Instandhaltungsplan ist entsprechend fortzuschreiben.

## **9.4 Technische Vorbemerkungen zur Ausschreibung**

### **9.4.1 Anforderungen an das ausführende Unternehmen, Rili-Sib, Teil 3**

Für die Ausführung der Instandsetzungsmaßnahmen gelten die Anforderungen gemäß *[R] 1 Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb, 10-2001, einschl. der Berichtigungen Rili-Sib, Teil 3.*

### **9.4.2 Qualitätssicherung**

#### **9.4.2.1 Allgemeines, Standsicherheitsrelevante Instandsetzung, Nachweise**

(1) Für die standsicherheitsrelevante Instandsetzung von Betonbauteilen ist der Nachweis der Fachqualifikation des ausführenden Unternehmens gemäß Hersteller- und Anwenderverordnung (HAVO1) durch eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle für die Überwachung erforderlich.

(2) Darüber hinaus können für bestimmte Instandsetzungsmaßnahmen gesonderte Eignungsnachweise erforderlich sein. Hierzu zählen z. B.:

- Bauteilverstärkungen mit geklebter Bewehrung (DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung“);
- Einkleben von Anschlussbewehrung.

(3) Sofern Nachunternehmer beauftragt werden, müssen die entsprechenden Anforderungen der nachfolgenden Abschnitte auf diese übertragen werden.

### **9.4.3 Personalqualifikation**

Für die Ausführung der Schutz- und Instandsetzungsarbeiten an den Betonbauteilen sind hinsichtlich der Anforderung an das Personal des Auftragnehmers entsprechende Nachweise beizufügen; dies gilt auch für die SiVV-Bescheinigung.

#### **9.4.3.1 Qualifizierte Führungskraft**

(1) Die qualifizierte Führungskraft ist zuständig und verantwortlich für die Ausführung der Arbeiten auf der Baustelle sowie für die erforderlichen Prüfungen im Rahmen der Eigenüberwachung.

(2) Zu den Aufgaben der qualifizierten Führungskraft gehören u. a. Planung der Arbeitsabläufe auf der Grundlage der vom Sachkundigen Planer erstellten Planungsunterlagen für Instandsetzungsmaßnahmen;

- Beurteilen der fachlichen Qualifikation des bei den Maßnahmen eingesetzten Baustellenfach- und Prüfpersonals;
- Beurteilung der Ergebnisse aus der Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen (Eigenüberwachung).

(3) Die qualifizierte Führungskraft muss insbesondere in folgenden Bereichen umfassende Kenntnisse nachweisen können:

- Technische Baubestimmungen zur Instandsetzung;
- Instandsetzungsprinzipien und -verfahren;
- Instandsetzungsstoffe und -systeme;
- Instandsetzungsmaßnahmen;
- Grundsätze der Qualitätssicherung in der Instandsetzung;
- Beurteilung der Standsicherheitsrelevanz während der Ausführung;
- Beurteilung des Betonuntergrundes;
- Verfahren der Untergrundvorbereitung, Verbundverhalten
- Betoneigenschaften, Betonkorrosion;
- Bewehrungseigenschaften, Bewehrungskorrosion.

(4) Kommt der kathodische Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme zum Einsatz, müssen die qualifizierte Führungskraft oder der Bauleiter nach MBO (s. 3.2.3) über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Ausführung und Qualitätssicherung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 2 nach DIN EN 15257 oder vergleichbar geführt.

#### **9.4.3.2 Bauleiter des Unternehmens**

(1) Die Ausführung nach dieser Richtlinie ist von einem Bauleiter im Sinne der jeweiligen Landesbauordnung zu leiten.

(2) Der Bauleiter sorgt für die sichere und planmäßige Ausführung der Arbeiten, insbesondere über die Aufgaben nach DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 hinaus, u. a. falls zutreffend für

- die Sicherstellung der Standsicherheit während der Ausführung;
- das Anzeigen der Instandsetzungsmaßnahme bei der Überwachungsstelle;
- das Veranlassen der Überwachung gemäß Abschnitt 6;
- die Verwendung der vorgesehenen Stoffe;
- die Sicherstellung der personellen und gerätetechnischen Ausstattung für die Ausführung;
- das Übergeben der Ergebnisse der Überwachung durch das ausführende Unternehmen an die Überwachungsstelle.



(3) Kommt der kathodische Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme zum Einsatz, müssen die qualifizierte Führungskraft oder der Bauleiter nach MBO (s. 3.2.3) über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Ausführung und Qualitätssicherung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 2 nach DIN EN 15257 oder vergleichbar geführt.

#### **9.4.3.2 Baustellenfachpersonal**

(1) Auf jeder Baustelle muss eine geschulte, insbesondere handwerklich ausgebildete Fachkraft ständig anwesend sein, die je nach Umfang, Art und Schwierigkeitsgrad der Schutz- und Instandsetzungsmaßnahme betontechnische und entsprechende andere baustofftechnische Kenntnisse, Fertigkeiten und praktische Erfahrung besitzt. Die Befähigung für Arbeiten nach dieser Richtlinie muss durch eine Prüfstelle überprüft und gegenüber der Überwachungsstelle für die Überwachung durch eine entsprechende Bescheinigung nachgewiesen werden. Eine Weiterbildung ist im Abstand von höchstens 3 Jahren nachzuweisen.

(2) Zu den besonderen Aufgaben des Baustellenfachpersonals gehören u. a.

- handwerkliche Durchführung der Instandsetzung nach den vorgegebenen ausführungsrelevanten Unterlagen, z. B. Arbeitsplan, Angaben zur Ausführung;
- Festlegen und Überwachen der ggf. dem übrigen Baustellenpersonal übertragenen Arbeiten;
- Anleiten des übrigen mit der Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen beauftragten Baustellenpersonals oder der Nachunternehmer und Überprüfen deren handwerklicher Fertigkeiten;
- Durchführen der im Rahmen der Eigenüberwachung erforderlichen Prüfungen sowie Aufzeichnen und Beurteilen der Ergebnisse im Hinblick auf den weiteren Arbeitsablauf.

(3) Wird kathodischer Korrosionsschutz als Instandsetzungsmaßnahme gewählt, muss das Baustellenfachpersonal über ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen bei der Ausführung von KKS-Maßnahmen verfügen. Der Nachweis wird durch die Erlangung einer Zertifizierung nach Grad 1 nach DIN EN 15257 oder vergleichbar geführt.

#### **9.4.4 Geräteausstattung**

(1) Für die Ausführung von Instandsetzungsarbeiten müssen auf der Baustelle zum erforderlichen Zeitpunkt diejenigen Geräte und Einrichtungen funktionsfähig vorhanden sein, die die Erfassung der klimatischen Randbedingungen, eine ausreichende Vorbereitung des Betonuntergrundes, eine fachgerechte Ausführung der Arbeiten sowie die Ermittlung der geforderten Eigenschaften der Baustoffe und die Überprüfung der Arbeitsergebnisse ermöglichen. Dies sind insbesondere Einrichtungen und Geräte für das

- Lagern der Baustoffe,
- Behandeln des Betonuntergrundes,

- Abmessen der Ausgangsstoffe,
- Mischen der Ausgangsstoffe,
- Verarbeiten und Nachbehandeln,
- Messen und Prüfen

(2) Alle Geräte und Einrichtungen sind vor ihrer erstmaligen Verwendung und dann in angemessenen Zeitabständen auf ihr einwandfreies Arbeiten zu überprüfen. Hierzu gehört die Kalibrierung der Messgeräte.

## **9.5 Auswahl, Lieferung und Lagerung von Instandsetzungsprodukten und -systemen**

(1) Die Anforderungen an die Instandsetzungsprodukte und –systeme müssen vom ausführenden Unternehmen in einer Festlegung für den Hersteller zusammengestellt werden. Hierbei sind zu berücksichtigen:

- Die gemäß Teil 1 durch den Sachkundigen Planer in der Leistungsbeschreibung definierten Eigenschaften und Anforderungen des Bauteils;
- weitere projektspezifische Anforderungen (z. B. hinsichtlich Betonuntergrund, Witterungsbedingungen, Erschütterungen, Verarbeitungstemperaturen und -zeiten).

(2) Der Hersteller der Instandsetzungsprodukte und -systeme muss gemäß der Festlegung für den Hersteller Angaben liefern, die eine sachgerechte Ausführung der Instandsetzungsmaßnahme sicherstellen. Hierzu gehören insbesondere:

- produkt- bzw. systemspezifische Angaben zur Ausführung gemäß Teil 2;
- technische Merkblätter und Sicherheitsdatenblätter;
- bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweise;
- Übereinstimmungszertifikate der gelieferten Produkte.

(3) Die Wareneingangskontrolle muss gemäß Tabelle A.1, Zeilen 1 bis 4 erfolgen.

(4) Die Produkte müssen gemäß Tabelle A.1, Zeile 5 gelagert werden. Der Hersteller ist zu verpflichten, die Ausführung zu überprüfen und Abnahmebescheinigungen auszustellen. Diese Bescheinigungen sind spätestens mit der Schlussrechnung dem SK vorzulegen.

## **9.6 Herstellerverpflichtung**

Die Hersteller der Instandsetzungsprodukte- und Systeme sind zu verpflichten, die Ausführung zu überprüfen und Abnahmebescheinigungen auszustellen. Diese Bescheinigungen sind spätestens mit der Schlussrechnung dem SK vorzulegen.

## **9.7 Überwachung durch das ausführende Unternehmen (Eigenüberwachung)**

### **9.7.1 Aufzeichnungen während der Ausführung**

(1) Bei Instandsetzungsmaßnahmen sind entsprechend ihrer Art und ihrem Umfang auf der Baustelle fortlaufend prüfbare Aufzeichnungen über alle wichtigen Angaben, z. B. auf Vordrucken (Bautagebuch), vom Bauleiter, seinem Vertreter oder vom Baustellenfachpersonal zu führen. Sie müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Datum, Beginn und Ende der einzelnen Arbeiten;
- Witterungsverhältnisse, Lufttemperatur sowie erforderlichenfalls
- Luftfeuchte und Taupunkttemperatur, Temperatur der Stoffe zur Zeit der Ausführung der einzelnen Bauabschnitte bis zur ausreichenden Erhärtung, Temperaturen und Feuchte der Bauteile. Tage, an denen die Verarbeitungsbedingungen (z. B. infolge Frost, Regen) nicht erfüllt werden, sind dabei besonders zu vermerken;
- verarbeitete Stoffe;
- Stoffhersteller und Lieferschein, Chargennummer und Angabe des Einbauorts der Charge;
- Dokumentation der Arbeitsabläufe und Prüfungen;
- Nachbehandlungsart und -dauer (Beginn und Ende);
- hergestellte Probekörper mit ihren Bezeichnungen (mit Chargennummer des Stoffes), dem Tag der Herstellung der Probekörper und Angabe der einzelnen Bauteile bzw. Bauabschnitte, für die der zugehörige Baustoff verwendet wurde;
- Prüfung des Betonuntergrundes und gegebenenfalls von Oberflächenschutzsystemen sowie das Ergebnis mit Bauteilzuordnung;
- Maßnahmen bei Unterschreitung der Anforderungen;
- Namen des anwesenden Baustellenfachpersonals.

(2) Die Aufzeichnungen müssen auf der Baustelle verfügbar sein. Sie sind ebenso wie die Lieferscheine dem Beauftragten der anerkannten Überwachungsstelle auf Verlangen vorzulegen und nach Abschluss der Arbeiten entsprechend der gesetzlichen Fristen vom Unternehmen aufzubewahren.

(3) Bei standsicherheitsrelevanten Instandsetzungen und Verstärkungen sind darüber hinaus

- die Aufzeichnungen dem Beauftragten der anerkannten Überwachungsstelle auf Verlangen vorzulegen,
- nach Beendigung der Arbeiten die Ergebnisse wichtiger Prüfungen im Rahmen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen der anerkannten Überwachungsstelle auf Anforderung zu übergeben.

(4) Erfüllt das ausführende Unternehmen die Eigenüberwachungsanforderungen für bestimmte Arbeiten nicht selbst, ist eine ständige Baustoffprüfstelle gemäß Anhang A.2 oder, sofern zutreffend, eine ständige Betonprüfstelle gemäß DIN 1045-3 zu beauftragen.

### **9.7.2 Art, Umfang und Häufigkeit**

(1) Die Durchführung der Überwachung durch das ausführende Unternehmen ist durch den Bauleiter zu veranlassen und zu kontrollieren.

(2) Mit der Überwachung durch das ausführende Unternehmen darf das Unternehmen keine Prüf- oder Überwachungsstelle beauftragen, die auch einen seiner Zulieferer überwacht.

(3) Art, Umfang und Häufigkeit der Überwachung der Ausführung durch das ausführende Unternehmen sind in Anhang A.1 festgelegt, soweit sie nicht in den Normen DIN EN 206 in Verbindung mit DIN 1045-2, DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 oder in DIN EN 14487 in Verbindung mit DIN 18551 vorgeschrieben sind.

(4) Ungenügende Prüfergebnisse sind vom Unternehmen unverzüglich bekanntzugeben. Die weitere Vorgehensweise bestimmt der Sachkundige Planer.

## **9.8 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle**

### **9.8.1 Aufnahme der Überwachung**

(1) Vor Aufnahme der Überwachung hat die anerkannte Überwachungsstelle zu prüfen, ob die personelle und gerätemäßige Ausstattung eine ordnungsgemäße Ausführung erwarten lässt.

(2) Bei kleineren bzw. zeitlich kürzeren Instandsetzungsmaßnahmen darf von einer Überprüfung der Baustelle vor Ort durch eine anerkannte Überwachungsstelle abgesehen werden. Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen an Betonflächen < 50 m<sup>2</sup> sowie Rissverfüllungen < 20 m Gesamtlänge. Es sei denn, der Sachkundige Planer fordert, bspw. wegen der Relevanz der Maßnahme, explizit eine derartige Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle.

(3) Der anerkannten Überwachungsstelle sind bei Maßnahmen nach dieser Richtlinie vor Beginn der Arbeiten vom Unternehmen schriftlich anzuzeigen:

- Bezeichnung der Baustelle, Bauleiter, Baustellenfachpersonal;
- Art und Umfang der auszuführenden Maßnahmen;
- Art und Menge der vorgesehenen Baustoffe;
- der beabsichtigte Beginn und das voraussichtliche Ende der Arbeiten;
- ggf. beauftragte ständige Baustoff-/Betonprüfstelle für die Überwachung durch das ausführende Unternehmen.

(4) Bei längerer Unterbrechung ist Beginn und Ende der Unterbrechung anzuzeigen.

### **9.8.2 Durchführung der Überwachung**

(1) Jede angezeigte Instandsetzungsmaßnahme ist im Regelfall mindestens einmal zu überprüfen. Bei länger dauernden Maßnahmen sind weitere Überprüfungen in angemessenen Zeitabständen durchzuführen. Die Häufigkeit der Überprüfungen liegt im pflichtgemäßen Ermessen der anerkannten Überwachungsstelle.

(2) Der Beauftragte der anerkannten Überwachungsstelle hat insbesondere in folgende Unterlagen Einblick zu nehmen:

- die ausführungsrelevanten Unterlagen
- das Bautagebuch
- die Prüfprotokolle (Prüfhäufigkeit und Ergebnisse) und die Unterlagen der Überwachung durch das ausführende Unternehmen
- die Prüfzeugnisse der ständigen Baustoff-/Betonprüfstelle;
- die Eignungs- und Übereinstimmungsnachweise sowie die vom Hersteller bereitgestellten Angaben zur Ausführung;
- die Lieferscheine;
- die Mischanweisungen bei Verwendung von auf der Baustelle hergestellten Stoffen;

(3) Der Beauftragte der anerkannten Überwachungsstelle hat, soweit möglich, die Durchführung der Instandsetzungsmaßnahmen zu überprüfen. Im Regelfall sind zu überprüfen:

- die eingesetzten Prüfeinrichtungen (z. B. Kalibrierprotokolle),
- Lagerung der Baustoffe;
- Maschinen und Geräte;
- Durchführung der Arbeiten nach vorgegebenen Arbeitsplänen und Angaben zur Ausführung;
- Qualifikation des Baustellenfachpersonals.

(4) Bei wesentlichen Beanstandungen an der Überwachung durch das ausführende Unternehmen ist durch die anerkannte Überwachungsstelle eine Wiederholungsprüfung durchzuführen. Gegebenenfalls sind ergänzende Prüfungen zu veranlassen.

## 9.9 Überwachungsbericht

(1) Die Feststellungen bei der Überwachung und deren Auswertungen sind im Überwachungsbericht zu dokumentieren, der mindestens folgende Angaben durch die anerkannte Überwachungsstelle enthalten muss:

- Unternehmen, Baustelle, Bauleiter, qualifizierte Führungskraft, Baustellenfachpersonal, ständige Baustoff-/ Betonprüfstelle;
- Datum der Überwachung;
- Kurzbeschreibung der Instandsetzungsmaßnahme;
- Stoffe und Anforderungen;
- gerätemäßige und prüftechnische Ausstattung;
- Art und Durchführung der durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen;
- Überwachung durch das ausführende Unternehmen (z. B. Lieferscheine, Prüfergebnisse, Bautagesberichte);
- Gesamtbeurteilung mit Unterschrift des Leiters der anerkannten Überwachungsstelle.

(2) Die Überwachungsberichte sind beim ausführenden Unternehmen und bei der anerkannten Überwachungsstelle entsprechend der gesetzlichen Fristen aufzubewahren.

## 9.10 Kennzeichnung der Baustelle

Baustellen, die nach dieser Richtlinie überwacht werden, sind an deutlich sichtbarer Stelle mindestens mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- „ÜBERWACHT“;
- DAfStb-Richtlinie „Instandhaltung von Betonbauteilen“;
- Angabe der anerkannten Überwachungsstelle.

## 9.11 Unfallverhütungsvorschriften

Insbesondere wird auf die Beachtung folgender Unfallverhütungsvorschriften hingewiesen:

- SiGeKo-Unterlagen und Anordnungen des SiGe-Koordinators
- DIN 4420 und ZH 1/ 534.0 f (Gerüste)
- VBG 48 (Strahlarbeiten)
- ZH 1/ 575 (Mörtelspritzmaschinen)

## 9.12 Schutzmaßnahmen/Absperrmaßnahmen

Die Schutzmaßnahmen für die Strahl- und Spritzbetonarbeiten sind so zu treffen, dass keine Beschädigungen an den angrenzenden Bauteilen sowie Einbauten (Sprinklerleitungen, Entwässerungsleitungen, Elektroleitungen bzw. -anschlüsse, Lampen, Türen, Feuerschutztore u.a.) auftreten und sämtliche arbeitsschutztechnischen Anforderungen erfüllt werden. Die Schutzmaßnahmen während sämtlicher, stauberzeugender Arbeiten müssen so ausgelegt werden, dass keine Beeinträchtigung und keine Verschmutzungen der Decken- bzw. Wandflächen auftreten. Auf den Einsatz von geeigneten Einrichtungen bzw. Maßnahmen zum Schutz der Umwelt bei allen Arbeiten wird besonders hingewiesen. Die geltenden Vorschriften und Gesetze zum Schutz der Umwelt sind einzuhalten. Die durch die Beachtung und Einhaltung der Umweltgesetze entstehenden Kosten werden nicht gesondert vergütet und sind mit den angebotenen Einheitspreisen abgegolten. Emissionen in den Bereichen der Umgebungsbebauung sind so weit wie möglich auszuschließen. Bei den HDW-Arbeiten sind besonders Personen, Gebäude und PKW vor jedweden Beschädigungen und Verschmutzungen zu schützen. Sämtliche Zugangsmöglichkeiten, auch temporäre, zum jeweils bearbeiteten Parkdeck sind nach Arbeitsende zu verschließen. Der AN hat den AG von Schadenersatzansprüchen Dritter, die auf unzureichende Schutzmaßnahmen zurückzuführen sind, freizustellen. Die sich aus Schutzmaßnahmen ergebenden Behinderungen und Erschwernisse sind in die Einheitspreise der entsprechenden Leistungspositionen einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet. Alle Schutz- und Absperrmaßnahmen sind mit der Objektüberwachung vor Ausführung der Arbeiten abzustimmen.

## 9.13 Musterflächen und Handmuster



Im Vorfeld sind die nachfolgend aufgeführten Muster anzufertigen:

- Musterflächen zur Festlegung der Reinigungstechnologie an Wänden und Stützen, in Sichtbereichen.
- Musterflächen zum Oberflächenschutzsystem OS2.
- Musterflächen zur Sockelbeschichtung.
- Musterflächen zum Oberflächenschutz OS8.

Im Vorfeld sind dem Auftraggeber Handmuster in verschiedenen Farben für das angebotene Oberflächenschutzsystem zur Bemusterung vorzulegen.

## **10.0 Massenermittlung**

Die Ermittlung der zu bearbeitenden Flächen und Leistungen erfolgte anhand der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Planunterlagen und der örtlichen Schadenskataster.

## **11.0 Kostenermittlung**

### **11.1 Kosten Instandsetzung**

Die Ermittlung der Instandsetzungskosten erfolgt auf Grundlage der unter Ziff. 9.2.3 genannten, wesentlichen Arbeitsschritte.

Maßnahme, Position		Masse	Einheit	EP	GP
<b>Baustelleneinrichtung, vorbereitende Maßn.</b>					
Allgemeine Baustelleneinrichtung		1	psch	25.000,00 €	25.000,00 €
Baustelleneinrichtung HDW		1	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
Wasserhaltung HDW		1	psch	2.500,00 €	2.500,00 €
Schutzmaßnahmen BE, Bauzaun		1	psch	2.500,00 €	2.500,00 €
Neutralisierungsanlage		1	psch	1.500,00 €	1.500,00 €
Lüftungsanlage betriebsbereit		1	psch	2.500,00 €	NEP
Betrieb Belüftungsanlage		30	Tage	250,00 €	NEP
Baubeheizung betriebsbereit		1	psch	1.200,00 €	NEP
Betrieb Baubeheizung		30	Tage	150,00 €	NEP
Abstützmaßnahmen, Stützen TG	erledigt	0	Stck	0,00 €	0,00 €
Schutzmaßnahmen, Prallschutz...etc		1	psch	3.000,00 €	3.000,00 €
Schutzmaßnahmen, Leitungen Decke, Wände		1	psch	3.000,00 €	3.000,00 €
Demontage, Tore, Lüftungsanlage (bauseits)		1	psch	5.000,00 €	NEP
Demontage Rinnengitter		31	m	20,00 €	620,00 €
Demontage Beleuchtung (bauseits)		1	psch	1.500,00 €	NEP
Stromkosten		1	psch	3.000,00 €	3.000,00 €
<b>Betoninstandsetzung</b>					
Messungen, Haftz./Chl/Druck/Karbo/Cmin, Kataster		1	psch	1.800,00 €	1.800,00 €
Betonabtrag Wandsackel, HDW, t bis 5 cm, Abtrag h bis 0,5 m		60	m²	350,00 €	21.000,00 €
Betonabtrag Stützensackel, HDW, 0,5 x d, h=0,5 m, t bis 5 cm		6	m²	380,00 €	2.280,00 €
Mehrtiefe Betonabtrag Wände/Stützen, > 5-10 cm (30 %)		20	m²	350,00 €	6.930,00 €
Betonabtrag Bodenplatte, 10 cm + Entsorgung		490	m²	300,00 €	147.000,00 €
Mehrtiefe Betonabtrag Bodenplatte, > 10-15 cm (10 %)		50	m²	300,00 €	15.000,00 €
Betonabtrag Bereiche Arbeitsfugen (von Hand), bis 5 cm		0	m	300,00 €	NEP
Betonabtrag Mehrtiefe Bereiche Arbeitsfugen bis 10 cm		0	m	50,00 €	NEP
Betonabtrag Treppenanlage		1	psch	2.500,00 €	2.500,00 €
Betonabtrag Bereich Entwässerungskanal TG + Rampe		31	m	150,00 €	4.650,00 €
Aufrauen Deckenuntersichten (HDW) Rotordüse		500	m2	25,00 €	12.500,00 €
Wandsackel reprofiliert, h bis 50 cm, RM, bis 5 cm		3.000	ltr	4,00 €	12.000,00 €
Stützensackel reprofiliert (siehe Elefantenfuß)		0	ltr	4,00 €	NEP
Mehrtiefe Reprofilierung RM, > 5-10 cm (30 %)		900	ltr	4,00 €	3.600,00 €
Stützensackel Elefantenfuß, h bis 1 m, RM, umlaufend 5 cm		6	Stck	2.500,00 €	15.000,00 €
Spritzmörtelauftrag Stützen d= 45-50 cm, 2,5 cm		8	m	250,00 €	1.875,00 €
Spritzmörtelauftrag Deckenuntersichten, 2,5 cm		500	m2	100,00 €	50.000,00 €
Bodenplatte reprofiliert, C25/30 XC3, XF1, WF, 10 cm im Gefälle		50	m3	250,00 €	12.500,00 €
Bodenplatte Gefälle herstellen, 2%		5	m3	500,00 €	2.500,00 €
Bewehrungsteile ergänzen		15	to	2.500,00 €	37.500,00 €
Mörtel RM, Entwässerungsrinnen auffüllen		1.425	ltr	2,50 €	3.562,50 €
Kugelstrahlen Bodenplatten, rt 1,5 mm		480	m²	4,00 €	1.920,00 €
Kugelstrahlen Bodenplatte, Kreuzgang, rt 1,5 mm		480	m²	2,50 €	1.200,00 €
Risse bis rw 0,3 mm füllen		100	m	19,00 €	1.900,00 €
Risse rw > 0,3 mm verpressen		50	m	130,00 €	6.500,00 €
Zuschl. für Risse, die erst n. d. Kugelstr. Sichtb. werden (50%)		75	m	130,00 €	NEP
Schleifen Wandsackel/Stützenfüße, h bis 0,5 cm		66	m²	10,50 €	693,00 €
Dichtkehle Boden/Wandanschluss, 5 x 5 cm (entfällt)		0	m	15,00 €	NEP
Untergrundvorbereitung Wände für OS2, schleifen + waschen		250	m²	8,00 €	2.000,00 €
Untergrundvorbereitung Decken für OS2, schleifen + waschen		500	m²	8,00 €	4.000,00 €
Rissbandagen an Rinnen		63	m	150,00 €	9.450,00 €
					0,00 €
Summe	Übertrag				425.980,50 €

Maßnahme, Position	Masse	Einheit	EP	GP
Übertrag				425.980,50 €
Grundierung 2K EP, Bodenplatte	490	m²	14,00 €	6.860,00 €
Polymerbitumenschweißbahn, Abdichtung TG	490	m²	21,00 €	10.290,00 €
Anschlussfugen abdichten, Flüssigkunststoff, b= 20-25 cm	100	m	45,00 €	4.509,00 €
Schutzschicht Gussasphalt	490	m²	50,00 €	24.500,00 €
Nutzschicht Gussasphalt mit Einstreuung	490	m²	50,00 €	24.500,00 €
Zulage Anarb. Rinne, Profile + Anschlussfugen füllen.	103	m	14,00 €	1.444,80 €
Feinspachtel Wände und Stützen	260	m2	28,00 €	7.280,00 €
Feinspachtel Deckenuntersichten	500	m2	30,00 €	15.000,00 €
OS2 Wände, Stützen	260	m2	14,00 €	3.640,00 €
OS2 Decken	500	m2	16,00 €	8.000,00 €
Stellplatzmarkierungen	20	Stck	25,00 €	500,00 €
Fremdüberwachung	1	psch	2.500,00 €	2.500,00 €
Entwässerung, Ausstattung				
Edelstahlrinnen, V4a TG	28	m	600,00 €	16.800,00 €
Edelstahlrinnen, V4a Rampe	3	m	600,00 €	1.800,00 €
Zulage Abläufe	2	Stck	1.500,00 €	NEP
Abschlussprofil Rampe, Edelstahl V4a	3	m	180,00 €	540,00 €
Summe				554.144,30 €
Zuschlag Unvorhersehbares		5%		27.707,22 €
				581.851,52 €
Planung Honorare, Überwachung		25%		145.462,88 €
Summe netto				727.314,39 €
MwSt		19%		138.189,73 €
				865.504,13 €
		Betrag gerundet		<b>865.000,00 €</b>
Anzahl der Stellplätze	19			
Kosten Instandsetzung je Stellplatz €/Stellplatz	45.526,32 €		brutto, einschl. Honorare	

Tab. 1

### 11.1.1 Variante 1 (siehe Erläuterungen unter Ziff 9.1., mögliche Ausführungsvarianten)

Wie zuvor beschrieben, jedoch Herstellung der Dauerhaftigkeit durch die Aufbringung einer OS8 zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und darin gelöster Schadstoffe (Chloride).

Einsparpotential (einschl. Nebenkosten, Circa - Werte **brutto**)

Entfall Oberflächenschutz Variante C1	- 103.000 €
Oberflächenschutz OS 8	45.000 €

Einsparpotential Variante I

-58.000 €

11.11.2 Variante II (siehe Erläuterungen unter Ziff 9.1., mögliche Ausführungsvarianten)

Wie zuvor beschrieben, jedoch, vollständiger Rückbau der nichttragenden Bodenplatte und Einbau eines flüssigkeitsdurchlässigen Pflasterbelages.

Einsparpotential (einschl. Nebenkosten, Circa - Werte **brutto**)

Entfall HDW + Reprofilierung Bodenplatte	-	265.000 €
Entfall Oberflächenschutz Variante C1	-	103.000 €
Entfall Edelstahlrinnen	-	26.000 €
Pflasterbelag mit Unterbau		80.000 €
Einsparpotential Variante II	-	314.000 €

**11.2 Kosten für sonstige Maßnahmen**

Maßnahme, Position	Masse	Einheit	EP	GP
Rampenwände reinigen, Rotat.-Wirbelv. (oben enth.)	0	m²	8,00 €	0,00 €
Beschichtung/Anstrich Rampenwände (oben enth.)	0	m²	12,00 €	0,00 €
Instandsetzung Feuchteschaden Deckenuntersicht	1	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
Summe				5.000,00 €
Zuschlag Unvorhersehbares		5%		250,00 €
				5.250,00 €
Planung Honorare, Überwachung		23%		1.207,50 €
Summe netto				6.457,50 €
MwSt		19%		1.226,93 €
				7.684,43 €
		Betrag gerundet		<b>7.500,00 €</b>

Tab. 2

Die Kosten für die nachstehenden, im Zuge der Instandsetzung erforderlichen Maßnahmen sind in der vorstehenden Kostenermittlung nicht enthalten

- Demontage der Tiefgaragenbeleuchtungen, Lüftungsanlagen und sonstiger technischer Ausstattungen
- De- und Remontage Einfahrtstor
- Brandschutzmaßnahmen gemäß [A] 16 221205\_BS-Gutachten, Wierer
- Neue Beleuchtungs- und Steuerungsanlagen

sind in den vorstehenden Kostenermittlungen nicht enthalten.

Hinweis zu den Kostenermittlungen:

Bei den Kosten, die ich im Rahmen dieses Gutachtens ermittelt habe, handelt es sich um Näherungsaussagen. Die genaue Instandsetzungsprojektierung kann durch das Gutachten nicht geleistet werden. Hinzu kommt das unterschiedliche Preisniveau des Marktes. Zur Exaktheit der Kostenermittlung muss deshalb nachdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es sich um Schätzgrößen handelt. Die Schätzung kann die Planung und Kostenberechnung der erforderlichen Bauleistungen nicht vorwegnehmen. Daraus ergeben sich nicht vorzudenkende und damit nicht vermeidbare Abweichungen.

## 12.0 Zusammenfassung

Die Tiefgarage wurde einer grundlegenden Untersuchung *gemäß [R] 1 Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Oktober 2001, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DAfStb bzw. [R] 2 Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR-Instandhaltung)*, Teil 1 und Teil 2, DiBT, 05-202 unterzogen.

### Problemstellung:

Die befahrbaren Stb.-Bodenflächen und die aufgehenden Stb.-Wände und Stützen sind mit einem Verbundestrich, ohne Abdichtungs- und Oberflächenschutzmaßnahmen ausgeführt worden. Der gefällelos verlegte Verbundestrich zeigt großflächige Hohllagen auf. Mittig in der Fahrgasse ist eine ca. 35 cm tiefe und 30 cm breite, gefällelose Entwässerungsrinne in der Bodenplatte ausgebildet (siehe Abb. 5). Die erheblichen Betonabplatzungen und Korrosionsspuren im Bereich der Sockelzonen an den Stb.-Rundstützen, zeigen eine hohe Feuchte- und Chloridbelastung an. Aufgrund der offensichtlich genehmigungswidrigen Nutzung der Tiefgarage, wurde zusätzlich ein Brandschutzsachverständiger hinzugezogen. Der Auftraggeber gibt darüber hinaus an:

- Die Tiefgarage ist seit der Errichtung starken Tausalzeinträgen ausgesetzt.
- Es sind keine Wassereintritte während der bisherigen Nutzungsdauer, infolge Starkregen- oder Hochwasserereignissen bekannt.
- Ob unter den Estrich- und Gussasphaltbelägen, Abdichtungen existieren, ist nicht bekannt.
- Es liegt kein Baugrundgutachten vor.
- Es existiert kein Wartungsplan zur Tiefgarage.
- Es liegen keine Wartungsberichte zur Tiefgarage vor.

Nach der Auswertung der material- und labortechnischen Untersuchungen sind zusammenfassend die nachfolgenden Schadensbilder und Erhaltungszustände festzustellen:

### Stützen (siehe 5.2.1)

- o Bewehrungskorrosion mit hohen Querschnittsverlusten, verbunden mit oberflächennahen Betonabplatzungen aufgrund des fehlenden Oberflächenschutzes und zu geringer Betondeckung (Abb. 9, Abb. 10).
- o Betonabplatzungen infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.
- o Hohe Korrosionswahrscheinlichkeiten an den Stützensockeln bis in eine Höhe von ca. 50 cm.



- Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt 23 mm. Die nach Abb. 30 auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltenden Mindestbetondeckung von 35 mm, wird unterschritten.

#### Wände (siehe 5.2.2)

- Chloridinduzierte Bewehrungskorrosion und oberflächennahe Betonabplatzungen in den Wandsockelbereichen der aufgrund des fehlenden Oberflächenschutzes und einer zu geringen Betondeckung.
- Betonabplatzungen infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.
- Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt 21,3 mm. Die nach Abb. 30 auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltenden Mindestbetondeckung von 35 mm, wird unterschritten.

#### Bodenplatten (siehe 5.2.3)

- Chloridinduzierte Bewehrungskorrosion aufgrund der fehlenden Abdichtung bzw. des fehlenden Oberflächenschutzes.
- Freiliegende, stark korrodierte Oberbewehrung infolge chloridinduzierter Bewehrungskorrosion.

#### Deckenuntersicht und Stützenpilze (5.2.4)

- Korrosionsgefährdung der Bewehrung, aufgrund der Carbonatisierung des Betons, bereichsweise bis hinter die Bewehrung. Das 5%-Quantil der gemessenen Betondeckung beträgt
  - An der Deckenuntersicht 19 mm.
  - An der Pilzkopfuntersicht der Stützen 18,1 mm

Die auf mindestens 95% der gemessenen Flächen einzuhaltenden Mindestbetondeckung von 20 mm (Tabelle in Abb. 30 nicht dargestellt) , wird unterschritten.

#### Rampe (siehe 5.2.5)

Anhand der Untersuchungsergebnisse ist davon auszugehen, dass es sich um eine nichttragende Rampenplatte handelt, die auf dem Erdreich bzw. einem mineralischen Unterbau aufgelagert ist. Aufgrund des guten Erhaltungszustandes und des Oberflächenschutzes aus Gussasphalt ist die Dauerhaftigkeit derzeit nicht eingeschränkt. Im Bereich der Rampensockel wurden aktive Korrosionsprozesse festgestellt.

Nach [R] 2, Teil 1, Abschnitt 5.1 werden folgende Teilziele für die untersuchten Bauteile aufgestellt:

**a Stützen und Wände**

Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit durch Austausch des chloridkontaminierten Betons und der Ergänzung korrodierter Tragbewehrungen. Reprofilierung des Restquerschnittes durch Betonersatz.

Erhöhung der Betondeckung der Stb.-Bauteile durch Betonersatz. Realkalisierung carbonatisierter Bereiche durch Diffusion der Hydroxidionen aus dem aufgetragenen Betonersatz.

Herstellung der Dauerhaftigkeit durch Applikation eines Oberflächenschutzes zum Schutz gegen das Eindringen von Wasser und darin gelöster Schadstoffe (Chloride).

**b Bodenplatte**

Teiltrückbau der nichttragenden Bodenplatte einschließlich der Oberbewehrung, bis zu einer Tiefe von ca. 10 cm. Einbau einer Entwässerungsrinne und Reprofilierung des Restquerschnittes mit Ausbilden eines Gefälles zur Entwässerungsrinne.

**c Zufahrtsrampe**

Herstellung der Gebrauchstauglichkeit durch den Austausch der Entwässerungsrinnen am Rampenfuß sowie der Austausch des chloridkontaminierten Betons.

**d Stb.-Decke, Pilzköpfe, Unterzüge**

Herstellung der Dauerhaftigkeit und des Brandschutzes der Deckenflächen durch den Auftrag eines Spritzmörtels. Applikation eines Oberflächenschutzsystems zum Schutz gegen das Eindringen gasförmiger Stoffe (CO<sub>2</sub>).

Erläuterungen zur möglichen Ausführungs-Varianten

Hinsichtlich der am Objekt vorliegenden Wasserbelastung (siehe Erläuterungen zu Ziff. 3.4.2) ist der Bemessungswasserstand mit > 0,5 m über Geländeoberkante (GOK) anzusetzen (Auszug aus dem Umweltatlas, Wassergefahren Abb. 8). In der statischen Berechnung „[U] 1 P471\_750317\_Statik\_Berechnung\_Seite-1-352“ und dem Prüfbericht zur statischen Berechnung „[U] 2 P471\_750317\_Statik\_Prüfbericht“, sind keine Vorgaben zur Wasserbelastung angegeben. In der Bestandsstatik fehlen dementsprechend die Berechnungen (Stand sicherheitsnachweise) zur Auftriebssicherung und der daraus resultierenden Druckwasserbelastung für das Objekt. Vor diesem

Hintergrund wurde unter Ziff. 3.4.2 bereits empfohlen, im Rahmen der Planung der Instandsetzungsmaßnahme, die fehlenden Standsicherheitsnachweise (aufgrund der vorliegenden Wasserbelastung) nachzuführen.

Nachdem der Auftraggeber berichtet, dass seit der Nutzungsaufnahme bislang „keine Wassereintritte“ in die Tiefgarage bekannt sind (siehe Ziff. 3.3), wird eine Klärung/Untersuchung der tatsächlich anstehenden Wasserbelastung durch einen Baugrundgutachter/Hydrologen empfohlen. Sollten die Untersuchungen zur Wasserbelastung die Annahmen der Bestandsstatik aus 1975 ([U] 1) bestätigen, dass keine Wasserbelastung für das Objekt vorliegt, kann das Instandsetzungskonzept umgestellt werden. Für diesen Fall ergeben sich die Instandsetzungs- Varianten I und II mit den daraus möglichen Kosteneinsparungen

- Für die Variante I            -58.000 €
- Für die Variante II        - 314.000 €

(Alle Werte einschließlich der Nebenkosten, brutto)

Die aus den Varianten I und II möglicherweise, verbleibenden Restrisiken, sind nach Vorlage der hydrologischen Untersuchungsergebnisse mit dem Auftraggeber zu erörtern.

*Darüber hinaus werden folgende Maßnahmen empfohlen, die bauseits zu erbringen sind: (Die Umsetzung dieser Maßnahmen sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens)*

*S1 Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit durch Austausch der Beleuchtung und Beleuchtungssteuerung.*

*S2 Austausch des Einfahrtstores.*

*S3 Umsetzung der Brandschutzmaßnahmen gemäß [A] 16 221205\_BS-Gutachten, Wierer .*

Die Umsetzung der Instandsetzungsmaßnahmen sind unter Ziff. 9.0 ff beschrieben. Die Planung und Überwachung der Instandsetzungsmaßen muss durch einen Sachkundigen Planer erfolgen. Die derzeit geltenden Regelwerke [R] 2 und [R] 1 sind zwingend zu beachten.

Die Kosten der Instandsetzungsmaßnahmen können grob mit **865 T€ brutto**, einschließlich der Honorare für die Planung und Überwachung angesetzt werden. Für den Fall, dass die Ausführung der oben erwähnten Varianten möglich ist, reduzieren sich die Instandsetzungskosten

- Für die Variante I, um -58.000 €     auf    807 T€ brutto
- Für die Variante II, um - 314.000 €    auf    551 T€ brutto.

### 13.0 Schlussbemerkung

Die Verfasser verfügen als Mitgliedsbüro der *Gütegemeinschaft Planung der Instandhaltung von Betonbauwerken e.V.* (GUEP) über die persönliche Qualifikation des zertifizierten Sachverständigen für Betonschäden und Betoninstandhaltung. Das Büro ist seit 02-2016 fremdüberwacht nach RAL-GZ 967.

Das Gutachten wurde von mir persönlich nach bestem Wissen und Gewissen ohne Beeinflussung durch Dritte verfasst. Von mir eingesetzte Hilfskräfte haben ausschließlich auf meine persönliche Anweisung gehandelt.

Vervielfältigungen dieses Gutachtens bzw. Stellungnahme jeder Art dürfen ausschließlich und in jedem Fall nur in direktem Bezug und nur im vollständigen Zusammenhang zum Objekt verwendet werden. Darüber hinausgehende Vervielfältigungen sind nur nach schriftlicher Genehmigung durch den Unterfertigten gestattet. Sämtliche Urheberrechte liegen beim Unterfertigten.

Rosenheim, den \_\_\_\_\_

**Thieltges-Dreier**

Sachverständigenbüro für  
Betoninstandhaltung

