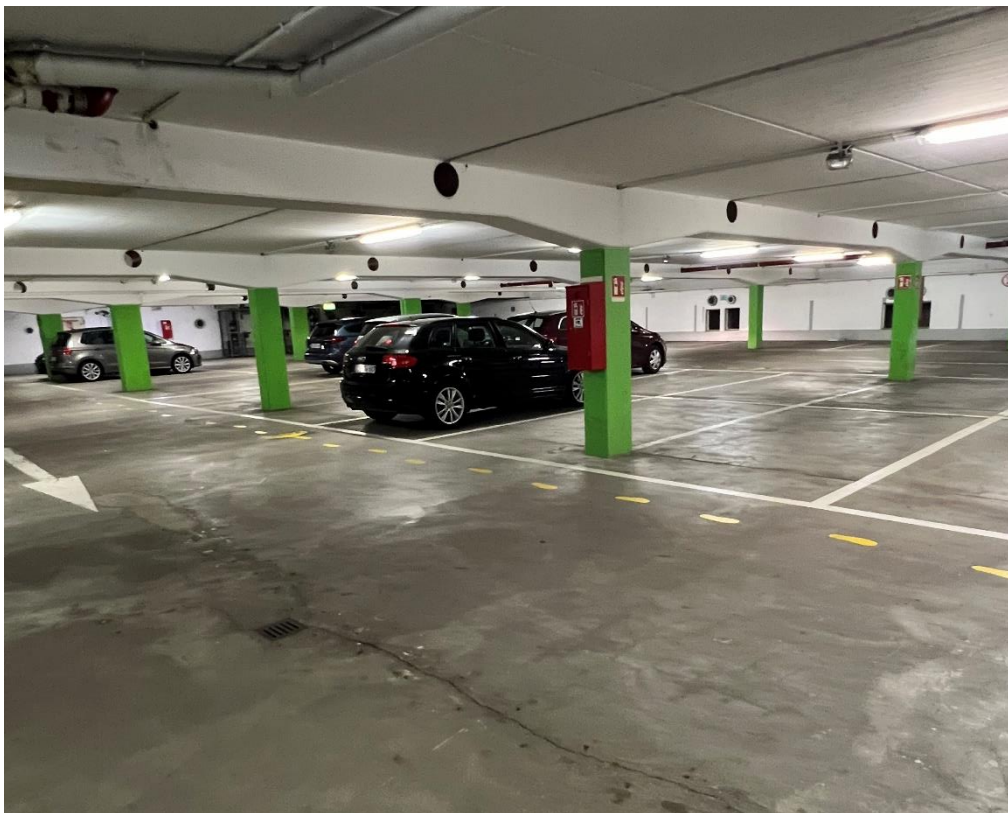


Untersuchungsbericht



Projekt: Tiefgarage Hospitalstr. 6 , 55232 Alzey

Untersuchungsbericht Nr. 1/24027

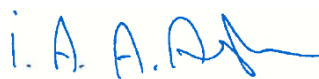
Auftraggeber: Kreisstadt Alzey Stadtverwaltung
Ernst-Ludwig-Straße 42
55232 Alzey

Objekt: 24027 – Tiefgarage Hospitalstr. 6
Hospitalstraße 6
55232 Alzey

Auftrag: Untersuchung und Bewertung der
Stahlbetonkonstruktion

Erstellt: 10.11.2025

Bearbeiter: Adrian Angstmann
Brandon Gamez
Sven Emunds



Gez. i.A. A. Angstmann
(M.Eng – Projektleiter)



S. Emunds
(Dipl.Ing, Dipl.Wirtsch.Ing (FH)) -Geschäftsführer)

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	5
2.	Einführung	8
2.1	Vorgang	8
2.2	Informationen zum Bauwerk	8
2.3	Problemstellung	10
2.4	Aufgabenstellung	10
3.	Verwendete Unterlagen und Regelwerke	12
4.	Grundlagen Schadensmechanismen	13
4.1	Grundlagen der carbonatisierungsinduzierten Bewehrungskorrosion ("Flächenkorrosion")	14
4.2	Grundlagen der chloridinduzierten Bewehrungskorrosion ("Lochfraß")	14
5.	Untersuchungsumfang	16
6.	Visuelle Analyseergebnisse der Tiefgarage	17
6.1	Auffälligkeiten und Schadensbilder	17
6.2	Ursachen der vorliegenden Auffälligkeiten und Schadenbilder	19
6.3	Bewertung der vorliegenden Auffälligkeiten und Schadensbilder	20
7.	Betontechnologische Materialprüfungen	22
7.1	Ergebnisse der betontechnologischen Materialprüfungen	22
7.2	Betondeckungsmessung der Bewehrung	22
7.2.1	Verfahren Betondeckungsmessung der Bewehrung	22
7.2.2	Ergebnisse Betondeckungsmessung der Bewehrung	22
7.3	Potentialfeldmessung	26
7.3.1	Verfahren Potentialfeldmessung	26
7.3.2	Ergebnisse Potentialfeldmessung	28
7.4	Chloridbestimmung	29
7.4.1	Verfahren Chloridbestimmung	29
7.4.2	Ergebnisse Chloridbestimmung	29
7.5	Bauteilöffnungen	32
7.5.1	Verfahren der Bauteilöffnung	32
7.5.2	Ergebnisse der Bauteilöffnung	32

7.6	Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit	38
7.6.1	Verfahren zur Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit	38
7.6.2	Ergebnisse zur Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit	38
7.7	Bohrkernentnahme	40
7.7.1	Verfahren Bohrkernentnahme	40
7.7.2	Ergebnisse Bohrkernentnahme	40
8.	Beurteilung und Instandsetzungskonzeptionen der Tiefgarage	42
8.1	Vergleich Ist-Zustand und Mindestsollzustand (Restnutzungsdauer)	42
8.2	Folgerungen, Notwendigkeit und Dringlichkeit der Instandsetzungsmaßnahmen	42
8.3	Instandsetzungsverfahren nach TR-Instandhaltung	44
8.4	Instandsetzungskonzept und Bauabschnitte Bauzeit	45
8.5	Zusätzliche Hinweise zur Tiefgarage Technische Anlagen	48
9.	Kostenschätzung	50
10.	Anlagen	53

1. Zusammenfassung

Durch die visuelle Analyse vor Ort in Verbindung mit den betontechnologischen Materialprüfungen, bspw. Potentialfeld- und Chloridgehaltmessungen, wurde auf „empirischem Weg“ der Ist-Zustand der Tiefgarage Hospitalstraße 6 in Alzey ermittelt.

Die planmäßige Nutzungsdauer [Mindestsollzustand] der Tiefgarage soll den Anforderungen der derzeit geltenden Richtlinien bzw. Normen entsprechen und eine Restnutzungsdauer von 40 Jahren ermöglichen. Die vorhandene Restnutzungsdauer ist mit „null“ Jahren anzusetzen, da der Grenzzustand der Depassivierung, sowohl infolge der Carbonatisierung sowie der Chloridkonzentration, unterschritten wird [vgl. Kap. 8.1]. Die Dauerhaftigkeitsbemessung des Mindestsollzustandes wird über die Normanforderungen (Nutzungsdauer ≤ 50 Jahre) erzielt. Es sind die geforderten Betondeckungen von 20 mm (Wände und Stützen) bzw. 40 mm (Bodenflächen) im Instandsetzungskonzept zu berücksichtigen.

Als wesentliche Defizite können, festgehalten werden:

- Farbabblätterungen an den Stützen- und Wandsockel sowie Deckenunterseite (Zwischendecke)
- Undichtigkeiten an der Deckenunterseite oberhalb 1.Untergeschoss (Außenfläche) sowie Decke oberhalb 2.Untergeschoss
- Betonabplatzungen an den Stützen- und Wandsockelflächen beider Untergeschosse
- Freiliegende Bewehrungen an den Stützensockelflächen des 1.Untergeschosses
- Rissbildungen und Hohllagen des vorhandenen Bodenaufbaus in beiden Untergeschossen

Die Ergebnisse aus den betontechnologischen Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass das Korrosionsrisiko an der Bewehrung der einzelnen Bauteile als hoch eingestuft werden kann. Auf Grundlage des Vergleiches von Ist- und Mindestsollzustand sollten die tragenden Konstruktionselemente kurzfristig in 1-3 Jahren instandgesetzt werden.

Die Abbildung 1 zeigt den zeitlichen Ablauf der chloridinduzierten Schädigung auf. Der korrosionsauslösende Grenzwert ist hierbei als jener Grenzwert definiert, bei dem die Depassivierung des Betonstahl beginnt. Eine Depassivierung kann auch beim Erreichen der Carbonatisierung an der Bewehrung erfolgen. Gemäß der Ist-Zustandsfeststellung befindet sich unserer Einschätzung nach die untersuchte Tiefgarage Hospitalstraße 6 in der Schädigungsphase 3.

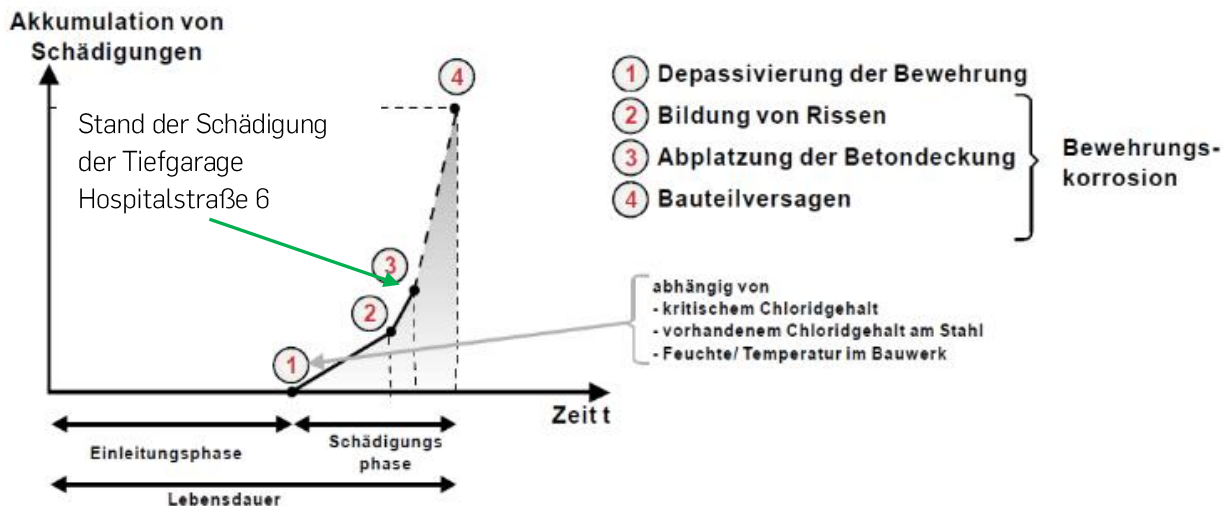


Abbildung 1: Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse ermittelte Schädigungsphase der Stahlbetonbauteile

Es ist zu empfehlen, dass Instandsetzungsmaßnahmen, um weitere Schadenszunahmen entgegenzuwirken, in **1-3 Jahren** durchgeführt werden. Die Dauer der kompletten Instandsetzungsarbeiten in der Tiefgarage wird auf insgesamt 8 – 9 Monate geschätzt. Es ist geplant die Arbeiten in einem Bauabschnitt (Vollsperrung) umzusetzen.

Nachfolgend werden die Maßnahmen der einzelnen Bauteile nach ihrer Dringlichkeit geordnet:

- **Umsetzung der Instandsetzung der Wände und Stützen:**
Instandsetzung der Wände und Stützen beider Geschosse **kurzfristig in 1-3 Jahren** gemeinsam
- **Umsetzung der Instandsetzung der Bodenflächen + Rampenflächen:**
Instandsetzung der Zwischendecke und Bodenplatte sowie der Rampenflächen **kurzfristig in 1-3 Jahren** gemeinsam mit den Wänden und Stützen
- **Umsetzung der Arbeiten am öffentlichen Treppenhaus + innenliegende Treppenhäuser:**
Instandsetzung der Treppenhäuser im Zuge der Arbeiten innerhalb der Tiefgarage (**kurzfristig in 1-3 Jahren**)

Der Umfang an erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen ist bei den tragenden Konstruktionen gut abschätzbar. Alle Instandsetzungsmaßnahmen beruhen auf dem Verfahren 7.2 in Kombination mit dem Verfahren 7.7 nach der TR-Instandhaltung (Kap. 8.3).

Weiterhin sind grobe Kostenansätze für folgende technische Einbauten vorgesehen:

- Erneuerung der Grundbeleuchtung mit LED und Bewegungsmelder
- Umsetzung von Frauenparkplätze bzw. Sonderparkplätze im Bereich der öffentlichen Garage
- Erneuerung oder Ergänzung der vorhandenen Videoüberwachung
- Erneuerung der CO-Warnanlage. Es ist zu prüfen, ob die Notwendigkeit einer neuen CO-Warnanlage gegeben ist.
- Errichten von 9 Elektrostellplätze in Abstimmung mit dem Energieversorger inkl. der Ladeinfrastruktur. Es ist zu prüfen, ob die Infrastruktur durch den Energieversorger bereitgestellt werden kann.

Die Grobkostenschätzung für die aufgezählten technischen Anlagen beruhen auf visuellen Erkenntnissen vor Ort und sind durch Fachplaner inkl. den zugehörigen Bestandsunterlagen genauer zu bestimmen.

Die einzuplanenden Investitionskosten (Nettowerte) für die erforderlichen Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen in der Tiefgarage können, wie folgt abgeschätzt werden (Detaillierte Kostenschätzung s. Kap.9):

Dringlichkeit	Kosten – netto -	Bemerkung
<u>Instandsetzung der Tiefgarage:</u> kurzfristig in 1-3 Jahren (Planung und Umsetzung)	1.738.000,00 €	Kostenschätzung
<u>Arbeiten an den technischen Einbauten:</u> im Zuge der Gewaltmaßnahme (Planung und Umsetzung)	314.000,00 €	
Gesamtsumme Investitionskosten: Kostengruppe 300 + 400	2.052.000,00 €	
Baunebenkosten Kostengruppe 700: ca. 15 % der Gesamtkosten	307.800,00 €	
Gesamtkosten Kostengruppe 300 + 700:	2.359.800,00 €	

2. Einführung

2.1 Vorgang

Von Seiten der Kreisstadt Alzey Stadtverwaltung erhielten wir, eine Anfrage im Hinblick auf die ingenieurmäßige Untersuchung der Tiefgarage Hospitalstraße 6 in Alzey.

Auf der Grundlage unseres Angebots vom 23.06.2025 wurde im Juni 2025 der Auftrag von der Kreisstadt Alzey Stadtverwaltung und uns über die Untersuchung und Bewertung der Tiefgarage und den Treppenhäusern erteilt.

Aufbauend auf mehrtägigen Vor-Ort-Erkundungen im Zeitraum vom 28.07 bis zum 29.07.2025 sowie Probenentnahmen wurden die Beurteilung und die Instandsetzungskonzeption für die Tiefgarage erstellt. An den Ortsterminen nahmen folgende Personen teil:

- Herr Adrian Angstmann (Zimbelmann GmbH)
- Herr Brandon Velasco Gamez (Zimbelmann GmbH)
- Herr Christoph Ruffini (Renoplan GmbH)

Auf Basis des Ist-Zustandes erfolgte, seitens Zimbelmann eine Indikation anfallender Instandsetzungskosten inklusiver möglicher Priorisierungen.

2.2 Informationen zum Bauwerk

Die untersuchte Tiefgarage liegt im Nordwesten der Stadt Alzey und ist über die Hospitalstraße erschlossen. Entsprechend den vorliegenden Unterlagen besteht das Gebäude aus einem Bauteil, welches nachträglich mit einem 3-geschossigen Wohn- und Geschäftshaus überbaut wurde, und einer Freifläche mit Stellplätzen. Der Bau der Tiefgarage erfolgte im Jahr 1980.



Abbildung 2: Satellitenaufnahme der Hospitalstraße 6, in 55232 Alzey (Quelle: Google Earth)

Auf einer Fläche von rd. 4420 m² (Nutzfläche ohne Treppenhäuser) mit rund 176 PKW-Einstellplätze zuzüglich 3 Stellplätze, die bedingt durch die gekrümmten Tunnelwände zur Verfügung stehen, verteilen sich auf zwei Parkgeschosse, welche durch die Öffentlichkeit genutzt werden. Die Tiefgarage ist zu einem Teil (Achse 1-3 gem. Grundrissplan) mit einem 3-geschossigen Wohn- und Geschäftshaus (Stahlbetonskelettbau) und einer Steinhalle (Achse e-f /6-8) überbaut. Die Ein- und Ausfahrt der Parkebenen erfolgt im 1 Untergeschoss über eine Zu- und Abfahrtsrampe.

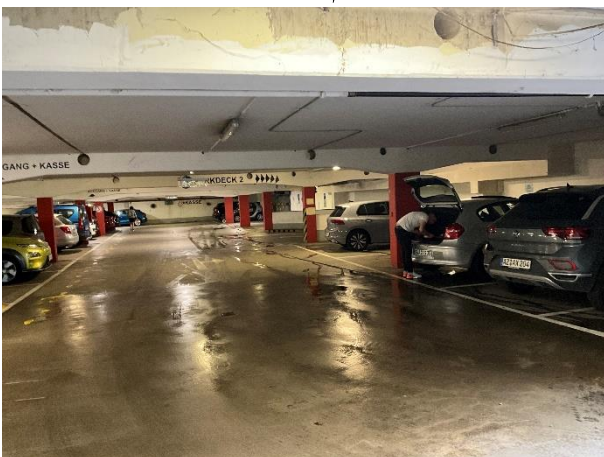
Das Bauwerk ist eine in Ortbetonbauweise errichtete Tiefgarage. Bei der Bodenplatte sowie den Umfassungswänden handelt es sich um eine tragende und wasserdichte Wannen-Konstruktion. Folgende Stärken der tragenden Elemente wurde geplant:

- Decke über dem 1.Untergeschoss (Außenfläche): d= 30 cm; (Bemessung für SLW30 Fahrzeuge von 30 Tonnen)
- Decke über dem 2.Untergeschoss (Zwischendecke): d= 20 cm
- Elastische gebettete Bodenplatte: d = 60 cm (Mittlere Auftriebshöhe < 2,75 m über Rohfußboden 2.Untergeschoss, wasserundurchlässige Konstruktion)
- Außenwände: d = 30 cm
- Stützen: B/L = 30 / 60 cm (Bereich der Überbauung) bzw. 30 / 40 cm

Die aufgehenden Bauteile, Wände und Stützen, sind aus Stahlbeton hergestellt und weisen lediglich einen einfachen Dispersionsanstrich auf. Die Zwischendecke und Bodenplatte sind ohne ein Oberflächenschutzsystem ausgebildet. Es ist ein 2-3 cm starker Verbundestrich auf die Bodenflächen beider Geschosse vorhanden.

Die Lastabtragung erfolgt über die Stahlbetondecken (Decke über 1.UG + 2.UG), welche die Lasten über die Wandscheiben, Unterzüge und Stützen, auf die tragenden Bodenplattengründung in das Erdreich eintragen.

Das Gefälle beider Ebenen beträgt 1,5 % (Längsrichtung) und es sind rd. 30 Entwässerungseinrichtungen, in Form von Bodenabläufen, in beiden Ebenen vorhanden.



Übersichtsaufnahme, 1.Untergeschoss



Übersichtsaufnahme, 2.Untergeschoss

Folgende Flächen (ca. Werte) und wesentliche Informationen gehen aus der Sichtung der Bestandsunterlagen hervor:

1. Untergeschoss (Decke über 2. Untergeschoss, Zwischendecke):

- Stellplatzanzahl: 86 Stück
- Deckenstärke (Flachdecke): $d = 20 \text{ cm}$
- Stützen: $b = 30 \text{ cm}, l = 40 \text{ cm}$
- Stützen (Bereich der Überbauung): $b = 30 \text{ cm}, l = 60 \text{ cm}$
- Unterzüge: $b = 40 \text{ cm}, h = 65 \text{ cm}$
- Bodenfläche (abzgl. Zugangsportale): rd. 2.210 m^2
- Außenwände: $d = 30 \text{ cm}$

2. Untergeschoss (elastisch gebettete Bodenplatte):

- Stellplatzanzahl: 90 Stück
- Dicke der Bodenplatte: $d = 60 \text{ cm}$
- Stützen: $b = 30 \text{ cm}, d = 40 \text{ cm}$
- Stützen (Bereich der Überbauung): $b = 30 \text{ cm}, d = 60 \text{ cm}$
- Unterzüge: $b = 40 \text{ cm}, h = 55 \text{ cm}$
- Bodenfläche (abzgl. Zugangsportale): rd. 2.210 m^2
- Außenwände: $d = 30 \text{ cm}$

2.3 Problemstellung

Die Problematik besteht in den stellenweise vorliegenden Schadensbildern an den tragenden Stahlbetonkonstruktionen der Tiefgarage. Ferner liegen Schädigungen (bspw. Feuchtigkeitsspuren, Rissbildungen etc.) vor, die offensichtlich einer betontechnologischen Untersuchung bedürfen.

Der Auftraggeber möchte die Frage beantwortet haben, wie der IST-Zustand der Tiefgarage zu bewerten ist und ob die Notwendigkeit einer nach dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Instandsetzung gegeben ist.

2.4 Aufgabenstellung

Anhand der aufgenommenen Schäden soll der Umfang, der Zeitpunkt sowie die Dringlichkeit von Instandsetzungsmaßnahmen bzw. Bauteilen dargelegt werden. Weiterhin soll auf Grundlage der Ist-Zustandsfeststellung mit zugehörigen betontechnologischen Untersuchungen am Bauwerk ein prinzipieller Vorschlag für eine dauerhafte Instandsetzung der Tiefgarage unterbreitet werden.

Der Soll-Zustand des Objektes soll den Anforderungen der derzeit geltenden Richtlinien bzw. Normen entsprechen und eine Restnutzungsdauer von 40 Jahren ermöglichen.

3. Verwendete Unterlagen und Regelwerke

Die Ausführungen in diesem Bericht bauen auf folgenden Unterlagen bzw. Regelwerken auf:

- [1] DAfStb.-Richtlinie, Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)
Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung, Ausgabe Oktober 2001
- [2] TR Instandhaltung Mai 2020 – Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken, Teil 1 + 2
- [3] 1. Berechtigung zur Instandsetzungsrichtlinie, Allgemeines, Januar 2002
- [4] 3. Berechtigung zur Instandsetzungsrichtlinie, Spritzmörtel und Vergussbetone, September 2014
- [5] DGZfP: Merkblatt B 03 „Elektrochemische Potentialfeldmessungen zur Detektion von Bewehrungskorrosion“, April 2021
- [6] DIN EN 1992-1-1 und NA: Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Stahlbetonbauteile nach Eurocode 2
- [7] DAfStb. Heft 600 Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1|NA, Auflage 2020
- [8] DBV-Merkblatt: „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 3.überarbeitete Ausgabe, aktualisierter Nachdruck September 2022
- [9] DBV-Merkblatt: Betondeckung und Bewehrung, Fassung Dezember 2015
- [10] Raupbach: Auswirkung von Chloriden, Institut für Bauforschung RWTH Aachen 2002
- [11] Raupbach: Auswirkung von Chloriden, Institut für Bauforschung RWTH Aachen 2002
- [12] BAW-Merkblatt: Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatsierung und Chlorideinwirkung (MDCC), Ausgabe 2019
- [13] Stadtbauamt Alzey: Grundrisspläne 1.Untergeschoss + 2.Untergeschoss vom 21.04.1980

4. Grundlagen Schadensmechanismen

Stahlbeton (bewehrter Beton) ist ein Verbundstoff aus Beton und Stahl. Bei Stahlbetonbauteilen ist das Zusammenwirken von Beton und Stahl notwendig, um die Lastaufnahme zu gewährleisten. In einem Bauteil aus Stahlbeton ist die Kraftaufnahme im Querschnitt inhomogen. Der Beton nimmt die Druckkräfte und die eingebettete Bewehrung die Zugkräfte auf. Bei einem ausreichenden Verbund zwischen Beton und Bewehrung kann der Beton die Zugkräfte an den Stahl weiterleiten.

Ein besonderes Problem der Dauerhaftigkeit eines Stahlbetonbauteils ist der Korrosionsschutz der Bewehrung. Bei der Herstellung eines Bauteils aus Stahlbeton stellt sich bei der Bildung des im Beton enthaltenen Calciumhydroxid ein pH-Wert von 12,0 – 13,5 ein. Der Beton ist somit hoch alkalisch. An den Oberflächen der im Beton vorhandenen Bewehrung bildet sich, aufgrund der hohen Alkalität, eine dünne Oxidschicht, die sogenannte Passivierungsschicht. Diese gewährleistet bei einer ausreichend dicken und dichten Betonüberdeckung den Korrosionsschutz der Bewehrung. Infolge bestimmter Randbedingungen kann diese Schutzschicht verloren gehen, was dazu führt, dass das Risiko einer Bewehrungskorrosion steigt. Für diese sogenannte Depassivierung sind zwei Schadensmechanismen maßgebend:

- Depassivierung infolge der Carbonatisierung des Betons (carbonatisierungsinduzierte Korrosion / Flächenkorrosion)
- Depassivierung infolge von Chloriden / Tausalze (chloridinduzierte Korrosion / Lochfraßkorrosion)

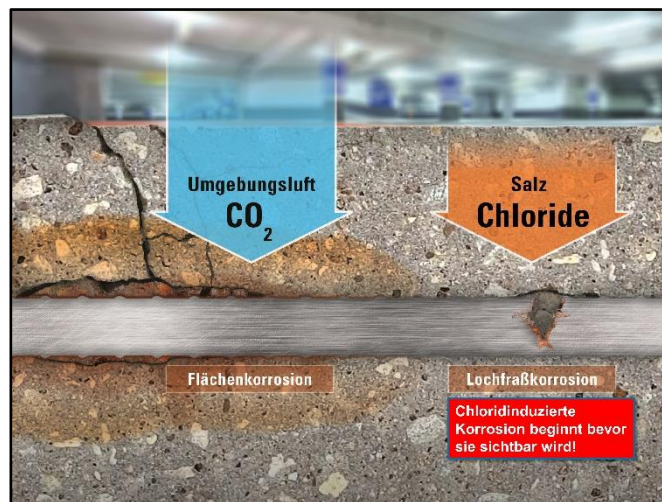
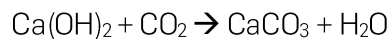


Abbildung 3: Schematische Darstellung der notwendigen Randbedingungen für eine Depassivierung der Bewehrung

Die genannten Randbedingungen der Depassivierung können nur in Verbindung mit Feuchtigkeit und Sauerstoff im Stahlbetonbauteil zu einer Bewehrungskorrosion führen.

4.1 Grundlagen der carbonatisierungsinduzierten Bewehrungskorrosion ("Flächenkorrosion")

Bei der carbonatisierungsinduzierten Bewehrungskorrosion, auch „Flächenkorrosion“ genannt, dringt Luft über das Porengefüge des Betons ein. Das in der Luft enthaltende Kohlendioxid (CO_2) reagiert mit den in der Porenlösung des Betons vorhandenen Alkalien. Hierbei reagiert vor allem das Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) des Zementsteins mit dem eingedrungenen CO_2 , was zur Bildung von Calciumcarbonat (CaCO_3) führt. Diese Reaktion ist unter dem Begriff der Carbonatisierung bekannt.



Infolge der Carbonatisierung sinkt der pH-Wert von ursprünglich 12,0 – 13,5 auf ein Niveau unter 9,0. Aufgrund dieses Vorgangs wird die Passivierungsschicht / Schutzschicht instabil und schließlich zerstört. In diesem nun nichtalkalischen Milieu korrodiert der Betonstahl und kann infolge der Volumenvergrößerung der Korrosionsprodukte (Rost) zu Abplatzungen führen, insofern Wasser und Sauerstoff gleichzeitig einwirken. Der entscheidende Transportmechanismus ist die Diffusion des CO_2 von der Bauteilrandzone durch das Porengefüge ins Innere des Beton- und Stahlbetonbauteils.

Gleichzeitig wird durch die Bildung von Calciumcarbonat (CaCO_3) das Betongefüge der oberflächennahen Betonstruktur dichter. Die Carbonatisierungsgeschwindigkeit, welche von außen nach innen wandert, nimmt mit zunehmender Tiefe durch die einhergehende Verdichtung stetig ab.

4.2 Grundlagen der chloridinduzierten Bewehrungskorrosion ("Lochfraß")

Insbesondere im Winter wird tausalzhaltige Feuchtigkeit und Schneematsch über die Fahrzeuge in die Tiefgarage eingebracht. Das Wasser tropft von den parkenden Autos ab und verteilt sich je nach Gefällesituation auf dem Garagenboden. Die Chloride (Tausalze) werden hierbei über das Wasser, das permeativ oder kapillar vom ungeschützten Beton aufgenommen wird, eingetragen (Huckepacktransport).

Chloride können eine Bewehrungskorrosion unabhängig von der Carbonatisierung des Betons auslösen. Dabei zerstören Chloridionen bei einer bestimmten Konzentration die Passivierungsschicht des Bewehrungsstahls punktuell und lösen den sogenannten „Lochfraß“ aus. Es handelt sich um Loch- bzw. Muldenkorrosion, durch die die Bewehrung lokal zerstört wird. Die chloridinduzierte Korrosion läuft im Inneren der Bauteile ohne erkennbare Schädigungen ab, so dass der Schadensprozess häufig unbemerkt bleibt.

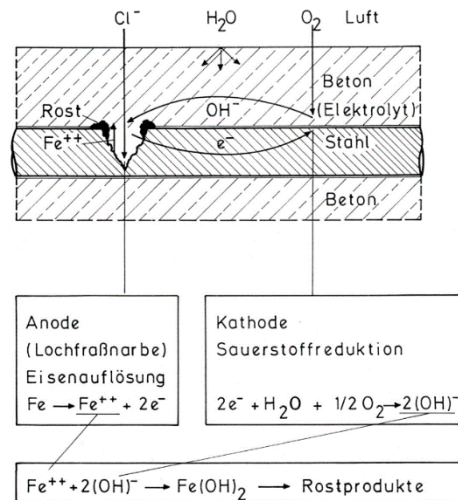


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Lochfraßkorrosion | chloridinduzierten Korrosion [10]

Der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt ist keine feste Größe. Er hängt von zahlreichen objektspezifischen Eigenschaften ab. So ist der Korrosionsfortschritt unter anderem sehr stark abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt im Beton. Zudem ist die chloridinduzierte Korrosion von der Betonqualität, insbesondere der Dichtheit abhängig. Bei sehr dichtem Beton ist die Sauerstoffdiffusion behindert und der Korrosionsgrad geringer.

Allgemein wird bei Stahlbetonbauwerken nach den geltenden Richtlinien zur Beurteilung des korrosionsauslösenden Chloridgehaltes ein Grenzwert von **0,5 Masse %** bezogen auf den Zementgehalt zu Grunde gelegt. Ab diesem Grenzwert ist für die Bewertung ein sachkundiger Planer einzuschalten. Dieser korrosionskritische Schwellenwert kann bei ungeschützten Stahlbetonkonstruktionen bereits nach wenigen Wintern erreicht sein.

5. Untersuchungsumfang

Zunächst wurden die zum Bauwerk und dessen Problematik vorliegenden Unterlagen gesichtet und ausgewertet. Ziel war es, wesentliche Fakten bei der Zustandsbeschreibung der Tiefgarage und bei der Erörterung des Instandsetzungs- bzw. Instandhaltungskonzept berücksichtigen zu können.

In einem weiteren Schritt erfolgten Untersuchungen vor Ort. Sie wurden am 28.07 und am 29.07.2025 vorgenommen und bestanden in folgenden Tätigkeiten:

1. Visuelle Analyse und Dokumentation der in der Tiefgarage vorliegenden Auffälligkeiten und Schadensbilder
2. Bestimmung der aktiven Korrosionsströme (Makroelemente) mit Hilfe der Potentialfeldmessung an den tragenden Massivbauteilen (bspw. Wände, Stützen, Bodenflächen, Trennrisse, etc.)
3. Orten der Bewehrung und Ermitteln der Betondeckung (zerstörungsfrei) in einzelnen Bereichen der Bauwerksflächen mit Hilfe eines auf elektromagnetischer Basis arbeitenden Prüfgeräts
4. Entnahme von Chloridproben aus den tragenden Bauelementen nach den Ergebnissen der Potentialfeldmessungen
5. Stichprobenartiges Ermitteln der Carbonatisierungstiefe des Betons durch örtliches Aufstemmen der Betonfläche, Besprühen der Bruchflächen mit einer Phenolphthaleinlösung und Messen des sich nicht violett verfärbten Bereichs der Betonrandzone, entlang des Umfanges der Betonaufbruchstelle sowie Zustandsaufnahme der tragenden Bewehrung.
6. Bestimmung der Betondruckfestigkeit anhand von Bohrkernen aus den Stahlbetonteilkonstruktionen
7. Bestimmung der Rissbildung anhand von Bohrkernentnahmen
8. Bestimmung der Untergrundbeschaffenheit sowie Ermittlung der Altbetonklassen mittels Oberflächenzugfestigkeit an den Bauteilkonstruktionen

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden Wasser- sowie Stromanschlüsse zugänglich gemacht. Nach einer augenscheinlichen Begutachtung der Schadensbilder und der Analyse der Potentialfeldmessergebnisse wurde ein Prüfraster der Bohrmehlentnahmestellen festgelegt. Einzelheiten zu der augenscheinlichen Begutachtung sowie den ergänzenden Materialprüfungen können aus Abschnitt 6 und 7 sowie den Anlagen entnommen werden.

Aufbauend auf den Ergebnissen aus der visuellen Aufnahme sowie den betontechnologischen Materialprüfungen wurde ein auf den aktuellen Regelwerken beruhendes Instandsetzungskonzept erarbeitet.

6. Visuelle Analyseergebnisse der Tiefgarage

Als Vorgehensweise für die visuelle Analyse wurde die Auftrennung nach den einzelnen Auffälligkeiten bzw. Schadensbildern mit den zugehörigen Konstruktionselementen vorgenommen.

Die Trennung dient einerseits der übersichtlicheren Darstellung der vorhandenen Schäden, andererseits zur Beurteilung der Schadensmechanismen. Entsprechend können aus dem Schädigungsgrad beider Untergeschosse inkl. Rampen, die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen und deren Dringlichkeit erörtert werden.

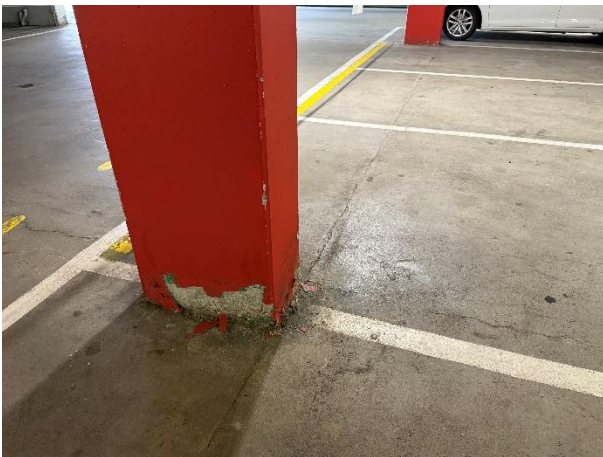
6.1 Auffälligkeiten und Schadensbilder

Im untersuchten Bereich der Tiefgarage lagen folgende Auffälligkeiten und Schäden vor:

Farbabblätterung und Undichtigkeiten

Farbabblätterungen des Dispersionsanstriches sind das prägende Schadensbild der Tiefgarage. Sie sind häufig an den Wand- und Stützensockelflächen beider Untergeschosse erkannt worden.

Undichtigkeiten, mit zugehörigen Wassereintritten, sind an der Deckenunterseite oberhalb des 1.Untergeschosses (Außenflächen) festgestellt worden.



Schadensbilder Farbabblätterung Stützensockel (l.); Undichtigkeiten Decke oberhalb 1.Untergeschoss (r.)

Betonabplatzungen und Freiliegende Bewehrung:

Betonabplatzungen, lösen der Betonrandzone vom Konstruktionsbeton, konnten auf den Bodenflächen der sowie an den Wand- und Stützensockelflächen beider Untergeschosse ermittelt werden.

An den Stützensockelflächen, insbesondere im 1.Untergeschoss, konnte freiliegende und tragende Bewehrungen vorgefunden werden.



Schadensbilder Betonabplatzung Stützensockelflächen (l.), Freiliegende Bewehrungen Stützensockelflächen (r.)

Rissbildungen [Bodenflächen] und Hohllagen:

Folgende Rissbildungen liegen in der Tiefgarage vor:

- Feine netzartige Risse an den Bodenflächen beider Parkebenen. Derartige Rissbildungen wurden nahezu an jeder untersuchten Bodenfläche festgestellt.
- Zahlreiche Risse mit Rissbreite von 0,2 bis 0,3 mm. Es konnte eine sehr geringe Anzahl von Rissbildungen bis 0,6 mm, im Estrichbelag nicht Konstruktionsbeton, ermittelt werden. Die genannten Rissbildungen konnten in der Zugzone, zwischen den Stützen, detektiert werden.

Der vorhandene rd. 2-3 cm starke Verbundestrich auf beiden Untergeschossen liegt in großen Flächen hohl. Es sind eine Vielzahl an Verbundstörungen detektiert worden.



Schadensbilder Rissbildungen Bodenflächen (l.), Rissbildung Bodenfläche im Estrichbelag (r.)

6.2 Ursachen der vorliegenden Auffälligkeiten und Schadenbilder

Aus dem vorherigen Kapitel (6.1) in Verbindung mit der Anlage 1 kann entnommen werden, dass die tragenden Stahlbetonkonstruktionen in jeweils mehr oder weniger hoher Intensität folgende Auffälligkeiten und Schäden aufweisen:

- Farbabblätterungen an den Stützen-, Wandsockel und Deckenunterseite
- Undichtigkeiten an der Deckenunterseite oberhalb 1.Untergeschoss (Außenfläche) sowie Decke oberhalb 2.Untergeschoss (Zwischendecke)
- Betonabplatzungen an den Stützen- und Wandsockelflächen beider Geschosse
- Freiliegende Bewehrungen an den Stützensockelflächen des 1.Untergeschosses
- Rissbildungen und Hohllagen in den Bodenflächen beide Untergeschosse

Die Schadenbilder haben folgende, mögliche Ursachen:

Farbabblätterungen und Undichtigkeiten

Farbabblätterungen des vorhandenen Dispersionsanstrichs an den Wand- und Stützensockelflächen sind ein Hinweis für einen in der Regel unplanmäßigen Feuchtigkeitseintritt sowie Spritzwasserbelastung der Sockelflächen und der Betonbauteile. Infolge des Spritzwassers wird der Anstrich befeuchtet und löst sich von der Betonfläche ab. Die Abblätterungen an der Deckenunterseite sind auf die Trennrissbildung, auf die Arbeitsfugenausbildung und undichten Abdichtungsanschluss an das Treppenhaus zurückzuführen.

Die Undichtigkeiten an der Decke oberhalb des 1.Untergeschosses mit den zugehörigen Wassereintritten sind auf die unsachgemäßen Abdichtungsanschlusses des neu errichteten Treppenhauses an die Bestandsabdichtung zurückzuführen. Weiterhin ist der nachträglich verschlossene Deckendurbruch, Im Zuge der Arbeiten „Neubau“ des Treppenhauses, nicht fachgerecht an den Bestand angeschlossen worden.

Betonabplatzungen und Freiliegender Bewehrung:

Die Ursache der Materialabplatzungen (Betonabplatzungen) der Tiefgarage sind Ablösungen der Betonrandzone (Betondeckung) vom Konstruktionsbeton. Dies wird durch die Sprengdrücke der korrodierenden Bewehrung verursacht. Der in der Randzone eingebettete Stahl ist korrodiert und führt durch seine Volumenzunahme zu den genannten Sprengdrücken.

Die freiliegenden Bewehrungen an den Stützensockelflächen sind auf die stattfindenden Korrosionsprozesse inkl. Volumenvergrößerungen (Flächenkorrosion oder Lochfraßkorrosion) zurückzuführen.

Rissbildungen und Hohllagen

Folgende Randbedingungen können zu den Rissbildungen geführt haben:

- Feine netzartige Risse an den Bodenflächen beider Parkebenen:

Mögliche Ursache dieser Risse auf der Bodenfläche ist das sogenannte plastische Schwinden (Frühschwinden). Plastisches Schwinden wird als Volumenverminderung von Beton durch das Austrocknen des Betongefüges bezeichnet.

- Rissbildungen Decke oberhalb des 1. Untergeschosses (Zwischendecke):

Die Rissbildungen, welche außerhalb der Zugzone ermittelt worden sind, sind auf das Frühschinden zurückzuführen (Schwindrisse).

Riss, in der Zugzone, beruhen auf dem statischen System der Zwischendecke (Durchlaufträgerfunktion).

Die mögliche Ursache der Hohlstellen, welche beim Abklopfen der Bodenflächen bereichsweise mit einem Hohlklang zu detektieren sind, sind Ablösungen des Verbundestrichbelages vom Konstruktionsbeton. Bei den durchgeführten Bauteilöffnungen lagen glatte Bruchflächen und damit ein Adhäsionsversagen zwischen dem Estrichbelag und der tragenden Rohdecke vor. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass eine mehr oder weniger gute Benetzung (Haftbrücke) zwischen dem Estrichbelag und dem Konstruktionsbeton stattgefunden hat.

6.3 Bewertung der vorliegenden Auffälligkeiten und Schadensbilder

Eine Bewertung der Auffälligkeiten und Schäden muss vor dem Hintergrund der **Restnutzungsdauer von 40 Jahren** erfolgen, die sich ausfolgenden Anforderungen ergibt:

- Standsicherheit
- Dauerhaftigkeit
- Verkehrssicherheit | Gebrauchstauglichkeit

Bei den in Abschnitt 6.1 genannten Farbabblätterungen und Undichtigkeiten handelt es sich um Auffälligkeiten, die zwei von den drei oben genannten Anforderungen nicht betrifft. Sie stellt einen

Indikator für unplanmäßige Feuchtebelastung dar, dass zu einem **Dauerhaftigkeitsproblem** der Bauteile führt.

Die Betonabplatzungen und freiliegende Bewehrung sind sowohl ein Problem der **Dauerhaftigkeit** sowie ein Indikator für ein **Stand sicherheitsproblem**. Es kommt infolge der Abplatzungen zum Verlust der schützenden Betonrandzone. Die korrosionsfördernden Randbedingungen, wie Feuchtigkeit und Sauerstoff, können ungehindert an die tragende Bewehrung gelangen und die bereits stattfindenden Korrosion beschleunigen. Die Betonablösungen gefährden zusätzlich die **Verkehrssicherheit** der Tiefgaragennutzer, da durch das Ablösen der Randzone vom Konstruktionsbeton eine Stolperfalle entsteht.

Die festgestellten Rissbildungen sind ein Problem der **Dauerhaftigkeit**. Hierbei kann das anfallende Wasser mit möglichen Chloridionen durch den Riss schneller an die tragende Bewehrung gelangen und die Korrosionsprozesse beschleunigen. Die Hohllagen stellen einen Unterläufigkeit des Estrichbelages dar und stellen ein Problem für die **Dauerhaftigkeit** dar.

7. Betontechnologische Materialprüfungen

7.1 Ergebnisse der betontechnologischen Materialprüfungen

Zur Beurteilung des Zustandes der Stahlbetonbauteilen wurden zusätzlich zu den visuellen Analyseergebnissen betontechnologische Untersuchungen durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse der Messstellen und die ermittelten Messdaten sind in den Anlagen (Prüfbericht) enthalten.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Verfahren und deren Ergebnisse detailliert erläutert sowie interpretiert.

7.2 Betondeckungsmessung der Bewehrung

7.2.1 Verfahren Betondeckungsmessung der Bewehrung

Die Ermittlung der Betondeckung ist für die Beurteilung der Korrosionsgefahr des im Beton eingebetteten Bewehrungsstahls ein entscheidender Faktor. Liegt, z.B. die Bewehrung im carbonatisierten oder chloridhaltigen Bereich des Betons, kann der Stahl bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und Sauerstoff korrodieren. (vgl. Kap.4)

Die Betondeckung der Bewehrung wurde mit dem Prüfgerät Profometer gemessen. Dieses Gerät ist ein Bewehrungssuchgerät für die zerstörungsfreie Ortung von Bewehrungsstäben, für die Messung der Betonüberdeckung und für die Bestimmung des Stabdurchmessers. Das Messverfahren des Bewehrungssuchgerätes beruht auf dem Wirbelstrom-Prinzip mit Puls-Induktion. Im vorliegenden Fall wurde für die Auswertung der Betondeckungsmessungen ein mittlerer Bewehrungsdurchmesser an den Wänden und Stützen 8 mm und auf den Bodenflächen von 10 mm voreingestellt.

7.2.2 Ergebnisse Betondeckungsmessung der Bewehrung

Die Betondeckung der in der Tiefgarage eingebetteten Bewehrung wurde im Bereich von Schadensbildern sowie den Bohrmehlproben mit zerstörungsfreien Messverfahren ermittelt (siehe Anlage Prüfbericht).

Die normativ geforderte Betondeckung $c_{\min}$ für unbeschichtete Stützen, Wände und Bodenflächen ohne ausreichenden Schutz im Sockelbereich (Expositionsklasse XD nach [6]) liegt bei 40 mm. Bei beschichteten Stützen und Wänden im Sockelbereich (Höhe bis 50 cm) kann die Mindestbetondeckung $c_{\min}$ (Expositionsklasse XC 3 nach [6]) auf 20 mm reduziert werden. Bei unbeschichteten Bodenflächen ist eine Mindestbetondeckung von $c_{\min}$ von 40 mm gefordert.

1.Untergeschoss:

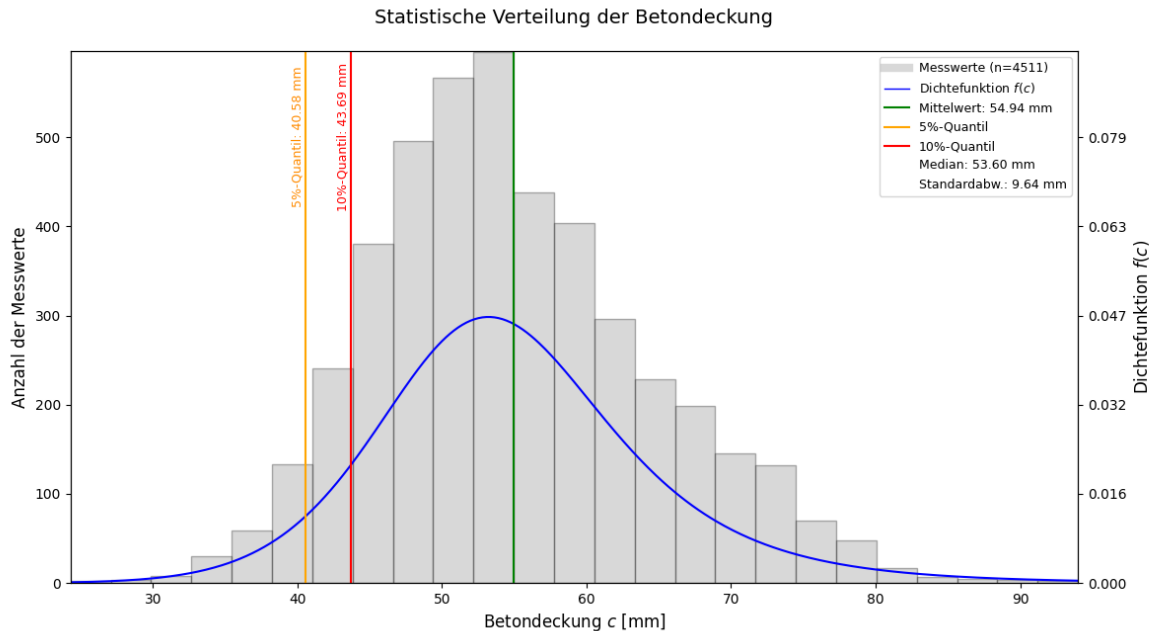


Abbildung 3: Statistische Auswertung alle gemessenen Bodenflächen 1.UG, Auswertung nach [9]

Die statistische Auswertung, gemäß [6], im 1.Untergeschoss erfolgt durch die Messflächen B01 + B02. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist ein rd. 2 cm starker Estrichbelag zu berücksichtigen. Der Verbundestrich darf nicht als Betondeckung angesetzt werden.

Das anzuwendende 5 %-Quantil der Betondeckung nach [6], d.h. 95 % der gemessenen Betondeckungen sind höher als 20,58 mm ($40,58 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = 20,58 \text{ mm}$), beträgt 20,58 mm. Der Mittelwert der Bodenflächen im 1.Untergeschoss beträgt rd. 35 mm.

Die ermittelten Werte auf den Bodenflächen befinden sich unterhalb, der derzeit gültigen Betondeckung von 40 mm.

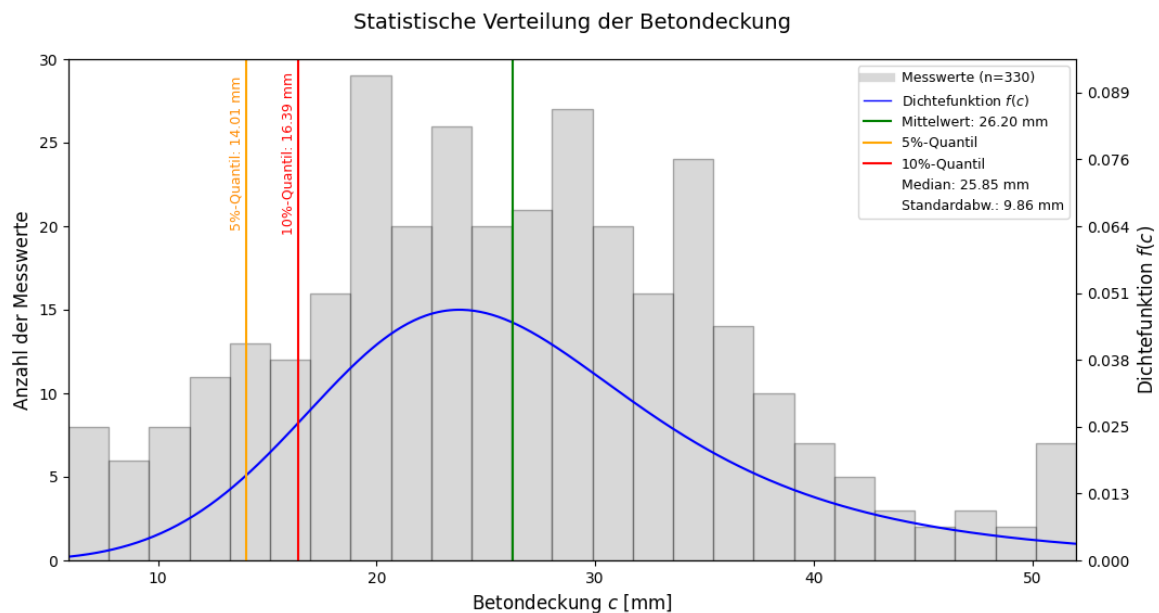


Abbildung 4: Statistische Auswertung alle gemessenen Stützen 1.UG, Auswertung nach [9]

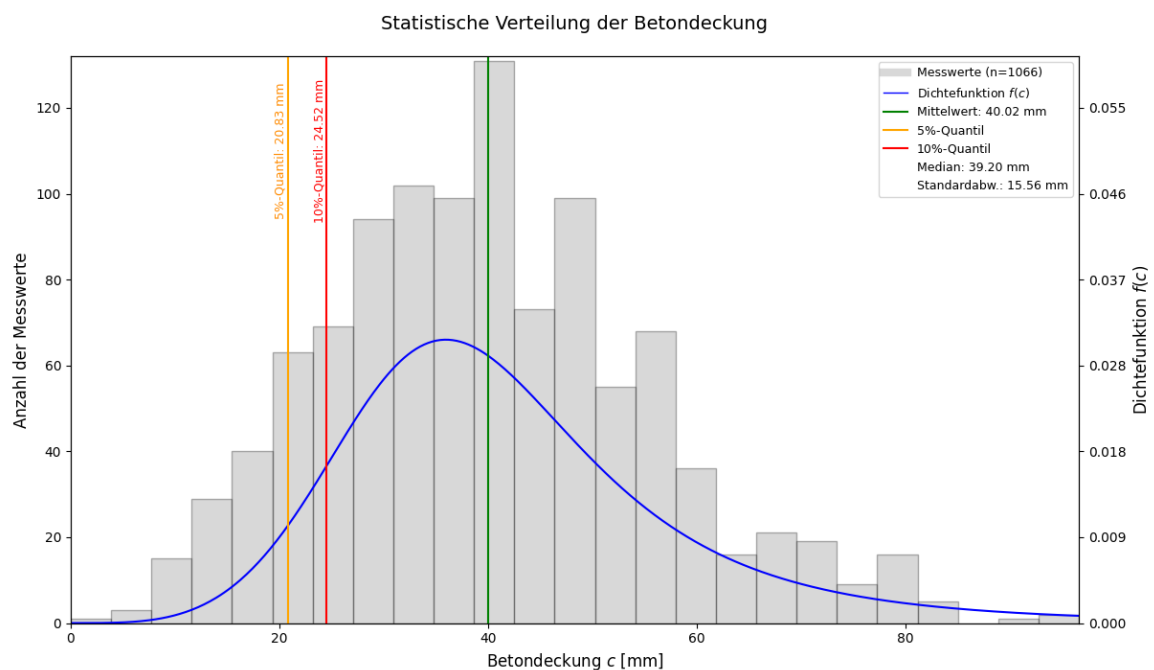


Abbildung 5: Statistische Auswertung alle gemessenen Wände 1.UG, Auswertung nach [9]

Die ermittelte Mindestbetondeckung, 5-Quantil der gemessenen Werte, beläuft sich bei den Stützen auf rd. 14 mm und an den Wänden auf rd. 21 mm. Die geforderten Betondeckung beträgt 20 mm, bei beschichteten Sockelflächen. Es sind somit an den Stützen eine Betondeckungserhöhung von rd. 20 mm inkl. Ausgleichen von Unebenheiten durchzuführen.

2.Untergeschoss:

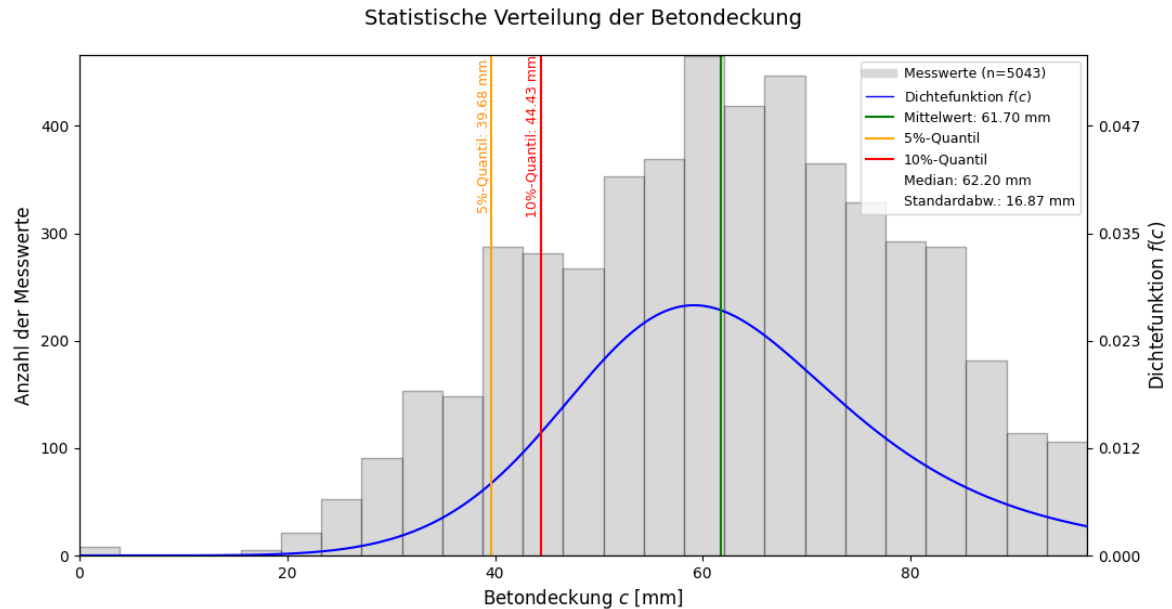


Abbildung 6: Statistische Auswertung alle gemessenen Bodenflächen 2.UG, Auswertung nach [9]

Die normativ geforderte Mindestbetondeckung von 40 mm wird auf den Bodenflächen im 2.Untergeschoss um rd. 20 mm unterschritten. Die gemessene Betondeckung beträgt rd. 20 mm (40 mm (5%-Quantil) – 20 mm Estrichbelag).

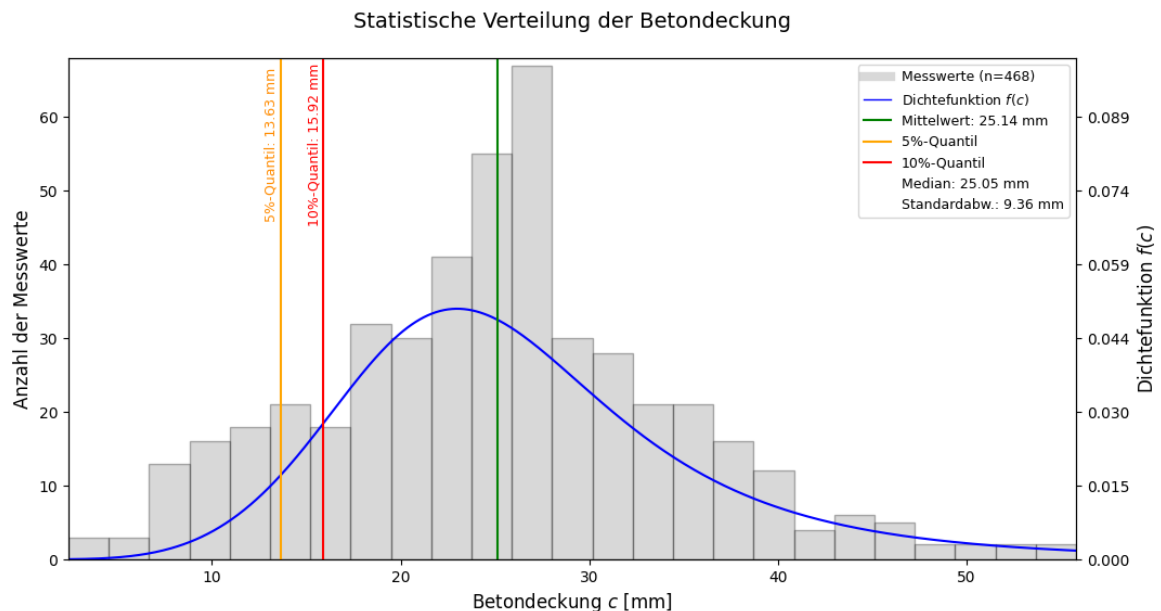


Abbildung 7: Statistische Auswertung alle gemessenen Stützenflächen 2.UG, Auswertung nach [9]

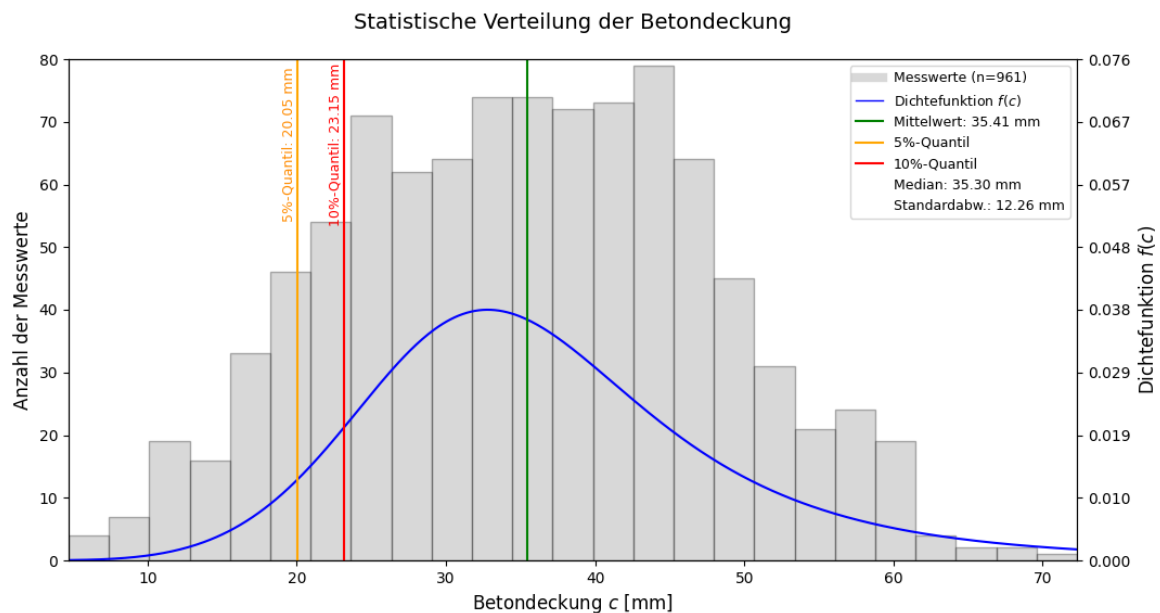


Abbildung 7: Statistische Auswertung alle gemessenen Wandflächen 2.UG, Auswertung nach [9]

Die statistischen Auswertungen der Wände und Stützen im 2.Untergeschoss spiegeln die Ergebnisse aus dem 1.Untergeschoss wider. Es wird auf die Interpretationen der Ergebnisse aus dem 1.Untergeschoss verwiesen.

Die Linien- und Flächenscans sind in den Anlagen enthalten.

7.3 Potentialfeldmessung

7.3.1 Verfahren Potentialfeldmessung

Die Potentialfeldmessung an der Oberfläche von Betonbauteilen stellt eine zerstörungsfreie Möglichkeit des Erkennens von Korrosionsaktivität an Bewehrungsstählen dar.

Neben der Ortung von korrosionsaktiven Bereichen wird die Potentialfeldmessung auch zur Vorbereitung von Instandsetzungsmaßnahmen benutzt, zur Bestandsaufnahme von Umfang und Verteilung von Bewehrungskorrosion an Stahlbetonbauwerken und für wiederkehrende Kontrollen und Überwachungen.

Da die Korrosion von Stahl ein elektrochemischer Prozess ist, lässt sich der, ähnlich wie bei einer Batterie, durch Galvanisation entstehende elektrische Strom als elektrisches Feld an der Betonoberfläche messen. Hierbei findet an der Anode die Eisenauflösung, an der Kathode die Sauerstoffreduktion statt. Diese beiden elektrochemischen Prozesse befinden sich im Gleichgewicht. Der Bereich der Anode zeichnet sich durch deutlich negative elektrochemische Potentialwerte aus, der Bereich der Kathode durch positive Potentialwerte. Die Korrosionsgeschwindigkeit, bzw. die Korrosionsrate wird durch den Potentialunterschied zwischen Anode und Kathode bestimmt.

Die Messung des Potentials bei dem hier angewendeten Prüfverfahren erfolgte als Spannungsmessung zwischen der Bewehrung und einer Bezugselektrode mit bekanntem Potential. Hierbei können jedoch nur solche Bereiche gemessen werden, die zum Messzeitpunkt aktive Korrosionsprozesse aufweisen. Die zum Zeitpunkt der Messung bereits zum Erliegen gekommene Korrosion an der Bewehrung kann nicht festgestellt werden.

Die Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüftechnik stellt das Prinzip der Potentialfeldmessung anschaulich auf ihrem Merkblatt B 3 zur Potentialfeldmessung dar:

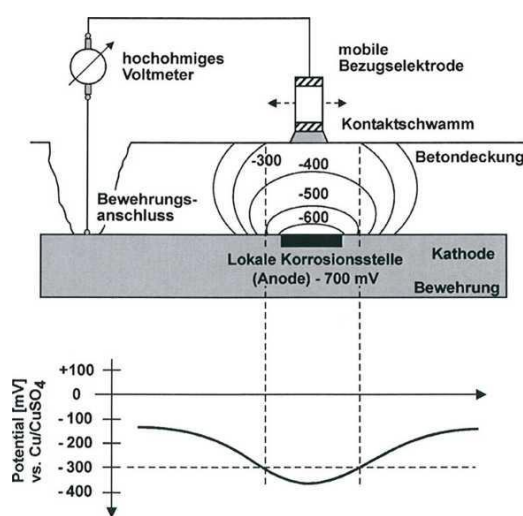


Abbildung:

oben: Messprinzip
 unten: Beispielhaftes an der Betonoberfläche
 gemessenes Potential

So lassen sich durch flächendeckende Messungen an Stahlbetonbauteilen Bereiche mit aktiver Korrosion am Bewehrungsstahl feststellen. Die Auswertung der Ergebnisse sollte unter Berücksichtigung zahlreicher beeinflussender Faktoren (z.B. Feuchtegehalt des Betons, Betonwiderstand, Betonzusammensetzung, Umgebungsbedingungen) von erfahrenen Prüfern vorgenommen werden.

Finden sich anhand der Ergebnisse Hinweise für aktive Korrosion am untersuchten Betonbauteil, muss man die Messwerte durch einzelne Probeöffnungen zusätzlich überprüfen.

Für die Potentialfeldmessung wurde das Messgerät Canin in Verbindung mit einer Stabelektrode und Radelektrode angewendet. Die gemessenen Werte werden als Farbstufen dargestellt. Es können Potentialbereiche zwischen + 200 mV bis – 1000 mV gewählt werden.

Um eine Potentialfeldmessung durchführen zu können, muss ein Bewehrungsanschluss an einen zur restlichen Bewehrung Kontakt haltenden Stab möglich sein. Ferner darf die Oberfläche des zu untersuchenden Betonbauteils nicht mit einer stark isolierend wirkenden Beschichtung versehen sein. Eine Spannungsmessung wäre dann nicht möglich.

Die Messungen bezogen sich in diesem Fall auf die Sockelflächen (Wände und Stützen) und den Bodenflächen beider Untergeschosse.

7.3.2 Ergebnisse Potentialfeldmessung

Auf den untersuchten Sockel- und Bodenflächen der Untergeschosse wurde eine erhöhte Anzahl (ca. 20 - 25 % der Messflächen) an Makroelementen, sog. Hotspots, vorgefunden, welche auf aktive Korrosionsströme hinweisen. Es wurden überwiegend unkritische Potentiale (blaue bis grüne Farben, s. Anlage Prüfbericht) festgestellt.

Bei sog. Hotspots handelt es sich um Potentialbereiche, bei welchen von einer chloridinduzierten Korrosion (Makroelement) auszugehen ist. Erhöhte Chloridwerte wurden in diesen Bereichen, insbesondere in den Trennrissen, durch betontechnologische Messungen bestätigt. Bei kritisch gemessenen Potentialen ist es wichtig, dass eine Überlagerung der vorhandenen Chloridgehalte, Betondeckungen und Bauteilöffnungen erfolgt.

In den Flächen unkritischer Potentiale konnten keinen nennenswerte Chloridwerte ermittelt werden.

1. Untergeschoss | Stützen und Wandsockelflächen:

Die Auswertung der Potentialfeldmessergebnisse im 1.Untergeschoss entlang der Stützen- und Wandsockelflächen zeigt auf, dass hohe Indizien (Hotspots, ca. 25 % der Messstellen) für eine Korrosion infolge Tausalzeintrag vorhanden sind. Das Risiko einer chloridinduzierten Korrosion ist bei Potentialen > 250 mV in Kombination mit einem Potentialgradient von 200 bis 400 mV gegeben. Anhand den entnommenen Chloridbeprobungen, auch in den Referenzstellen, werden die Potentialfeldmessergebnisse bestätigt.

Es ist von einem erhöhten Korrosionsrisiko, infolge Chlorideintrag, zu rechnen.

2. Untergeschoss | Stützen und Wandsockelflächen:

Die Messergebnisse im 2.Untergeschoss spiegeln die Erkenntnisse aus dem 1.Untergeschoss wider. Es kann auf die Interpretationen des 2.Untergeschosses Stützen- und Wandsockelflächen verwiesen werden.

1.Untergeschoss | Bodenflächen:

Bei den Messungen auf den Bodenflächen der Zwischendecke konnten Hinweise für einen Tausalzeintrag festgestellt werden. Die untersuchten Flächen weisen einen prozentualen Anteil an Hotspots (Potentialgradient) von ca. 20 % auf. Die Chloridentnahmestellen bestätigen die gewonnenen Potentialfeldmessergebnisse. Es besteht ein erhöhtes Risiko an chloridinduzierte Korrosion auf der Zwischendecke.

2.Untergeschoss | Bodenflächen:

Im 2.Untergeschoss konnten, gegenüber dem 1.Untergeschoss, ein höherer Anteil von Potentialgradienten (sog. Hotspots) anhand der Potentialfeldmessungen detektiert werden. Es ist im 2.Untergeschoss mit einem minimal erhöhten Korrosionsrisiko (ca. 25 % der Prüfflächen) gegenüber dem 1.Untergeschoss infolge Chlorideintrag zu rechnen.

7.4 Chloridbestimmung

7.4.1 Verfahren Chloridbestimmung

Zur Bestimmung der Chloridgehalte wurden auf Grundlage der Potentialfeldmessergebnissen sowie der visuellen Schadensaufnahme an definierten Referenzstellen, Bohrmehlproben aus 3 verschiedenen Tiefen in Anlehnung an Heft 401 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton entnommen. Die Tiefenstufen wurden mit 0-20 mm, 20-40 mm und 40-60 mm festgelegt. Die Chloridgehalte werden auf das Zementgewicht bezogen. Um eine entsprechende Umrechnung vornehmen zu können, wird die Zusammensetzung einer „üblichen“ Betonmischung angenommen. Mit diesen Angaben ist es möglich, einen Umrechnungsfaktor wie folgt zu ermitteln:

- Betongewicht: 2.400 kg/m³
- Zementgewicht: 340 kg/m³ → Umrechnungsfaktor $2400/340 = 7,06 \sim 7,00$

Im Zuge der Chloridbeprobung wurde Wert daraufgelegt, dass bauteilbezogen auch in offensichtlich unbeschädigten Bereichen Referenzproben zur Ermittlung von Vergleichswerten untersucht wurden. Die Proben wurden anhand der Potentialfeldmessergebnissen aufgeteilt.

7.4.2 Ergebnisse Chloridbestimmung

Zur Bestimmung des tiefenabhängigen Chloridgehaltes wurde tiefengestaffelt Bohrmehl aus drei unterschiedlichen Tiefenlagen aus unterschiedlichen Bauteilen entnommen.

Der kritische Grenzwert des Chloridgehaltes von > 0,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse wird in einer Vielzahl an der tragenden Bewehrung überschritten, sodass eine Gefährdung durch chloridinduzierte Bewehrungskorrosion nicht auszuschließen ist.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Chloridergebnisse aufgeführt. Die farbliche Kennzeichnung in der Ergebnistabelle stellt sich, wie folgt dar:

- **< 0,5 M.-% - Zementgehalt** unauffälliger Chloridgehalt – unterhalb des Schwellenwertes von 0,5 M.-% - Zementgehalt nach der TR-Instandhaltung
- **> 0,5 – 1,00 M.-% - Zementgehalt** erhöhter Chloridgehalt
- **> 1,00 M.-% - Zementgehalt** stark erhöhter Chloridgehalt

Das Chloridergebnis auf Höhe der eingebetteten Bewehrung ist in der nachfolgenden Tabelle unterstrichen.

Anmerkung:

Die Entnahmestellen in den Bodenflächen sind im Konstruktionsbeton entnommen worden (Vorgebohrt durch den rd. 2 cm starken Estrichbelag).

Bauteil / Bohrmehlentnahmestelle	Betondeckung in mm	CL- [M.-% - Zementgehalt]		
	5 %-Quantil	1.TS [0 – 20 mm]	2.TS [20 – 40 mm]	3.TS [40 – 60 mm]
1.Untergeschoss				
P1 Stützensockel	11,5	<u>6,21</u>	2,37	2,33
P2 Stützensockel	11,5	<u>5,78</u>	2,74	2,63
P3 Stützensockel	19	<u>1,54</u>	0,42	0,08
P4 Wandsockel	20	1,71	<u>1,76</u>	1,23
P5 Wandsockel	32	1,31	<u>0,89</u>	0,86
P6 Wandsockel	38	<u>0,60</u>	0,21	0,42
P7 Wandsockel	17	<u>0,20</u>	0,18	0,10
P8 Zwischendecke	24	1,63	<u>1,12</u>	0,36
P9 Zwischendecke	24	<u>2,15</u>	<u>1,87</u>	1,24
P 10 Zwischendecke	24	1,06	<u>0,20</u>	<u>0,11</u>
P11 Zwischendecke	25	1,69	<u>0,92</u>	0,24
P12 Zwischendecke	25	1,11	<u>0,44</u>	0,07
2.Untergeschoss				
P13 Stützensockel	10	<u>1,72</u>	0,96	1,04
P14 Stützensockel	15	<u>2,05</u>	1,55	0,77
P15 Stützensockel	19	<u>1,71</u>	0,77	0,10
P16 Stützensockel	9	<u>1,57</u>	1,23	0,76
P17 Wandsockel	18	<u>0,39</u>	0,46	0,09
P18 Wandsockel	35	0,20	<u>0,06</u>	0,06
P19 Trennriss (Zwischendecke)		2,89	2,79	1,50
P20 Trennriss (Zwischendecke)		1,74	2,88	1,55
P21 Bodenplatte	18	<u>0,47</u>	0,11	0,09
P22 Bodenplatte	20	<u>1,23</u>	1,09	0,69

1. Untergeschoss | Wand- und Stützensockelflächen:

An vier Prüfstellen von insgesamt sieben Entnahmestellen in den Wandsockelflächen wurden erhöhte bis stark erhöhte Chloridgehalte, Maximalwert 5,78 M.-% bezogen auf den Zementgehalt (P1) an der Bewehrung, ermittelt. Die Referenzproben weisen keine erhöhten Werte auf. Die Chloridfront hat die tragende Bewehrung der Wand- und Stützensockelflächen im 1.Untergeschoss in Teilbereichen erreicht. Eine Depassivierung kann somit nicht ausgeschlossen werden. Das Korrosionsrisiko wird, aufgrund der Kombination der Potentialfeld- und Chloridmessergebnisse, als hoch eingestuft.

2.Untergeschoss | Wand- und Stützensockelflächen:

An den Wand- und Stützensockel im 2.Untergeschoss wurden sechs Bohrmehlproben entnommen. An drei Entnahmestellen konnten erhöhte bis stark erhöhte Chloridwerte festgestellt werden. An den restlichen drei Beprobungen konnte der Schwellenwert von 0,5 M.-% nicht analysiert werden. Der Maximalwert an der Bewehrung beläuft sich auf 2,05 M.-% (P14). Die gewonnen Erkenntnisse aus der Potentialfeldmessung und den zugehörigen Chloridgehalten lassen den Schluss zu, dass das Risiko einer chlorinduzierten Korrosion als hoch eingestuft werden kann.

1.Untergeschoss | Bodenflächen und Trennrisse:

Auf der Zwischendecke wurden fünf Bohrmehlentnahmestellen durchgeführt. An den Proben P8, P9 und P11 konnte erhöhte bis stark erhöhte Chloridgehalte an der Bewehrung im Labor analysiert werden. Die Ergebnisse der Chloridgehaltswerte in Bezug auf die Potentialfeldmessergebnisse stellen ein erhöhtes Risiko infolge Tausalzbelastung dar. Weiterhin konnten in den Trennrissen, welche durch den Gesamtquerschnitt der Zwischendecke (1.UG) verlaufen, stark erhöhte Chloridwerte (P19 + 20) ermittelt werden. Das Risiko einer chlorinduzierten Korrosion, im Bereich der Trennrisse, wird ebenfalls als hoch eingeschätzt.

2.Untergeschoss | Bodenplatte:

Die Chloridgehalte an der Proben P21 ist stark erhöht (> 1,0 M.-% bezogen auf den Zementgehalt). An den Probestellen P 22 (Referenzprobe) konnte der Schwellenwert von 0,5 M.-% nicht analysiert werden. Die Ergebnisse der Chloridgehaltswerte in Bezug auf die Potentialfeldmessergebnissen stellen ein erhöhtes Risiko infolge Tausalzbelastung dar.

7.5 Bauteilöffnungen

7.5.1 Verfahren der Bauteilöffnung

Zweck der Bauteilöffnungen ist die Beurteilung des tatsächlichen Korrosionsgrades (chloridinduzierte oder carbonatisierungsinduzierte Korrosion) der Bewehrung in Abhängigkeit von sichtbaren Schäden und den bisherigen Ergebnissen der betontechnologischen Untersuchungen (bspw. Chloridbestimmung, Potentialfeldmessung, etc.).

Aufbauend auf den Bauteilöffnungen wird die Tiefe der Carbonatisierung ermittelt. Die stichprobenartige Ermittlung der Carbonatisierung ist ein wichtiges Maß für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit der Stahlbetonkonstruktion. Ein Indikator für den Carbonatisierungsprozess ist das Aufbringen einer Phenolphthalein-Lösung auf den frisch gebrochenen Beton. Der noch nicht carbonatisierte Beton verfärbt sich dadurch violett. An den Bauteilöffnungen kann somit stichprobenartig festgestellt werden, ob die Carbonatisierungsfront stellenweise hinter die Bewehrungslage fortgeschritten ist und somit die Bewehrung in diesen Bereichen nicht mehr ausreichend vor Korrosion geschützt ist.

7.5.2 Ergebnisse der Bauteilöffnung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Dokumentation der Bauteilöffnungen. Die Lage der Bauteilöffnungen sind in den Anlagen dargestellt. Die Öffnungsstellen wurden anhand der Chloridgehalt- und Potentialfeldmessergebnisse eingemessen, um die Bereiche mit hoher Korrosionswahrscheinlichkeit zu lokalisieren.

Nr.	Bildaufnahme	Bemerkung
P1		<u>Stützensockel P1 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 27 mm ▪ Carbonatisierung: 23 mm ▪ Ø – Bewehrung: 18 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 2,32 M.-%-Z ▪ Zustand der Bewehrung: wenige Rostpunkte

P2		<u>Stützensockel P2 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 47 mm ▪ Carbonatisierung: 23 mm ▪ Ø – Bewehrung: 28 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 2,74 M.-%-Z ▪ Bemerkung: Beginnende Lochfraßkorrosion
P4		<u>Wandsockel P4 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 26 mm ▪ Carbonatisierung: 28 mm ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,76 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: Beginnende Lochfraßkorrosion
P5		<u>Wandsockel bei P5 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 8 mm ▪ Carbonatisierung: 30 mm ▪ Ø – Bewehrung: 2 x 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 12,5 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 0,89 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: Fortgeschrittene Flächenkorrosion

P6		<u>Wandsockel bei P6 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 15 mm ▪ Carbonatisierung: 13 mm ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 100 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 0,6 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: fortgeschrittene Lochfraßkorrosion
P8		<u>Zwischendecke bei P8 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 25 mm → abzgl. Estrich ▪ Carbonatisierung: 16 mm → Im Estrich ▪ Ø – Bewehrung: 2x 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,12 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: blank 1,5 cm Estrichboden

P9		<u>Zwischendecke bei P9 (1.UG):</u> ▪ Betondeckung: 35 mm → abzgl. Estrich ▪ Carbonatisierung: 15 mm → Im Estrich ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,87 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: Beginnende Lochfraßkorrosion 2,0 cm Estrichboden
P13		<u>Stützensockel bei P13 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 27 mm ▪ Carbonatisierung: 27 mm ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 6,25 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 0,96 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: beginnende Lochfraßkorrosion; beginnende Flächenkorrosion
P14		<u>Stützensockel bei P14 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 14 mm ▪ Carbonatisierung: 24 mm ▪ Ø – Bewehrung: 7 mm ▪ Querschnittsverlust: 6,25 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,87 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: beginnende Lochfraßkorrosion, beginnende Flächenkorrosion

P15		<u>Stützensockel bei P15 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 9 mm ▪ Carbonatisierung: 26 mm ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 12,5 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,71 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: fortgeschrittene Lochfraßkorrosion, beginnende Flächenkorrosion
P17		<u>Wandsockel bei P17 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 1 mm ▪ Carbonatisierung: 10 mm ▪ Ø – Bewehrung: 8 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 0,39 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: beginnende Flächenkorrosion
P21		<u>Bodenplatte bei P21 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 12 mm → abzgl. Estrich ▪ Carbonatisierung: 11 mm → Im Estrich ▪ Ø – Bewehrung: 10 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 0,47 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: blank

P22		<u>Bodenplatte bei P22 (2.UG):</u> ▪ Betondeckung: 20 mm → abzgl. Estrich ▪ Carbonatisierung: 10 mm → Im Estrich ▪ Ø – Bewehrung: 10 mm ▪ Querschnittsverlust: 0 % ▪ CL-Wert an der Bewehrung: 1,09 M.-%-Z. ▪ Bemerkung: beginnende Lochfraßkorrosion
-----	--	--

Stützen- und Wandsockel | 1.Untergeschoss:

Die Bewehrung an den Stützen- und Wandsockelflächen im 1.Untergeschoss zeigen nennenswerte Korrosionen bis wenige Rostpunkte sowie an einigen Stellen leichte Querschnittsverluste und stark fortgeschrittene Lochfraßkorrosion auf. Die Carbonatisierungsfront hat an den drei von fünf Bauteilöffnungen die Bewehrungseisen erreicht und es besteht die Möglichkeit von Korrosionsprozessen infolge Carbonatisierung. Aufgrund der momentan zum Teil stattfindenden Korrosion und den weiteren betontechnologischen Untersuchungen wird das derzeitige Korrosionsrisiko als **hoch** eingestuft.

Stützen- und Wandsockel | 2.Untergeschoss:

Die Bauteilöffnungen an den Stützen- und Wandsockelflächen im 2.Untergeschoss sind mit den Erkenntnissen aus dem 1.Untergeschoss vergleichbar. Das Risiko von Korrosionsprozesse ist **stark erhöht**.

Bodenflächen | 1.Untergeschoss:

Der Zustand der Bewehrung an den Bodenflächen im 1.Untergeschoss wurde an den Prüfstellen P8 und P9 geprüft. In der Bauteilöffnung P9 konnte bereits beginnende Lochfraßkorrosion, mit einem Chlidgehalt von 1,87 M.-% bezogen auf den Zementgehalt, festgestellt. Bei Prüfstelle P8 konnte derzeit keine Korrosionsprozesse detektiert werden. Die Bauteilöffnungen in Kombination mit den betontechnologischen Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass derzeit von einem **erhöhten** flächigen Risiko an Korrosion auf den Bodenflächen ausgegangen werden kann.

Bodenflächen | 2.Untergeschoss:

Die Bauteilöffnungen der Bodenflächen im 2.Untergeschoss spiegeln die Ergebnisse aus dem 1.Untergeschoss wider. Das Korrosionsrisiko wird **erhöht** bewertet.

7.6 Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit

7.6.1 Verfahren zur Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit

Im Zuge der IST-Zustandsfeststellung ist es notwendig, das Haftungsverhalten (Oberflächenzugfestigkeit) des Betonuntergrundes zu prüfen. Hierbei wird geprüft, ob der vorhandene Untergrund für die Applikation eines Schutzsystem bzw. Abdichtung geeignet ist.

Das Bauteil, bspw. Stütze oder Bodenflächen, wird durch die Oberflächenzugfestigkeit in eine Altbetonklasse nach der TR-Instandhaltung eingeteilt. Hieraus ergeben sich gesonderte Anforderungen, bspw. Rautiefenklasse oder Instandsetzungsverfahren, an die Instandsetzungsplanung.

Es wird generell beim Prüfergebnis zwischen *Kohäsionsbruch*, dabei erfolgt der *Bruch innerhalb des Stoffes*, und einem *Adhäsionsbruch*, wobei hier der Abriss *zwischen zwei Schichten oder Lagen* erfolgt, unterscheiden.

Tabelle 1: Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit des Betonuntergrundes nach [2]

	Schutz- bzw. Instandsetzungsmaßnahme: Örtliche Ausbesserung bzw. flächige Beschichtung ¹⁾	Mindestwerte der Oberflächenzugfestigkeit in [MPa]	
		Mittelwert	kleinster Einzelwert
	1	2	3
1	OS 2 (OS B)	0,8	0,5
2	OS 5a (OS DII) und OS 5b (DI) (ohne Feinspachtel)	1,0	0,6
3	OS 4 (OS C), OS 5 (OS D)	1,3	0,8
4	OS 8	1,5	1,0
5	OS 11 (OS F), OS 14	1,5	1,0
6	Betonersatz	Abhängig von der Altbetonklasse, siehe Tabelle 4 Einordnung des Altbetons im Bereich der Instand- setzungsebene	
¹⁾ Für Hydrophobierungen (OS 1) werden keine Anforderungen an die Oberflächenzugfestigkeit des Betons gestellt.			

7.6.2 Ergebnisse zur Bestimmung der Oberflächenzugfestigkeit

Die Prüfergebnisse der Abreißfestigkeiten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Messung Nr.	Bauteil	Abreißfestigkeit [N/mm ²]	Bruchform	Altbetonklasse
1.Untergeschoss				
OZ 1	Zwischendecke	4,39	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 2	Stütze	2,04	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A4
OZ 3	Zwischendecke	3,82	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 4	Wand	2,13	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A4
OZ 5	Zwischendecke	3,82	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 6	Stütze	1,2	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A3
2.Untergeschoss				
OZ 1	Bodenplatte	1,51	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A4
OZ 2	Wand	3,04	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 3	Bodenplatte	3,55	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 4	Wand	1,98	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A4
OZ 5	Bodenplatte	1,11	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A3
OZ 6	Stütze	1,87	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A4

OZ 7	Bodenplatte	2,35	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5
OZ 8	Stütze	2,85	Kohäsionsbruch im Betonuntergrund	A5

Wände und Stützen:

Die Ergebnisse der Entnahmestellen an den Stützen lassen den Schluss zu, dass eine Überarbeitung mit einem Oberflächenschutzsystem nach der TR- Instandhaltung in beiden Untergeschossen möglich ist. Der Mittelwert an den Wänden und Stützen beträgt 1,865 N/mm² im 1. UG und 2,45 N/mm² im 2. UG. Die Wände und Stützen beider Geschosse können der Altbetonklasse A4 zugeordnet werden.

Bodenflächen:

Auf den Bodenflächen wurde eine mittlere Oberflächenzugfestigkeit von 4,2 N/mm² im 1. UG und 2,1 N/mm² im 2. UG ermittelt. Die Bodenflächen werden in die Altbetonklasse A4 eingeteilt und können mit einem Oberflächenschutzsystem geschützt werden.

7.7 Bohrkernentnahme

7.7.1 Verfahren Bohrkernentnahme

Die Entnahme von Bohrkernen mit Hilfe eines Diamantbohrkerngerätes aus Bauteilen oder Bauwerken ist wesentlicher Bestandteil verschiedenster Bauwerks- und Materialuntersuchungen.

Typische Ziele einer Bohrkernentnahme sind hierbei:

- Die Einholung von Informationen über den Aufbau und die Eigenschaften eines Bauteils
- Betondruckfestigkeitsprüfung nach DIN EN 12390 sowie 12504-1 (s. Anlage Laborbericht externe Gutachten)
- Einteilung in die Altbetonklasse nach TR-Instandhaltung nach den Betondruckfestigkeitsprüfungen
- Die Bestimmung der Risstiefe sowie Rissverlauf in einem Bauteil

Anmerkung: Die Betondruckfestigkeiten stellen Anhaltswerte für die Bestimmung der Altbetonklasse der einzelnen Bauteile dar. Eine Auswertung der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 13791 wurde nicht ausgeführt. Hierfür sind im Zuge der weiteren Planungsschritte weitere Bohrkernproben zu entnehmen.

7.7.2 Ergebnisse Bohrkernentnahme

Die detaillierten Erkenntnisse der einzelnen Bohrkernproben können der Anlagen Laborbericht 1. Untergeschoss und 2. Untergeschoss entnommen werden. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Bohrkernentnahme zusammenfassend wiedergegeben:

1. Untergeschoss (Bodenflächen):

Die Bohrkerne BK 1 + BK 2, welche aus der Zwischendecke entnommen wurden, weisen darauf hin, dass die Risse auf Schwindprozesse zurückzuführen sind. Die mittlere Druckfestigkeiten der Zwischendecke ergaben rd. 50 N/mm².

2. Untergeschoss (Bodenflächen):

Die entnommenen Bohrkerne BK 3+4 weisen darauf hin, dass die Rissbildungen der Bodenplatte im Zuge des Schwindens des Betons entstanden. Die Ergebnisse der Betondruckfestigkeiten ergaben einen Wert von rd. 46 N/mm².

8. Beurteilung und Instandsetzungskonzeptionen der Tiefgarage

8.1 Vergleich Ist-Zustand und Mindestsollzustand (Restnutzungsdauer)

Die vorhandene Restnutzungsdauer [Ist-Zustand] wird verknüpft mit der Festlegung eines Grenzzustandes, welcher nicht unterschritten werden darf. Die Depassivierung des Betonstahls wird in diesem Fall, gemäß [12], als Grenzzustand definiert. Das bedeutet, dass die einwirkende Schadensfront, bspw. kritische Chlorid (0,5 Massenprozent bezogen auf den Zementgehalt) - oder Carbonatisierungsfront aus der Ist-Zustandsfeststellung, gegenüber dem Widerstand (5%-Quantil der ermittelten Betondeckung) der tragenden Stahlbetonkonstruktionen verglichen wird. Somit ist die vorhandenen Restnutzungsdauer mit „null“ anzusetzen, wenn die Einwirkung gleich dem Widerstand ist (bspw. ermittelte Carbonatisierungsfront bei 25 mm und die detektierte Betondeckung (5%-Quantil) bei 25 mm).

Die planmäßige Nutzungsdauer [Mindestsollzustand] ist mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die planmäßige Restnutzungsdauer wird, in Abstimmung mit dem Auftraggeber, auf 40 Jahre festgelegt. Gemäß [12] wird der Grenzzustand für die Nutzungsdauer, die Depassivierung der tragenden Bewehrung, wie beim Ist-Zustand, definiert. Dieser wird durch, das Erreichen eines kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt, von 0,5 Massenprozent bezogen auf den Zementgehalt, oder der Carbonatisierung auf Höhe der Betonstahloberfläche festgelegt.

Die Dauerhaftigkeitsbemessung für die planmäßige Nutzungsdauer erfolgt anhand den Normanforderungen nach DIN 206-1 und DIN 1045 oder als Nachweis mit Nomogrammen gemäß [12].

Die Ergebnisse der Ist-Zustandsfeststellung an den Stützen und Wänden sowie den Bodenflächen beider Untergeschosse prognostizieren eine vorhandene Restnutzungsdauer von „null“. Die Schadensfront hat in großen Teilen die Höhe der Betonstahloberfläche erreicht (s. Kapitel 7).

Die Mindestsollzustand, für die Tiefgarage Hospitalstraße 6 in Alzey, wird gemäß den Normanforderungen (Nutzungsdauer ≤ 50 Jahren) erzielt. Die geforderten Betondeckungen (Dauerhaftigkeitsbemessung) von 40 mm bzw. 20 mm wird im Instandsetzungskonzept berücksichtigt (s. Kapitel 8.4).

8.2 Folgerungen, Notwendigkeit und Dringlichkeit der Instandsetzungsmaßnahmen

Aufbauend auf den Ergebnissen der visuellen und bauspezifischen Untersuchungen werden nachfolgend Folgerungen und Notwendigkeiten sowie die Dringlichkeit von Instandsetzungsmaßnahmen für die unterschiedlichen Konstruktionselemente getroffen.

Wand- und Stützensockel (aufgehende Bauteile) kurzfristig in 1-3 Jahren:

Die aufgehenden Bauteile (Wände und Stützen) sind aus Stahlbeton ausgebildet. Es wurden keine Hohlkehlen oder ein Schutzsystem gegenüber Feuchtigkeit und Tausalze vorgesehen. Es ist lediglich ein einfacher Dispersionsanstrich festgestellt worden.

Die Chloridgehalte an den Wand- und Stützensockel beider Untergeschosse weisen an 10 von 13 Entnahmestellen erhöhte bis stark erhöhte Chloridgehalte in der ersten und zweiten Tiefenstufe (0 - 20 mm; 20 – 40 mm) auf. Der Maximalwert an der Höhe der Betonstahloberfläche beträgt 6,21 M.-% an den Stützen und 1,76 M.-% an den Wänden bezogen auf den Zementgehalt. Die Chloridfront hat die Bewehrung in großen Teilen somit bereits erreicht. Sowohl die Potentialfeldmessungen als auch die Bauteilöffnungen weisen auf erhöhte Indizien aktiver Korrosion hin. Die gemessenen Carbonatisierungstiefen haben in Teilen die äußere Bewehrungslage erreicht, werden derzeit als hoch eingestuft, da bereits Flächenkorrosionen mit Querschnittsverlusten festgestellt wurden.

Die Dauerhaftigkeit der aufgehenden Bauteile ist in großen Teilen nicht mehr gegeben. Es sollten kurzfristige Maßnahmen umgesetzt werden, um die Wiederherstellung der Dauerhaftigkeit zu erzielen und die Standsicherheit langfristig zu gewährleisten. Ein Abtrag des chloridkontaminierten Betons in Kombination mit einem Schutzsystem (Oberflächenschutzsystem) sollte an den aufgehenden Bauteilen durchgeführt werden (Verfahren 7.2 und 7.7). Die Planung und Umsetzung der Instandsetzung sollte in 1-3 Jahren erfolgen.

Bodenflächen im 1. und 2. Untergeschoss kurzfristig in 1-3 Jahren:

Die Bodenflächen der Untergeschosse sind ohne ein genormtes Oberflächenschutzsystem gegenüber Feuchtigkeit und Tausalze ausgebildet. Die Zwischendecke ist als eine 20 cm starke Stahlbetondecke mit rd. 1,5 % Längsgefälle zuzüglich eines 2-3 cm starken Verbundestrich errichtet worden. Die Wasserbeaufschlagung, durch die einfahrenden Kraftfahrzeuge, wird nicht fachgerecht zu den vorhandenen Bodenabläufen abgeleitet.

In großen Teilbereichen, ca. 20 % der Untersuchungsflächen, konnten Hinweise (Potentialtrichter) auf chloridinduzierte Korrosion ermittelt werden. Die Chloridfront hat in Teilen die erste Bewehrungslage erreicht. Eine Korrosion infolge Tausalzbelastung kann somit nicht vollständig ausgeschlossen werden. Korrosionsprozesse infolge Carbonatisierung ist momentan nicht zu erwarten.

Insgesamt wird das Korrosionsrisiko, in Kombination mit bereits beginnender Lochfraßkorrosion, der Bodenflächen des 1. Untergeschosses als hoch bewertet. Weiterhin ist das Korrosionsrisiko in den Trennrissbildung stark erhöht.

Die Bodenplatte, 2. Untergeschoss, ist als ein wasserundurchlässiges Betonbauwerk hergestellt. Es ist kein Oberflächenschutzsystem, wie im 1. Untergeschoss, vorhanden. Die Stärke der Stahlbetonplatte beträgt 60 cm zuzüglich 2-3 cm starken Verbundestrich. Die Platte ist mit rd. 1,5 % Längsgefälle mit Bodenabläufen worden. Das anfallende Wasser wird nicht gezielt, zu den Entwässerungseinrichtungen geführt.

Das Korrosionsrisiko der Bodenplatte spiegelt die Ergebnisse aus dem 1. Untergeschoss wider. Die betontechnologischen Untersuchungen weisen auf erhöhte Indizien für eine chloridinduzierte Korrosion hin. Die ermittelte Carbonatisierungsfront hat die erste Lage der Bewehrung nicht erreicht, sodass das Risiko einer carbonatisierungsinduzierte Korrosion als mäßig eingestuft wird.

Die Dauerhaftigkeit beider Untergeschosse ist nicht mehr gegeben. In den Trennrissbildungen der Zwischendecke ist die Dauerhaftigkeit, nicht die Standsicherheit, derzeit stark gefährdet. Um die Dauerhaftigkeit wiederherzustellen und langfristig die Standsicherheit beizubehalten, sollten Instandsetzungsmaßnahmen ergriffen werden. Nach unserer Auffassung sollten bei den Bodenflächen das Instandsetzungsverfahren 7.2 nach der TR-Instandhaltung angewendet werden. Die chloridbelasteten Flächen und Risse werden hierbei mit Höchstdruckwasserstrahlen entfernt und mit einem geeigneten Beton oder Reprofilierungsmörtel ergänzt. Aufbauend auf das Verfahren 7.2 wird das Verfahren 7.7, Applikation eines Oberflächenschutzsystem (hier 2.UG: OS11a ein Epoxidharz-Polyurethan-Hybrid; 3.UG: OS 8 in Kombination mit Rissbandagen), angewendet.

Die genannten Maßnahmen sollten kurzfristig in 1-3 Jahren ausgeführt werden.

Außenfläche, oberhalb 1.Untergeschoss, kurzfristig in 1-3 Jahren:

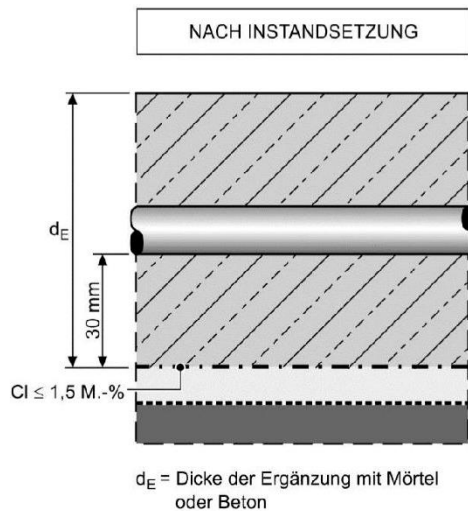
Im Zuge der visuellen Schadensanalyse konnte Undichtigkeiten im Anschlussbereich der Außenfläche zu dem neu errichteten öffentlichen Treppenhaus in der Achse 8 festgestellt werden. Weiterhin sind Wassereintritte im Bereich des ehemaligen Treppenaufganges in der Achse 10 vorgefunden worden. Die Undichtigkeiten sind vermutlich auf den nicht fachgerechten Abdichtungsanschluss der Abdichtung des neuen Treppenhauses auf die Bestandsabdichtung der Außenflächen zurückzuführen.

Die Erneuerung der Abdichtung und mögliche Schadstellenbearbeitung im Bereich des öffentlichen sowie in den innenliegenden Treppenhäusern sollten in Gesamtmaßnahme der Tiefgarageninstandsetzung integriert werden.

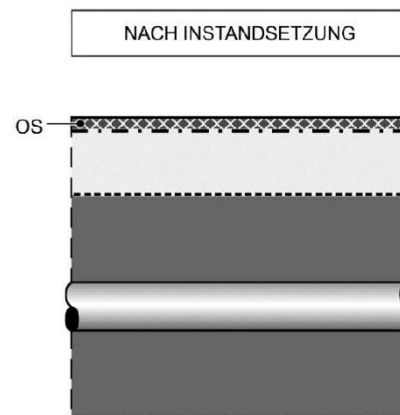
8.3 Instandsetzungsverfahren nach TR-Instandhaltung

Verfahren 7.2 + 7.7 nach [2]:

Beim Verfahren 7.2 handelt es sich um die Wiederherstellung des alkalischen Milieus in Verbindung mit dem Verfahren 7.7. Bei dem Verfahren 7.7 wird zum Erhalt der neu hergestellten Passivität Oberflächenschutzsysteme zum Schutz gegen das Eindringen von Kohlenstoffdioxid und Chlorid eingesetzt.



Prinzip Verfahren 7.2 nach [2]



Prinzip Verfahren 7.7 nach [2]

Beim Verfahren 7.2 werden die chloridbelasteten und die schadhaften Bereiche an den jeweiligen Konstruktionselementen mechanisch oder mittels Höchstdruckwasserstrahlen abgetragen. Dabei ist sämtlicher Beton mit korrosionsauslösendem Chloridgehalt unabhängig von den Korrosionserscheinungen an der Bewehrung bis zur Bewehrung bzw. um einen Sicherheitszuschlag darüber hinaus abzutragen. Die Reprofilierung erfolgt mit einem alkalischen Beton bzw. Mörtel.

Um die Schadensbereiche feststellen und eingrenzen zu können, sind umfangreiche Chloridbestimmungen in Verbindung mit einer vollflächigen Potentialfeldmessung durchzuführen. Nach Eingrenzung der Schadensbereiche wird der chloridhaltige Beton mittels Höchstdruckwasserstrahlen abgetragen. Nach Aufbringen eines Korrosionsschutzes am Baustahl bzw. gegebenenfalls notwendigen Bewehrungsergänzungen werden die Schadensbereiche unter Berücksichtigung der erforderlichen Bewehrungsdeckung reprofiliert. Zum Schluss wird ein Oberflächenschutzsystem auf die tragenden Bauteile appliziert, um die neu hergestellte Passivität über die geplante Restnutzungsdauer zu erhalten.

8.4 Instandsetzungskonzept und Bauabschnitte | Bauzeit

Die Kriterien und Untersuchungsmethoden gemäß der TR-Instandhaltung haben zum Ergebnis geführt, dass ein kurzfristiger Instandsetzungsbedarf besteht. Infolge des festgestellten Ist-Zustandes sind Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich, die einen Eingriff in die Bausubstanz des Bauwerks darstellen. Diese sind notwendig, um die Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und die Standsicherheit der Tiefgarage für die geplante Nutzungsdauer (Mindestsollzustand) zu gewährleisten.

Im Einzelnen sind für das Verfahren 7.2 in Kombination mit dem Verfahren 7.7 folgende grobe Arbeitsschritte notwendig:

Instandsetzungsmaßnahmen Wand- und Stützensockelflächen:

- Entfernen des Dispersionsanstriches mittels Schleifen an den Wänden und Stützen in einer Höhe $H = 50 \text{ cm}$
- Betontechnologische Untersuchungen, um den wirtschaftlichen und technischen Umfang des Betonabtrages an den Sockelflächen sowie den zugehörigen Randbereichen festzulegen.
- Abtrag des chloridkontaminierten Betons mittels Höchstdruckwasserstrahlens an den Sockelflächen (Wände und Stützen) in einer Höhe von dreißig Zentimeter und einer Tiefe von 6-8 cm. Die Abtragsflächen werden durch die betontechnologischen Untersuchungen eingegrenzt.
- Bei diesen Arbeiten sind möglicherweise Abstützungsmaßnahmen notwendig. (Einschalten eines Tragwerkplaners)
- Der Zustand der freigelegten Bewehrung ist zu prüfen. Erforderlichenfalls ist die Bewehrung zu ergänzen.
- Reprofilierung des abgetragenen Bereichs mit einem zugelassenen Instandsetzungsmörtel oder Beton.
- Betondeckungserhöhung von 2 cm mit einem Spritzmörtel an den Stützen vollflächig. Die genauen Betondeckungserhöhungsflächen an den Stützen erfolgen nach den vollflächigen Messungen.
- Einbau von Gefällekeilen an den aufgehenden Bauteilen, um das anfallende Wasser weg von den Randbereichen zu führen.
- Schutz der Sockelflächen der Stützen und Wänden durch Ausführung einer Poren- und Lunkerspachtelung einschließlich der Applikation einer 2-fachen Kopfversiegelung (Höhe $H = 50 \text{ cm}$)
- Malerarbeiten an den Wänden oberhalb 50 cm mit einem OS2-Beschichtungssystem sowie den Decken- und Unterzugsflächen und OS4-Beschichtungssystem an den Stützen $> 50 \text{ cm}$.

Instandsetzungsmaßnahmen Bodenflächen + innenliegende Rampe + Ein- und Ausfahrtsrampe:

- Schutzmaßnahmen gegenüber Feuchtigkeit und mechanischer Beschädigungen an den Einbauten der Tiefgarage
- Vollflächiges Aufnehmen und Entsorgen des hohlliegenden rd. 2-3 cm starken Estrichbelages auf den Bodenflächen beider Untergeschosse (Annahme DK1, aufgrund der Chloridbelastung im Estrich, genaue Analyse und Einstufung eines Abfallschlüssels erfolgt im Zuge der Entwurfsplanung)
- Ausbauen und Entsorgen der vorhandenen Bodenabläufe und Entwässerungsleitungen
- Betontechnologische Untersuchungen, um den wirtschaftlichen und technischen Umfang des Betonabtrages auf den Bodenflächen festzulegen.

- Abtrag des chloridkontaminierten Betons mittels Höchstdruckwasserstrahlens an den Bodenflächen bis zu einer Tiefe von 6 cm und einen Deckendurchschuss im Trennrissbereich, Dicke rd. 20 cm und Breite rd. 30 cm. Die Abtragsflächen werden durch die betontechnologischen Untersuchungen eingegrenzt.
- Bei diesen Arbeiten sind möglicherweise Abstützungsmaßnahmen notwendig. (Einschalten eines Tragwerkplaners).
- Der Zustand der freigelegten Bewehrung ist zu prüfen. Erforderlichenfalls ist die Bewehrung zu ergänzen.
- Reprofilierung des abgetragenen Bereichs mit einem zugelassenen Instandsetzungsmörtel oder Beton.
- Einbau eines im Mittel rd. 4 cm starken RM-Mörtels im Gefälle inkl. Modellierung einer offenen und runden Muldenrinne, Breite rd. 30 cm und Tiefe rd. 2 cm. Das Längsgefälle von rd. 1,5 % wird übernommen und es soll ein Dachgefälle von rd. 0,5 % zu den Rinnen erzielt werden. Eine detaillierte Gefälleplanung erfolgt im Zuge der Entwurfsplanung.
- Einbau eines Schutzsystems gegenüber Feuchtigkeit und Tausalze (hier: OS 11a Epoxid -und Polyurethanhybrid 1.Untergeschoss und OS 8 mit Rissbandagen bzw. rissbegleitenden Wartungsarbeiten im 2.Untergeschoss + innenliegende Rampe) auf den Bodenflächen.
- Markierungsarbeiten mit zugehöriger Stellplatznummerierung und Parkteppichen
- Untergrundvorbereitung + Applikation eines OS5a Oberflächenschutzsystem inkl. Feinspachtelung auf die Wände der Ein- und Ausfahrtsrampe

Instandsetzungsmaßnahmen Außenflächen (Bereich öffentliches Treppenhaus) + innenliegendes Treppenhaus:

Öffentliches Treppenhaus:

- Erd- und Pflasterarbeiten in einem rd. 1 m breiten Streifen entlang des öffentlichen Treppenhauses aus Sichtbeton
- Abbrucharbeiten, abgestuft, entlang des 1 m breiten Streifens bis zum Konstruktionsbeton
- De- und Remontearbeiten, bspw. Logo-Alzey, auf der Außenfläche
- Untergrundvorbereitung und Abdichtungsarbeiten inkl. fachgerechter Überlappung auf die bestehende Abdichtung (10 cm)
- Aufbau und Verfüllen des 1m breiten Streifens mit einem Lastverteilungsbeton und Pflasterarbeiten im Mörtelbett
- Erneuerung der Entwässerungsrinne an Eingangsbereich zum öffentlichen Treppenhaus

Innenliegende Treppenhäuser:

- Rückbauarbeiten des bestehenden Belages (Betonwerksteine) auf den Treppen
- Instandsetzen von Einzelschadstellen mit einem RM-Mörtel
- Malerarbeiten OS2-Oberflächenschutzsystem auf Flächen der innenliegenden Treppenhäuser
- Korrosionsschutzarbeiten an den Geländern
- Einbau eines neuen Belages auf den Treppen

Bauzeit und Bauabschnitte: (Vollsperrung):

Die Bauzeit der Instandsetzung beläuft sich auf 8 – 9 Monate. Die Arbeiten werden derzeit in einem Bauabschnitt durchgeführt, welcher aus Sicherheitsgründen übereinander ausgeführt wird (Vollsperrung).

8.5 Zusätzliche Hinweise zur Tiefgarage | Technische Anlagen

Gemäß dem GEIG-Gesetz (Gesetz zum Ausbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die E-Mobilität), mit Wirkung zum 25.03.2021, ist gemäß § 9, „Größere Renovierungen bestehender Nichtwohngebäude mit mehr als zehn Stellplätzen“, die Tiefgarage mit einer Leitungsinfrastruktur für mindestens jeden 5.Stellplatz auszustatten. Das bedeutet, dass lediglich die Infrastruktur vorgesehen muss. Kein Ausbau.

Sollte es jedoch zu einer neuen Baugenehmigung kommen, bei der die Garagenverordnung greift, dann müssen 5 % der Parkplätze mit einer eMobility ausgebaut werden.

Es kann empfehlenswert sein, die E-Mobilität in die Instandsetzung der Tiefgarage zu integrieren.

Des Weiteren können weitere, folgende Themen in die Tiefgarageninstandsetzung integriert werden, um Synergieeffekte, auch wirtschaftlich, zu erzielen:

- Erneuerung der Grundbeleuchtung mit LED und Bewegungsmelder (Senkung Stromverbrauch und CO2-Bilanz)
- Umsetzung von Frauenparkplätzen bzw. Sonderparkplätze im Bereich der öffentlichen Garage
- Erneuern oder Ergänzen der vorhandenen Videoüberwachung
- Realisierung eines Leit- und Orientierungssystems in der Tiefgarage
- Erneuerung von raumluftechnischen Anlagen, bspw. Jetventilatoren
- Erneuerung der brandschutztechnischen Anlagen, bspw. Sprinkleranlagen

Die Tiefgarage wurde nicht auf brandschutztechnische Anlagen, bspw. Notwendigkeit von Sprinkleranlagen oder Brandmeldeanlage, oder raumluftechnische Anlagen geprüft.

Die Grobkostenschätzung, ohne Kosten für Sachverständigenabnahme, für die technischen Anlagen beinhaltet folgende Punkte:

- Erneuerung der Grundbeleuchtung mit LED und Bewegungsmelder an Leuchterträgerschienen
- Erneuerung bzw. Ergänzung der Videoüberwachungsanlage
- Erneuerung der CO-Warnanlage. Es ist zu prüfen, ob die Notwendigkeit einer Erneuerung der CO-Warnanlage gegeben ist.
- Errichten von 9 Elektrostellplätze in Abstimmung mit dem Versorger inkl. der Ladeinfrastruktur. Es ist zu prüfen, ob die Infrastruktur durch den Energieversorger bereitgestellt werden kann.

Die Grobkostenschätzung (Kostenindiz) für die genannten technischen Anlagen beruhen auf den visuellen Erkenntnissen vor Ort und sind durch Fachplaner inkl. den zugehörigen Bestandsunterlagen genauer zu bestimmen.

9. Kostenschätzung

Mengenansatz:

Flächen Außenfläche, öffentliches Treppenhaus:

	<u>90 m²</u>	Fläche 1m breiter Streifen
Gesamt:	90 m ²	Fläche öffentliches Treppenhaus

90 lfm	Randbereiche öffentliches Treppenhaus
10 lfm	Entwässerungseinrichtung

Flächen 1.Untergeschoss:	<u>2.210 m²</u>	Fläche Zwischendecke
Gesamt:	2.210 m ²	Fläche Zwischendecke 1. Untergeschoss

	<u>300 lfm</u>	Randbereiche (Wände, Stützen)
Gesamt	300 lfm	Randbereiche (Stützen und Wände)

	<u>300 lfm</u>	offene Muldenrinnen mit insgesamt 15 Bodenabläufen
Gesamt	300 lfm	offene Muldenrinnen mit insgesamt 15 Bodenabläufen

	<u>3.500 m²</u>	Fläche Deckenunterseite inkl. Unterzüge, Wände + Stützen > 50 cm
Gesamt:	3.500 m ²	Fläche Deckenunterseite inkl. Unterzüge, Wände + Stützen > 50 cm

Flächen 2.Untergeschoss:	<u>2.210 m²</u>	Fläche Bodenplatte
Gesamt:	2.210 m ²	Fläche Bodenplatte 2. Untergeschoss

	<u>300 lfm</u>	Randbereiche (Wände, Stützen)
Gesamt	300 lfm	Randbereiche (Stützen und Wände)

	<u>300 lfm</u>	offene Muldenrinnen mit insgesamt 15 Bodenabläufen
Gesamt	300 lfm	offene Muldenrinnen mit insgesamt 15 Bodenabläufen

	<u>3.500 m²</u>	Fläche Deckenunterseite inkl. Unterzüge, Wände + Stützen > 50 cm
Gesamt:	3.500 m ²	Fläche Deckenunterseite inkl. Unterzüge, Wände + Stützen > 50 cm

Flächen innenliegende Treppenhäuser:

	<u>90 m²</u>	Fläche 1m breiter Streifen
Gesamt:	90 m ²	Fläche öffentliches Treppenhaus

	<u>370 m²</u>	Fläche Deckenunterseite, Wände und Stützen
Gesamt:	370 m ²	Fläche Deckenunterseite, Wände und Stützen

	<u>120 m²</u>	Fläche Bodenflächen
Gesamt:	120 m ²	Fläche Bodenflächen

Projekt: Instandsetzung Tiefgarage Hospitalstr. 6 Alzey		Kostenschätzung Verfahren 7.2 + 7.7 nach TR-IH
Kostengruppe 300 + 700		
	Gesamtsumme -brutto-	2.378.453,00 €
	MwSt. 19 %	379.753,00 €
	Gesamtsumme -netto- KG 300 +700	1.998.700,00 €
	Gesamtsumme -netto- KG 300	1.738.000,00 €
01.	Baustelleneinrichtung/Vorbereitende Maßnahmen	184.000,00 €
01. 01.	Baustelleneinrichtung	130.000,00 €
01. 02.	Allgemeine Schutzmaßnahmen	29.000,00 €
01. 03.	Sigeko und Fremdüberwachung	15.000,00 €
01. 04.	Verkehrssicherung	10.000,00 €
02.	Rückbauarbeiten	159.000,00 €
02. 01.	Abbrucharbeiten Bodenbelag Estrich	150.000,00 €
02. 02.	De - Remontagarbeiten	9.000,00 €
03.	Betontechnologische Untersuchungen und Materialprüfungen	34.000,00 €
03. 01.	Begleitende Betonuntersuchungen	22.500,00 €
03. 02.	Materialprüfungen	11.500,00 €
04.	Betoninstandsetzungsarbeiten	326.000,00 €
04. 01.	Temporäre Abstützung	55.000,00 €
04. 02.	Instandsetzen von Einzelschadstellen	15.000,00 €
04. 03.	Abtrag und Reprofilierung von chloridhaltigem Beton auf den Bodenflächen inkl. Bewehrungsergänzung (annahme rd. 20 % der Flächen)	130.000,00 €
04. 04.	Abtrag und Reprofilierung von chloridhaltigem Beton an den Wand- und Stützensockelflächen inkl. Bewehrungsergänzung (Annahme rd. 25 % der Gesamtflächen) + Betondeckungserhöhung von 2 cm an den Stützen (vollflächig)	67.000,00 €
04. 05.	Abtrag und Reprofilierung von chloridhaltigen Beton Trennrissen inkl. Bewehrungsergänzung (Annahme rd. 170 lfm Trennrisse, Breite: 0,3 m, Tiefe: rd. 20 cm)	46.000,00 €
04. 05.	Bearbeiten von Rissen (Tränkung, Verpressen)	13.000,00 €
05.	Gefälleausbildung, Untergrund- und Beschichtungsarbeiten	641.000,00 €
05. 01.	Gefälleausbildung, Untergrund- und Beschichtungsarbeiten 1. UG OS 11a (EP + PU) + Muldenrinnen	332.000,00 €
05. 02.	Gefälleausbildung, Untergrund- und Beschichtungsarbeiten 2. UG OS 8 mit Rissbandagen + Muldenrinnen	291.000,00 €
05. 03.	Untergrund- und Beschichtungsarbeiten im Bereich der innenliegende Rampe OS 8 inkl. Granistabstreuung	18.000,00 €
06.	Fugenarbeiten und Entwässerung	67.000,00 €
06. 01.	Fugenarbeiten inkl. Dehnfuge	22.000,00 €
06. 02.	Entwässerungsarbeiten	45.000,00 €
07.	Maler- und Markierungsarbeiten	146.000,00 €
07. 01.	Malerarbeiten (Wände, Stützen, Decke) - OS 2 (Tiefgarage) + OS 4 Wände (Ein- und Ausfahrtsrampe)	122.000,00 €
07. 02.	Markierungsarbeiten	24.000,00 €
08.	Arbeiten im Außenbereich - Treppenhaus Ein- und Ausgangsbereich (öffentlich)	64.000,00 €
08. 01.	Erd- und Pflasterarbeiten und Abbrucharbeiten (inkl. Abdichtung)	26.500,00 €
08. 02.	De- und Remontagarbeiten	1.500,00 €
08. 03.	Untergrund und Abdichtungsarbeiten	17.000,00 €
08. 04.	Aufbau Außenbereich (Bodenflächen und Aufkantung)	14.500,00 €
08. 05.	Entwässerungsarbeiten	4.500,00 €
09.	Arbeiten in den innenliegenden Treppenhäuser (öffentlich + privat)	47.000,00 €
09. 01.	Instandsetzung von Einzelschadstellen	4.500,00 €
09. 02.	Malerarbeiten und Korrosionsschutzarbeiten	16.000,00 €
09. 03.	Rückbau Pflaster im Bereich der Treppenhäuser	26.500,00 €
10.	Rückstellungen (bspw. Zusätzliche Betonabtrag, erhöhte Abstützungsmaßnahmen, etc.)	70.000,00 €
10. 01.	Rückstellungen (bspw. Zusätzliche Betonabtrag, erhöhte Abstützungsmaßnahmen, etc.)	70.000,00 €
Kostengruppe 700		
11.	Baunebenkosten - netto -	260.700,00 €
11. 01.	Baunebenkosten ca. 15 % der Baukosten	260.700,00 €

Projekt: Instandsetzung Tiefgarage Hospitalstr. 6 Alzey		Kostenschätzung
Kostengruppe 400 + 700		
	Gesamtsumme -brutto-	429.709,00 €
	MwSt. 19 %	68.609,00 €
	Gesamtsumme -netto- KG 300 +700	361.100,00 €
	Gesamtsumme -netto- KG 400	314.000,00 €
01.	Austausch Beleuchtungskörper und Sicherheitsbeleuchtung	193.000,00 €
01. 01.	Demontage und Rückbau	17.000,00 €
01. 02.	Baubeleuchtung / Baustromnetz	10.000,00 €
01. 03.	Kabel und Leitungen / Verlegesysteme / Unterverteiler neu verlegen und anschließen	50.000,00 €
01. 04.	Installationsgeräte /Bewegungssensoren / Brandschottung	15.500,00 €
01. 05.	Beleuchtungsanlagen	79.000,00 €
01. 06.	Beleuchtung der Frauenparkplätze	2.500,00 €
01. 07.	Rettungszeichen / Sicherheitsbeleuchtung (Einzelbatterien)	19.000,00 €
02.	Vermelde- und Informationstechnische Anlagen (Videoüberwachung)	19.000,00 €
02. 01.	Raumbeobachtungsalage (Annahme 8 Stück)	15.000,00 €
02. 02.	Leitungsnetz und Verteiler	4.000,00 €
03.	Erneuerung der Co-Warnanlage	23.000,00 €
03. 01.	Demontage und Freischaltarbeiten	3.000,00 €
03. 02.	Kabel und Leitungen und Tragsysteme	10.000,00 €
03. 03.	Erneuerung Co-Warnanlage und Inbetriebnahme	10.000,00 €
04.	E-Mobilität (Annahme 7-9 Elektrostellplätze in Abstimmung mit dem Versorger)	69.000,00 €
04. 01.	Verlegesysteme	5.000,00 €
04. 02.	Verteiler	60.000,00 €
04. 03.	Kabel und Leitungen	4.000,00 €
05.	Rückstellungen (bspw. Mehrmassen Verlegearbeiten Kabel, Demontgearbeiten etc.)	10.000,00 €
05. 01.	Rückstellungen (bspw. Mehrmassen Verlegearbeiten Kabel, Demontgearbeiten etc.)	10.000,00 €
Kostengruppe 700		
06.	Baunebenkosten - netto -	47.100,00 €
06. 01.	Baunebenkosten ca. 15 % inkl. TGA	47.100,00 €

10. Anlagen

Anlage 1: Prüf- und Laborbericht 1.Untergeschoss + 2.Untergeschoss Tiefgarage Hospitalstraß 6 in Alzey

Anlage 2: Bilddokumentation