Dokument unterschrieben
von: Dieter Räsch
am: 22.09.2020 09:37

SACHVERSTÄNDIGEN-GUTACHTEN

P 7193/2020 vom 21.09.2020

Bauvorhaben
Chiemgaustraße 109, Pfälzer-Wald-Straße 70, 81549 München

SRP
Sennewald + Räsch
Beratende Ingenieure
Partnerschaftsgesellschaft mbB

Prof. Dipl.-Ing Rolf Sennewald
Dipl.-Ing. Dieter Räsch
Dipl.-Ing. Konrad Steger
Dr.-Ing. Dirk Nechvatal
Dipl.-Ing. Axel Künzinger
Dipl.-Ing. Guido Lohmeyer
Dipl.-Ing. (FH) Erwin Pamp
Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Martini
Dipl.-Ing. Thomas Lorenz
Dr.-Ing. Daniel Fischer

Von der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige

Paul-Gerhardt-Allee 52
81245 München
Tel. 089-8 96 96-0
Fax 089-8 96 96-299

Dipl.-Ing. Dieter Räsch

Beratender Ingenieur
für das Bauwesen
(BYIK-Bau)

Von der Industrie- und
Handelskammer für München
und Oberbayern
öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger
für Schäden an Gebäuden

Sachverständigen-Mediator IHK

SRP Sennewald + Räsch
Beratende Ingenieure
Partnerschaftsgesellschaft mbB

Amtsgericht München
PR 1090

Partner:
Prof. Dipl.-Ing. Rolf Sennewald
Dipl.-Ing. Dieter Räsch
Dipl.-Ing. Konrad Steger
Dr.-Ing. Dirk Nechvatal
Dipl.-Ing. Axel Künzinger
Dipl.-Ing. Guido Lohmeyer

Geschäftssitz:
Paul-Gerhardt-Allee 52
81245 München
Tel. 089-8 96 96-0
Fax 089-8 96 96-299
dieter.raesch@fsmuc.com
www.fsmuc.com

Niederlassung Regensburg:
Wieshuberstraße 3
93059 Regensburg
Tel. 0941-4 60 21 28-4
Fax 0941-4 60 21 28-5

Kreissparkasse München
Starnberg Ebersberg
Kontoinhaber: SRP mbB
IBAN:
DE80 7025 0150 0000 0006 46
SWIFT-BIC:
BYLADEM1KMS

USt-IdNr.: DE 280 551 009

SRP mbB · Paul-Gerhardt-Allee 52 · 81245 München

Landratsamt München
Chiemgaustraße 109

81549 München

21.09.2020 ar
P 4-1-7193/20

Bauvorhaben

Chiemgaustraße 109, Pfälzer-Wald-Straße 70, 81549 München

S A C H V E R S T Ä N D I G E N G U T A C H T E N

P 7193/2020

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Vorgang und Gegenstand des Gutachtens	4
2	Unterlagen	4
3	Ortsbesichtigung	5
4	Stellungnahme	7
4.1	Objektbeschreibung	7
4.1.1	Tiefgarage	7
4.1.2	Innenhof	13
4.1.3	Zusammenfassung – Bestandsangaben	15
4.2	Visuelle Untersuchungen	17
4.2.1	Tiefgarage West	17
4.2.2	Tiefgarage Ost	21
4.2.3	Lagerräume Ost	24
4.2.4	Innenhof	27
4.3	Betontechnologische Untersuchungen	28
4.3.1	Allgemeine Angaben zu den Untersuchungen	28
4.3.2	Bodenaufbau Tiefgarage	42
4.3.3	Betondeckung	44
4.3.4	Karbonatisierung	46
4.3.5	Chloridgehalt im Beton	47
4.3.6	Betondruckfestigkeit	51
4.4	Grundlagen der Betoninstandsetzung	52
4.4.1	Schadensmechanismen	52
4.4.2	Instandsetzungsprinzipien	55
4.5	Beurteilung und Instandsetzung	56
4.5.1	Tiefgarage West	56
4.5.2	Tiefgarage Ost	62
4.5.3	Instandsetzungsschritte	67
4.6	Weitere Anforderungen und Hinweise	77
4.6.1	Fachplaner und Bauleitung	77
4.6.2	Wartung / Instandhaltungsplan	77
4.6.3	Genehmigung der Instandsetzung	78

4.6.4 Brandschutz 79
4.6.5 Durchfahrtshöhen 79
4.6.6 Schadstoffbelastung 80
4.7 Kosten der Instandsetzung 81
5 Zusammenfassung 83

Anlage 1 – Grundrisse mit Schadenskartierung (8 Seiten)
Anlage 2 – Prüfbericht 20-0126 der Firma b.ing (80 Seiten)
Anlage 3 – Prüfbericht 20-0126-1 der Firma b.ing (9 Seiten)
Anlage 4 – Grundrisse mit Instandsetzungsbereichen (5 Seiten)
Anlage 5 – Bilddokumentation (gesonderte digitale Datei)

Das Gutachten umfasst insgesamt 85 Seiten und 5 Anlagen.

Verteiler: 1 Exemplar digital Landratsamt München,
Chiemgaustraße 109, 81549 München

1 Exemplar digital Sachverständigenbüro

1 Vorgang und Gegenstand des Gutachtens

Mit Schreiben vom 11.02.2020 wurde ich von Herr Gier, Landratsamt München, beauftragt, ein Instandsetzungskonzept für die Tiefgarage in der Chiemgaustraße 109/ Pfälzer-Wald-Straße 70 in 81549 München zu erstellen.

Hierfür wurden zunächst die augenscheinlich sichtbaren Schäden in der Tiefgarage dokumentiert und in Grundrissen verortet. Auf Grundlage dieser Schadenskartierung und den vorliegenden Planunterlagen wurden Art und Lage der Stellen für die Beprobungen festgelegt.

Anhand der Ergebnisse der Beprobungen wurde das Instandsetzungskonzept für die Tiefgarage erstellt.

Das Instandsetzungskonzept ersetzt keine Planung der erforderlichen Arbeiten.

2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden mir folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan (ohne Plankopf oder Planangaben)
- Eingabepläne Gebäudeteil Ost, Schnitt I-I, II-II und III-III, Prof Gerd Volker Heene, vom 07.07.1989
- Grundrisse mit Sicherheitstechnik OG1, EG, UG1 + UG2, G. Niebling Innenarchitekt, 09.01.2004
- Grundrisse
  - 2. Untergeschoss, G. Niebling Innenarchitekt, 08.12.2014
  - 1. Untergeschoss, G. Niebling Innenarchitekt, 08.12.2014
  - Erdgeschoss, G. Niebling Innenarchitekt, 06.09.2016
- Unterlagen zur Instandsetzung des Innenhofs, 2015
  - Leistungsverzeichnis <u>ohne</u> Anlagen, s.w. architekten, 29.04.2015
  - Detail D01: Übergang Tiefgaragen, s.w. architekten, 28.04.2015
  - Plan: Übersicht Bodenaufbauten, s.w. architekten, 15.04.2015
  - Schlussrechnung, Strabag AG, 22.12.2015

3 Ortsbesichtigung

Am 31.03.2020 führte mein Mitarbeiter Herr Dipl.-Ing. (FH) Oediger in der Tiefgarage des Anwesens in München eine erste Ortsbesichtigung durch, bei der außer ihm folgende Personen ständig oder zeitweise anwesend waren:

– Herr Gier	Auftraggeber
– Herr Salmen	Mitarbeiter in meinem Büro
– Herr Anar	Mitarbeiter in meinem Büro
– Herr Krüger	Mitarbeiter in meinem Büro

Bei dem Ortstermin wurde mit der Schadenskartierung der Tiefgarage erstellt.

Am 02.04.2020 führte mein Mitarbeiter Herr Dominik Krüger, M.Sc., eine Ortsbesichtigung durch, bei der außer ihm folgende Personen ständig oder zeitweise anwesend waren:

– Herr Scherer	Hausmeister
– Herr Anar	Mitarbeiter in meinem Büro

Bei dem Ortstermin wurde die Schadenskartierung der Lager-/Technikräume erstellt.

Am 25.05.2020 führte mein Mitarbeiter Herr Dipl.-Ing. (FH) Oediger eine Ortsbesichtigung durch, bei der außer ihm folgende Personen ständig oder zeitweise anwesend waren:

– Herr Matzner	Projektleiter b.ing
– Herr Krüger	Mitarbeiter in meinem Büro

Bei dem Ortstermin wurden durch die Firma b.ing Betonbeprobungen in der Tiefgarage durchgeführt.

Am 17.07.2020 führte mein Mitarbeiter Herr Dipl.-Ing. (FH) Oediger eine Ortsbesichtigung durch, bei der außer ihm folgende Personen ständig oder zeitweise anwesend waren:

– Herr Eberl	Auftraggeber
– Herr Scherer	Hausmeister
– Herr Krüger	Mitarbeiter in meinem Büro

Bei dem Ortstermin wurde die Probeöffnung im Innenhof festgelegt.

Am 20.07.2020 führte mein Mitarbeiter Herr Krüger, M. Sc. eine Ortsbesichtigung durch, bei der außer ihm folgende Personen ständig oder zeitweise anwesend waren:

– Herr Gier	Auftraggeber
– Herr Scherer	Hausmeister
– Herr Nguyen	Mitarbeiter b.ing

Bei dem Ortstermin wurde durch die Firma b.ing die Oberseite der Tiefgargendecke Ost im Innenhof auf Chloride untersucht.

Am 18.08.2020 führte meine Mitarbeiterin Frau Ruof, M. Sc. eine Ortsbesichtigung durch, bei der die Schadenskartierung mit den aktuellen Ergebnissen der Beprobung abgeglichen wurde.

4 Stellungnahme

4.1 Objektbeschreibung

4.1.1 Tiefgarage

Allgemeine Angaben

Bei der baulichen Anlage handelt es sich um einen U-förmigen Bürogebäudekomplex mit zwei Untergeschossen, das nordseitig der Chiemgaustraße angeordnet ist. In den beiden Untergeschossen befinden sich eine Tiefgarage sowie Kellerräume.

Die Tiefgarage und die darüberliegenden Gebäude bestehen aus zwei Abschnitten. In Abbildung 1 sind die beiden Bereiche im Grundriss des UG1 farblich dargestellt. Der östliche Bereich der Tiefgarage (blau) wurde ca. 1970 und der westliche Bereich (rot) ca. 1992 erbaut.

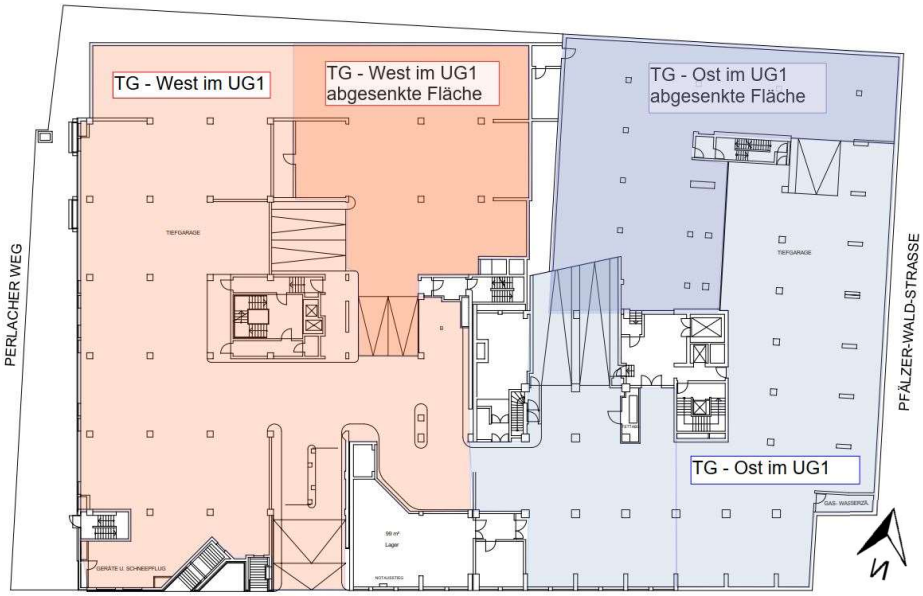


Abbildung 1: Tiefgarage im UG1 mit Unterteilung in die Bereiche West (rot) und Ost (blau)

Die Tiefgarage ist zum Großteil überbaut. Ein Teilbereich der Tiefgarage liegt unter dem Innenhof und ist daher nicht überbaut. Die Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Tiefgaragenaußenwände im UG1 projiziert auf den Grundriss im Erdgeschoss. Der Innenhof ist orange unterlegt. Im Innenhof sind ebenfalls einige Stellplätze sowie eine Anlieferzone vorhanden.

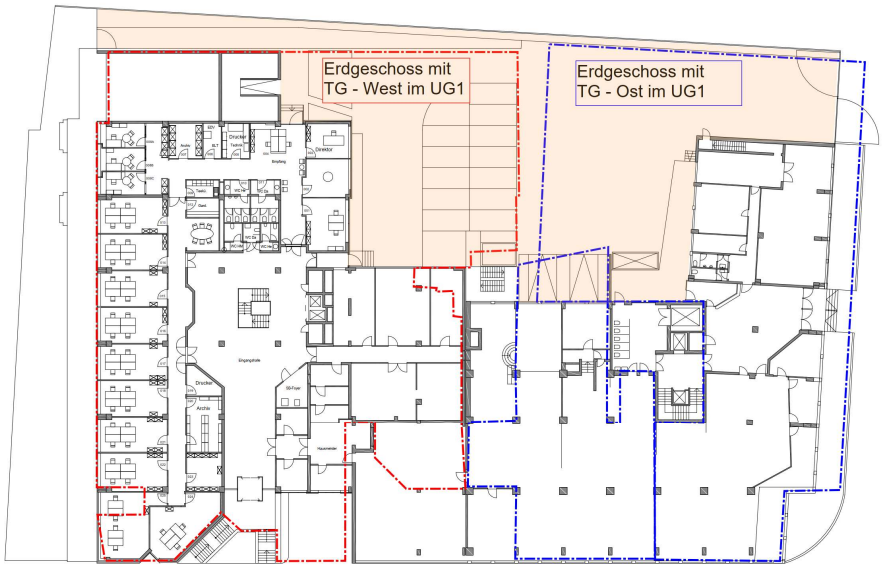


Abbildung 2: Grundriss EG mit Verlauf der Tiefgaragenaußenwände im UG1 und Lage des Innenhofs (orange)

Die Tiefgarage ist insgesamt ca. 4.000 m² groß und ist daher nach Garagenverordnung als Großgarage einzustufen.

Es gibt zwei Ein- und Ausfahrtsrampen. Die eine Rampe führt direkt zur Chiemgaustraße und über andere Rampe gelangt man in den Innenhof, von dem aus man über eine Zufahrt auf die Pfälzer-Wald-Straße gelangt.

Im westlichen Gebäudeteil befinden sich in beiden Untergeschossen PKW-Stellplätze. Angrenzend an den Tiefgaragenbereich sind in beiden Geschossen einige Lager- und Technikräume angeordnet. Im 2. Untergeschoss sind horizontal verschiebbare Parkersysteme als zusätzliche Stellplatzreihe vorhanden.

Im östlichen Gebäudeteil befinden sich im 1. Untergeschoss größtenteils Stellplätze. Das 2. Untergeschoss ist kleiner als das 1.Untergeschoss, siehe Abbildung 3. Hier befinden sich Lager- und Technikräume und keine Stellplätze.

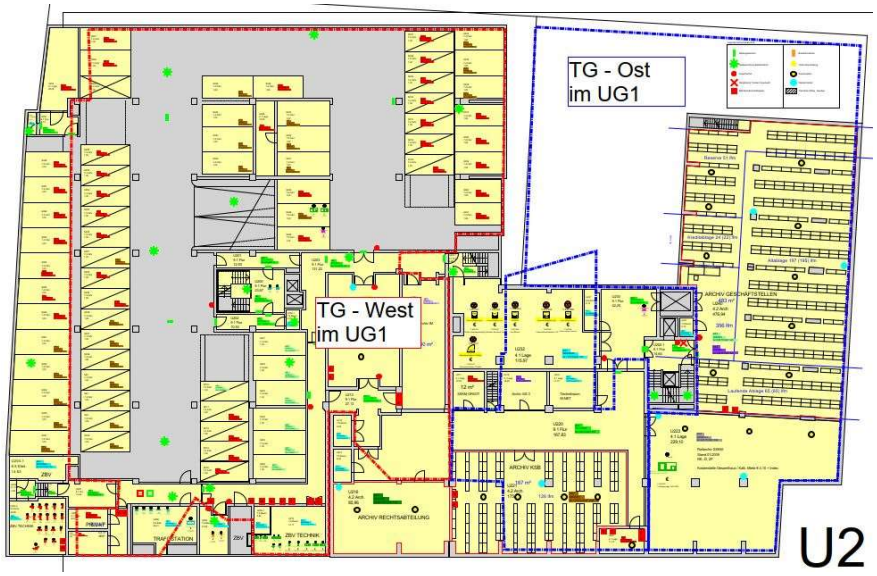


Abbildung 3: Grundriss UG2 mit eingezeichnetem Verlauf der Tiefgaragenaußenwände im UG1

Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Der Bemessungswasserstand HHW wird auf den Eingabeplänen des Gebäudeteils West mit 528,20 m üNN angegeben und liegt damit ca. 2,2 m unter der planmäßigen Oberkante der Bodenplatte. Beim Bau war daher keine wasserundurchlässige WU-Bodenplatte erforderlich.

Statisches System

Auf den Eingabeplänen des Gebäudeteils West ist zu erkennen, dass die Tiefgarage in Ortbetonbauweise geplant war. Die Lasten aus dem Gebäude werden über Wände, Wandscheiben und Stützen auf Einzel- und Streifenfundamente abgetragen, siehe Abbildung 4.

Für den östlichen Gebäudeteil liegen keine Eingabe- oder Ausführungspläne vor. Aufgrund der ersichtlichen Bauteile ist anzunehmen, dass die Konstruktion ähnlich ist.

Für die beiden Gebäudeteile liegen keine statisch-konstruktiven Unterlagen vor.

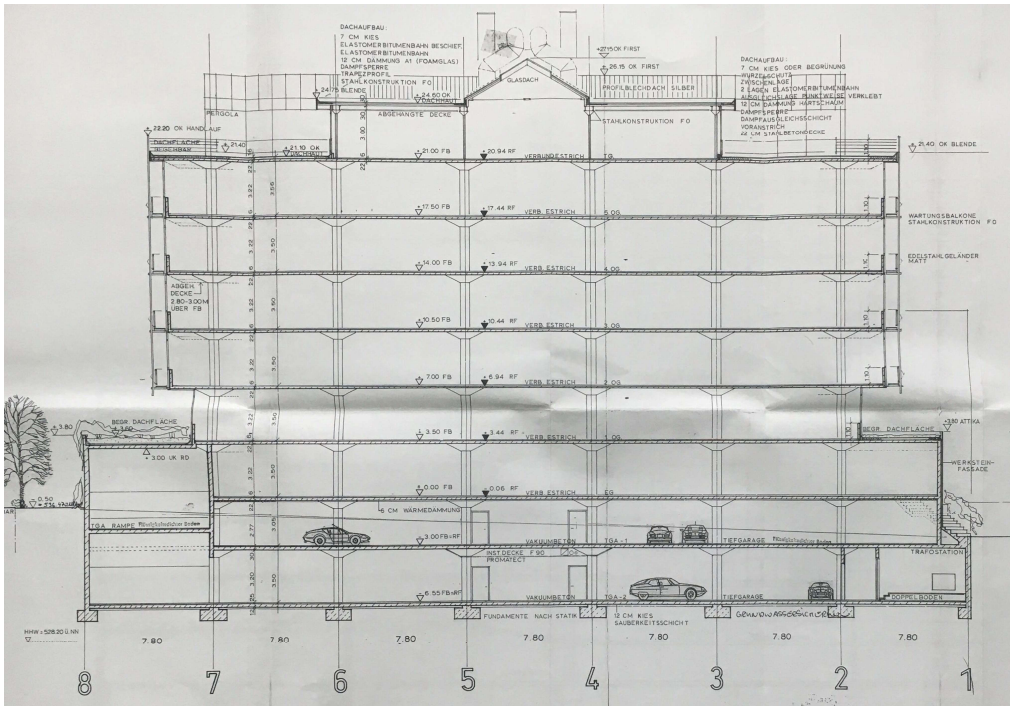


Abbildung 4: Gebäudeteil West: Schnitt I-I aus Eingabeplan 11 vom 07.07.1989

Bodenaufbau / Oberflächenschutz

<u>Tiefgarage West</u>

Auf dem Schnitt der Eingabepläne in Abbildung 4 wird angegeben, dass die Decke und die Bodenplatte planmäßig aus einem Vakuumbeton herzustellen sind. Mit einem Vakuumbeton wurde eine besonders dichte und verschleißfeste Oberfläche der Betonbauteile hergestellt.

Die Oberfläche der Stahlbetonbauteile ist augenscheinlich flügelgeglättet. Die Bohrkerne zeigen, dass ein Estrich oder ein Aufbeton vorhanden ist.

In kleinen Teilbereichen wurde im 1. Untergeschoss ein starres Oberflächenschutzsystem auf dem Boden aufgebracht. Die übrigen Bodenflächen sind unbeschichtet. Die teilbeschichtete Zwischendecke ist in Bild 1 in der Übersicht zu sehen.

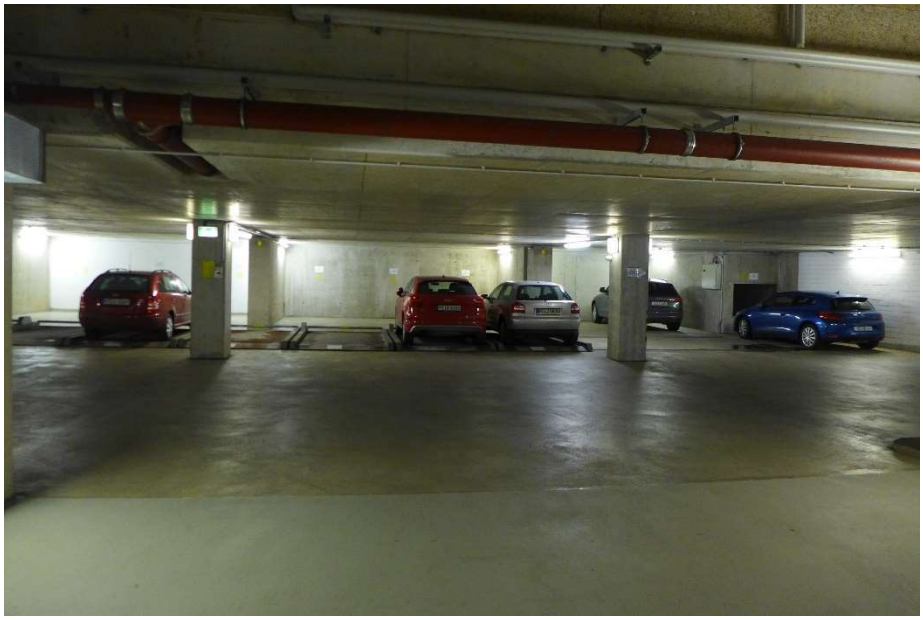


Bild 1: Übersicht TG-Abschnitt West UG1/Zwischenebene mit Parkersystem und Teilbeschichtung

Tiefgarage Ost

Auf der Stahlbeton-Zwischendecke wurde in den meisten Bereichen eine bituminöse Abdichtung, ein Schutzbeton bzw. Estrich und ein Gussasphalt aufgebracht.

In einem Teilbereich besteht der Oberbelag aus einem Fließestrich mit einer Dicke von ca. 50 mm.

An Teilbereichen der aufgehenden Bauteile (Wände und Stützen) wurde die bituminöse Abdichtung auf eine Höhe von ca. 10 cm hochgeführt und mit einem mineralischen Material geschützt.

Die Zwischendecke im 1. Untergeschoss ist in Bild 2 zu sehen.

Bild 2: Übersicht TG-Abschnitt Ost UG1 mit Gussasphaltabdichtung und Fließestrich

Gefälle und Entwässerung

In der Zwischendecke und in der Bodenplatte sind Bodenabläufe in der Fahrgasse angeordnet. Das Gefälle ist nur lokal zu den Bodenabläufen ausgeführt. Ein Großteil der Fläche ist gefällelos.

Im westlichen Bereich der Tiefgarage ist zwischen den beiden Untergeschossen auf Höhe der Rampe ein Brandschutztor angeordnet.

Das 2. Untergeschoss im westlichen Abschnitt ist mit einer Sprinkleranlage ausgestattet.

Belüftung

Die Belüftung der Tiefgarage erfolgt über eine mechanische Abluftanlage in Verbindung mit Luftschächten in den Außenwänden.

Brandschutz

Ein Brandschutzkonzept liegt nicht vor. Der Brandschutz muss daher im Rahmen der Planung gesondert geprüft werden, siehe Kapitel 4.6.4.

Der östliche Bereich der Tiefgarage ist in der Fahrgasse zur Innenhoframpe mit einem Brandschutztor ausgestattet.

4.1.2 Innenhof

Die Abdichtung der TG-Decke im Innenhof wurde 2015 erneuert. Dabei wurde der Überbau bis zu Stahlbetondecke abgeräumt und eine neue Abdichtung aus Polymerbitumenbahnen und Gussasphalt aufgebaut. In den Stellplatzbereichen wurde anstelle des Gussasphalts ein Pfalsterbelag eingebaut. Die Details zu den Bodenaufbauten liegen vor. Das Anschlussdetail zwischen den beiden Tiefgaragenabschnitten ist in Abbildung 5 beispielhaft dargestellt.

Der Innenhof mit Gussasphaltabdichtung und Pflasterbelag ist in Bild 3 zu sehen. Es ist außerdem zu erkennen, dass Fugenprofile im Gussasphalt verbaut sind.

Nach Aussage des Planers, Herrn Schierz, s.w. architekten, erfolgte im Rahmen der Instandsetzung keine Überprüfung der Chloridbelastung der Decke. Lokale Schadstellen an der Deckenoberseite wurden instandgesetzt.

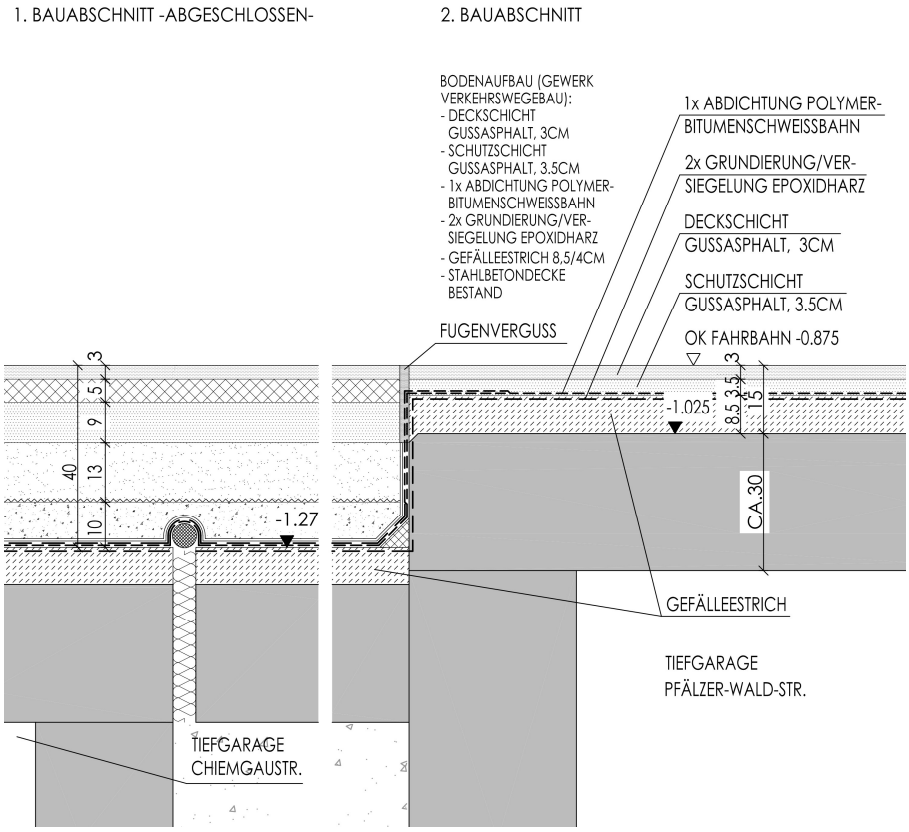


Abbildung 5: Detail A-A: Übergang Tiefgaragen, s.w. architekten, 28.04.2015

Bild 3: Übersicht Innenhof mit Gussasphalt und Fugenprofil

4.1.3 Zusammenfassung – Bestandsangaben

In der nachfolgenden Tabelle sind die vorhandenen Angaben zur Konstruktion der Tiefgarage zusammengefasst.

Allgemeine Angaben zur gesamten TG	
Geschossanzahl [-]	2 Parkebenen UG1 und UG2
Geschossgrundfläche [m²]	Rampe Chiemgaustraße: ca. 120 m² Rampe Innenhof: ca. 175 m² 1. UG West ca. 1.900 m² 1. UG Ost ca. 1.600 m² 2. UG West ca. 1.600 m²
Anzahl der Stellplätze je Geschoss [-]	1.UG West: ca. 89 Stellplätze 1.UG Ost: ca. 57 Stellplätze 2.UG West: ca. 68 Stellplätze3 Innenhof: ca. 11 Stellplätze
Einstufung nach Garagenverordnung	Großgarage
Brandschutz	2.UG West mit Sprinkleranlage Brandschutztore zwischen den Brandabschnitten
Durchfahrtshöhe [m]	1. UG West: ca. 2,10 m 2. UG West: ca. 2,0 m 1. UG Ost: ca. 1,85 m
Nutzlast [kg/m²]	nicht bekannt
HHW [m ü. NN]	528,20 müNN, ca. 2,2 m unter OK Bodenplatte
Belüftung TG	Mechanische Abluftanlage
Beschreibung der Konstruktion	
Rampe – Chiemgaustraße	
Konstruktion	gerade Rampe, zweispurig, mit Schrammborden Sektionaltor +Schrankenanlage
Bodenoberfläche	Estrich oder Bodenplatte flügelgeglättet
Entwässerung	Keine; Bodenablauf erst im Bereich der Fahrgasse
Rampen Einfahrt – Innenhof	
Konstruktion	gerade Rampe, zweispurig, mit Schrammborden Schrankenanlage
Bodenoberfläche	Asphalt mit Abdichtungshochzügen
Entwässerung	Entwässerungsrinnen oben und unten
1.UG - Tiefgarage West	
Decke über 1.UG	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	d = 22 cm
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Wärmedämmung, d = 6 cm
Stützen	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	b/d = 60/60 cm
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton unbeschichtet
Wände	
Konstruktion	Stahlbeton bzw. Mauerwerk teilweise auf Stahlbetonsockel
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	unbeschichtet
Boden	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	d = 30 cm
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Estrich flügelgeglättet mit Fugenschnitten in Teilflächen beschichtet
Entwässerung	Geringes Gefälle, sehr geringe Anzahl an Bodenabläufen

2.UG - Tiefgarage West	
Decke über 2.UG (siehe Boden 1. UG**)**	
Oberfläche	Stahlbeton, unbeschichtet
Ausstattung	Sprinkleranlage
Stützen	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	b/d = 60/60 cm
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton unbeschichtet
Wände	
Konstruktion	Stahlbeton bzw. Mauerwerk teilweise auf Stahlbetonsockel
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton unbeschichtet
Boden	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	d = 25 cm
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Estrich flügelgeglättet mit Fugenschnitten
Ausstattung	automatisch verschiebbare Parkerpaletten
Entwässerung	Geringes Gefälle, sehr geringe Anzahl an Bodenabläufen
Fundamente	
Konstruktion	Einzelfundamente, Stahlbeton
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	**unbekannt**, wahrscheinlich Beton unbeschichtet
1.UG - Tiefgarage Ost	
Decke über 1.UG	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	weißer Anstrich, in Teilbereichen mit Wärmedämmung in Teilbereichen mit abgehängter Gipskarton-Decke
Stützen	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	b/d = 80/80 cm (Süden) und 50/50 cm (Norden)
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton, weißer Anstrich Stellenweise Bitumenstreifen ca. 10 cm im Sockelbereich mit mineralischem Schutzbelag
Wände	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton, weißer Anstrich Stellenweise Bitumenstreifen ca. 10 cm im Sockelbereich mit mineralischem Schutzbelag
Boden	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Aufbau von oben: Gussasphalt/Estrich/Bitumen/Stahlbeton
Entwässerung	Geringes Gefälle, sehr geringe Anzahl an Bodenabläufen
2. UG - Archivräume	
Decke über 2.UG	
Konstruktion	Stahlbeton
Oberfläche	weißer Anstrich
Stützen	
Konstruktion	Stahlbeton
Abmessungen	**unbekannt**
Betongüte/Betondeckung/Bewehrung	**unbekannt**
Oberfläche	Beton, weißer Anstrich

4.2 Visuelle Untersuchungen

In den nachfolgenden Abschnitten sind die Schäden exemplarisch dokumentiert, die im Zuge der Schadenskartierung an den unterschiedlichen Bauteilen in der Tiefgarage und in den Lagerräumen festgestellt wurden. Die festgestellten Schäden sind in Grundrissplänen verortet. Die Pläne sind diesem Gutachten als Anlage 1 beigefügt.

Die Schäden in den begangenen Kellerräumen werden der Vollständigkeit halber aufgeführt. Diese werden im Instandsetzungskonzept jedoch nur berücksichtigt, wenn sie in direktem Zusammenhang mit der Nutzung der Tiefgarage stehen.

4.2.1 Tiefgarage West

Decke über UG1

Bei der visuellen Überprüfung in der Tiefgarage West wurden an der Decke folgende Schäden festgestellt:

- Trockener Riss über Stpl. 78-80

Boden UG1 – Zwischendecke

Bei der visuellen Überprüfung der Tiefgarage West wurden folgende Schadensbilder am Boden im 1. Untergeschoss festgestellt:

- Zwischendecke mit einzelnen Rissen bis zu einer Rissbreite von ca. 0,6 mm (Bild 4)
- im Bereich der Zufahrten: viele Risse, teilweise elastisch verfüllt (Bild 5)
- Abnutzungen und Absandungen an der Betonoberfläche im Fahrgassenbereich (Bild 6)
- Oberflächenschutzsystem mit Rissen bis zu einer Rissbreite von ca. 0,4 mm (Bild 7)
- Rampe: Schrammborde mit elastisch verfüllten Rissen (Bild 8)
- Salzablagerungen aufgrund von Pfützenbildung
- Bodenabläufe mit Korrosion; augenscheinlich ohne Brandschutzeinsatz (Bild 9)

Bild 4: Boden mit Rissen bis 0,6 mm

Bild 5: Risse, teilweise elastisch verfüllt

Bild 6: Abnutzung im Fahrgassenbereich

Bild 7: OS-System mit Rissen

Bild 8: Schrammbord mit elastisch verfüllten Rissen

Bild 9: Bodenablauf mit Korrosion

Decke ü. UG2 – Zwischendecke

Bei der visuellen Überprüfung in der Tiefgarage West wurden an der Decke über 2. Untergeschoss folgende Schäden festgestellt:

- Rissbildungen in der Zwischendecke mit Aussinterungen und Feuchtigkeitsablaufspuren (Bild 10)

Bild 10: Rissbildung mit Aussinterung in der Zwischendecke

Boden UG2 – Bodenplatte

Bei der visuellen Überprüfung der Tiefgarage West wurden folgende Schadensbilder an der Bodenplatte festgestellt:

- Bodenplatte mit Rissen bis zu einer Rissbreite von ca. 0,9 mm (Bild 11)
- Salzablagerungen aufgrund von Pfützenbildung
- Abläufe und Schachtabdeckung mit Korrosion (Bild 12, Bild 13)
- Parkersysteme mit Korrosion (Bild 14)

Bild 11: Boden mit Rissen

Bild 12: Bodenabläufe mit leichter Korrosion

Bild 13: Schachtabdeckung mit Korrosion

Bild 14: Parkersysteme mit Korrosion

Wände/Stützen

An den Wänden und Stützen in der Tiefgarage West wurden bei der visuellen Überprüfung folgende Schadensbilder festgestellt:

<u>1./2. Untergeschoss</u>

- Außenwände mit vereinzelten trockenen Rissen (Bild 15)
- Weiße Verfärbungen im Sockelbereich (Bild 16)

Bild 15: Rissbildung an der Außenwand im 2. UG

Bild 16: weiße Verfärbungen im Sockelbereich

4.2.2 Tiefgarage Ost

Decke über 1. Untergeschoss

Bei der visuellen Überprüfung in der Tiefgarage Ost wurden an der Decke folgende Schäden festgestellt:

- Risse teilweise mit Ablaufspuren
- Betonabplatzungen, freiliegende Bewehrung mit Korrosion (Bild 17)
- Fuge mit Ablaufspuren (Bild 18)
- Bauteilfuge durch einen Unterzug mit Ablaufspuren (Bild 19)
- Alblösung der elastischen Verfugung (Bild 20)

Bild 17: Betonabplatzung durch Bewehrungskorrosion

Bild 18: Fuge mit Ablaufspuren

Bild 19:Bauteilfuge durch Unterzug

Bild 20: Ablösung der Verfugung

Boden

Bei der visuellen Überprüfung der Tiefgarage Ost wurden folgende Schadensbilder am Boden festgestellt:

1. Untergeschoss

- Risse und Abplatzungen im Gussasphalt bzw. Fließestrich (Bild 21, Bild 22)
- Salzablagerungen aufgrund von Pfützenbildung (Bild 23)
- Bodenabläufe und Schachtabdeckung mit Korrosion (Bild 24)

Bild 21: Abplatzungen im Gussasphalt

Bild 22: Abplatzungen im Fließestrich

Bild 23: Salzablagerung aufgrund von Pfützenbildung

Bild 24: Korrodierte Schachtabdeckung

Wände/Stützen

An den Wänden und Stützen in der Tiefgarage Ost wurden bei der visuellen Überprüfung folgende Schadensbilder an den aufgehenden Bauteilen festgestellt:

1. Untergeschoss

- Sockelabdichtung mit Rissen und Abplatzungen (Bild 25)
- Korrodierte Bewehrung mit Betonabplatzungen (Bild 26)
- Farbabblätterungen (Bild 27)
- Ablösung der elastischen Verfugung (Bild 28)

Bild 25: Abplatzung Sockelschutz

Bild 26: freiliegende korrodierte Bewehrung

Bild 27: Farbabblätterungen im Sockelbereich

Bild 28: Ablösung der elast. Verfugung

4.2.3 Lagerräume Ost

Decke

Bei der visuellen Überprüfung der Lagerräume wurden an der Decke folgende Schäden festgestellt:

- Feuchtefleck and der Decke (Bild 29)
- Ablaufspuren um Rohrdurchführungen (Bild 30)
- Korrodiertes Abwasserrohr (Traforaum U232, Bild 31)
- Ablaufspuren an verpresster Bauteilfuge (Bild 32)
- Rissbildungen im Unterzug (Archiv KSB, Bild 33)
- Rissbildungen mit Aussinterungen und Verpressmaterial (Archiv Sparkasse, Bild 34)
- Farbabblätterungen an Unterzug entlang von Deckenfuge (Archiv Sparkasse, Bild 35)

Bild 29: Feuchtefleck an Decke (Archiv Sparkasse, exemplarisch)

Bild 30: Ablaufspuren um Rohrdurchführungen

Bild 31:korrodiertes Abwasserrohr

Bild 32: Ablaufspuren an Bauteilfuge

Bild 33: Rissbildung im Unterzug

Bild 34: Rissbildung mit Aussinterung und Verpressmaterial

Bild 35: Unterzug mit Farbabblätterungen an Fuge

Boden

Bei der visuellen Überprüfung der Lagerräume wurden folgende Schadensbilder am Boden festgestellt:

- Rissbildungen im Estrich (Bild 36)
- Krakeelartige Rissbildungen mit Abplatzungen (Traforaum U232, Bild 37)
- Ablaufspuren unter Bohrung im Sockelbereich einer Außenwand (Altablage, Bild 38)

Bild 36: Rissbildungen im Estrich

Bild 37: Krakeelartige Rissbildung

Bild 38: Ablaufspuren am Wandsockel

Wände/Stützen

Bei der visuellen Überprüfung der Lagerräume wurden folgende Schadensbilder am Wänden und Stützen festgestellt:

- Feuchtespuren/Aussinterungen (Raum „ZBV Technik“, Bild 39)
- Aussinterungen im Sockelbereich (Raum „ZBV Technik“, Bild 40)
- Feuchteflecken an Stützensockel (Archiv Sparkasse, Bild 41)

Bild 39: Aussinterungen an Wand

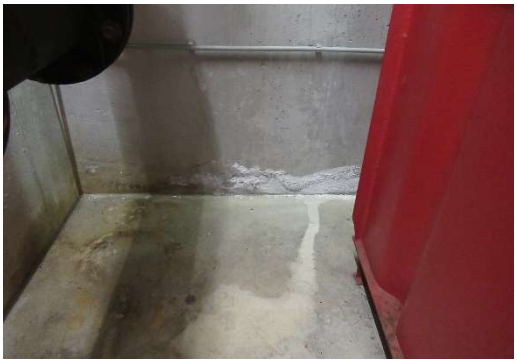


Bild 40: Aussinterung im Sockelbereich

Bild 41: Feuchteflecken an Stützensockel

4.2.4 Innenhof

Bei der visuellen Überprüfung im Innenhof wurden folgende Schadensbilder am festgestellt:

- neben östlicher Rampenwand: Korrosionsspuren an einer Bohrung (Bild 42)

Bild 42: Ablauf- und Korrosionsspuren

4.3 Betontechnologische Untersuchungen

4.3.1 Allgemeine Angaben zu den Untersuchungen

Die Ingenieurgesellschaft b.ing hat am 25.05.2020 unter unserer Leitung betontechnologische Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind im Ergebnisbericht 20-0126 vom 19.06.2020 dokumentiert (Anlage 2 dieses Gutachtens).

In Ergänzung wurde am 20.07.2020 von der Firma Strabag die Oberseite der Tiefgaragendecke Ost örtlich freigelegt. An der freigelegten Stelle wurde die Stahlbetondecke durch die Firma b.ing auf Ihren Chloridionengehalt hin untersucht. Die Ergebnisse sind im Ergebnisbericht 20-0126-1 vom 04.08.2020 dokumentiert (Anlage 3 dieses Gutachtens).

An den Stahlbetonbetonbauteilen in der Tiefgarage wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Entnahme von Bohrkernen in der Zwischendecke und in der Bodenplatte zur Bestimmung des Bodenaufbaus
- Örtliche Probeöffnungen zur Bestimmung des Bodenaufbaus
- Örtliche Probeöffnungen zur visuellen Überprüfung des eingebauten Bewehrungsstahls auf eventuell vorliegenden Korrosionsschäden
- Zerstörungsfreie Betondeckungsmessungen mit dem Gerät Profometer 5^+ der Firma Proceq
- Bestimmung der Karbonatisierungstiefe
- Entnahme von Bohrmehlproben zur Bestimmung des Chloridionengehaltes
- Rückprallhammer-Prüfung zur orientierenden Bestimmung der Betondruckfestigkeit

In Abbildung 6, Abbildung 7 und Abbildung 8 sind Lage und Art der durch b.ing durchgeführten Betonuntersuchungen in die Grundrisse der Untergeschosse eingezeichnet (siehe Anlage zum Prüfbericht 20-0126 in Anlage 2). Die Ergebnisse der betontechnologischen Untersuchungen der Firma b.ing sind in der Übersicht in den nachfolgenden Abbildung 9 bis Abbildung 18 dargestellt.

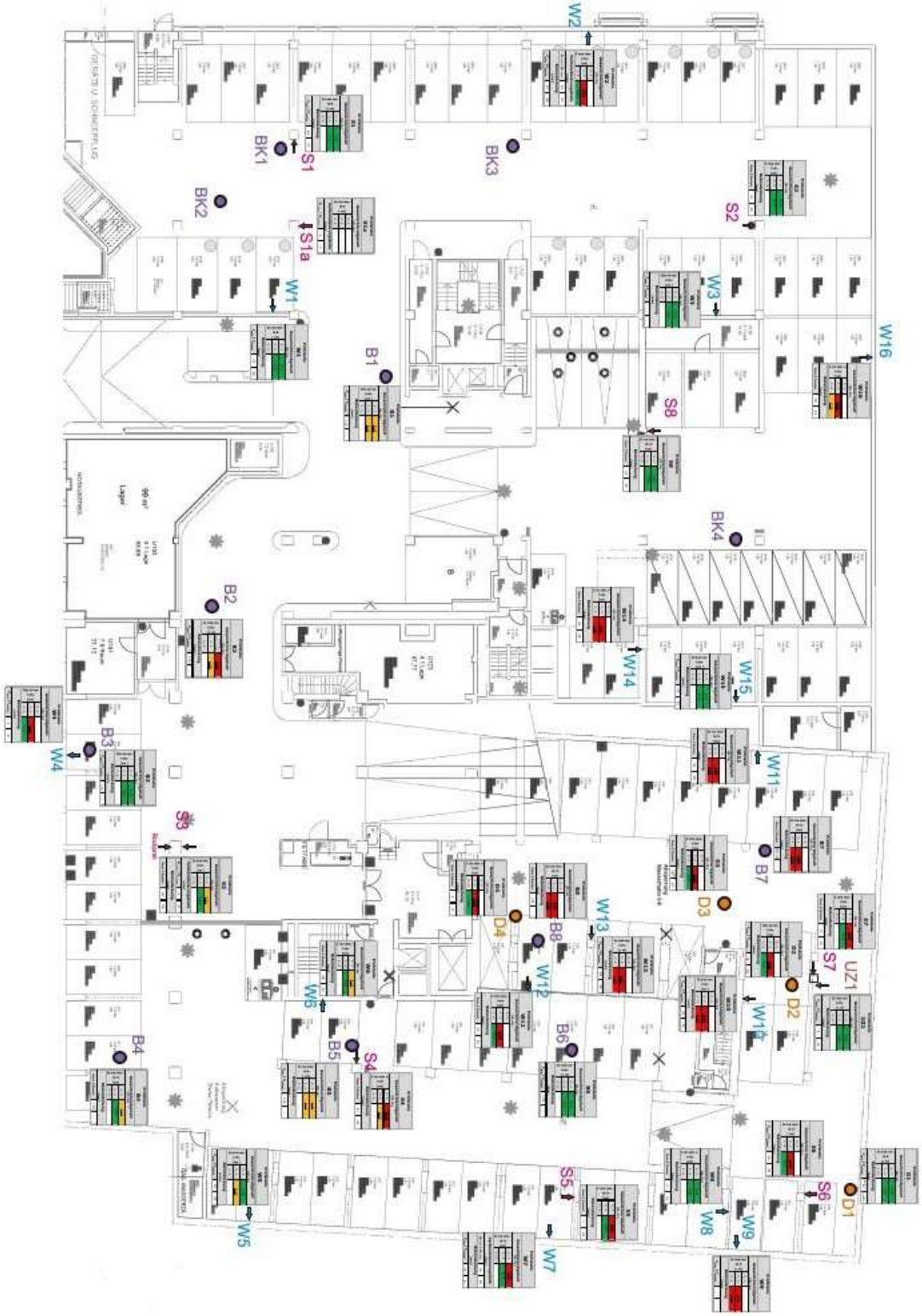


Abbildung 6: Grundriss UG1 mit eingezeichneter Lage und Art der Probestellen

Abbildung 7: Grundriss UG2 mit eingezeichneter Lage und Art der Probestellen

Abbildung 8: Grundriss EG mit eingezeichneter Lage der Probestelle (grün)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S1	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 53/54 Seite vorne Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,023	0,17	-	-	24	27	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	-	-					
S2	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 83/84 Seite rechts Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,021	0,15	-	-	21	26	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten, im Sockelbereich bereits Ausbesserungsarbeiten
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
S3	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 5/6 Seite hinten Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,043	0,31	1	6	30	39	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen, ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,006	0,04					
		4 - 6	-	-					
S4	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 30 Seite hinten Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,072	**0,52**	-	-	21	32	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, zentrische Abplatzung bis Höhe ca. 15 cm OKB, Farbablösungen im Bereich der Abplatzung
		2 - 4	0,031	0,23					
		4 - 6	-	-					
S5	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 22/23 Seite rechts vorne Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,070	**0,51**	-	-	7	16	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich, zentrische Abplatzung bis Höhe ca. 10 cm OKB
		2 - 4	0,018	0,13					
		4 - 6	-	-					
S6	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 28/29 Seite links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	29	38	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen bis Höhe ca. 20 cm OKB
		2 - 4	0,068	**0,49**					
		4 - 6	0,015	0,11					
S7	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 40 Seite rechts Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,064	**0,47**	-	-	8	18	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen und braune Ablaufspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
S8	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 2 Seite rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,013	0,09	-	-	19	25	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					

Abbildung 9: Untersuchungsergebnisse Stützen UG1 (S1-S8)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W1	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 18 ca. 0,4 m von Stellplatz 17 Höhe ca. 20 cm OKB	0 - 2	0,024	0,17	-	-	27	30	schalungsraue Betonoberfläche, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 15 cm OKB, ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
W2	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 73 ca. 0,8 m von Stellplatz 74 Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	-	-	22	24	37	49	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB, weiße Verfärbungen im Sockelbereich bis Höhe ca. 30 cm OKB
		2 - 4	0,104	**0,76**					
		4 - 6	0,006	0,04					
W3	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 85 ca. 1,2 m von Stellplatz 84 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,017	0,12	-	-	-	-	Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB, danach bituminöse Abdichtung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, anschließend Mauerwerk mit weißem Farbanstrich über gesamte Höhe
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
W4	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 3 ca. 2,0 m von Stellplatz 4 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	4	8	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, bituminöse Abdichtung im Sockelbereich bis Höhe ca. 15 cm OKB, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,225	**1,64**					
		4 - 6	0,024	0,17					
W5	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 14 ca. 0,2 m von Stellplatz 13 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,026	0,19	-	-	35	45	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,028	0,20					
		4 - 6	-	-					
W6	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand zwischen Stellplatz 29/30 direkt auf Stellplatzgrenze Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,031	0,23	-	-	38	42	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
W7	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 21 ca. 0,4 m von Stellplatz 22 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,237	**1,72**	18	20	25	41	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen bis Höhe ca. 50 cm OKB
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
W8	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand links in Stellplatz Sky Fit neben Stellplatz 25 ca. 2,4 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,020	0,15	-	-	4	14	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,008	0,06					
		4 - 6	-	-					

Abbildung 10: Untersuchungsergebnisse Wände UG1 (W1-W8)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W9	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 27 ca. 0,6 m von Seitenwand rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	-	-	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,091	**0,66**					
		4 - 6	0,122	**0,89**					
W10	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand rechts in Stellplatz 41 4, 2 m von Stellplatz vorne Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	28	34	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,076	**0,55**					
		4 - 6	0,099	**0,72**					
W11	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 50 ca. 0,2 m von Stellplatz 51 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	35	40	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen bis in Höhe ca. 30 cm OKB, vereinzelt Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,256	**1,86**					
		4 - 6	0,122	**0,89**					
W12	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 46 ca. 1,0 m von Stellplatz 45 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	23	33	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, flächige Farbablösungen im Sockelbereich
		2 - 4	0,109	**0,79**					
		4 - 6	0,017	0,12					
W13	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand zwischen Stellplatz 44/45 Stirnseite zur Fahrspur Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	28	38	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, teilweise Farbablösungen im Sockelbereich
		2 - 4	0,221	**1,61**					
		4 - 6	0,152	**1,11**					
W14	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand links in Stellplatz 14 ca. 3,4 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	35	39	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,298	**2,17**					
		4 - 6	0,211	**1,53**					
W15	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 11 ca. 0,7 m von Seitenwand links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,019	0,14	-	-	29	35	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,022	0,16					
		4 - 6	-	-					
W16	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand rechts in Stellplatz 7 ca. 5,9 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	38	44	schalungsraue Betonoberfläche, Ausbesserungsarbeiten im Sockelbereich sichtbar
		2 - 4	0,056	**0,41**					
		4 - 6	0,045	0,33					

Abbildung 11: Fortsetzung: Untersuchungsergebnisse Wände UG1 (W9-W16)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
B1	Boden im 1. Untergeschoss ca. 13,7 m von Tor Einfahrt ca. 0,7 m von Wand Einfahrt	0 - 2	0,035	0,25	-	-	>70	-	Riss im Prüfbereich, ca. 70 mm Estrich, danach Stahlbeton, Bohrmehlentnahme im Riss
		2 - 4	0,030	0,22					
		4 - 6	-	-					
B2	Boden im 1. Untergeschoss ca. 2,8 m von Wand Süd ca. 8,9 m von Wand Rampe Einfahrt	Estrich (ca. 7 cm)	0,457	**3,32**	-	-	>70	-	Riss im Prüfbereich, ca. 70 mm Estrich, danach Leichtbeton, Bohrmehlentnahme im Riss
		2 - 4	0,036	0,26					
		4 - 6	-	-					
B3	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 3 ca. 0,9 m von Rückwand ca. 3,3 m von Seitenwand rechts	0 - 2	0,021	0,15	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 12 mm Asphalt, danach ca. 52 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
B4	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 11 ca. 4,4 m von Rückwand ca. 0,6 m von Stellplatz 10	0 - 2	0,044	0,32	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 10 mm Asphalt, danach ca. 70 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,009	0,07					
		4 - 6	-	-					
B5	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 30 ca. 1,0 m von Stellplatz vorne ca. 2,4 m von Stellplatz 29	0 - 2	0,047	0,34	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 16 mm Asphalt, danach ca. 62 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,029	0,21					
		4 - 6	-	-					
B6	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 34 ca. 2,6 m von Stellplatz vorne ca. 0,7 m von Stellplatz 35	0 - 2	0,016	0,12	-	-	>70	-	Aufbau: Asphalt teilweise vollständig abgelöst, ca. 15 mm Asphalt, ca. 100 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,009	0,07					
		4 - 6	-	-					
B7	Boden im 1. Untergeschoss vor Stellplatz 50 ca. 6,0 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 51	0 - 2	-	-	-	-	SÖ: 65	-	Aufbau: ca. 15 mm Asphalt, danach ca. 25 mm Estrich, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,391	**2,84**					
		4 - 6	0,338	**2,46**					
B8	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 46 ca. 2,6 m von Rückwand ca. 2,0 m von Seitenwand rechts	0 - 2	-	-	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 46-49 mm Estrich, danach Stahlbeton
		2 - 4	0,537	**3,90**					
		4 - 6	0,392	**2,85**					

Abbildung 12: Untersuchungsergebnisse Boden UG1 / Zwischendecke (B1-B8)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
D1	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 28 ca. 4,6 m von Rückwand ca. 0,5 m von Seitenwand links	0 - 2	0,010	0,07	-	-	6	14	weißer Farbanstrich, Abplatzungen und freiliegende korrodierte Bewehrung im Prüfbereich
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
D2	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 40 ca. 3,5 m von Stellplatz vorne ca. 1,2 m von Stellplatz 41	0 - 2	-	-	-	-	14	18	weißer Farbanstrich, augenscheinlich undichte Fuge, Farbablösungen und braune Flecken entlang der Fuge im Prüfbereich
		2 - 4	0,083	**0,60**					
		4 - 6	0,023	0,17					
D3	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Fahrspur ca. 1,5 m von Stellplatz 41 ca. 1,9 m von Wand Treppenhaus	0 - 2	-	-	-	-	16	20	weißer Farbanstrich, Abplatzungen und freiliegende korrodierte Bewehrung im Prüfbereich
		2 - 4	0,061	**0,44**					
		4 - 6	0,023	0,17					
D4	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 46 ca. 4,5 m von Rückwand ca. 0,1 m von Unterzug Stellplatz 47	0 - 2	-	-	-	-	4	17	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,079	**0,57**					
		4 - 6	0,008	0,06					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
UZ1	Unterzug im 1. Untergeschoss bei Stellplatz 40 ca. 0,1 m von UK Unterzug ca. 0,1 m von Stütze Seite Nord	0 - 2	0,020	0,15	-	-	8	16	weißer Farbanstrich, Fugenbereich, Riss entlang der Fuge mit Farbablösungen
		2 - 4	0,011	0,08					
		4 - 6	-	-					

Abbildung 13: Untersuchungsergebnisse Deckenunterseiten UG1 (D1-D4) Untersuchungsergebnisse Unterzug UG1 (UZ1)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
DO 1	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,35 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,025	0,18	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	0,015	0,11					
		6 - 8	0,007	0,05					
		8 - 10	0,009	0,07					
DO 2	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,15 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,014	0,10	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,001	0,01					
		4 - 6	0,010	0,07					
		6 - 8	0,009	0,07					
		8 - 10	0,008	0,06					
DO 3	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,05 m Richtung West vom Gully	0 - 2	0,015	0,11	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	0,012	0,09					
		6 - 8	0,010	0,07					
		8 - 10	0,009	0,07					

Abbildung 14: Untersuchungsergebnisse Deckenoberseite / Innenhof (DD1-DD3)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S9	Stütze im 2. Untergeschoss in Stellplatz 44 Seite vorne Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	48	50	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					
S10	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 35/36 Seite links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	26	29	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	-	-					
S11	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 61/62 Seite rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,018	0,13	7	14	22	28	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
S12	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 23/24 Seite rechts Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,018	0,13	-	-	18	20	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,017	0,12					
		4 - 6	-	-					
S13	Stütze im 2. Untergeschoss Stütze im Archiv Zweite Stütze von Nord Seite Süd	0 - 2	-	-	-	-	23	28	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen bis Höhe ca. 40 cm OKB
		2 - 4	0,396	**2,88**					
		4 - 6	0,226	**1,64**					

Abbildung 15: Untersuchungsergebnisse Stützen UG2 (S9-S13)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W17	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 43 ca. 0,1 m von Stellplatz 44 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,038	0,28	-	-	-	-	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,017	0,12					
		4 - 6	-	-					
W18	Wand im 2. Untergeschoss Wand in Fahrspur vor Stellplatz 47 ca. 10,9 von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	29	31	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	-	-					
W19	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 38 ca. 0,6 m von Stellplatz 39 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	42	45	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	-	-					
W20	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 60 ca. 1,0 m von Stellplatz 61 Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	25	31	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					
W21	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 24 ca. 1,4 m von Stellplatz 23 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,013	0,09	-	-	-	-	Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, danach Mauerwerk mit weißem Farbanstrich
		2 - 4	0,012	0,09					
		4 - 6	-	-					

Abbildung 16: Untersuchungsergebnisse Wände UG2 (W17-21)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
D5	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 49 ca. 11,4 m von Rückwand ca. 5,9 m von Seitenwand rechts	0 - 2	-	-	-	-	24	27	schalungsraue Betonoberfläche, Riss mit weißen Ausblühungen im Prüfbereich Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,115	**0,84**					
		4 - 6	0,085	**0,62**					
D6	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss Stellplatz 38 ca. 2,2 m Rückwand ca. 3,0 m von Seitenwand links	0 - 2	-	-	-	-	22	25	schalungsraue Betonoberfläche, bereits verpresster Riss im Prüfbereich mit weißen Ausblühungen und Korrosionsspuren, Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,134	**0,97**					
		4 - 6	0,094	**0,68**					
D7	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 66 ca. 5,8 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 65	0 - 2	-	-	-	-	19	28	schalungsraue Betonoberfläche, Riss mit weißen Ausblühungen im Prüfbereich Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,208	**1,51**					
		4 - 6	0,262	**1,90**					
D8	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 57 ca. 10,8 m von Rückwand ca. 0,5 m von Stellplatz 42	0 - 2	-	-	-	-	17	24	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,083	**0,60**					
		4 - 6	0,073	**0,53**					
D9	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 24 ca. 7,8 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 25	0 - 2	-	-	-	-	18	26	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,094	**0,68**					
		4 - 6	0,136	**0,99**					
D10	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 14,8 m von Wand Nord ca. 4,4 m von Wand Ost	0 - 2	0,184	**1,34**	-	-	8	14	Doppelunterzug, Teil Nord, weißer Farbanstrich, gelbe Ablagerungen im Prüfbereich, Fuge Augenscheinlich ehemals undicht
		2 - 4	0,034	0,25					
		4 - 6	-	-					
D11	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 5,2 m von Wand Nord ca. 10,0 m von Wand Ost	0 - 2	-	-	-	-	7	15	weißer Farbanstrich, Wasserspuren und Farbablösungen im Prüfbereich, augenscheinlich Undichtigkeiten im Bereich der Rohrdurchführung
		2 - 4	0,062	**0,45**					
		4 - 6	0,106	**0,77**					
D12	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 5,0 m von Wand Nord ca. 12,2 m von Wand Ost	0 - 2	0,198	**1,44**	-	-	17	21	weißer Farbanstrich, Farbablösungen punktuell oberflächliche Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,036	0,26					
		4 - 6	-	-					

Abbildung 17: Untersuchungsergebnisse Deckenunterseiten UG2 (D5-D12)

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
DO 1	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,35 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,025	0,18	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	0,015	0,11					
		6 - 8	0,007	0,05					
		8 - 10	0,009	0,07					
DO 2	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,15 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,014	0,10	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,001	0,01					
		4 - 6	0,010	0,07					
		6 - 8	0,009	0,07					
		8 - 10	0,008	0,06					
DO 3	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,05 m Richtung West vom Gully	0 - 2	0,015	0,11	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	0,012	0,09					
		6 - 8	0,010	0,07					
		8 - 10	0,009	0,07					

Abbildung 18: Untersuchungsergebnisse Deckenoberseite (DO1-DO3)

4.3.2 Bodenaufbau Tiefgarage

Tiefgarage West

In der Tiefgarage West wurden von der Firma b.ing an acht Stellen im Rissbereich jeweils ein Bohrkern gezogen, um den Bodenaufbau und den Rissverlauf zu bestimmen. In Bild 43 und Bild 44 ist exemplarisch der Bohrkern BK6 dargestellt.

Bild 43: Bohrkern BK6: Übersicht

Bild 44: Bohrkern BK6: Detail

An den Bohrkernen ist zu erkennen, dass auf der Bodenplatte und auf der Zwischendecke ein Estrich mit einer Dicke von ca. 50-75 mm vorhanden ist. Der Zustand des aufgebrachten Estrichs war leicht bis sehr haufwerksporig.

Bei etwa der Hälfte der Bohrkerne konnte festgestellt werden, dass die Risse auch in der Zwischendecke vorhanden sind. Die Bewehrung ist teilweise korrodiert. Eine messtechnische Ortung der Bewehrung war aufgrund der hohen Betonüberdeckung nicht sicher möglich, so dass nicht immer Bewehrung angebohrt wurde. Die Tabelle 1 fasst die Daten der Bohrkerne zusammen.

Tabelle 1: Übersicht der entnommenen Bohrkerne

BK	Rissbreite [mm]	Riss in Beton	Bewehrungszustand	Estrichdicke [mm]	Betondeckung zu OK Estrich
1. Untergeschoss					
1	0,4	nein	**nicht vorhanden**	60	-
2	0,1	ja	Blank	73	90 mm
3	0,8	nein	leicht korrodiert	60	115 mm
4	0,4	Ja	Blank	60	90 mm
2. Untergeschoss					
5	0,35	nein	**nicht vorhanden**	60	-
6	0,45	ja	korrodiert	50	105 mm
7	0,35	ja	leicht korrodiert	55	115
8	0,80	ja	**nicht vorhanden**	60	-

Tiefgarage Ost

In der Tiefgarage Ost im 1. Untergeschoss wurde von der Firma b.ing an sechs Stellen (B3 bis B8) am Boden Probeöffnungen erstellt, um den Bodenaufbau zu bestimmen. Die Prüfstellen B3-B6 befinden sich auf der Zwischendecke.

Bei den vier Prüfstellen B3 bis B6 auf der Zwischendecke konnte folgender Bodenaufbau festgestellt werden (von oben nach unten):

- Gussasphalt (d = 10-16 mm)
- Estrich (d = 52-100 mm)
- bituminöse Abdichtung (vermutlich 1-lagig)
- Stahlbeton-Zwischendecke

Die Prüfstelle B5 auf der Zwischendecke ist beispielhaft in Bild 45 zu sehen.

Bild 45: Prüfstelle BK5: Probeöffnung

An der Prüfstelle B7 auf der Bodenplatte wurde folgender Bodenaufbau festgestellt:

- Gussasphalt (d = ca.15 mm)
- Estrich (d = ca. 25 mm)
- Stahlbeton-Bodenplatte

An der Prüfstelle B8 auf der Bodenplatte war nur ein Estrich vorhanden, wobei es sich vermutlich um eine nachgebesserte Stelle handelte und daher auf einen Gussasphalt verzichtet wurde.

4.3.3 Betondeckung

Die zerstörungsfreien Betondeckungsmessungen wurden im Sockelbereich der Wände und der Stützen mit dem Gerät Gerät Profometer 5^+ der Firma Proceq durchgeführt.

Das Gerät Profometer 5^+ arbeitet nach dem magnetischen Wechselfeldverfahren. Hierbei entsteht eine elektromagnetische Wechselwirkung zwischen der Induktionsspule und dem im Bewehrungsstab induzierten Wirbelstrom. Dabei wird der komplexe Wechselstromwiderstand der Induktionsspule gemessen und die Betondeckung wie auch der Durchmesser des Bewehrungsstahls über eine Regressionsanalyse unabhängig voneinander bestimmt. Die Lage der Messungen entspricht der Lage der Chloridbeprobung (Abbildung 9 bis Abbildung 17). Die detaillierten Ergebnisse befinden sich im Ergebnisbericht 20-0126 der Firma b.ing in der Anlage 2.

Zusätzlich wurde die tatsächliche Betondeckung an den Bohrkernen und Probeöffnungen überprüft.

Tiefgarage West

Zwischendecke

Aufgrund der hohen Estrichdicke konnte die Betonüberdeckung an der **Oberseite** der Zwischendecke der Tiefgarage West nicht zerstörungsfrei gemessen werden.

Der Estrich ist ca. 60 – 73 mm dick und die Bewehrung liegt bei den Bohrkerne BK2 bis BK4 bei 17 mm bis 55 mm.

Die Betondeckungsmessungen an den untersuchten **Unterseiten** der Zwischendecke in der Tiefgarage West haben ergeben, dass die mittlere Betondeckung zwischen 24 mm und 28 mm liegt. Die minimal gemessenen Betondeckungen liegen zwischen 17 mm und 24 mm.

Bodenplatte

An der Bodenplatte wurde keine Betondeckungsmessung durchgeführt. Die Bohrkerne zeigen, dass Betondeckungen von ca. 55-60 mm vorliegen.

Stützen / Wände

Die Betondeckungsmessungen an den sechs untersuchten **Stützen** der Tiefgarage West haben ergeben, dass die mittlere Betondeckung zwischen 25 mm und 50 mm liegt. Die minimal gemessenen Betondeckungen liegen zwischen 19 mm und 48 mm.

Die Höchstwerte der Betondeckung sind lediglich an einer untersuchten Stütze (S9) auffällig hoch. Nimmt man die Stütze S9 als Ausreißer aus der Bewertung aus, ergeben sich eine maximale mittlere Betondeckung von 29 mm und eine größte minimale Betondeckung von 26 mm.

Die mittlere Betondeckung an den **Wänden** der Tiefgarage beträgt 30 mm bis 49 mm. Die minimal gemessenen Betondeckungen betragen 25 mm bis 42 mm.

Tiefgarage Ost

Decke über UG1

An der **Oberseite** der Decke über 1. Untergeschoss im Innenhof konnten bei der messtechnischen Untersuchung der Betondeckung keine Ergebnisse festgestellt werden. Dies bedeutet, dass die Betondeckung größer als 70 mm ist.

Die Betondeckungsmessungen an den untersuchten **Unterseiten** haben ergeben, dass die mittlere Betondeckung zwischen 14 mm und 21 mm liegt. Die minimal gemessenen Betondeckungen liegen zwischen 6 mm und 17 mm.

Zwischendecke

Aufgrund der Dicke des Estrichs und des Gussasphalts konnte die Betondeckung an der Oberseite der Zwischendecke der Tiefgarage Ost nicht zerstörungsfrei gemessen werden.

Im Bereich der Prüfstelle B7 wurde der Boden bis zur Bewehrung aufgestemmt. Dabei wurde festgestellt, dass die Betondeckung ab Oberkante Stahlbeton ca. 25 mm beträgt.

Die Betondeckungsmessungen an der **Unterseite** der Decke über 2. Untergeschoss haben ergeben, dass die mittlere Betondeckung zwischen 14 mm und 21 mm liegt. Die minimale Betondeckung beträgt 7 mm.

An dem untersuchten **Unterzug** der Zwischendecke in der Tiefgarage Ost liegt die mittlere Betondeckung bei 16 mm und die minimale Betondeckung bei 8 mm.

Stützen / Wände

Die Betondeckungsmessungen an den sechs untersuchten **Stützen** der Tiefgarage Ost haben ergeben, dass die mittlere Betondeckung zwischen 16 mm und 39 mm liegt. Die minimal gemessenen Betondeckungen liegen zwischen 7 mm und 30 mm.

Die mittlere Betondeckung an den zehn untersuchten **Wänden** der Tiefgarage Ost beträgt 8 mm bis 45 mm. Die minimal gemessenen Betondeckungen liegen zwischen 4 mm und 38 mm. Die sehr niedrige Betonüberdeckung beschränkt sich dabei auf die Wandflächen W4 und W8.

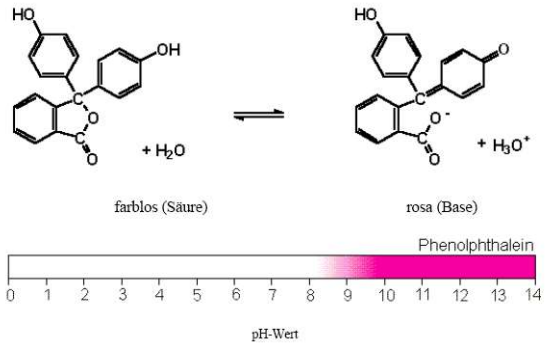
4.3.4 Karbonatisierung

Die Karbonatisierung wurde von der Firma b.ing mit Hilfe von Phenolphthalein[1] bestimmt. Der karbonatisierte Beton bleibt nach dem Aufsprühen der Lösung unverfärbt, während sich der nicht karbonatisierte Betonbereich rot-violett färbt. Aus dem Abstand der Betonoberfläche zum unverfärbten Bereich der erstellten Öffnungsstelle (Farbumschlaggrenze) ergibt sich die Karbonatisierungstiefe. Die Karbonatisierungstiefe wird senkrecht zur Bauteiloberfläche in Millimetern gemessen.

Die Untersuchung der Karbonatisierungstiefe wurde in der Tiefgarage West an vier Stellen und in der Tiefgarage Ost an zwei Stellen durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle sind die festgestellten Karbonatisierungstiefen angegeben:

Nr.	Bauteil	Geschoss	Karbonatisierungstiefe	Mittlere Betondeckung
Tiefgarage West				
S1a	Stütze	UG1	5-7 mm	- mm
S11	Stütze	UG2	7-14 mm	28 mm
W2	Wand	UG1	22-24 mm	49 mm
W19	Wand	UG2	15-18 mm	45 mm
Tiefgarage Ost				
S3	Stütze	UG1	1-6 mm	39 mm

[1] **Phenolphthalein** ist eine farblose, schwache Säure, die in wässriger Lösung unter Bildung rosa gefärbter Anionen dissoziiert. Unter sauren Bedingungen (niedrige pH-Werte) liegt das Gleichgewicht auf der linken Seite (siehe unten). Die Gleichgewichtskonzentration der gefärbten Anionen ist gering, die Lösung erscheint farblos (Farbe der Indikatorsäure). Unter basischen Bedingungen verschiebt sich das Gleichgewicht nach rechts, die Konzentration der gefärbten Indikatorbase steigt und die Lösung färbt sich rosa.



In der Betontechnologie wird Phenolphthalein als Indikator für den Nachweis kritischer pH-Werte von Stahlbetonbauteilen verwendet. Bei dem markanten Farbumschlagsbereich des Phenolphthaleins zwischen pH=8 und 9 beginnt sich die Passivierungsschicht der Bewehrung aufzulösen. Somit können z. B. indirekt die pH-Wert reduzierenden Mechanismen der Karbonatisierung oder der Schwefeldioxid-Einwirkung nachgewiesen werden.

W7	Wand	UG1	18-20 mm	41 mm

Die Karbonatisierungstiefe liegt bei den beprobten Stellen vor der Bewehrungslage und ist daher als unkritisch zu bewerten.

4.3.5 Chloridgehalt im Beton

Im Rahmen des Ortstermins am 25.05.20 wurden von der Firma b.ing aus den Stützen, den Wänden, den Decken und aus der Bodenplatte tiefengestaffelte Bohrmehlproben zur Überprüfung des Chloridgehaltes entnommen und nach DIN EN 14629 auf den Gesamtchloridgehalt durch potentiometrische Titration hin untersucht. Die Bohrmehlproben wurden in den Tiefen 0-20 mm, 20-40 mm und 40-60 mm entnommen.

Die detaillierten Werte der Chloridwertbestimmung sind in dem Ergebnisbericht 20-0126 in der Anlage 2 und dem Ergebnisbericht 20-0126-1 in der Anlage 3 dargestellt.

In den Abbildung 9 bis Abbildung 17 sind die Chloridgehalte bewertet und farblich gekennzeichnet. Die rot gekennzeichneten Chloridgehalte liegen über 0,4 Cl M-% bezogen auf den Zementgehalt im Beton und sind als kritisch zu bewerten. Orange gekennzeichnete Chloridgehalte liegen zwischen 0,2 und 0,4 M-% bezogen auf den Zementgehalt im Beton und sind etwas erhöht.

An den untersuchten Stellen wurden teilweise Probeöffnungen angelegt, um den Korrosionszustand der Bewehrung festzustellen. Die Ergebnisse der Probeöffnungen sind ebenfalls in dem Ergebnisbericht 20-0126 in der Anlage 2 enthalten. Die bei den Probeöffnungen festgestellten Korrosionsschäden korrespondieren sich meist mit den gemessenen Chloridgehalten.

Tiefgarage West

<u>Zwischendecke</u>

Die Chloridbelastung der Zwischendecke an der **Oberseite** wurde an zwei Prüfstellen im Bereich von Rissen untersucht (B1 und B2). Dabei wurde festgestellt, dass bei der Prüfstelle B2 in der ersten Tiefenlage ein stark erhöhter Gesamtchloridgehalt von 3,32 Cl M.-% bezogen auf das Zementgewicht vorliegt. Der Chloridgehalt an der anderen Prüfstelle B1 ist mit 0,25 Cl M.-% leicht erhöht. In der zweiten Tiefenlage weisen beide Prüfstellen einen nur geringfügig erhöhten Chloridgehalt von 0,22 bzw. 0,26 M.-% auf. Da ein Estrich von ca. 50-75 mm vorliegt, liegen die erhöhten Messwerte lediglich im Estrichbereich und damit nicht in der Stahlbetondecke auf Höhe der Bewehrung.

Die **Unterseite** der Zwischengeschossdecke in der Tiefgarage West wurde an fünf Prüfstellen auf ihre Chloridbelastung untersucht (D5-D9). Die Prüfstellen befinden sich im Rissbereich.

Die Chloridproben sind alle bis in die dritte Tiefenlage stark erhöht. Es wurden Chloridgehalte bis zu 1,9 Cl M.-% festgestellt. An den Probeöffnungen (D6, D9) konnten starke Korrosionserscheinungen teilweise mit Querschnittsverlusten festgestellt werden.

Bodenplatte

Die Bodenplatte wurde nicht beprobt, da sie nicht an die aufgehenden Bauteile angeschlossen ist und somit statisch nicht notwendig ist. Vermutlich ist jedoch eine aussteifende Wirkung der Bodenplatte erforderlich.

Stützen / Wände

An insgesamt sieben **Stützen** wurde in der Tiefgarage West der Chloridgehalt im Sockelbereich gemessen. Davon befinden sich drei Stützen im 1. Untergeschoss (Prüfstelle S1, S2, S8) und vier Stützen im 2. Untergeschoss (Prüfstelle S9-S12).

Die Chloridgehalte lagen alle unter 0,17 Cl M.-% und sind damit als unkritisch einzustufen.

Der Chloridgehalt wurde außerdem an 11 **Wänden** in der Tiefgarage West untersucht. Davon befinden sich sechs Prüfstellen im 1. Untergeschoss (W1-W3 und W14-W16) und fünf Prüfstellen im 2. Untergeschoss (W17-W21).

Im 1. Untergeschoss wurde an drei der sechs Prüfstellen ein stark erhöhter Chloridgehalt festgestellt (W2, W14 und W16). Der gemessene Chloridgehalt beträgt bis zu 2,17 Cl M.-%.

Die erhöhten Chloridwerte wurden an optisch auffälligen Bereichen festgestellt. Die Messwerte in optisch unauffälligen Bereichen waren unkritisch (W1, W3, W15). Dieser maximale Chloridwert von 2,17 Cl M.-% wurde an einem augenscheinlich unauffälligen Wandbereich im Tiefpunkt neben einem Bodenablauf gemessen.

Im 2. Untergeschoss weist lediglich eine der fünf Wände im nördlichen Tiefgaragenbereich (W17) einen geringfügig erhöhten Chloridgehalt von 0,28 Cl M.-% in einer Tiefe von 0 – 20 mm auf.

Tiefgarage Ost

Decke über UG1

Die Decke wurde im Innenhof von der **Oberseite** aus im Bereich eines Risses, der sich an der Deckenunterseite befindet, beprobt und die Abdichtung lokal entfernt. An der Deckenoberseite konnte der Riss optisch nicht festgestellt werden. Daher wurden an drei Stellen Chloridproben in jeweils 5 Tiefenlagen (0-20 mm, 20-40 mm, 40-60 mm, 60-80 mm, 80-100 mm) mit einem Abstand von ca. 20 cm entnommen. Die Chloridproben DO1-DO3 weisen alle unkritische Chloridwerte auf.

Die **Unterseite** der Decke über UG1 wurde an vier Stellen beprobt (D1-D4). Die Prüfstellen befinden sich alle in optisch auffälligen Bereichen. Zusätzlich wurde ein Unterzug entlang einer gerissenen Fuge mit Farbablösungen (UZ1) beprobt.

Drei der vier Prüfstellen (D2-D4) an der Decke weisen in der Lage von 20-40 mm erhöhte Chloridgehalte von bis zu 0,6 Cl M.-% auf. Diese sind als kritisch zu bewerten.

An der Prüfstelle D1 wurde trotz freiliegender korrodierter Bewehrung kein erhöhter Chloridgehalt festgestellt.

Die Prüfstelle UZ1 am Unterzug weist ebenfalls keine kritischen Chloridgehalte auf, obwohl bei der Probeöffnung Bewehrungskorrosion festgestellt wurde.

Zwischendecke / Decke über UG2

An der **Oberseite** der Zwischendecke wurde an sechs Stellen eine Chloridbeprobung durchgeführt (B3-B8). Die Abdichtungslage wurde hierzu, sofern vorhanden, vorab entfernt, so dass die Beprobung ab Oberkante Stahlbetondecke durchgeführt werden konnte.

Die Ergebnisse der Chloridbeprobung haben gezeigt, dass zwei der sechs beprobten Stellen keine erhöhten und damit unkritischen Chloridgehalte aufweisen (B3, B6).

Die Prüfstellen B4 und B5 weisen leicht erhöhte Chloridgehalte in der 1. und 2. Tiefenlage mit Chloridwerten von bis zu 0,34 Cl M.-% auf.

Die **Unterseite** der Zwischendecke wurde an drei Prüfstellen auf ihre Chloridbelastung untersucht (D10-D12). Die Prüfstellen befinden sich in den Lager- und Technikräumen und sind alle optisch auffällig, z. B. Ablaufspuren, Farbablösungen und Korrosionsspuren.

Alle drei Prüfstellen weisen im Bereich der Bewehrungslage deutlich erhöhte Chloridgehalte von bis zu 1,44 Cl M.-% auf und sind daher als kritisch zu bewerten.

Bodenplatte

Bei den zwei Prüfstellen B7 und B8 in der Bodenplatte liegen stark erhöhte Chloridgehalte von 2,46 bzw. 2,85 Cl M.-% bezogen auf den Zementgehalt im Beton in einer Tiefe von 40-60 mm vor.

Stützen / Wände

An insgesamt sechs **Stützen** wurde in der Tiefgarage Ost der Chloridgehalt im Sockelbereich gemessen. Davon befinden sich fünf Stützen im 1. Untergeschoss (S3-S7) und eine Stütze mit Farbablösungen im 2. Untergeschoss im Archiv (S13). Im 2. Untergeschoss wurde die Chloridprobe auf einer Höhe von ca. 40 cm über Oberkante Boden entnommen.

Vier der fünf untersuchten Stützen im 1. Untergeschoss weisen erhöhte Chloridgehalte von bis zu 0,52 Cl M.-% (0-20 mm) und 0,49 Cl M.-% (20-40 mm) auf. Die Chloridwerte sind aufgrund der stellenweise geringen Betonüberdeckung als kritisch zu bewerten.

Die Stütze im Archiv im 2. Untergeschoss weist deutlich erhöhte Chloridgehalte von bis zu 2,88 M.-% (20-40 mm) bzw. 1,64 M.-% (40-60 mm) auf. Die Chloridbelastung ist als kritisch zu bewerten.

An den **Wänden** wurden an zehn Prüfstellen im Sockelbereich Chloridproben entnommen. Die Prüfstellen befinden sich alle in optisch auffälligen Bereichen. Fünf der Prüfstellen befinden sich im 2. Untergeschoss (Prüfstelle W9-W13). Diese Prüfstellen weisen alle stark erhöhte Chloridgehalte bis zu 1,86 Cl M.-% (40-60 mm) auf und sind als kritisch zu bewerten. An der Probeöffnung W13 konnte Bewehrungskorrosion mit Querschnittsverlusten festgestellt werden, was die gemessene hohe Chloridkonzentration bestätigt.

Im 1. Untergeschoss wurden ebenfalls fünf Wandsockel auf ihren Chloridgehalt überprüft (Prüfstelle W4-W8). Von diesen Prüfstellen wurde an zwei Stellen (W4, W7) deutlich erhöhte Chloridgehalte von bis zu 1,64 Cl M.-% (20-40 mm) gemessen, die als kritisch zu bewerten sind.

Der Chloridgehalt der Prüfstelle W5 und W6 ist mit bis zu 0,20 Cl M.-% nur gering erhöht und als unkritisch zu bewerten.

An der Prüfstelle W8 lag keine Chloridbelastung vor.

4.3.6 Betondruckfestigkeit

Die Betondruckfestigkeit wurde orientierend in der Tiefgarage West und der Tiefgarage Ost in jedem Geschoss jeweils an einer Stütze und einem Wandbereich mit dem „Rückprallhammer“ bestimmt. Im 2. Untergeschoss des Gebäudeteils Ost wurde keine Messung ausgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Aufgrund der Karbonatisierungstiefe von mehr als 5 mm sind die Werte nur als Anhaltswerte zu sehen, da es infolge der Karbonatisierung und des dabei entstehenden Kalksteins zu einer Verhärtung der Betonoberfläche kommt. Die Druckfestigkeit im Bauteil ist i.d.R. niedriger als an der karbonatisierten Betonoberfläche und müsste zerstörend an einem Bohrkern bestimmt werden. Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte in Anlehnung an die DIN EN 13791:2020-02), Tabelle B.1.

Tabelle 2: Ergebnisse der Bestimmung der Druckfestigkeit mit dem „Rückprallhammer“

Nr.	Bauteil	UG	Median Rückprallwert R	Druckfestigkeitsklasse
Tiefgarage West				
S1a	Stütze	UG1	56	ca. C50/60
W2	Wand	UG1	51	ca. C45/55
S11	Stütze	UG2	56	ca. C50/60
W19	Wand	UG2	46	ca. C30/37
Tiefgarage Ost				
S3	Stütze	UG1	58	ca. C55/67
W7	Wand	UG1	57	ca. C55/67

Der im Bestand verwendete Beton ist mir nicht bekannt. Die messtechnisch ermittelten Betondruckfestigkeiten sind für eine Betoninstandsetzung prinzipiell geeignet.

4.4 Grundlagen der Betoninstandsetzung

4.4.1 Schadensmechanismen

Depassivierung und Bewehrungskorrosion

Stahlbeton ist ein Verbundwerkstoff, dessen Tragfähigkeit wesentlich von der eingebauten Betonstahlbewehrung abhängt. Es ist deshalb im Hinblick auf die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen von entscheidender Bedeutung, dass zum einen eine ausreichende Bewehrungsmenge eingebaut wird und zum anderen, dass die im Beton eingebauten Stähle dauerhaft vor Korrosion geschützt werden.

Aufgrund des alkalischen Milieus des Zementes (ph-Wert ~ 13) bildet sich auf dem einbetonierten Stahl eine feine Eisenoxidschicht (Passivschicht), die den Stahl vor Korrosion schützt. Kommt es zur Auflösung der Eisenoxidschicht des Stahls (sog. „Depassivierung“), kann es in Kombination mit weiteren Faktoren (elektrischer Potentialunterschied, Vorhandensein eines Elektrolyten und Zutritt von Sauerstoff) zu einer Korrosion und in der Folge zu einer Reduzierung der Tragfähigkeit der Bewehrung kommen. Außerdem kann es – da das Volumen der Korrosionsprodukte größer als das Volumen des ursprünglichen Stahles ist – durch die Bewehrungskorrosion auch zu Betonabplatzungen bzw. zu Rissen im Beton kommen.

In Bereichen, in denen eine nicht ausreichende Betondeckung der Bewehrung bzw. Risse im Beton vorhanden sind und/oder der Beton nicht vor dem Eindringen von Chloriden z. B. durch einen hinreichend dicken Beton oder durch ein Oberflächenschutzsystem („Beschichtung“) geschützt ist, kann Chlorid z. B. aus der Tausalzstreuung im Winter insbesondere in die Risse aber auch in den ungerissenen Beton eindringen und sich anreichern. Gelangen die Chloride im Laufe der Nutzungsdauer bis zum Bewehrungsstahl, kommt es zu einer Auflösung der Passivschicht („Depassivierung“) und zu Lochfraßkorrosion der Bewehrung.

Zu einer Depassivierung kann es aber auch kommen, wenn durch die Karbonatisierung des Betons das schützende alkalische Milieu (< ph-Wert ~ 13) verloren geht. Unter der „Karbonatisierung“ versteht man die chemische Umwandlung der alkalischen Bestandteile des Zementsteines durch Kohlendioxid (CO_2), z. B. aus der Luft, in Kalziumcarbonat. Hierdurch kommt es zu einem Absinken des ph-Wertes unter ~ 9 und in der Folge zu einer Depassivierung des Bewehrungsstahls.

Angaben zu Grenzwerten des Chloridgehaltes im Beton finden sich z. B. in der DIN EN 206 „Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ Ausgabe 2017.

Zudem gibt es Verweise in der Instandsetzungs-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (Rili-SIB) Ausgabe 2001 des „Deutschen Ausschuss für Stahlbeton“ (DAfStb), die zukünftig von der Instandhaltungs-Richtlinie abgelöst wird.

Der zulässige Chloridgehalt im Frischbeton nach Tabelle 15 der DIN EN 206 liegt für schlaff bewehrte Bauteile bei < 0,4 Cl M.-% und für vorgespannte Bauteile bei < 0,2 Cl M.-% bezogen auf den Zementgehalt. Die Instandsetzungs-Richtlinie fordert zudem, ab einem Chloridgehalt von 0,5 Cl M.-% einen sachkundigen Planer einzuschalten.

In der DIN EN 1504-9 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 9: Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen“ findet sich unter Punkt A.6.2.2.3 folgender Hinweis: *„Früher galt ein Chloridionengehalt von 0,4 % der Zementmasse als Mindestkonzentration an Chloriden, durch die eine Korrosion ausgelöst wird. Neuere Forschung hat gezeigt, dass eine wesentlich niedrigere Mindestkonzentration an Chloriden — manchmal sogar unter 0,2 % der Zementmasse — ausreicht, auch wenn unter bestimmten Umgebungsbedingungen weit höhere Werte tolerierbar sind. Es ist daher wichtig, das Korrosionsrisiko hinsichtlich der tatsächlichen Bedingungen für jedes Bauwerk zu beurteilen. Es sollte nicht davon ausgegangen werden, dass es einen sicheren Grenzwert gibt.“*

Welcher Chloridgehalt im Einzelfall schadensauslösend ist, ist unter anderem von den unmittelbar am Stahl vorhandenen, ungebundenen Chloriden abhängig. Nur Letztere können korrosionsauslösend werden. Bei Untersuchungen lässt sich an einer Probe jedoch nur der Gesamtchloridgehalt bestimmen. Für eine Beurteilung der Situation ist daher auch der sogenannte „Eigenchloridgehalt“ des jeweiligen Bauteils heranzuziehen.

Expositionsklasse und Betondeckung

Nach der beim Bau ca. 1970 der Tiefgarage Ost gültigen DIN 1045, Ausgabe 1959 wurde eine Betondeckung in Innenräumen von 15 mm und im Freien von 20 mm gefordert. Wenn mit einem Tausalzangriff gerechnet werden musste, hätten nach der beim Bau gültigen Norm zusätzlich besondere Schutzmaßnahmen ergriffen werden müssen. Hierzu zählen unter anderem die Verwendung eines besonders dichten und wasserundurchlässigen Betons sowie die Erhöhung der Betondeckung auf 40 mm.

Für die ca. 1992 erstellten Tiefgarage West gilt die DIN 1045, Ausgabe 1988. Hier wurde bei Tausalzangriff eine Mindestbetondeckung von 40 mm gefordert. Als Alternative dazu konnte eine in Abhängigkeit vom Bewehrungsdurchmesser eine

Mindestbetondeckung von 20 mm (Ø 20 mm) bis 30 mm (Ø 28 mm) im Zusammenhang mit weiteren Schutzmaßnahmen, wie außenliegende Schutzschichten geplant werden.

Nach heutigem Kenntnisstand ist eine Mindestbetondeckung von 20 mm zu gering, da u.a. durch die veränderten Umweltbedingungen ein höherer Angriffsgrad auf die Bauteile vorhanden ist, als damals angenommen.

Im derzeit gültigen Eurocode 2, DIN EN 1992-1-1 „Stahlbeton- und Spannbeton-tragwerke“ werden in der Tabelle 4.1 die Umgebungsbedingungen in die Expositionsklassen XC, XD und XF für Bewehrungs- und Betonkorrosion klassifiziert. Die zu den Expositionsklassen zugehörige Mindestbetondeckung wird in der Tabelle 4.4N angegeben. Für befahrene Parkdecks ist die Bewehrungskorrosion aus Chloriden XD maßgebend.

Bei chloridinduzierter Korrosion und einer Umgebungsbedingung „wechselnd nass und trocken“ wird die Expositionsklasse XD 3 vorgegeben.

- Nennmaß der Betondeckung c_{nom} = 55 mm
- Mindestmaß der Betondeckung $c_{min,dur}$ = 40 mm

Die Betondeckung für die Expositionsklasse XC 3 bei ausschließlich karbonatisierungsinduzierter Korrosion beträgt:

- Nennmaß der Betondeckung c_{nom} = 35 mm
- Mindestmaß der Betondeckung $c_{min,dur}$ = 20 mm

Mit diesen Forderungen soll sichergestellt werden, dass der Beton ausreichend widerstandsfähig ist gegenüber Karbonatisierung und Chloriden.

4.4.2 Instandsetzungsprinzipien

Anforderungen an die Instandsetzung von Stahlbetonbauwerken sind in der DIN EN 1504 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken“, Ausgabe 2005 festgelegt. Zudem wird die Instandsetzung nach der national anwendbaren „Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Rili-SIB)“, Ausgabe 2001, des „Deutschen Ausschusses für Stahlbeton“ geregelt. In der Rili-SIB werden die Planung, die Durchführung und die Überwachung von Betoninstandsetzungsarbeiten vorgegeben.

Instandsetzungsmaßnahmen haben “den dauerhaften Ersatz von zerstörtem oder abgetragenem Beton … zum Ziel sowie erforderlichenfalls den dauerhaften Schutz der instand zu setzenden Bauteile. Soweit korrodierender Bewehrungsstahl als Ursache für die Schäden am Beton in Betracht kommt, z. B. wegen unzureichender Dicke oder Dichtheit der Betondeckung, können die Maßnahmen auch den dauerhaften Korrosionsschutz der Bewehrung betreffen.“ (vergleiche Rili-SIB, Teil 1, Abschnitt 5)

Hierzu werden vier grundsätzliche Instandsetzungsprinzipien aufgeführt:

R Korrosionsschutz durch Wiederherstellen des alkalischen Milieus
W Korrosionsschutz durch Begrenzung des Wassergehalts im Beton
C Korrosionsschutz durch Beschichtung der Bewehrung
K Kathodischer Korrosionsschutz (Verhinderung der Korrosion der Bewehrung durch Einbau einer Opferanode)

Bei dem (üblicherweise verwendeten) Instandsetzungsprinzip R (Korrosionsschutz durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus) wird in einem ersten Schritt der chloridbelastete Beton z. B. durch Höchstdruckwasserstrahlen bis ca. 2 cm hinter die Bewehrungslage entfernt und mind. 10 cm über den korrodierten Bereich der Bewehrung hinaus.

Anschließend wird in den freigelegten Bereichen mit geschädigter Bewehrung die Bewehrung nach statisch-konstruktiver Erfordernis ergänzt. Abschließend werden die bearbeiteten Stellen mit einem geeigneten Instandsetzungsbeton oder -mörtel reprofiliert. Hierdurch werden die Chloride entfernt und die Bewehrung wird wieder in ein alkalisches Milieu eingebettet und so dauerhaft vor Korrosion geschützt.

Zu beachten sind u.a. auch die Vorgaben der DIN EN 1504 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken“.

4.5 Beurteilung und Instandsetzung

Der Vollständigkeit halber wurden die Schäden in den Lager- und Technikräumen im 2. Untergeschoss ebenfalls in der Schadenskartierung aufgenommen. Sofern diese nicht im direkten Zusammenhang mit der Nutzung der Tiefgarage stehen, werden diese Schäden jedoch im nachfolgenden Instandsetzungskonzept nicht berücksichtigt.

4.5.1 Tiefgarage West

Decke über UG1

An der Decke über dem 1. Untergeschoss ist keine Instandsetzung notwendig.

Stützen und Wände – 1. und 2. Untergeschoss

Die Sockelflächen an den Stützen und Wänden sind in beiden Geschossen nicht beschichtet, so dass diese Flächen mit einem **Oberflächenschutzsystem** nach DBV-Merkblatt zu beschichten sind.

Der **Chloridgehalt** an den Stützen ist in beiden Geschossen nicht erhöht. An den Wänden wurden nur im 1. Untergeschoss teilweise erhöhte Chloridwerte festgestellt.

Die chloridbelasteten Flächen an den Wänden sind instand zu setzen. Da die chloridbelasteten Wände kein optisch auffälliges Schadensbild aufzeigen, empfehle ich zur Eingrenzung des Nachbesserungsumfangs eine Potentialfeldmessung durchzuführen. Die auffälligen Flächen können dann nach dem Prinzip R der Rili-SIB betontechnologisch instandgesetzt werden. Für die Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass ca. 30 % der Wandflächen instandgesetzt werden müssen.

Die **Karbonatisierungstiefe** befindet sich ca. 14-27 mm vor der Bewehrung und ist als unkritisch zu beurteilen.

Die **Betondeckung** an den Stützen und Wänden variiert teils stark und liegt etwa zwischen 25 mm und 50 mm. Die erforderliche Betondeckung von 40 mm wird nicht an allen Stellen eingehalten.

Wenn man die Sockelflächen mit einer hochwertigen Flüssigkunststoffabdichtung abgedichtet, könnten die Anforderungen an die Mindestbetondeckung auf 20 mm reduziert werden. Alternativ hierzu müsste die Betonüberdeckung auf 40 mm erhöht werden. Statt einer Flüssigkunststoffabdichtung wäre dann ein Oberflächenschutz-system nach DBV-Merkblatt ausreichend.

Bei einer Erhöhung der Betondeckung im Sockelbereich werden jedoch die Durchfahrtsbreiten und die Stellplatzbreiten verringert. Nutzungsbeeinträchtigungen müssen im Rahmen einer Detailplanung geprüft werden.

Die Sockelflächen sind nach DBV-Merkblatt in spritzwassergefährdeten Bereichen bis in eine Höhe von h = 50 cm und in nicht spritzwassergefährdeten Bereichen bis h = 15 cm zu beschichten bzw. abzudichten. Ich empfehle eine Beschichtungshöhe außerhalb des Spritzwasserbereichs eine Höhe von mindestens h = 30 cm einzuhalten.

Die Mauerwerkswände sind einschließlich Stahlbetonsockel zu beschichten bzw. abzudichten. Eine Beschichtungshöhe von ca. 15 cm ist meiner Ansicht nach ausreichend, da es sich lediglich um einen Schutz der Anschlussfuge zum Stahlbetonboden handelt.

Vertikale Fugen an den aufgehenden Bauteilen können z. B. mit einer Flüssigkunststoffabdichtung abgedichtet werden.

Decke über UG2 einschl. Zufahrtsrampe und Zwischenrampe

Die Zwischendecke ist mit einem ca. 60-75 mm dicken **Estrich** versehen. Es wurden keine Hohllagen des Estrichs festgestellt. Jedoch sind einige Risse im Estrich vorhanden. Die Risse setzen sich zum Teil auch in der Stahlbetondecke fort und sind auch an der Deckenunterseite zu erkennen. An den durchgängigen Rissen sind an der Deckenunterseite Ablaufspuren und Aussinterungen sowie Korrosionserscheinungen vorhanden.

Im Bereich der Fahrgasse vor der Rampe sind viele Risse im Estrich vorhanden, die teilweise bereits verfüllt wurden. Außerdem ist die Oberfläche des Estrichs durch die Nutzung stark abgetragen.

Auf der Zwischendecke ist eine Teilfläche mit einem starren **Oberflächenschutz-system** beschichtet, das erneut gerissen ist.

Die **Chloridbeprobung** hat ergeben, dass die Risse an der Oberseite lediglich bis in eine Tiefe von bis zu 40 mm und damit nur im Estrich chloridbelastet sind. An der Deckenunterseite wurden im Rissbereich jedoch stark erhöhte Chloridwerte festgestellt. Die chloridbelasteten Bereiche der Zwischendecke sollten grundsätzlich instandgesetzt werden. Die durchgängigen Risse sollten nach dem Prinzip R der RiliSIB instandgesetzt werden. In den übrigen Bereichen der Zwischendecke liegen jedoch keine eindeutigen Ergebnisse vor, so dass sich für die weitere Vorgehensweise unterschiedliche Möglichkeiten anbieten.

Der Instandsetzungsumfang ist aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse aus den Chloridbeprobungen nicht hinreichend genau zu erfassen. Der Haftverbund zwischen Estrich und Stahlbetondecke ist offensichtlich sehr gut, da keine großflächigen Hohllagen festgestellt werden konnten. Bei den Rissen im Estrich kann es jedoch sein, dass in Teilbereichen Chloride bis zur Bewehrung vorgedrungen sind.

Um herauszufinden, ob neben den durchgängigen Rissen auch weitere Flächen an der Zwischendecke geschädigt sind, besteht die Möglichkeit eine Potentialfeldmessung durchzuführen oder den Estrich abzubrechen. Eine Potentialfeldmessung auf dem Estrich durchzuführen, würde jedoch möglicherweise zu einem falschen Messergebnis führen, so dass diese Messmethode nur im Zusammenhang mit größeren Probeöffnungen zur Verifizierung sinnvoll ist. Ich empfehle daher in einem aussagekräftigen Bereich (z.B. Risse im Bereich der Zugzone der Bewehrung) eine Probeinstandsetzung nach vorheriger Potentialfeldmessung durchzuführen. Anhand der Ergebnisse aus der Probeinstandsetzung kann dann die Instandsetzung der Gesamtfläche geplant und ausgeschrieben werden.

Ansonsten müsste der Estrich flächig abgebrochen werden und auf der Rohbetondecke eine Potentialfeldmessung durchgeführt werden.

Für die Kostenschätzung gehe ich nach jetzigem Kenntnisstand von einem flächigen Abbruch des Estrichs und einer Betoninstandsetzung der durchgängigen Risse – jeweils an der Ober- und Unterseite der Decke – sowie zusätzlich von 10 % der oberseitig verlaufenden Risse aus.

Der stärker geschädigte Estrich in der Fahrgasse ist unabhängig von den Ergebnissen der Probeinstandsetzung vollständig zu erneuern.

Nach der Betoninstandsetzung ist der Bodenaufbau wiederherzustellen. Hierfür ist zum Beispiel ein bewehrter bzw. ggf. faserverstärkter Gefällebeton einzubringen. Der Boden ist dann mit einem rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystem nach Variante B2 des DBV-Merkblatts (z.B. OS10) zu beschichten.

Die Bewegungsfugen in der Zwischendecke sind abzudichten. Hierfür kann z.B. eine Flüssigkunststoffabdichtung mit Schlaufenausbildung oder ein Fugenprofil verwendet werden. In der weiteren Planung sind hierfür unter anderem der Fugenverlauf, die Fugenbewegung und die Einbauhöhen zu prüfen. In der Kostenschätzung gehe ich von einer Flüssigkunststoffabdichtung der Fugen aus.

Bodenplatte

Auf der Bodenplatte ist ein Estrich von ca. 50-60 mm vorhanden. Der Estrich wurde mit Fugen an den aufgehenden Bauteilen abgestellt und ist in Felder unterteilt, die elastisch verfugt sind. Ob die Bodenplatte ebenfalls feldweise ausgeführt wurde, ist nicht bekannt.

Auf dem Boden im UG2 sind Risse vorhanden, die sich auch teilweise in der Bodenplatte fortsetzen, was an den entnommenen Bohrkernen festgestellt werden konnte. Zudem konnte an der Bewehrung im Rissbereich leichte Korrosion festgestellt werden.

Aufgrund der in den Schnitten der Eingabepläne erkennbaren Konstruktion ist davon auszugehen, dass die Lasten über die Stützen und Wände direkt in Einzel- und Streifenfundamente geleitet werden. Die Bodenplatte wäre demnach nicht tragend und hätte lediglich eine aussteifende Funktion. Diese Annahme ist von einem Tragwerksplaner anhand z.B. von Probeöffnungen in der Bodenplatte zu verifizieren. In diesem Zusammenhang kann die Bodenplatte auch hinsichtlich einer feldweisen Aufteilung untersucht werden sowie die Größe der Fundamente unter den Stützen und Wänden.

Nach derzeitigem Kenntnisstand gehe ich von einer nicht tragenden Bodenplatte aus, die konstruktiv bewehrt ist, so dass auf eine betontechnologische Instandsetzung der Bodenplatte verzichtet werden kann. Dies sollte bei der Detailplanung unter Einschaltung eines Tragwerksplaners nochmal verifiziert werden. Nur in den Bereichen, in denen es zu einer Schädigung der Fundamente kommen kann, wäre die Bodenplatte zu öffnen. Dieser Punkt ist nachfolgend unter „Fundamente“ berücksichtigt.

Für die Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass der Estrich auf der Bodenplatte verbleibt und keine Betoninstandsetzung durchzuführen ist. Die Randbereiche zu den aufgehenden Bauteilen sind mit einem rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystem (z.B. OS10) zu beschichten. In diesen Flächen ist der Abbruch des elastischen Fugenmaterials mit zu berücksichtigen.

Im Bestandsestrich kann aufgrund der nutzungsbedingten Tausalzbeaufschlagung ein Salzgehalt vorhanden sein, der ggf. zu Blasenbildungen beim Auftragen des neuen Oberflächenschutzsystems führen kann. Es ist daher vorab eine Probefläche anzulegen.

Parkersysteme

Die Parkersysteme auf der Zwischenebene müssen aufgrund der Risse in der Zwischendecke zurückgebaut werden. Der Umfang des Rückbaus ist mit dem Hersteller der Parkersysteme abzustimmen.

Die Parkersysteme auf der Bodenplatte können nach jetzigem Kenntnisstand verbleiben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass es im Rahmen der Betoninstandsetzung zu Schäden an den Parkersystemen kommen kann. Zudem weisen die vorhandenen Parkersysteme u.a. Korrosionsschäden auf.

In der Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass die Parkersysteme auf der Zwischendecke erneuern werden.

Fundamente

Die Fundamente wurden im Rahmen der Beprobung nicht freigelegt. Ein Abdichtungshochzug an den Stützen und Wänden ist jedoch nicht zu erkennen, so dass ich davon ausgehe, dass die Fundamente ebenfalls ohne Abdichtung ausgeführt wurden.

Da der genaue Bodenaufbau und die Fugenausbildung in der Bodenplatte nicht bekannt sind, kann die Chloridbelastung der Fundamente nicht abschließend abgeschätzt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Chloridbelastung gering ist, da an den aufgehenden Bauteilen nur geringe Chloridbelastungen in lokal begrenzten Bereichen vorliegen.

Ich empfehle im Rahmen der Probeinstandsetzung an der Bodenplatte mindestens ein Einzelfundament und ein Streifenfundament freizulegen und ggf. instand zu setzen. Hierfür ist die Bodenplatte lokal abzutragen, so dass der Zustand und die Abmessungen der Fundamente sowie deren Bewehrungsgehalt aufgenommen und eine Chloridbeprobung durchgeführt werden kann.

Sollte eine Chloridbelastung der Fundamente vorliegen, sind die Fundamente betontechnologisch nach Prinzip R der Rili-SIB instand zu setzen und vor erneuter Chloridbelastung zu schützten. Hierzu stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung, die in Abhängigkeit vom Bestand ausgewählt werden können. Grundsätzlich sind die Fundamente entweder nach DIN 18533 abzudichten oder mit einem Oberflächenschutzsystem OS5b mit allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis (abP) als Abdichtung zu beschichten.

Für die Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass die Bodenplatte entlang der aufgehenden Bauteile lokal auf eine Breite von ca. 50 cm abzubrechen ist, die Fundamente bis zur Oberkante Estrich ergänzt und mit einer Flüssigkunststoffabdichtung abgedichtet werden. In der Kostenschätzung ist außerdem eine Betoninstandsetzung an 10 % der Einzelfundamente enthalten. Ich gehe dabei davon aus, dass ein Fundament eine Abmessung von 1,5 x 1,5 m hat.

Entwässerung

Die **Pumpensümpfe** sind beschichtet. Produktunterlagen hierzu liegen mir nicht vor. Augenscheinlich sind keine Schäden in Form von Rissbildungen oder Betonabplatzungen zu erkennen, die auf eine Korrosion der Bewehrung schließen lassen. Ich gehe daher davon aus, dass keine Schädigung an der Bewehrung vorliegt.

Die Beschichtung in den Pumpensümpfen sollte gegen eine z.B. Flüssigkunststoffabdichtung ausgetauscht werden. Zuvor sollte der Chloridgehalt im Beton überprüft werden und die Bewehrung im Pumpensumpf örtlich freigelegt werden, um den Zustand zu überprüfen.

Die korrodierten Schachtdeckel einschließlich der Rahmen sind zu erneuern.

Die korrodierten **Bodenabläufe** in der Zwischendecke und in der Bodenplatte sind zu erneuern und gegen Bodenabläufe mit Brandschutzeinsätzen auszutauschen. In der weiteren Planung kann überprüft werden, ob es sinnvoll ist weitere Bodenabläufe in der Zwischendecke zu setzen. Es sind Bodenabläufe aus nichtrostendem Stahl mit hohem Molybdängehalt (> 2 %, Werkstoff 1.4404, 1.4462 bzw. 1.4571) und mit umlaufendem Beschichtungsflansch einzubauen.

Ich empfehle eine Reinigung und Kanalbefahrung der Abwasserleitungen durchführen zu lassen, um ggf. einen Instandsetzungsbedarf zu ermitteln.

Nach Möglichkeit sollten Sammelrinnen zwischen den Bodenabläufen angeordnet werden. Die Machbarkeit ist in der weiteren Planung zu prüfen.

4.5.2 Tiefgarage Ost

Decke über UG1

Im Innenhof wurde die Abdichtung an der **Deckenoberseite** 2015 flächig erneuert. Eine Chloridbeprobung oder eine Betoninstandsetzung an der Deckenoberseite wurde nach Angabe im Rahmen der damaligen Planung und der Baumaßnahme nicht ausgeführt.

Zur Überprüfung wurde im Innenhof eine Probeöffnung erstellt und die Abdichtung lokal entfernt. An der Deckenoberseite wurde im Rissbereich eine Chloridbeprobung durchgeführt. Die gemessenen Chloridwerte sind nicht erhöht und unkritisch. Aufgrund der Chloridbelastung an der Deckenunterseite ist jedoch davon auszugehen, dass entlang der vormals undichten Fugen und Risse in der Decke örtlich Chloridbelastungen vorliegen sowie Schäden an der Bewehrung vorhanden sein können.

An der Deckenunterseite wurden an Fugen und Rissen Schäden in Form von starken Feuchtigkeitsablaufspuren, Abplatzungen und Korrosionserscheinungen festgestellt.

Die **Chloridbelastung** an der Deckenunterseite ist an drei von vier Stellen stark erhöht. An der Prüfstelle D1 wurde keine Chloridbelastung festgestellt. In diesem Bereich ist eine große Betonabplatzung mit korrodierender Bewehrung vorhanden. Ich gehe daher davon aus, dass die Chloridkonzentration sich in diesem Bereich herausgewaschen hat.

Die Schadstellen an der Deckenunterseite können nach dem Prinzip R der Rili-SIB instandgesetzt werden.

Im Rahmen der Instandsetzungsmaßnahmen an der Deckenunterseite können ggf. Rückschlüsse auf mögliche Schäden an der Deckenoberseite gezogen werden, die in Zusammenarbeit mit einem Tragwerksplaner bewertet werden sollten.

An einem **Unterzug** ist ein vertikaler Riss neben einer Stütze vorhanden. Es ist in der weiteren Planung mit einem Tragwerksplaner abzustimmen, ob dies eine Auswirkung auf das Tragsystem hat und ob neben der Instandsetzung eine Verstärkung notwendig ist.

Stützen und Wände

Die Sockelflächen der Stützen und Wänden sind nicht mit einem **Oberflächenschutzsystem** beschichtet. In Teilbereichen wurde eine Abdichtung hochgeführt. Die Abdichtungshochzüge weisen Ablösungen und Abplatzungen auf. Außerdem sind an den unbeschichteten Sockeln deutliche chloridinduzierte Korrosionsschäden wie Farbablösungen, Abplatzungen und Korrosionsspuren erkennbar.

Die **Karbonatisierungstiefe** liegt vor der Bewehrung und ist daher als unkritisch zu beurteilen.

Die Bestimmungen des **Chloridgehalts** haben ergeben, dass die Stützen und Wände leicht bis stark erhöhte Chloridgehalte aufweisen.

Die chloridbelasteten Stützen und Wände können nach dem Prinzip R der Rili-SIB instandgesetzt werden. Aufgrund der Chloridbelastung und des vorhandenen Schadensbildes gehe ich davon aus, dass alle Stützen und ca. 50 % der Wände im Sockelbereich instand zu setzen sind. Der Instandsetzungsumfang an den aufgehenden Bauteilen kann anhand von Potentialfeldmessungen ggf. reduziert werden.

Die **Betondeckung** an den Stützen und Wänden streut teils stark und liegt etwa zwischen 10 mm und 40 mm. Die derzeit erforderliche Betondeckung von 40 mm nach DIN EN 1992-2 wird meist nicht eingehalten.

Bei einem vollflächigen Freilegen der Bewehrung im Sockelbereich der Stützen und Wände und bei einer Reprofilierung der Sockel mit einem Beton in der Expositionsklasse XC3 in Verbindung mit einer Flüssigkunststoffabdichtung (FLK) kann die Mindestbetondeckung auf 20 mm verringert werden. Nur bei Flächen mit einer Betondeckung unter 20 mm ist bei der genannten Variante die Betonüberdeckung auf 20 mm zu erhöhen.

An Wand-/Stützenflächen, die nicht instandgesetzt werden müssen, aber eine Betonüberdeckung zwischen 20 mm und 40 mm aufweisen, empfehle ich eine Flüssigkunststoffabdichtung aufzubringen, um Bereiche mit Minderdeckungen ausreichend zu schützen. Alternativ hierzu müsste die Betonüberdeckung erhöht werden, damit eine Mindestbetondeckung von 40 mm erreicht wird. Die Sockelflächen müssten hier zudem mit einem Oberflächenschutzsystem nach DBV-Merkblatt beschichtet werden.

Bei einer Erhöhung der Betondeckung werden die Durchfahrtsbreiten und die Stellplatzbreiten verringert. Nutzungsbeeinträchtigungen müssen im Rahmen einer Detailplanung geprüft werden.

Die Sockelflächen sind in spritzwassergefährdeten Bereichen bis in eine Höhe von h = 50 cm je nach gewählter Variante zu beschichten oder abzudichten. In den übrigen Bereich ist eine Höhe von h = 15 cm ausreichend. Ich empfehle Ihnen die Verwendung einer Flüssigkunststoffabdichtung im Sockelbereich. Vorhandene Fugen in oder an den aufgehenden Bauteilen können ebenso einfach mit einer Flüssigkunststoffabdichtung abgedichtet werden.

Zwischendecke / Decke über UG2

Die Zwischendecke ist mit einem ungewöhnlichen Bodenaufbau versehen. Auf die Rohbetondecke wurde eine bituminöse **Abdichtung** aufgebracht, darauf ein Estrich und eine Asphaltschicht, die offensichtlich als Schutz- und Verschleißschicht dienten. Möglicherweise war der Estrich auch für eine leichte Gefälleausbildung oder für einen Höhenausgleich vorgesehen. Einzelne Bereiche sind nur mit einem Estrich bzw. mit einer Asphaltschicht ohne zusätzliche Abdichtungslage versehen. Der Bodenaufbau ist insgesamt unterschiedlich etwa 4-11 cm hoch.

Die Asphaltschicht und der Estrich weisen eine Vielzahl an Schäden in Form von Rissen und Abplatzungen auf. Der **Chloridgehalt** ist an vielen Prüfstellen leicht bis sehr stark erhöht.

Der Bodenaufbau ist für eine fachgerechte Instandsetzung nicht geeignet und sollte erneuert werden. Der Asphalt und die bituminöse Abdichtung sind aufgrund des Baujahrs möglicherweise schadstoffbelastet und einschließlich des Bodenaufbaus vollständig zu entfernen. Eine Teilsanierung ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht möglich.

Die Zwischendecke ist in den chloridbelasteten Rissbereichen sowie in der Fläche nach Prinzip R der Rili-SIB instand zu setzen. Nach dem Abbruch des Bodenaufbaus empfehle ich zur Lokalisierung korrosionsaktiver Bereiche eine Potentialfeldmessung auf der Rohbetondecke durchzuführen. Für die Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass ca. 30 % der Gesamtfläche instand zu setzen ist.

Durchgängige Risse und Dehnfugen, die an der Deckenunterseite Feuchtigkeitsablaufspuren aufweisen, sind über die gesamte Deckenstärke betontechnologisch instand zu setzen. Hierfür sind die darunterliegenden Archivräume voraussichtlich leer zu räumen bzw. zu schützen. Erforderliche Hilfsabstützungen sind von einem Tragwerksplaner vorzugeben.

Für einen neuen Bodenaufbau könnte z. B. ein Gefällebeton aufgebracht werden, der voraussichtlich bewehrt werden muss. Der Gefällebeton kann dann mit einem z.B. OS10 Oberflächenschutzsystem beschichtet werden oder mit einem zweilagigen Gussasphalt auf einer bituminösen Abdichtung abgedichtet werden. Die möglichen Varianten sind im Rahmen der Planung hinsichtlich Machbarkeit zu prüfen.

Die Dehnfugen sind je nach gewähltem Abdichtungs-/Beschichtungssystem dauerhaft z. B. mit einem Fugenprofil abzudichten.

Bodenplatte / Fundamente

Die Bodenplatte der Tiefgaragenebene hat einen ähnlichen Bodenaufbau wie die Zwischendecke. Auf die Rohbetonbodenplatte wurde ein Estrich mit einer Dicke von ca. 25 mm und eine Asphaltschicht mit ca. 15 mm Dicke aufgebracht. Eine Abdichtungslage ist nicht vorhanden.

Die Betondeckung in der Bodenplatte beträgt bei der Probeöffnung B7 ab Oberkante Rohbeton ca. 25 mm.

Wie auf der Zwischendecke ist die Asphaltschicht und der Estrich stark geschädigt und es liegen erhöhte **Chloridgehalt** bis auf Höhe der Bewehrung vor.

Die Konstruktion der Bodenplatte ist nicht bekannt. Aufgrund des Baujahres und der Konstruktion der Tiefgarage West gehe ich davon aus, dass Einzel- und Streifenfundamente unter den Stützen und Wänden zur Lastabtragung und eine nicht tragende Bodenplatte zur Aussteifung ausgeführt wurden. Dieser Sachverhalt ist in der weiteren Planung zu überprüfen und mit einem Tragwerksplaner abzustimmen.

Zur Klärung der konstruktiven Randbedingungen und zur Überprüfung der Machbarkeit empfehle ich auch hier eine Probeinstandsetzung durchzuführen. Im Rahmen der Probeinstandsetzung sind der Anschluss der Bodenplatte an die aufgehenden Bauteile sowie die Abmessungen der Fundamente zu ermitteln. Außerdem sind bei der Probeinstandsetzung die Fundamente hinsichtlich vorhandener Bewehrung und Chloridbelastung zu überprüfen.

Da die statische Konstruktion noch nicht bekannt ist und der Bodenaufbau sehr stark geschädigt ist, gehe ich nach derzeitigem Kenntnisstand davon aus, dass der Bodenaufbau der Bodenplatte aus Asphalt und Estrich flächig abzutragen ist und an der Bodenplatte in den chloridbelasteten Bereichen auf der Grundlage einer Potentialfeldmessung eine Betoninstandsetzung nach Prinzip R der Rili-SIB durchzuführen ist. Für die Kostenschätzung gehe ich davon aus, dass ca. 30 % der Gesamtfläche instand zu setzen ist.

Für die Kostenschätzung gehe ich außerdem davon aus, dass die Bodenplatte entlang der aufgehenden Bauteile lokal auf eine Breite von ca. 50 cm abzubrechen ist und die chloridbelasteten Fundamente (Annahme: 30 %) nach Prinzip R der Rili-SIB instand zu setzen sind. Die Fundamente sind im Anschluss bis zur Oberkante Bodenplatte zu ergänzen

Der Bodenaufbau kann analog zur Zwischendecke z.B. mit einem bewehrten Gefällebeton und einem OS10-Oberflächenschutzsystem ausgeführt werden.

Entwässerung

Der **Pumpensumpf** konnte im Rahmen der Begehung nicht begutachtet werden. Es ist in der weiteren Planung zu prüfen, ob Korrosionsschäden vorliegen und eine Betoninstandsetzung notwendig ist. Der Pumpensumpf benötigt eine Abdichtung und mögliche Korrosionsschäden wären instand zu setzen. Der korrodierte Schachtdeckel ist einschließlich des Rahmens zu erneuern.

Die vorhandenen **Bodenabläufe** sind zu erneuern und fachgerecht an die Beschichtung/Abdichtung anzuarbeiten. In der Zwischendecke sind voraussichtlich Bodenabläufe mit Brandschutzeinsätzen zu verwenden. Die Anforderungen sind durch einen Brandschutzplaner festzulegen.

Es sind Bodenabläufe aus nichtrostendem Stahl mit hohem Molybdängehalt (> 2 %, Werkstoff 1.4404, 1.4462 bzw. 1.4571) und mit umlaufendem Beschichtungsflansch einzubauen.

Ich empfehle eine Reinigung und Kanalbefahrung der Abwasserleitungen durchführen zu lassen, um ggf. auch dort den Instandsetzungsbedarf zu ermitteln.

Auf der Zwischendecke ist nahezu kein **Gefälle** vorhanden. Im Rahmen der weiteren Planung kann überprüft werden, ob die Gefällesituation verbessert werden kann. Dafür sind weitere Probeöffnungen für die Ermittlung der vorhandenen Aufbauhöhen erforderlich. Dies ist vor allem abhängig vom gewählten neuen Bodenaufbau. Bei der Abdichtung mit Gussasphalt ist aufgrund der Aufbauhöhen, nur eine geringe oder ggf. keine Anpassung des Gefälles möglich.

Nach Möglichkeit sollten Sammelrinnen zwischen den Bodenabläufen angeordnet werden. Die Machbarkeit ist in der weiteren Planung zu prüfen.

2. Untergeschoss - Archivräume

Im Archivraum im 2. Untergeschoss ist eine **Stütze** stark chloridbelastet, da über die Deckenfuge chloridhaltiges Wasser aus der Tiefgarage eingedrungen ist. Die Stütze im UG2 ist daher über die gesamte Höhe betontechnologisch nach Prinzip R der Rili-SIB instand zu setzen.

Die Bearbeitung der Deckenfuge und der durchgängigen Risse wurde bereits bei der Zwischendecke beschrieben.

Für die Instandsetzungsmaßnahme ist voraussichtlich eine Sperrung und Räumung der Archivräume notwendig.

4.5.3 Instandsetzungsschritte

Nachfolgend sind die wesentlichen Schritte der Instandsetzung in der Tiefgarage West und Ost angegeben. Die Instandsetzung richtet sich nach den Vorgaben der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Rili-SIB). Erforderliche Abstützungsmaßnahmen sind durch einen Tragwerksplaner vorzugeben. Der Abtrag des chloridverseuchten Betons muss i.d.R. bis 2 cm hinter die Bewehrung und an den aufgehenden Bauteilen bis in eine Höhe von h ≤ 30 cm über Oberkante Bodenplatte/Tiefgaragendecke erfolgen, jedoch mindestens 10 cm über korrodierte Bereiche der Bewehrung hinaus. Aufgrund der geringen Bauteilabmessungen der Stützen und Wände empfehle ich den gesamten Querschnitt zu erneuern.

Das Abtragen des chloridbelasteten Betons sollte vorzugsweise im Höchstdruckwasserstrahlverfahren erfolgen, da ein mechanischer Betonabtrag z. B. mit Kompressorhämmern zu Mikrorissen im verbleibenden Beton führt und es so zu einer Schädigung des Bestands kommen kann. Der Beton ist mit einem geeigneten Instandsetzungsbeton zu reprofilieren. Dabei muss der Instandsetzungsbeton folgende Anforderungen erfüllen:

- Festigkeit entsprechend der statisch erforderlichen Festigkeit
- Expositionsklasse entsprechend den planerischen Vorgaben nach DBV-Merkblatts
- Instandsetzung an Stützen, Wände und Decke vorzugsweise mit Spritzbeton
- Gute Haftung am Altbeton
- Etwas geringerer E-Modul als der Altbeton
- Wärmedehnzahl, die in etwa der des Altbetons entspricht
- Geringe Wasseraufnahme und hohe Wasserdampfdurchlässigkeit
- Die Bewehrung muss entrostet bzw. bei starker Schädigung ergänzt werden.

Die nachfolgenden Instandsetzungsschritte beschreiben die wesentlichen Einzelmaßnahmen an den jeweiligen Bauteilen. Sie sollten Grundlage einer Detailplanung und Ausschreibung sein.

Tiefgarage West

Nachfolgend sind die Sanierungsschritte für eine mögliche Variante zur Instandsetzung der Stahlbetonbauteile in der Tiefgarage West aufgeführt.

Tiefgarage West – Zwischendecke / Stützen / Wände / Bodenplatte

1. Bauseitiger Rückbau: Elektro-, Lüftungs-, Sprinklerleitungen etc.
2. Abbruch des Anstrichs im Sockelbereich der Stützen/Wände in der Fahrgasse
3. Abbruch der lokalen Bodenbeschichtung auf der Zwischendecke
4. Kennzeichnung der durchgängigen Risse in der Zwischendecke
5. Flächiger Abbruch des Estrichs durch Fräsen auf der Zwischendecke
6. Lokaler Abbruch der Bodenplatte entlang der aufgehenden Bauteile
7. Abbruch der Bodenabläufe in der Zwischendecke und der Bodenplatte
8. Abbruch der Schachtdeckel der Pumpensümpfe
9. Abbruch der Beschichtung in den Pumpensümpfen
10. Potentialfeldmessung auf der Zwischendecke und an den aufgehenden Bauteilen im UG1 + UG2
11. Hilfsabstützungen nach statischen Vorgaben für die Bearbeitung der Stützen/Wände und ggf. der Zwischendecke
12. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den Stützen + Wänden mit HDWS (UG1 + UG2)
13. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den chloridbelasteten Rissen mit HDWS in der Zwischendecke (oben + unten)
14. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den Fundamenten mit HDWS in der Zwischendecke (oben + unten)
15. Ggf. Ergänzen der Bewehrung in korrodierten Bereichen
16. Reprofilierung der Stützen und Wände mit einem Beton in der Expositionsklasse XC3 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
17. Reprofilierung der Zwischendecke mit einem Beton in der Expositionsklasse XD1, XC3, WF und ggf. XF1 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
18. Lokaler Auftrag z.B. eines bewehrten / faserverstärkten Aufbetons auf der Zwischendecke
19. Ggf. Ausbildung von Sammelrinnen zwischen den Bodenabläufen im UG1
20. Ergänzung der Fundamente bis Oberkante Bodenplatte einschl. Gefälleausbildung an der Oberseite mit einem Beton in der Expositionsklasse XD3, XC4, WA und ggf. XF2 oder XF4 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
21. Auftrag einer Flüssigkunststoffabdichtung oder eines OS-Systems nach DBV-Merkblatt auf der Bodenplatte im Anschluss an die Stützen und Wände

22. Ausbildung von Anrampungen und ggf. Hohlkehlen um Stützen und Wände im UG1
23. Beschichtung der Zwischendecke einschließlich der Hohlkehlen mit einem rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystems nach DBV-Merkblatt (z. B. OS10)
24. Abdichtung der Bewegungsfugen im UG1 z.B. mit einer Flüssigkunststoffabdichtung mit Schlaufenausbildung
25. Auftrag einer Flüssigkunststoffabdichtung im Sockelbereich der Stützen und Wände im UG1 und UG2 bis in eine Höhe von 50 cm im spritzwassergefährdeten bzw. von mindestens 15 cm (Empfehlung: h = 30 cm) im nicht spritzwassergefährdeten Bereich über Oberkante Boden
26. Beschichtung der Pumpensümpfe mit einer Flüssigkunststoffabdichtung, die einen ausreichenden Widerstand gegen stehendes chlorid- und ölhaltiges Wasser aufweist
27. Erneuerung der Schachtabdeckung der Pumpensümpfe
28. Einbau von Bodenabläufen aus nichtrostendem Stahl mit hohem Molybdängehalt (> 2 %, Werkstoff 1.4404, 1.4462 bzw. 1.4571) in der Bodenplatte und der Zwischendecke. In der Zwischendecke sind Bodenabläufe mit Brandschutzeinsatz zu verbauen.
29. Wiederherstellung der Fluchtwegs-, Fahrbahn- und Stellplatzmarkierungen
30. Ggf. Malerarbeiten

Die Auflistung beschreibt die wesentlichen Maßnahmen, ersetzt jedoch nicht die Planung und Ausschreibung.

Die Instandsetzungsbereiche der Tiefgarage West sind in Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellt (siehe auch Anlage 4).

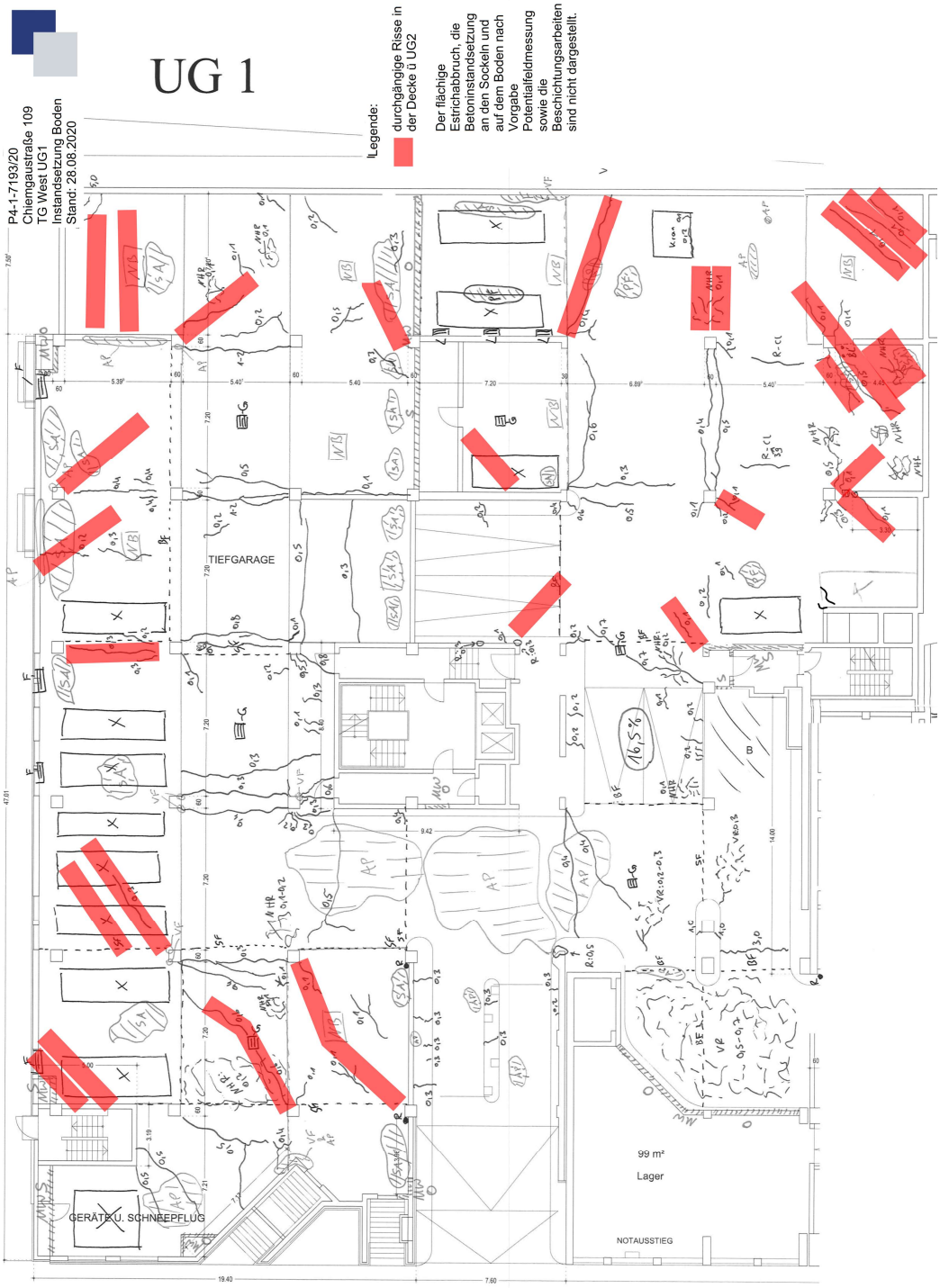


Abbildung 19: TG West Instandsetzungsflächen UG1 durchgängige Risse in der Decke über UG2 (rot)

Abbildung 20: TG West Instandsetzungsflächen UG2 Boden und aufgehende Bauteile (rot: Stb-Sockel, grün: Mauerwerkswände)

Tiefgarage Ost

Nachfolgend sind die Sanierungsschritte für die von mir empfohlene Instandsetzung der Stahlbetonbauteile in der Tiefgarage Ost aufgeführt.

Tiefgarage West – Zwischendecke / Stützen / Wände / Bodenplatte

1. Bauseitiger Rückbau: Elektro-, Lüftungs-, Sprinklerleitungen etc.
2. Abbruch des Anstrichs im Sockelbereich
3. Abbruch der Abdichtungshochzüge im Sockelbereich
4. Abbruch des vorhandenen Bodenaufbaus aus Gussasphalt, Estrich und bituminöser Abdichtung
5. Lokaler Abbruch der Bodenplatte entlang der aufgehenden Bauteile
6. Ggf. Abbruch der Beschichtung im Pumpensumpf
7. Abbruch des Schachtdeckels des Pumpensumpfes
8. Abbruch der Bodenabläufe
9. Potentialfeldmessung auf dem Boden
10. Potentialfeldmessung und Betondeckungsmessung an den Wänden + Stützen
11. Hilfsabstützungen nach statischen Vorgaben für die Bearbeitung der Stützen und der Zwischendecke
12. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den Stützen + Wänden im UG1
13. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den chloridbelasteten Bereichen der Zwischendecke und der Bodenplatte
14. Abtrag des chloridbelasteten Betons an den Fundamenten
15. Abtrag des chloridbelasteten Betons an der Stütze und den Fugen im UG2 (Archiv)
16. Abtrag des chloridbelasteten Betons an der Unterseite der Decke über UG1 durch Stemmen (Risse + Fugen + Einzelschadstellen)
17. Ggf. Ergänzen der Bewehrung in korrodierten Bereichen
18. Reprofilierung der Stützen und Wände mit einem Beton in der Expositionsklasse XC 3 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
19. Reprofilierung der Decke über UG1 mit einem Beton in den Expositionsklassen XC3, WF und ggf. XF1 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
20. Reprofilierung der Zwischendecke mit einem Beton in den Expositionsklassen XD1, XC3, WF und ggf. XF1 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
21. Ergänzung der Fundamente bis Oberkante Bodenplatte einschl. Gefälleausbildung an der Oberseite mit einem Beton in der Expositionsklasse XD3, XC4, WA und ggf. XF2 oder XF4 und einer entsprechenden Druckfestigkeit
22. Auftrag eines bewehrten / faserverstärkten Aufbetons mit Gefälleausbildung
23. Ggf. Ausbildung von Sammelrinnen zwischen den Bodenabläufen
24. Ausbildung von Anrampungen und ggf. Hohlkehlen um Stützen und Wände

25. Beschichtung der Zwischendecke und der Bodenplatte einschließlich der Hohlkehlen mit einem rissüberbrückenden Oberflächenschutzsystems nach DBV-Merkblatt (z.B. OS10) oder Auftrag eines zweilagigen Gussasphalts auf bituminöser Abdichtung
26. Beschichtung des Pumpensumpfes mit einer Flüssigkunststoffabdichtung, die einen ausreichenden Widerstand gegen stehendes chlorid- und ölhaltiges Wasser aufweist
27. Erneuerung der Schachtabdeckung des Pumpensumpfes
28. Einbau von Bodenabläufen aus nichtrostendem Stahl mit hohem Molybdängehalt (> 2 %, Werkstoff 1.4404, 1.4462 bzw. 1.4571) in der Bodenplatte und der Zwischendecke. In der Zwischendecke sind voraussichtlich Bodenabläufe mit F90-Brandschutzeinsatz zu verbauen. Ggf. setzen zusätzlicher Bodenabläufe in der Zwischendecke.
29. Ggf. Erhöhung der Betondeckung im Sockelbereich
30. Auftrag einer Flüssigkunststoffabdichtung im Sockelbereich der Stützen und Wände bis in eine Höhe von 50 cm im spritzwassergefährdeten bzw. von mindestens 15 cm (Empfehlung: 30 cm) im nicht spritzwassergefährdeten Bereich über Oberkante Boden
31. Abdichtung der Bewegungsfugen z.B. mit einer Flüssigkunststoffabdichtung mit Schlaufenausbildung oder Fugenprofilen
32. Wiederherstellung der Fluchtwegs-, Fahrbahn- und Stellplatzmarkierungen
33. Malerarbeiten

Die Auflistung beschreibt die wesentlichen Maßnahmen, ersetzt jedoch nicht die Planung und Ausschreibung.

Die nachfolgende Abbildung 22 und Abbildung 21 zeigen die instand zu setzenden Bereiche in der Tiefgarage Ost (siehe auch Anlage 4).

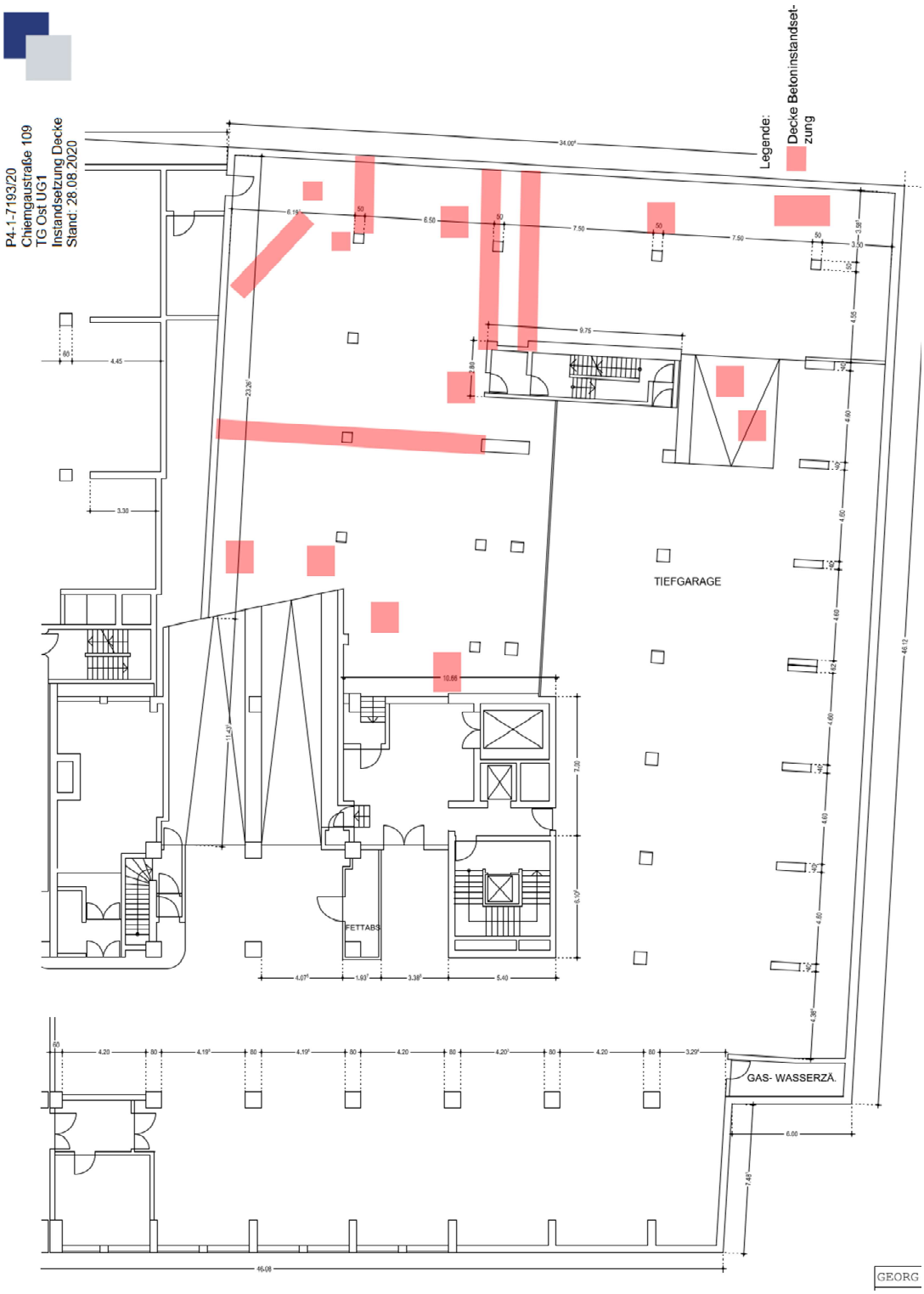


Abbildung 21: TG Ost: Instandsetzungsflächen Decke über UG1

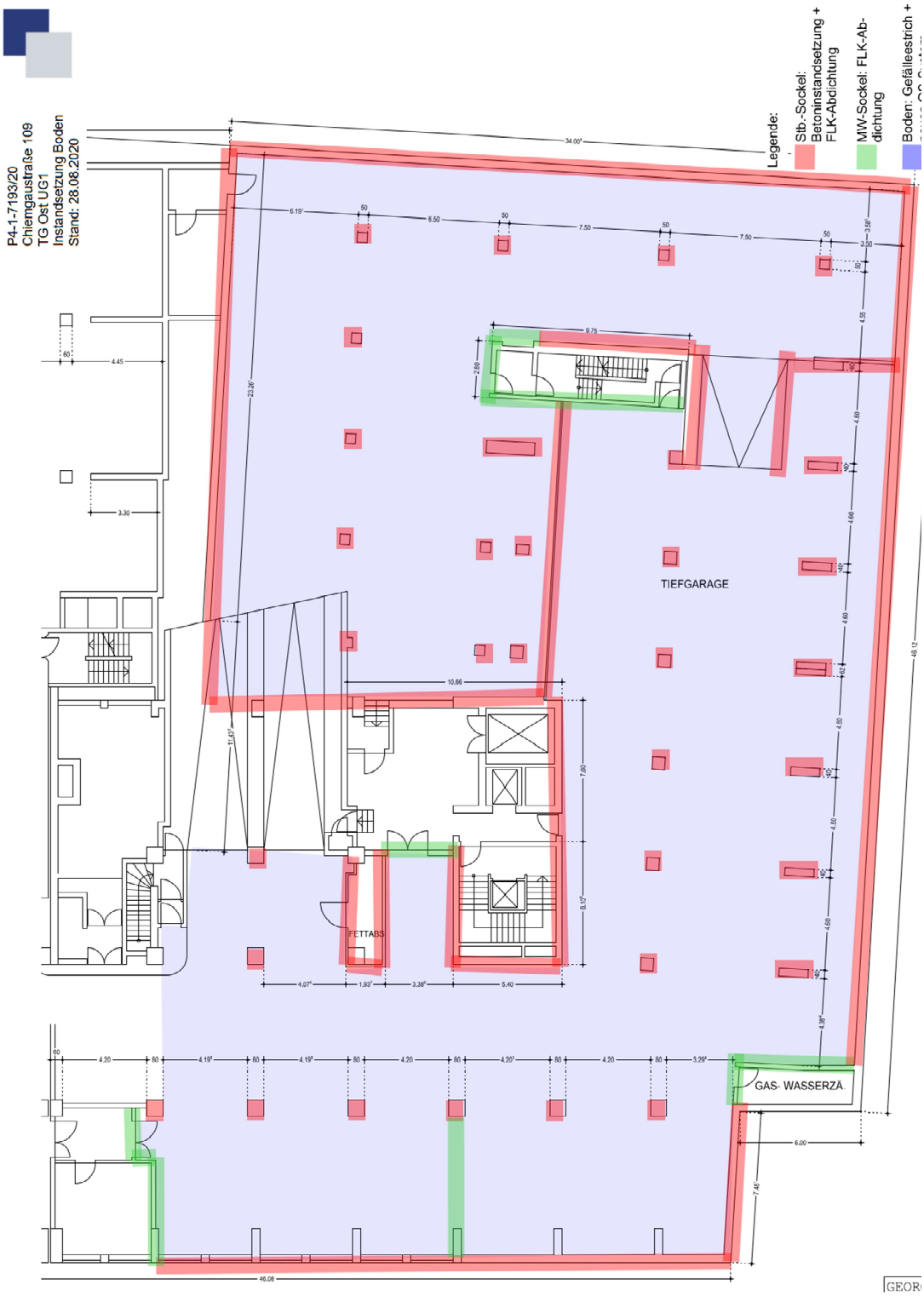


Abbildung 22: TG Ost: Instandsetzungsflächen UG1 Boden und aufgehende Bauteile

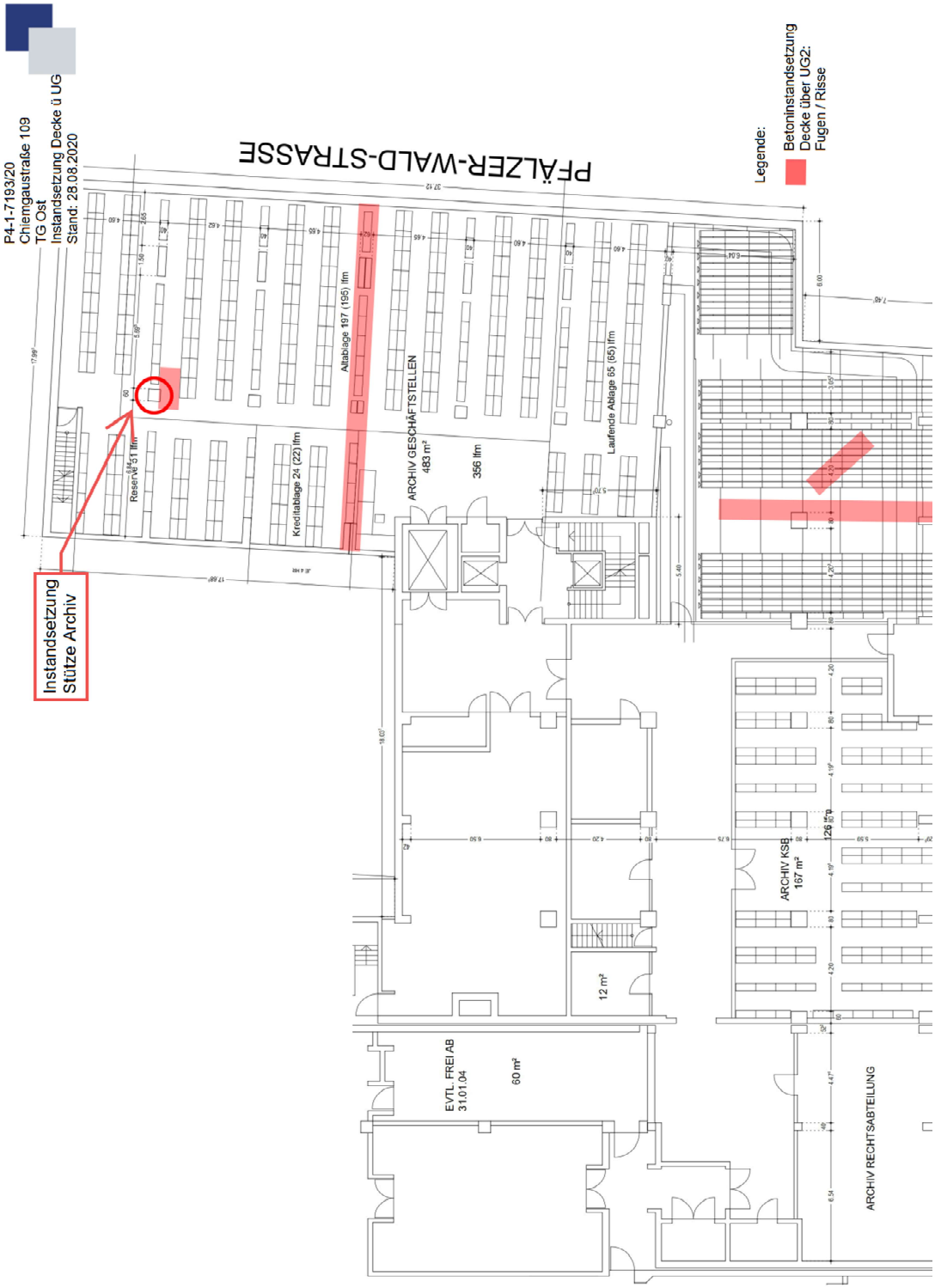


Abbildung 23: TG Ost: Instandsetzungsflächen Decke über UG2 + Stütze (Archiv)

4.6 Weitere Anforderungen und Hinweise

4.6.1 Fachplaner und Bauleitung

Instandsetzungsmaßnahmen sind nach der bauaufsichtlich eingeführten Richtlinie für Schutz- und Instandsetzung von Betonbauteilen Rili-SIB durchzuführen. Darin wird gefordert, dass die dafür erforderliche Planung von einem sachkundigen Planer ausgeführt werden soll, der die erforderlichen besonderen Kenntnisse auf dem Gebiet von Schutz und Instandsetzung bei Betonbauwerken hat.

Bei der Bauleitung muss es sich um eine qualifizierte Führungskraft handeln, die die erforderliche Fachkenntnis für die Ausführung, das Prüfen und das Überwachen von Arbeiten nach dieser Richtlinie kennt. Ebenso sollte das Baustellenfachpersonal, Fachkenntnisse nachweisen, um die ordnungsgemäße Ausführung, Überwachung und Dokumentation solcher Arbeiten sicherzustellen.

4.6.2 Wartung / Instandhaltungsplan

Garagenbauwerke unterliegen der Wartung und Instandhaltung, da es aufgrund von Beschädigungen oder Verschleiß an den Beschichtungs- bzw. Abdichtungsmaßnahmen zu Schäden infolge Chlorideintrags an den Stahlbetonbauteilen kommen kann.

Im Heft 600 des DAfStb (Ausgabe 2012) wird eine Wartung von Tiefgaragen mit Beschichtungen gefordert. Im DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“ Ausgabe 2018 wird unter Punkt 4.3 die Wartung der Baukonstruktion beschrieben.

Für jedes Garagenbauwerk ist daher durch den Fachplaner sowohl beim Neubau als auch im Rahmen von Instandsetzungsmaßnahmen ein Inspektions- und Instandhaltungsplan mit regelmäßigen Intervallen vorzugeben.

Ein projektbezogener Instandhaltungsplan sollte in Zusammenarbeit mit einem Tragwerksplaner eine Auseinandersetzung mit den Chloridbelastungen und eine Benennung besonders kritischer Bereiche beinhalten.

Die Inspektionen des Garagenbauwerks sollten von einer sachkundigen Person durchgeführt werden. Bei Schäden sollte ein sachkundiger Planer hinzugezogen werden.

4.6.3 Genehmigung der Instandsetzung

Mit der Einführung der BayBO Bayerischen Bauordnung vom 01.08.2017 sind Instandhaltungsarbeiten nur dann verfahrensfrei (Art. 57 Abs. 6 BayBO), wenn keine Maßnahmen durchgeführt werden, mit denen vorübergehend oder dauerhaft erheblich in tragende und aussteifende Bauteile eingegriffen wird (siehe auch Vollzugshinweis vom 24.07.2017).

Zudem hat die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr mit Schreiben vom 22.02.2018 zum VPI Rundschreiben 2017/17 *„Bay-BO - neue Vollzugshinweise zu Instandsetzung bzw. Instandhaltungsarbeiten“* noch einmal bestätigt, dass Baumaßnahmen, bei denen die Betonsubstanz abgetragen und dadurch in die tragende Stützkonstruktion der Tiefgarage eingegriffen wird, nicht verfahrensfrei sind. Ein wesentlicher Eingriff in die tragenden Bauteile der Anlage liegt auch schon vor, wenn Behelfsstützen erforderlich werden.

Bei dem gegenständlichen Anwesen handelt es sich um ein Gebäude der Gebäudeklasse GKL 5.

Ich gehe davon aus, dass es sich um einen Sonderbau handelt. Die Anforderungen sind im Rahmen der Genehmigungsplanung zu überprüfen.

Die Instandsetzungsmaßnahme greift in die Statik des Gebäudes ein, so dass nach Art. 62, Abs.3 „Prüfung des Standsicherheitsnachweises“ folgende Punkte maßgebend und erforderlich sind:

- Baugenehmigung erforderlich
- Der Standsicherheitsnachweis ist durch die Bauaufsicht, das Prüfamt oder einen Prüfingenieur zu prüfen und ist Bestandteil der Baugenehmigung. Es ist ein Prüfbericht vorzulegen. (Bauvorhaben nach Art. 62 BayBO)
- Ggf. ist ein Brandschutznachweis zu erstellen, der durch bauordnungsrechtlich oder privat durch einen Prüfsachverständigen zu prüfen ist. Bei privater Prüfung ist ein Prüfbericht vorzulegen.
- Baubeginnsanzeige (Art. 68 BayBO).
- Stichprobenartige Bauüberwachung durch den Prüfsachverständigen
- Bescheinigung über die ordnungsgemäße Bauausführung hinsichtlich der Standsicherheit durch den Prüfsachverständigen (Art. 78 BayBO) und ggf. hinsichtlich der brandschutztechnischen Umsetzung.
- Anzeige der Nutzungsaufnahme (Art. 78 Abs. 2 BayBO)

4.6.4 Brandschutz

Für das Genehmigungsverfahren ist ggf. ein Brandschutznachweis erforderlich. Dieser ist durch einen nachweisberechtigen Brandschutzplaner zu erstellen.

Im Rahmen der brandschutztechnischen Begehung ist mit dem Brandschutzplaner abzustimmen, ob eine Überprüfung der Betondeckung aus brandschutztechnischer Sicht erforderlich ist.

Es ist von einem Brandschutzplaner festzulegen, ob die Bodenabläufe in der Zwischendecke mit feuerbeständigen (F90) Brandschutzeinsätzen auszuführen sind.

4.6.5 Durchfahrtshöhen

An der Einfahrtsrampe ist die Durchfahrtshöhe mit 2,1 m beschildert. Diese Höhe wird jedoch in mehreren Bereichen unterschritten. Nach der Garagenstellplatzverordnung ist eine lichte Höhe von 2,0 m in zum Begehen bestimmten Bereichen erforderlich.

Im Fahrgassenbereich beträgt die Durchfahrtshöhe teilweise lediglich 1,85 m. Die vorhandene lichte Höhe bei wenigen Stellplätzen liegt teilweise deutlich unter 1,5 m, siehe Abbildung 24.

Die betroffenen Flächen sollten mit entsprechenden Hinweisschildern gekennzeichnet werden. Zudem empfehle ich die Anzahl der Stellplätze mit den genehmigten Plänen abzugleichen. Falls hier Abweichungen vorliegen, müssen diese im Rahmen der Genehmigung für die Instandsetzungsmaßnahme mitberücksichtigt werden.

Abbildung 24: TG West UG2, Stellplätze unter Rampe mit lichten Höhen von unter 1,5 m

4.6.6 Schadstoffbelastung

Aufgrund der Bauzeit der Tiefgaragen Ost um 1970 kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Materialen, z. B. Bestands-Abdichtung Zwischendecke, Lüftungskanäle etc. schadstoffbelastet sind. Die Tiefgarage sollte daher von einem Schadstoffgutachter untersucht werden, damit die erforderlichen Maßnahmen bei der Planung berücksichtigt werden können.

4.7 Kosten der Instandsetzung

Kosten für die Instandsetzung der festgestellten Schäden in den beiden Tiefgaragen Ost und West wurden auf der Grundlage des festgestellten Schadensbildes und den Ergebnissen der orientierenden Untersuchungen grob überschlägig geschätzt.

Tabelle 3: Kostenschätzung der Instandsetzung

Bezeichnung	**Kostenschätzung**
Baustelleneinrichtung, Verkehrssicherung	ca. 200.000,00 €
Tiefgarage West – UG1: ca. 1.900 m² / UG2: ca. 1.600 m² - Abbruch OS8-Beschichtung (UG1) - Abbruch Estrich (UG1) - Potentialfeldmessung Sockel + Boden UG1 - Betoninstandsetzung Decke über UG2 (durchgängige Risse + 10 % sonstige Risse) - Betoninstandsetzung Wände (30 %) - Betoninstandsetzung Fundamente (20 %) - Erneuerung Parkersysteme (25 Stück) - FLK-Abdichtung aller Stützen + Wände + Fundamente + Pumpensümpfe - Erneuerung der Bodenplatte im Anschluss an Stützen und Wände UG2 - Aufbeton im Gefälle + OS10-System im UG1 - OS10-System im Anschluss an Sockel UG2 - FLK-Abdichtung an Stützen + Wänden - Erneuerung der Bodenabläufe	ca. 1.000.000,00 €
Tiefgarage Ost ca. 1.600 m² - Abbruch Asphalt, Estrich, bitum. Abdichtung - Potentialfeldmessung Boden + Sockel - Betoninstandsetzung Fundamente (30 %) - Betoninstandsetzung Boden (30 %) - Betoninstandsetzung Stützen (alle) + Wände (50 %) - Betoninstandsetzung Decke ü. UG1 - Archiv: Betoninstandsetzung Deckenfugen + Stütze - Erneuerung der Bodenabläufe - Ausbildung von Sammelrinne - Erneuerung Bodenplatte entlang Stützen + Wände - Aufbeton im Gefälle + OS10-System - FLK-Abdichtung aller Stützen + Wände - Erhöhung der Betondeckung Sockel (50 %)	ca. 900.000,00 €
Sonstige Arbeiten (ca. 20 %)	ca. 400.000,00 €
Summe gerundet netto	**ca. 2.500.000,00 €**

Demnach ergibt für die Instandsetzung der beiden Tiefgaragen Ost und West grob überschlägig ein Gesamtbetrag in Höhe von ca. € 2.500.000,00 netto.

Die Angebotspreise können je nach Dauer der Instandsetzung und Bieter stark schwanken.

Für die Inspektion, die Wartung sowie die Instandsetzung im Rahmen der erforderlichen Instandhaltung ist in den Folgejahren mit weiteren Kosten zu rechnen.

Folgende Leistungen sind nicht in der vorstehenden Kostenschätzung enthalten:

- Bauleistungen für:
    - Gebäudetechnik und Elektrotechnik, wie z.B. Lüftung, Elektroleitungen, Sprinkler, Beleuchtung in der Garage etc.
    - Einzelschäden in den Kellerräumen, die nicht im Zusammenhang mit der Tiefgarage stehen
- Erhöhte Entsorgungskosten aufgrund von Schadstoffbelastung der Abbruchmaterialien
- Ausfallkosten – Parkplätze
- Ingenieurleistungen / Planungsleistungen für:
    - Objektplanung für die Instandsetzung und Bauüberwachung
    - Tragwerksplanung Hilfsabstützung
    - Tragwerksplanung Standsicherheit Decke über UG1 (TG Ost)
    - Technische Gebäudeausrüstung
    - Brandschutznachweis erstellen
- Weitere Untersuchungen und Messungen im Rahmen der Planung/ Bauausführung
    - weitere Untersuchungen im Rahmen der Planung und der Bauausführung
    - Kanalbefahrung und Reinigung
    - Schadstoffuntersuchung durch einen Schadstoffgutachter
- Genehmigungskosten
    - Bearbeitungskosten LBK
    - Prüfsachverständiger Statik
    - ggf. Prüfsachverständiger Brandschutz

Die Kellerräume im 2. Untergeschoss der Tiefgarage Ost wurden begangen und die Schäden wurden in diesem Gutachten dokumentiert. Sofern die Schäden jedoch nicht in direktem Zusammenhang mit der Tiefgarage stehen, wurden diese im Instandsetzungskonzept nicht berücksichtigt und sind durch den Betreiber im Rahmen der normalen Wartungsarbeiten zu beseitigen.

5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten wird der Zustand der Stahlbetonbauteile der Tiefgarage in der Chiemgaustraße 109/ Pfälzer-Wald-Straße 70 in 81549 München beschrieben. Zu den festgestellten Schäden wird im Gutachten unter Berücksichtigung der Prüfberichte 20-0126 vom 19.06.2020 und 20-0126-1 vom 04.08.2020 der Firma b.ing Stellung genommen.

An den untersuchten Bauteilen der beiden Tiefgarage wurden zum Teil stark erhöhte Chloridbelastungen im Beton festgestellt. Die Ursachen und die Schadensmechanismen sowie die sich hieraus ergebenden Instandsetzungsmaßnahmen sind im Gutachten beschrieben und erläutert. Aufgrund der teilweise unbekannten Konstruktion empfehle ich Probeinstandsetzungsflächen durchzuführen, um den Schadensumfang und die Machbarkeit zu überprüfen. Auf der Grundlage der Ergebnisse kann dann die Instandsetzung der gesamten Garage erfolgen.

Die Beurteilung zum Instandsetzungsaufwand wird je Tiefgaragenteil gesondert beschrieben, da die Tiefgaragen zu unterschiedlichen Zeitpunkten erbaut wurden. Die TG West wurde ca. im Jahr 1992 erbaut und die Tiefgarage Ost ca. im Jahr 1970.

Nach momentanem Kenntnisstand dürfte das Instandsetzungsprinzip R das risikoärmste sein.

Die beschriebenen Maßnahmen entsprechen üblichen und sicheren Nachbesserungsprinzipen.

Wegen der unzureichenden Unterlagen werden Probesanierungen empfohlen.

Eine Planung durch einen fachkundigen Planer ist erforderlich. Im Rahmen der weiteren Planung können alternative Instandsetzungsmöglichkeiten oder Ausführungsmöglichkeiten aufgezeigt werden und der Instandsetzungsumfang durch weitere Beprobungen und statische Betrachtungen ggf. reduziert werden. Die Dauerhaftigkeit der beschriebenen Maßnahmen ist im Wesentlichen auch von der zukünftigen Wartung und Instandhaltung abhängig.

Der Kostenrahmen für die Kostengruppe KG300 wird einschließlich ca. 20 % Ingenieurleistungen mit

ca. € 3.000.000,00 netto

abgeschätzt.

SRP Sennewald + Räsch Beratende Ingenieure Partnerschaftsgesellschaft mbB Vereidigte Sachverständige

Räsch
(digitale Unterschrift)
(Partner)

Von der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern
Dipl.-Ing.
Dieter Räsch
Sachverständiger für
Schäden an Gebäuden
öffentlich bestellt und vereidigt

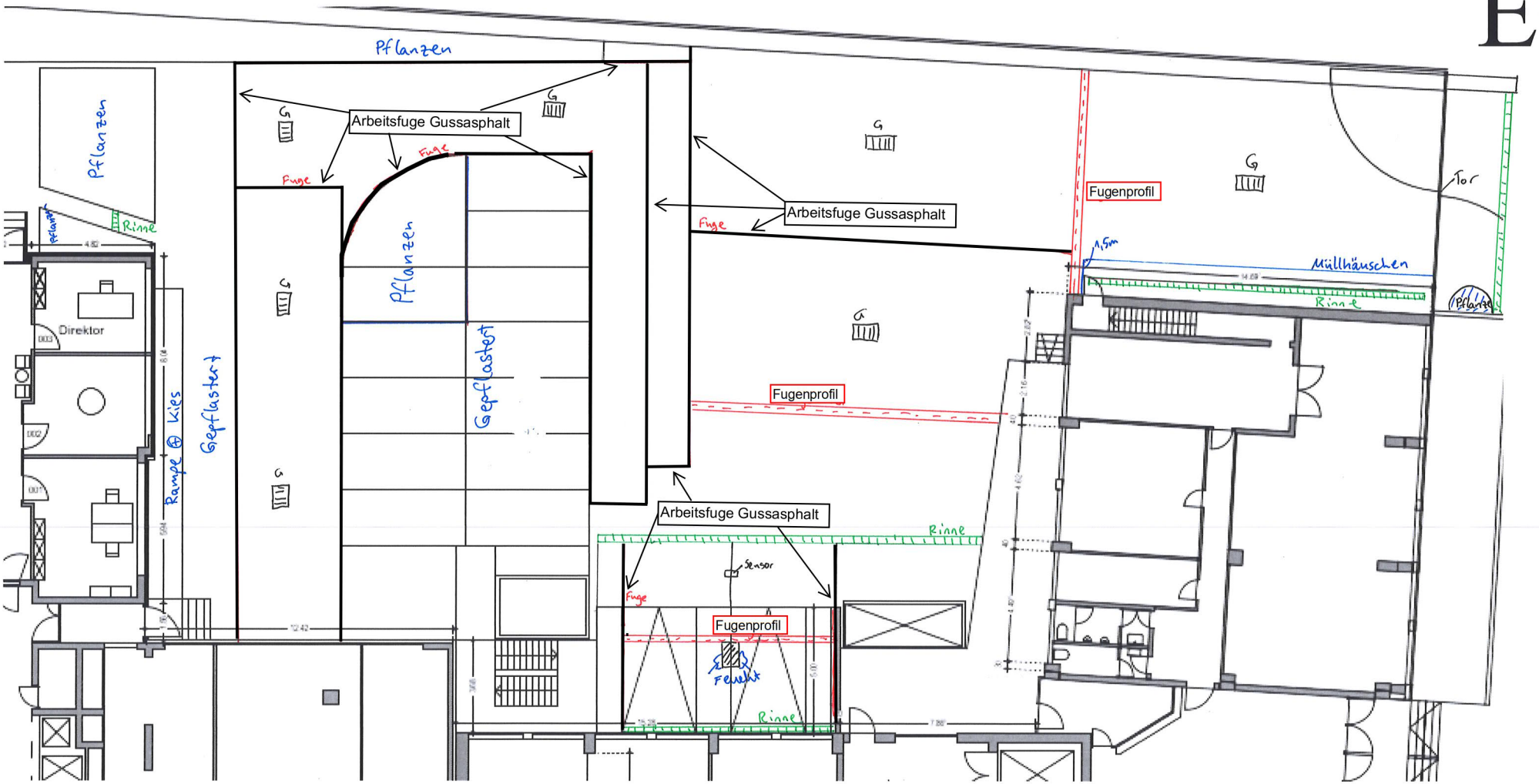
Dipl.-Ing. (FH) Oediger
Sachbearbeiter

Anlage 1

Grundrisse mit Schadenskartierung
vom 31.03.2020

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
Geländeoberkante/Innenhof
Schadenskartierung: EG Boden
Stand: 31.03.2020

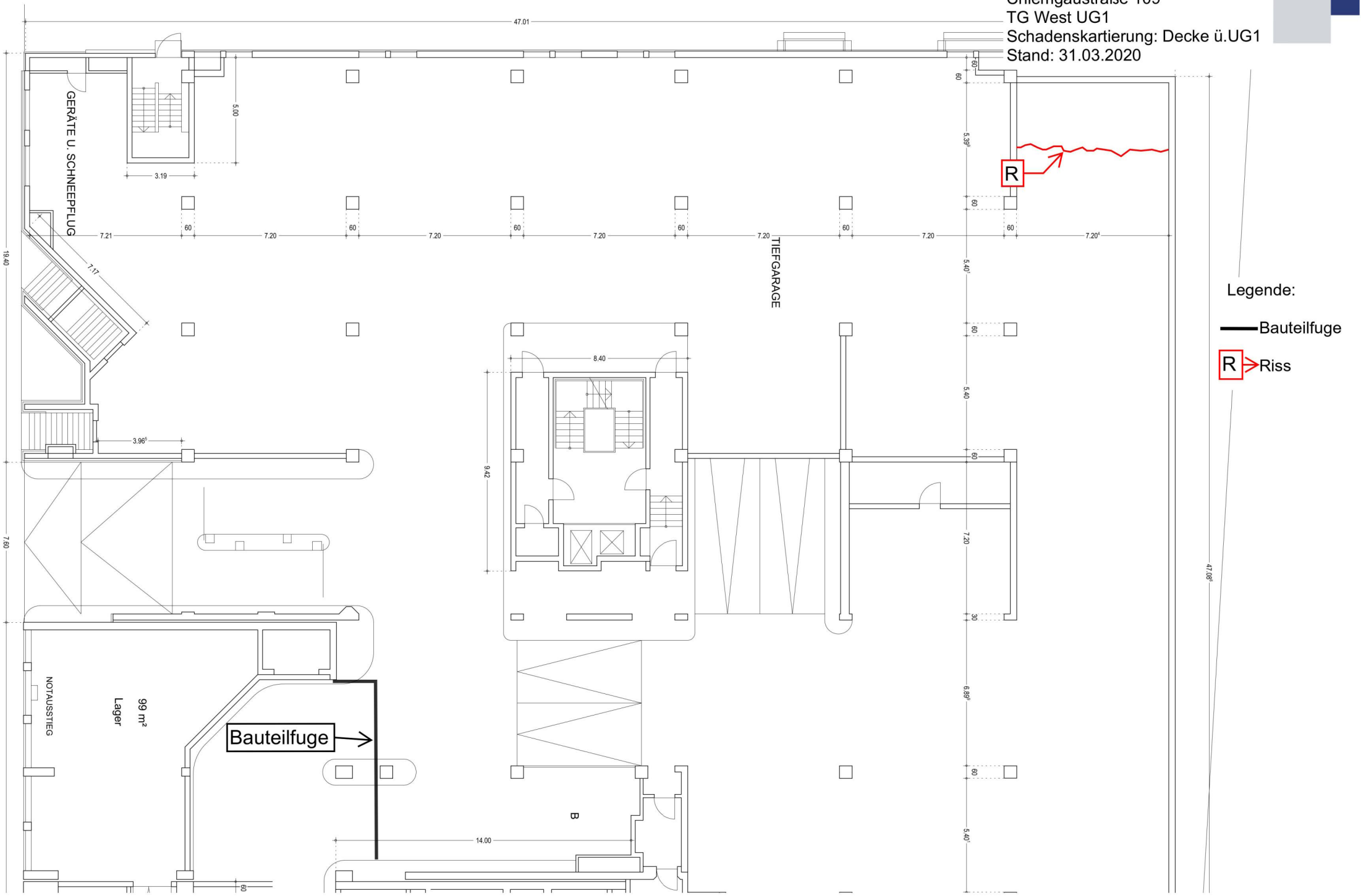
EG



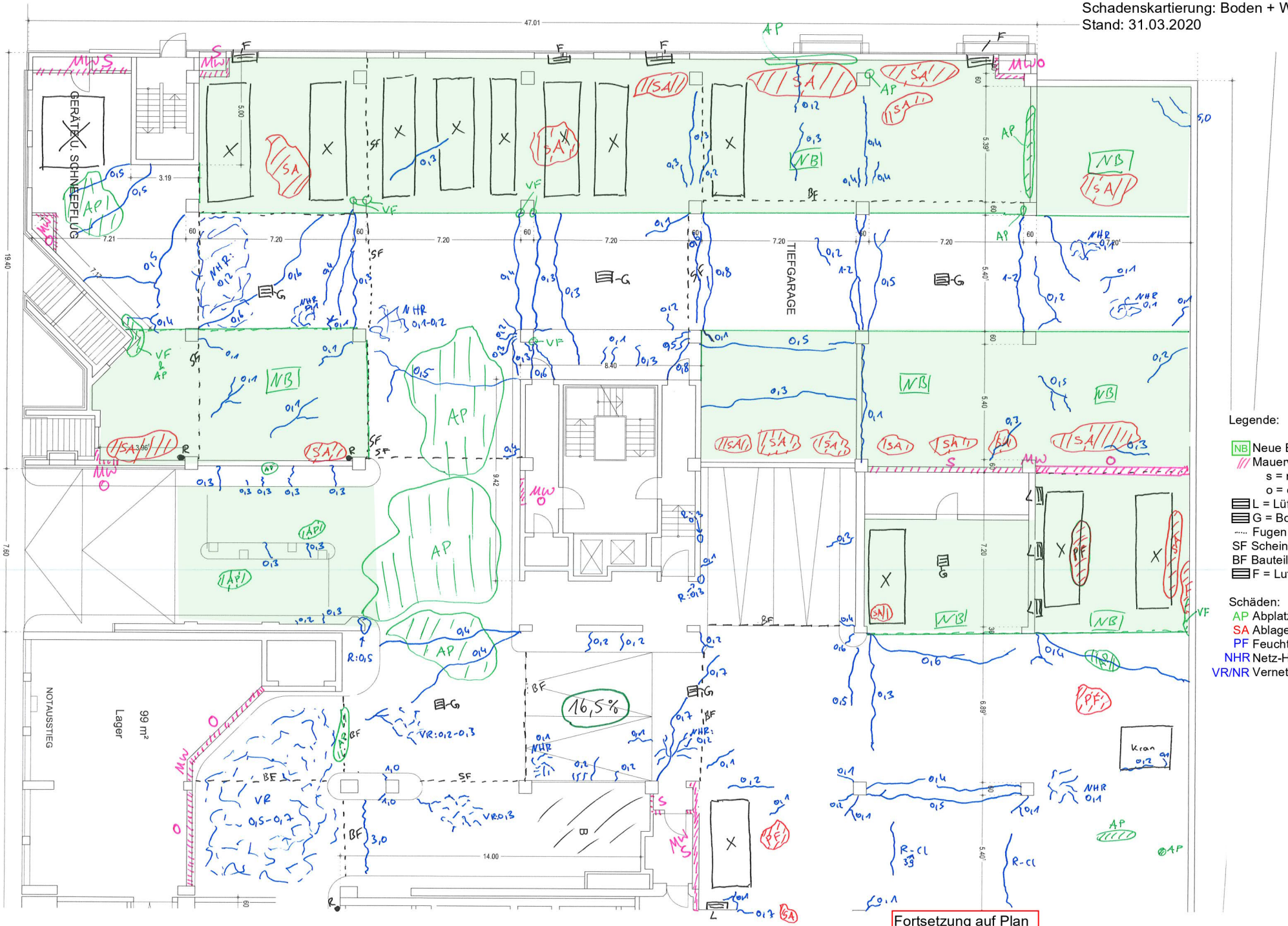
Legende:

- G = Bodenablauf
- Bewegungsuge mit Fugenprofil
- Arbeitsfuge Gussasphalt

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG1
Schadenskartierung: Decke ü.UG1
Stand: 31.03.2020



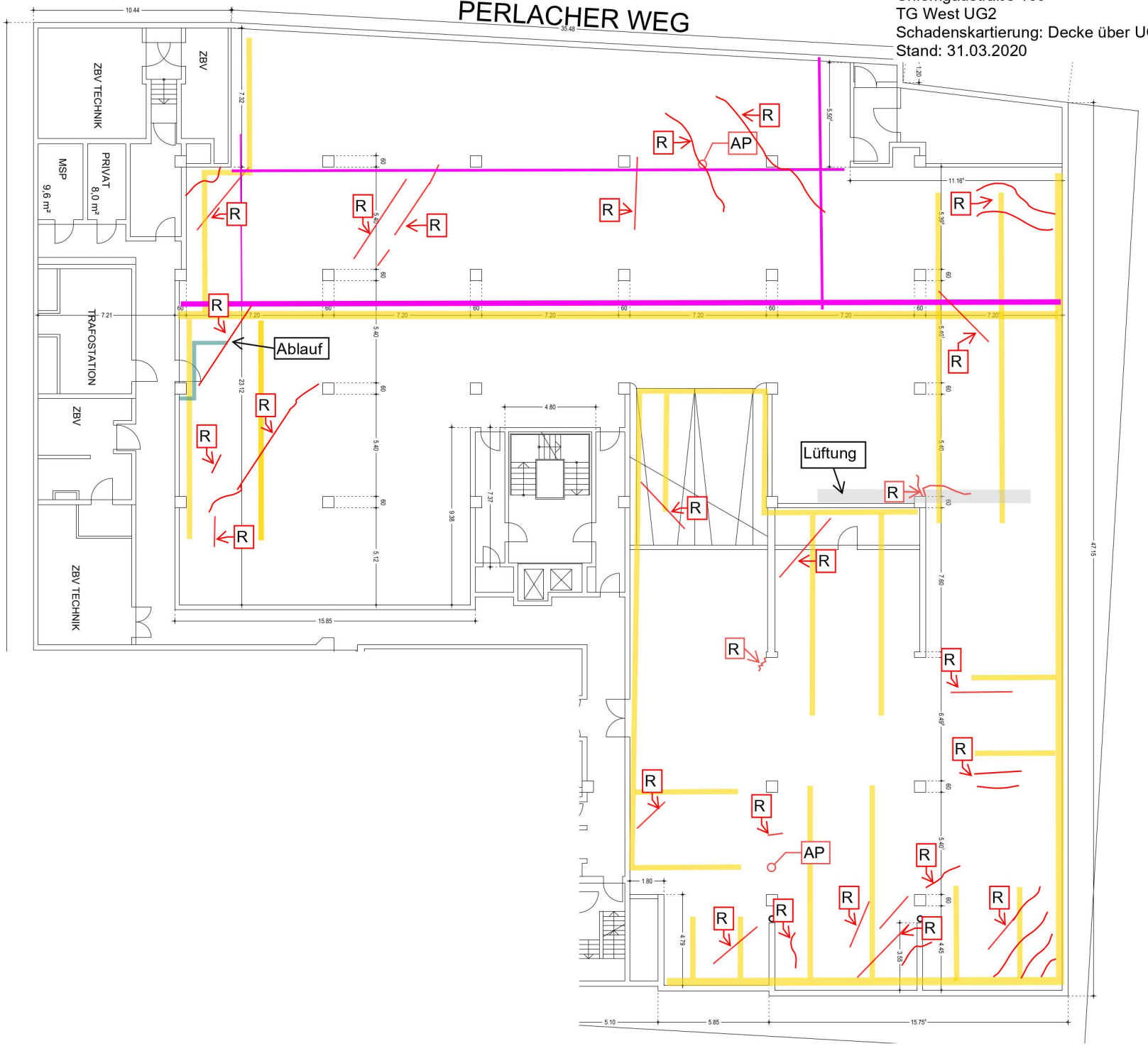
P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG1
Schadenskartierung: Boden + Wände
Stand: 31.03.2020



Fortsetzung auf Plan
TG Ost UG1

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG2
Schadenskartierung: Decke über UG2
Stand: 31.03.2020

UG 2



Legende:
- Elektro
- Löschwasseranlage
- Abwasserleitung

Schäden:
R Riss mit Aussinterung
AP Abplatzung

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG2
Schadenskartierung: Boden + Wände
Stand: 31.03.2020

UG 2

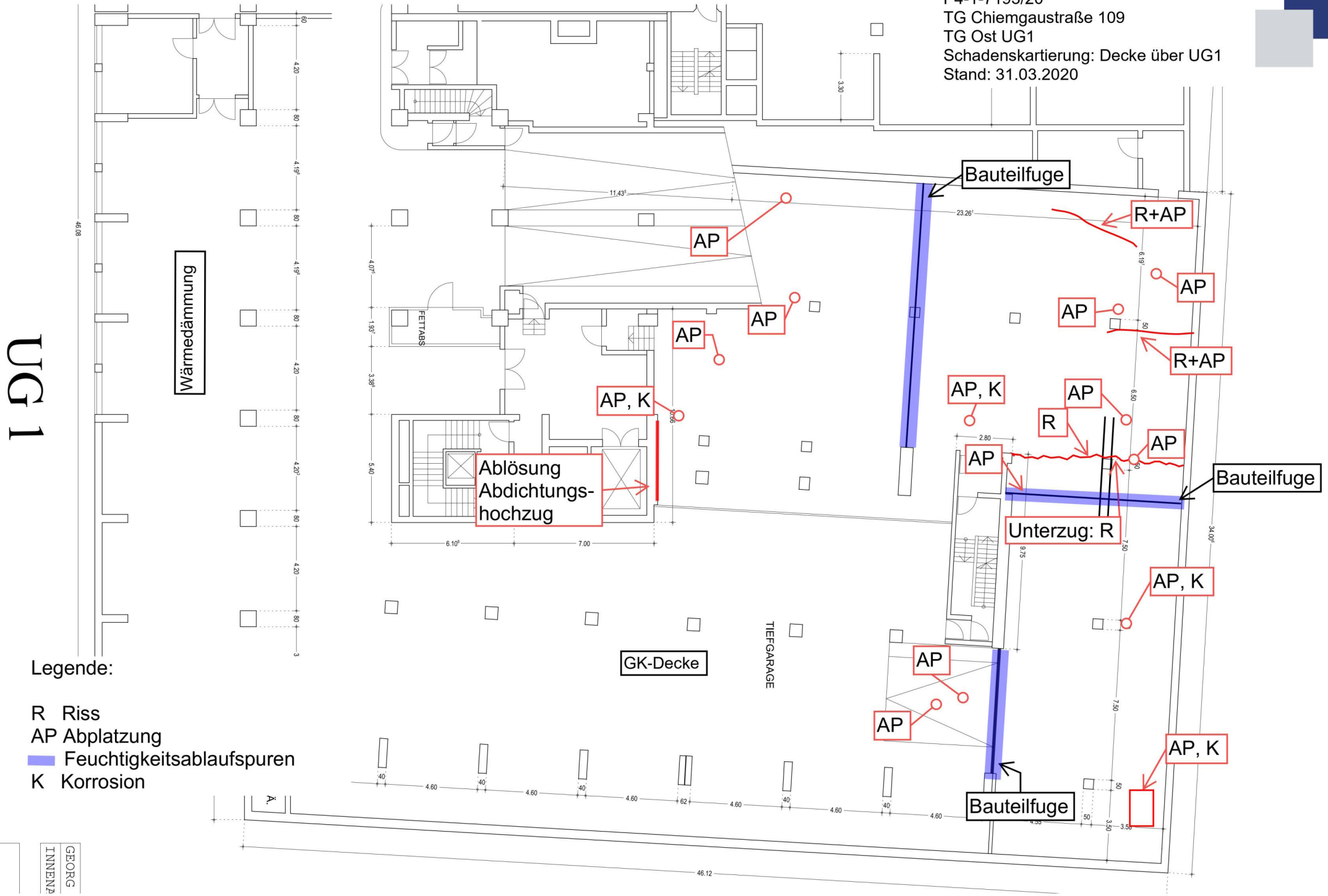
Legende:

- L Lüftung
- G Bodenablauf
- Mauerwerk
  - s = mit Stahlbeton
  - o = ohne Stahlbeton
- Scheinfuge

Schäden:

- R Riss mit Rissbreite [mm]
- NHR Netzhaarriss
- AP Abplatzung
- AS Aussinterung

P4-1-7193/20
TG Chiemgaustraße 109
TG Ost UG1
Schadenskartierung: Decke über UG1
Stand: 31.03.2020

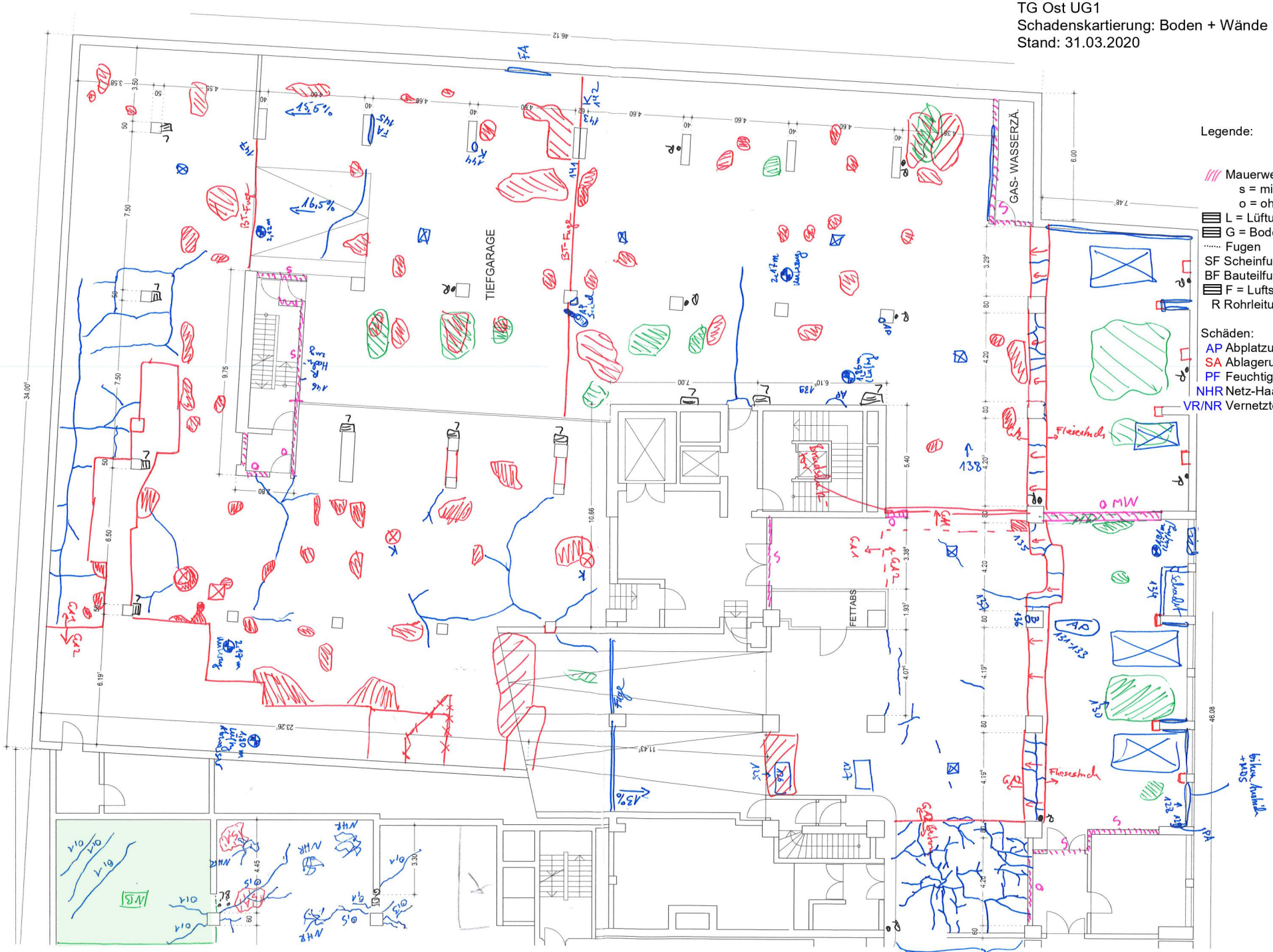


Legende:

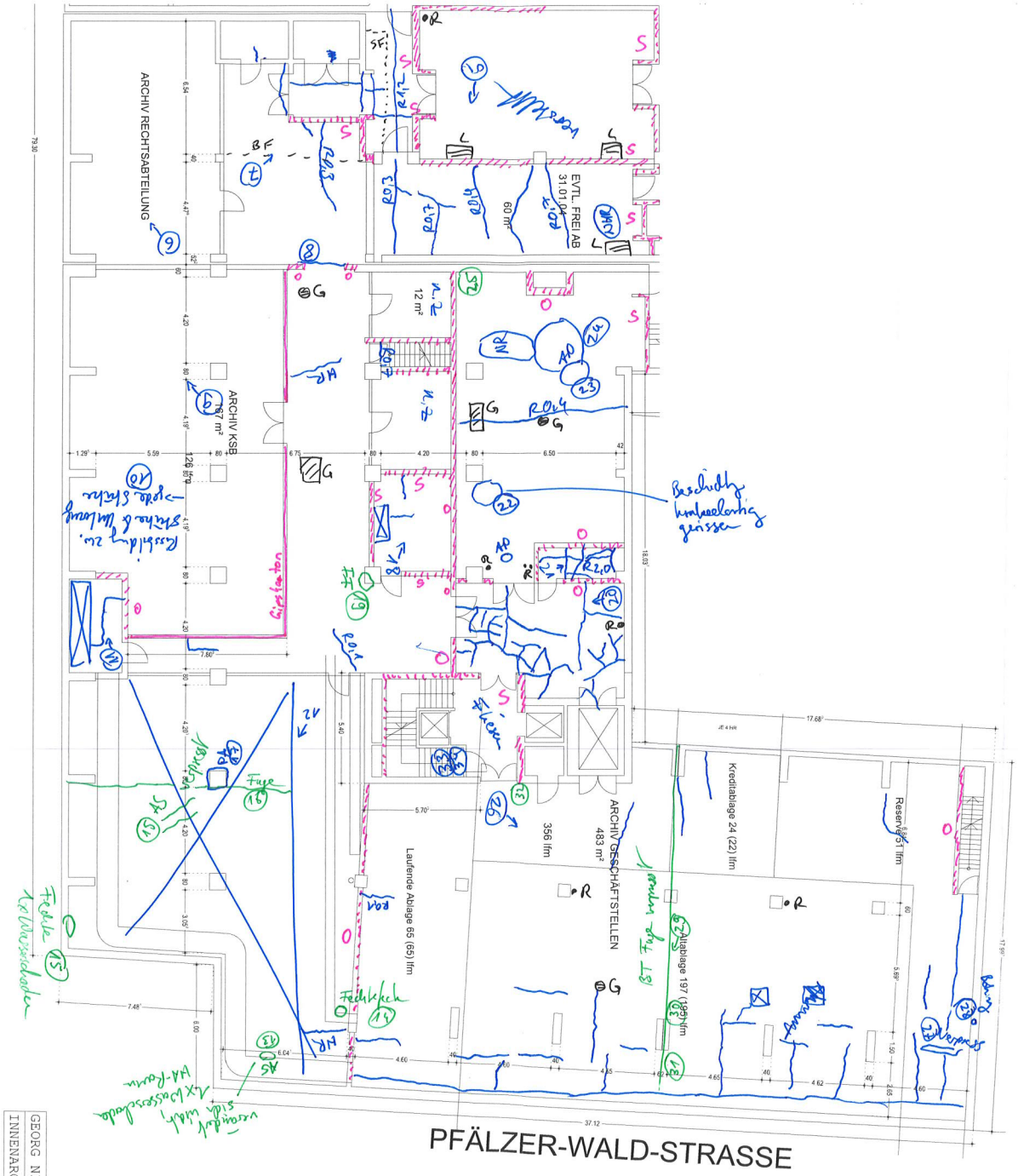
R Riss
AP Abplatzung
Feuchtigkeitsablaufspuren
K Korrosion

GEORG
INNENA

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG Ost UG1
Schadenskartierung: Boden + Wände
Stand: 31.03.2020



P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG Ost UG2
Schadenskartierung:
Boden + Wände + Decke
Stand: 31.03.2020



Legende:

- Mauerwerk
  - s = mit Stahlbeton
  - o = ohne Stahlbeton
- L = Lüftungsleitung
- G = Bodenablauf
- Fugen
- SF Scheinfuge
- BF Bauteilfuge
- F = Luftschacht

Schäden:

- AP Abplatzungen
- R Riss mit Rissbreite [mm]
- NHR Netz-Haar-Risse
- VR/NR Vernetzte Risse
- AS Aussinterung

U2

GEORG NIEBLING
INNENARCHITEKT

Stadtsp
Immobilienm
80791 Münc

Bauvorhaben
C H I E M G A U

Planinhalt
Grundriß U2

Maßstab 1/400
Datum 08.12.

Bearbeiter: G. Niebling

Anlage 2

Prüfbericht 20-0126 der Firma b.ing
vom 19.06.2020

b.ing

Ingenieurgesellschaft für
Bauwerksuntersuchung
und Materialprüfung mbH

KOPIE

b.ing GmbH
Clemensänger-Ring 24
D-85356 Freising

KONTAKTDATEN
Telefon: +49 (0)8161 9867510
Telefax: +49 (0)8161 9867519
Internet: www.b-ing.info
E-Mail: info@b-ing.info

GESCHÄFTSDATEN
USt-IdNr.: DE294379974
Sitz der Gesellschaft: Freising
Registergericht: Amtsgericht München
HRB 210754
Geschäftsführer: Tobias Schedl

IHR ANSPRECHPARTNER
Andreas Matzner
Telefon: +49 (0)8161 9867510
E-Mail: matzner.ext@b-ing.info

Ergebnisbericht Nr.: 20-0126

Auftraggeber:	Landratsamt München Chiemgaustraße 109 81549 München
Auftragsdatum:	19. Mai 2020
Projektbezeichnung:	Tiefgarage Chiemgaustraße 109 in 81549 München
Auftrag:	Beton-Beprobung gemäß Anfrage vom 5. Mai 2020
Probenahme am:	25. Mai 2020
Probenahme durch:	b.ing GmbH
Prüfzeitraum:	Mai bis Juni 2020
Ort, Datum:	Freising, 19. Juni 2020

Projektleitung

i.A.

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Matzner

Ingenieurgesellschaft für Bauwerksuntersuchung und Materialprüfung mbH
b.ing

Geschäftsführung

Dipl.-Ing. Tobias Schedl

Ergebnisbericht Nr.: 20-0126 umfasst 78 Seiten.
Die Prüfergebnisse beziehen sich auf das vorgelegte Probenmaterial. Das Probenmaterial ist verbraucht.
Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.
Meinungen und Interpretationen sind gemäß DIN EN ISO / IEC 17 025 Punkt 5.10.5 durch Kursivdruck gekennzeichnet.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Angaben 4

1.1 Auftraggeber 4
1.2 Auftrag und Aufgabenstellung 4
1.3 Durchgeführte Untersuchungen 4
1.4 Ortstermine und Besprechungen 5
1.5 Überlassene / verwendete Unterlagen 5

2 Durchgeführte Untersuchungen 6

2.1 Ermittlung der Carbonatisierungstiefe 6
2.2 Ermittlung des Gesamtchloridgehalts 6
2.3 Ermittlung der Betondeckung 7
2.4 Emittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung 8
2.5 Orientierende Ermittlung der Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer 8
2.6 Entnahme von Bohrkernen 9

3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse 10

3.1 Definition der Prüfstellenbezeichnung 10
3.2 Ergebnisdarstellung Gesamtchlorid, Carbonatisierungstiefe und Betondeckung 11
3.2.1 Erstes Untergeschoss 11
3.2.1.1 Stützen 11
3.2.1.2 Wände 12
3.2.1.3 Zwischengeschossdecke von oben 15
3.2.1.4 Deckenunterseiten 16
3.2.1.5 Unterzüge 17
3.2.2 Zweites Untergeschoss 18
3.2.2.1 Stützen 18
3.2.2.2 Wände 19
3.2.2.3 Deckenunterseiten 20

3.3 Ergebnisdarstellung Korrosionszustand der Bewehrung 22
3.3.1 Erstes Untergeschoss 22
3.3.1.1 Stützen 22
3.3.1.2 Wände 24
3.3.1.3 Zwischengeschossdecke von oben 25
3.3.1.4 Deckenunterseiten 28
3.3.1.5 Unterzüge 30
3.3.2 Zweites Untergeschoss 31
3.3.2.1 Stützen 31
3.3.2.2 Deckenunterseiten 32

3.4 Orientierende Ermittlung der Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer 34

3.4.1 Stützen Erstes Untergeschoss 34
3.4.2 Stützen zweites Untergeschoss 35
3.4.3 Wände erstes Untergeschoss 36
3.4.4 Wände zweites Untergeschoss 37

4 Anhang Fotodokumentation 38

4.1 Prüfstellen - Ermittlung der Carbonatisierungstiefe 38
4.1.1 Stützen 38
4.1.2 Wände 39

4.2 Prüfstellen - Ermittlung der Gesamtchloridgehalt und Betondeckung 41
4.2.1 Stützen 41
4.2.2 Wände 47
4.2.3 Zwischengeschossdecke von oben 58
4.2.4 Deckenunterseiten 62
4.2.5 Unterzüge 68

4.3 Prüfstellen - Ermittlung Korrosionszustand der Bewehrung 69
4.3.1 Stützen 69
4.3.2 Wände 70
4.3.3 Zwischengeschossdecke von oben 71
4.3.4 Deckenunterseiten 72
4.3.5 Unterzüge 74

4.4 Prüfstellen - Ermittlung Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer 75
4.4.1 Stützen 75
4.4.2 Wände 76

5 Verwendete Unterlagen 78

Anlagen:

- 20-0126 Plan-Anlage 1, Prüfstellenübersicht 1. Untergeschoss
- 20-0126 Plan-Anlage 2, Prüfstellenübersicht 2. Untergeschoss

1 Allgemeine Angaben

1.1 Auftraggeber

Auftraggeber: Landratsamt München
Chiemgaustraße 109
81549 München

Ansprechpartner: Herr Sebastian Gier
Tel.: +49 (0)89 6221 2867
sebastian.gier@lra-m.bayern.de

Planungsbüro: SRP Sennewald + Räsch
Beratende Ingenieure
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Paul-Gerhardt-Allee 52
81245 München

Ansprechpartner: Herr Dominik Krüger
Tel.: +49 (0)89 89696 219
Dominik.Krueger@fsmuc.com

1.2 Auftrag und Aufgabenstellung

Vom Auftraggeber erhielten wir am 19. Mai 2020 den Auftrag, diverse Untersuchungen in der Tiefgarage Chiemgaustraße 109 in 81549 München durchzuführen.

Durch die Bestandsuntersuchungen sollte der IST-Zustand, insbesondere hinsichtlich chlorid- und carbonatisierungsinduzierter Bewehrungskorrosion ermittelt werden.

Die Prüfstellen wurden am 25. Mai 2020 gemeinsam mit Herrn Krüger sowie Herr Oediger, des Ingenieurbüros SRP Sennewald + Resch, vor Ort festgelegt. Die Probenahmen erfolgten im Anschluss.

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

- Ermittlung der Carbonatisierungstiefe des Betons
- Ermittlung des Gesamtchloridgehalts des Betons
- Ermittlung der Betondeckung der Bewehrung
- Ermittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung
- Orientierende Ermittlung der Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer
- Entnahme von Bohrkernen

1.4 Ortstermine und Besprechungen

1. Ortstermin: 25.05.2020
   Teilnehmer: Herr Krüger (IB SRP), zeitweise
   Herr Oediger (IB SRP), zeitweise
   Herr Witkowski (b.ing GmbH)
   Herr Nguyen (b.ing GmbH)
   Herr Kohout (b.ing GmbH)
   Herr Matzner (b.ing GmbH)
   Herr Gaali (b.ing GmbH)
   Grund: Prüfungsdurchführung

1.5 Überlassene / verwendete Unterlagen

- Unterlagen: keine
- Pläne: [1]

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Ermittlung der Carbonatisierungstiefe

Prüfvorschrift: Vorläufige RILEM Empfehlung CPC 18.

Beschreibung: An den zu untersuchenden Prüfstellen wurde eine frische Betonbruchfläche erzeugt. Auf diese wurde eine 1%ige Phenolphthaleinlösung (Indikatorflüssigkeit) in Form eines feinen Sprühnebels aufgebracht.

Die Farbe dieser Indikatorlösung schlägt im Bereich von pH > 9 von farblos auf rotviolett um, das heißt der carbonatisierte Bereich des Betons verfärbt sich nicht, während sich der nicht carbonatisierte Bereich rotviolett verfärbt.

Der farblose Bereich an den Prüfflächen ist durch die Carbonatisierung nicht mehr ausreichend alkalisch und somit nicht mehr korrosionsschützend.

Bemerkung: Verschluss der Öffnungen erfolgt bauseits.

2.2 Ermittlung des Gesamtchloridgehalts

Prüfvorschrift: DIN EN 14629

Beschreibung: Zur Bestimmung der Chloridkonzentration im Beton wurden an den festgelegten Prüfstellen Bohrmehlproben aus den zu untersuchenden Bauteilen entnommen.

Nach dem Trocknen der Proben bis zur Gewichtskonstanz und dem Feinmahlen erfolgte der Aufschluss mit Salpetersäure.

Anschließend wurde der Gesamtchloridgehalt durch eine potentiometrische Prüfung nach DIN EN 14 629, Juni 2007, ermittelt.

Bemerkung: Der Verschluss der Bohrlöcher erfolgte mittels PCC (kunststoffmodifizierter Mörtel StoCrete TG 203) ohne weitere optische Gestaltung.

2.3 Ermittlung der Betondeckung

Prüfvorschrift: Angaben des Prüfgeräteherstellers

Beschreibung: Die zerstörungsfreie Ermittlung der Betondeckung erfolgte mit dem Profometer 5⁺ (Wirbelstrom-Prinzip mit Pulsinduktion).

An den zu untersuchenden Bauteilen wurden, soweit möglich, stichpunktartig mindestens 10 Einzelwerte der Betondeckung in der Umgebung der Prüfstellen aufgezeichnet. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung der Prüfergebnisse. Dokumentiert wurden der Minimal und der Mittelwert der Betondeckung.

Bemerkung: Bei der Kalibrierung des Messgerätes, an der Sondieröffnung der Prüfstelle S1, wurde eine Genauigkeit von +/- 1 mm erreicht.

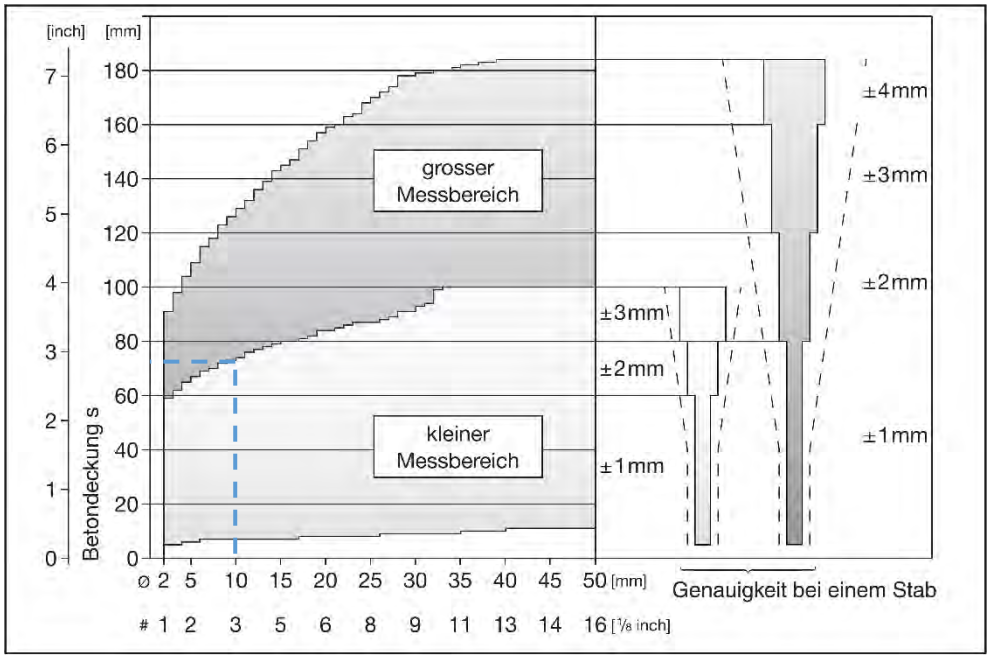


Abbildung 1: Messgenauigkeit Profometer 5⁺ mit Kennzeichnung des praxisrelevanten Wirkungsbereichs.

2.4 Emittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung

Prüfvorschrift: Gemäß Standardprüfanweisung b.ing GmbH

Beschreibung: Zur Ermittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung, wurde an den festgelegten Prüfstellen an verschiedenen Bauteilen Sondieröffnungen mittels Stemmgerät angelegt.

Im Anschluss erfolgte eine optische und fotografische Dokumentation der vorgefundenen und freigelegten Bewehrung und deren Korrosionszustand.

Der Korrosionsgrad der Bewehrung wurde dabei in folgende Kategorien eingeteilt:

0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß ggf. mit Querschnittminderung

Bemerkung: Der Verschluss der Öffnungen im Boden erfolgte mittels PCC (kunststoffmodifizierter Mörtel StoCrete TG 203) ohne weitere Gestaltung der Oberflächen.

Der Verschluss der Öffnungen an den aufgehende Bauteilen erfolgt bauseits.

2.5 Orientierende Ermittlung der Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer

Prüfvorschrift: DIN EN 12 504 - 2:2001
DIN EN 13 791:2020

Beschreibung: An den zu untersuchenden Bauteilen wurden Prüfbereiche mit je 3 Messstellen festgelegt. Im Bereich der Messstellen wurden vorhandene Unebenheiten oder Farbanstriche abgeschliffen.

Anschließend wurden an jeder Messstelle je neun Rückprallwerte mit Hilfe des Rückprallhammers ermittelt und dokumentiert.

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte gemäß DIN EN 13 791:2020-02, Tabelle B.1.

Bemerkung: -

2.6 Entnahme von Bohrkernen

Prüfvorschrift: Standardprüfanweisung b.ing GmbH

Beschreibung: Die Bohrkernentnahme erfolgte an den festgelegten Prüfstellen mit einem Durchmesser von ca. 50 mm im Nassbohrverfahren mittels einer diamantbesetzten Bohrkrone.

Vor der Bohrkernentnahme wurde die vorhandene Bewehrung lokalisiert, um ein Durchtrennen der Bewehrung möglichst zu vermeiden.

Bemerkung: Die Bohrkerne wurden an das Ingenieurbüro SRP vor Ort übergeben. Eine Dokumentation oder weitere Prüfungen erfolgten wunschgemäß nicht.

Der Verschluss der Bohrlöcher erfolgte mittels PCC (kunststoffmodifizierter Mörtel StoCrete TG 203) ohne weitere optische Gestaltung.

3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

3.1 Definition der Prüfstellenbezeichnung

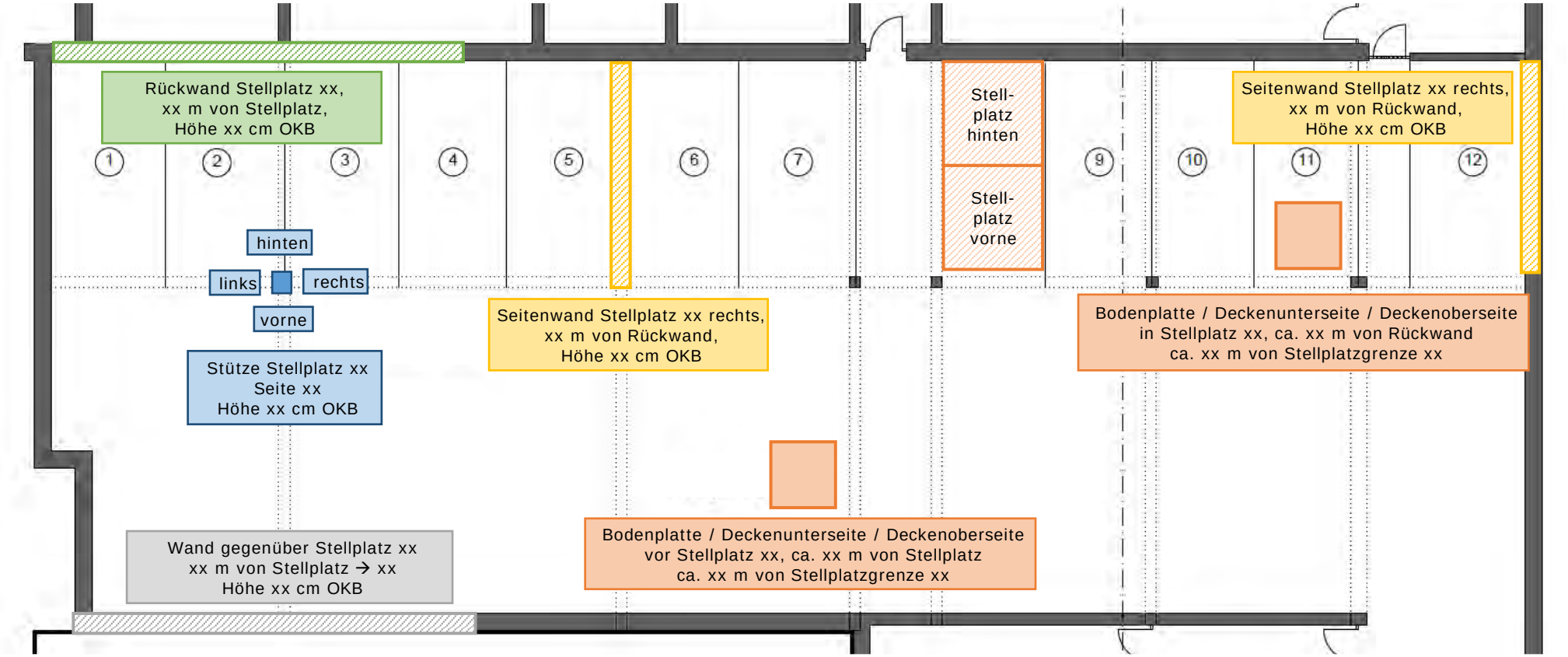


Abbildung 2: Beispielhafte Prüfstellenbeschreibung für Bauteile in einer Tiefgarage

- Stützen
- Rückwand
- Seitenwand
- Wand gegenüber Stellplatz
- Bodenplatte / Deckenunterseite / Deckenoberseite

3.2 Ergebnisdarstellung Gesamtchlorid, Carbonatisierungstiefe und Betondeckung

3.2.1 Erstes Untergeschoss

3.2.1.1 Stützen

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S1	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 53/54 Seite vorne Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,023	0,17	-	-	24	27	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	-	-					
S2	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 83/84 Seite rechts Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,021	0,15	-	-	21	26	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten, im Sockelbereich bereits Ausbesserungsarbeiten
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
S3	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 5/6 Seite hinten Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,043	0,31	1	6	30	39	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen, ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,006	0,04					
		4 - 6	-	-					
S4	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 30 Seite hinten Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,072	0,52	-	-	21	32	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, zentrische Abplatzung bis Höhe ca. 15 cm OKB, Farbablösungen im Bereich der Abplatzung
		2 - 4	0,031	0,23					
		4 - 6	-	-					
S5	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 22/23 Seite rechts vorne Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,070	0,51	-	-	7	16	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich, zentrische Abplatzung bis Höhe ca. 10 cm OKB
		2 - 4	0,018	0,13					
		4 - 6	-	-					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S6	Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 28/29 Seite links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	29	38	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen bis Höhe ca. 20 cm OKB
		2 - 4	0,068	0,49					
		4 - 6	0,015	0,11					
S7	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 40 Seite rechts Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,064	0,47	-	-	8	18	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen und braune Ablaufspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
S8	Stütze im 1. Untergeschoss in Stellplatz 2 Seite rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,013	0,09	-	-	19	25	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					

3.2.1.2 Wände

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W1	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 18 ca. 0,4 m von Stellplatz 17 Höhe ca. 20 cm OKB	0 - 2	0,024	0,17	-	-	27	30	schalungsraue Betonoberfläche, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 15 cm OKB, ansonsten optisch ohne Befund
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
W2	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 73 ca. 0,8 m von Stellplatz 74 Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	-	-	22	24	37	49	schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB, weiße Verfärbungen im Sockelbereich bis Höhe ca. 30 cm OKB
		2 - 4	0,104	0,76					
		4 - 6	0,006	0,04					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W3	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 85 ca. 1,2 m von Stellplatz 84 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,017	0,12	-	-	-	-	Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB, danach bituminöse Abdichtung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, anschließend Mauerwerk mit weißem Farbanstrich über gesamte Höhe
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
W4	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 3 ca. 2,0 m von Stellplatz 4 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	4	8	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, bituminöse Abdichtung im Sockelbereich bis Höhe ca. 15 cm OKB, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,225	1,64					
		4 - 6	0,024	0,17					
W5	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 14 ca. 0,2 m von Stellplatz 13 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,026	0,19	-	-	35	45	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,028	0,20					
		4 - 6	-	-					
W6	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand zwischen Stellplatz 29/30 direkt auf Stellplatzgrenze Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,031	0,23	-	-	38	42	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
W7	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 21 ca. 0,4 m von Stellplatz 22 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,237	1,72	18	20	25	41	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen bis Höhe ca. 50 cm OKB
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
W8	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand links in Stellplatz Sky Fit neben Stellplatz 25 ca. 2,4 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,020	0,15	-	-	4	14	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, teilweise Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,008	0,06					
		4 - 6	-	-					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W9	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 27 ca. 0,6 m von Seitenwand rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	-	-	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,091	0,66					
		4 - 6	0,122	0,89					
W10	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand rechts in Stellplatz 41 4, 2 m von Stellplatz vorne Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	28	34	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen im Prüfbereich
		2 - 4	0,076	0,55					
		4 - 6	0,099	0,72					
W11	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 50 ca. 0,2 m von Stellplatz 51 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	35	40	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen bis in Höhe ca. 30 cm OKB, vereinzelt Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,256	1,86					
		4 - 6	0,122	0,89					
W12	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 46 ca. 1,0 m von Stellplatz 45 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	23	33	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, flächige Farbablösungen im Sockelbereich
		2 - 4	0,109	0,79					
		4 - 6	0,017	0,12					
W13	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand zwischen Stellplatz 44/45 Stirnseite zur Fahrspur Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	28	38	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, teilweise Farbablösungen im Sockelbereich
		2 - 4	0,221	1,61					
		4 - 6	0,152	1,11					
W14	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand links in Stellplatz 14 ca. 3,4 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	35	39	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,298	2,17					
		4 - 6	0,211	1,53					
W15	Wand im 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 11 ca. 0,7 m von Seitenwand links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,019	0,14	-	-	29	35	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,022	0,16					
		4 - 6	-	-					
W16	Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand rechts in Stellplatz 7 ca. 5,9 m von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	-	-	-	-	38	44	schalungsraue Betonoberfläche, Ausbesserungsarbeiten im Sockelbereich sichtbar
		2 - 4	0,056	0,41					
		4 - 6	0,045	0,33					

3.2.1.3 Zwischengeschossdecke von oben

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
B1	Boden im 1. Untergeschoss ca. 13,7 m von Tor Einfahrt ca. 0,7 m von Wand Einfahrt	0 - 2	0,035	0,25	-	-	>70	-	Riss im Prüfbereich, ca. 70 mm Estrich, danach Stahlbeton, Bohrmehlentnahme im Riss
		2 - 4	0,030	0,22					
		4 - 6	-	-					
B2	Boden im 1. Untergeschoss ca. 2,8 m von Wand Süd ca. 8,9 m von Wand Rampe Einfahrt	Estrich (ca. 7 cm)	0,457	3,32	-	-	>70	-	Riss im Prüfbereich, ca. 70 mm Estrich, danach Leichtbeton, Bohrmehlentnahme im Riss
		2 - 4	0,036	0,26					
		4 - 6	-	-					
B3	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 3 ca. 0,9 m von Rückwand ca. 3,3 m von Seitenwand rechts	0 - 2	0,021	0,15	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 12 mm Asphalt, danach ca. 52 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,010	0,07					
		4 - 6	-	-					
B4	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 11 ca. 4,4 m von Rückwand ca. 0,6 m von Stellplatz 10	0 - 2	0,044	0,32	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 10 mm Asphalt, danach ca. 70 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,009	0,07					
		4 - 6	-	-					
B5	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 30 ca. 1,0 m von Stellplatz vorne ca. 2,4 m von Stellplatz 29	0 - 2	0,047	0,34	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 16 mm Asphalt, danach ca. 62 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,029	0,21					
		4 - 6	-	-					
B6	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 34 ca. 2,6 m von Stellplatz vorne ca. 0,7 m von Stellplatz 35	0 - 2	0,016	0,12	-	-	>70	-	Aufbau: Asphalt teilweise vollständig abgelöst, ca. 15 mm Asphalt, ca. 100 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,009	0,07					
		4 - 6	-	-					
B7	Boden im 1. Untergeschoss vor Stellplatz 50 ca. 6,0 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 51	0 - 2	-	-	-	-	SÖ: 65	-	Aufbau: ca. 15 mm Asphalt, danach ca. 25 mm Estrich, anschließend Stahlbeton
		2 - 4	0,391	2,84					
		4 - 6	0,338	2,46					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
B8	Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 46 ca. 2,6 m von Rückwand ca. 2,0 m von Seitenwand rechts	0 - 2	-	-	-	-	>70	-	Aufbau: ca. 46-49 mm Estrich, danach Stahlbeton
		2 - 4	0,537	3,90					
		4 - 6	0,392	2,85					

3.2.1.4 Deckenunterseiten

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
D1	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 28 ca. 4,6 m von Rückwand ca. 0,5 m von Seitenwand links	0 - 2	0,010	0,07	-	-	6	14	weißer Farbanstrich, Abplatzungen und freiliegende korrodierte Bewehrung im Prüfbereich
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					
D2	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 40 ca. 3,5 m von Stellplatz vorne ca. 1,2 m von Stellplatz 41	0 - 2	-	-	-	-	14	18	weißer Farbanstrich, augenscheinlich undichte Fuge, Farbablösungen und braune Flecken entlang der Fuge im Prüfbereich
		2 - 4	0,083	0,60					
		4 - 6	0,023	0,17					
D3	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Fahrspur ca. 1,5 m von Stellplatz 41 ca. 1,9 m von Wand Treppenhaus	0 - 2	-	-	-	-	16	20	weißer Farbanstrich, Abplatzungen und freiliegende korrodierte Bewehrung im Prüfbereich
		2 - 4	0,061	0,44					
		4 - 6	0,023	0,17					
D4	Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 46 ca. 4,5 m von Rückwand ca. 0,1 m von Unterzug Stellplatz 47	0 - 2	-	-	-	-	4	17	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,079	0,57					
		4 - 6	0,008	0,06					

3.2.1.5 Unterzüge

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
UZ1	Unterzug im 1. Untergeschoss bei Stellplatz 40 ca. 0,1 m von UK Unterzug ca. 0,1 m von Stütze Seite Nord	0 - 2	0,020	0,15	-	-	8	16	weißer Farbanstrich, Fugenbereich, Riss entlang der Fuge mit Farbablösungen
		2 - 4	0,011	0,08					
		4 - 6	-	-					

3.2.2 Zweites Untergeschoss

3.2.2.1 Stützen

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S9	Stütze im 2. Untergeschoss in Stellplatz 44 Seite vorne Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	48	50	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					
S10	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 35/36 Seite links Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	26	29	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	-	-					
S11	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 61/62 Seite rechts Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,018	0,13	7	14	22	28	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,014	0,10					
		4 - 6	-	-					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
S12	Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 23/24 Seite rechts Höhe ca. 4 cm OKB	0 - 2	0,018	0,13	-	-	18	20	schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,017	0,12					
		4 - 6	-	-					
S13	Stütze im 2. Untergeschoss Stütze im Archiv Zweite Stütze von Nord Seite Süd	0 - 2	-	-	-	-	23	28	weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, Farbablösungen bis Höhe ca. 40 cm OKB
		2 - 4	0,396	2,88					
		4 - 6	0,226	1,64					

3.2.2.2 Wände

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W17	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 43 ca. 0,1 m von Stellplatz 44 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,038	0,28	-	-	-	-	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,017	0,12					
		4 - 6	-	-					
W18	Wand im 2. Untergeschoss Wand in Fahrspur vor Stellplatz 47 ca. 10,9 von Rückwand Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	29	31	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	-	-					
W19	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 38 ca. 0,6 m von Stellplatz 39 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	42	45	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	-	-					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
W20	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 60 ca. 1,0 m von Stellplatz 61 Höhe ca. 5 cm OKB	0 - 2	0,015	0,11	-	-	25	31	schalungsraue Betonoberfläche, optisch ohne Befund
		2 - 4	0,013	0,09					
		4 - 6	-	-					
W21	Wand im 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 24 ca. 1,4 m von Stellplatz 23 Höhe ca. 3 cm OKB	0 - 2	0,013	0,09	-	-	-	-	Aufkantung im Sockelbereich bis Höhe ca. 10 cm OKB, danach Mauerwerk mit weißem Farbanstrich
		2 - 4	0,012	0,09					
		4 - 6	-	-					

3.2.2.3 Deckenunterseiten

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnah-metiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
D5	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 49 ca. 11,4 m von Rückwand ca. 5,9 m von Seitenwand rechts	0 - 2	-	-	-	-	24	27	schalungsraue Betonoberfläche, Riss mit weißen Ausblühungen im Prüfbereich Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,115	0,84					
		4 - 6	0,085	0,62					
D6	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss Stellplatz 38 ca. 2,2 m Rückwand ca. 3,0 m von Seitenwand links	0 - 2	-	-	-	-	22	25	schalungsraue Betonoberfläche, bereits verpresster Riss im Prüfbereich mit weißen Ausblühungen und Korrosionsspuren, Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,134	0,97					
		4 - 6	0,094	0,68					
D7	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 66 ca. 5,8 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 65	0 - 2	-	-	-	-	19	28	schalungsraue Betonoberfläche, Riss mit weißen Ausblühungen im Prüfbereich Bohrmehlentnahme im Rissbereich
		2 - 4	0,208	1,51					
		4 - 6	0,262	1,90					

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
D8	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 57 ca. 10,8 m von Rückwand ca. 0,5 m von Stellplatz 42	0 - 2	-	-	-	-	17	24	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,083	0,60					
		4 - 6	0,073	0,53					
D9	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 24 ca. 7,8 m von Rückwand ca. 1,0 m von Stellplatz 25	0 - 2	-	-	-	-	18	26	weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,094	0,68					
		4 - 6	0,136	0,99					
D10	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 14,8 m von Wand Nord ca. 4,4 m von Wand Ost	0 - 2	0,184	1,34	-	-	8	14	Doppelunterzug, Teil Nord, weißer Farbanstrich, gelbe Ablagerungen im Prüfbereich, Fuge Augenscheinlich ehemals undicht
		2 - 4	0,034	0,25					
		4 - 6	-	-					
D11	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 5,2 m von Wand Nord ca. 10,0 m von Wand Ost	0 - 2	-	-	-	-	7	15	weißer Farbanstrich, Wasserspuren und Farbablösungen im Prüfbereich, augenscheinlich Undichtigkeiten im Bereich der Rohrdurchführung
		2 - 4	0,062	0,45					
		4 - 6	0,106	0,77					
D12	Deckenunterseite im 2. Untergeschoss im Archiv ca. 5,0 m von Wand Nord ca. 12,2 m von Wand Ost	0 - 2	0,198	1,44	-	-	17	21	weißer Farbanstrich, Farbablösungen punktuell oberflächliche Korrosionsspuren im Prüfbereich
		2 - 4	0,036	0,26					
		4 - 6	-	-					

3.3 Ergebnisdarstellung Korrosionszustand der Bewehrung

3.3.1 Erstes Untergeschoss

3.3.1.1 Stützen

S1			
Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 53/54, Seite vorne			
Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Bügel 1, Bügelbewehrung	1 Ø 8	2 / 0	33
Bügel 2, Bügelbewehrung	1 Ø 10	2 / 0	28
Bügel 3, Bügelbewehrung	2 Ø 8	2 / 0	21 - 31
Bügel 4, Bügelbewehrung	1 Ø 10	2 / 0	30
Stab 1, Vertikalstab	1 Ø 28	1 / 0	43
Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,17	0,11	-
Carbonatisierungstiefe [mm]			
n. g.			
Bemerkungen			
schalungsraue Betonoberfläche, Hohlkehle bis Höhe ca. 2 cm OKB ansonsten optisch ohne Befund			

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

S3
Stütze im 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 5 / 6, Seite hinten

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, Vertikalstab	1 Ø 22	1 / 0	53 - 58
Stab 2, Vertikalstab	1 Ø 22	1 / 0	49 - 64
Bügel 1, Bügelbewehrung	1 Ø 8	1 / 0	37 - 39
Bügel 2, Bügelbewehrung	1 Ø 8	2 / 0	47 - 60

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,31	0,04	-

Carbonatisierungstiefe [mm]
1 - 6

Bemerkungen
weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, vereinzelt Farbablösungen, ansonsten optisch ohne Befund

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.1.2 Wände

W13
Wand im 1. Untergeschoss Seitenwand zwischen Stellplatz 44/45, Stirnseite zur Fahrspur

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, Vertikalstab	1 Ø 14 glatt	4 / 27	vorne: 58 links: 32
Bügel 1, Bügelbewehrung	1 Ø 8 glatt	1 / 0	vorne: 50 links: 23

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	1,61	1,11

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
weißer Farbanstrich über gesamte Höhe, teilweise Farbablösungen im Sockelbereich

[1] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.1.3 Zwischengeschossdecke von oben

B3			
Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 3, ca. 0,9 m von Rückwand, ca. 3,3 m von Seitenwand rechts			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, ∥ Stellplatz	1 Ø 16	1 / 0	24
Stab 2, ⊥ Stellplatz	2 Ø 8	1 / 0	38

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,15	0,07	-

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
Aufbau: ca. 12 mm Asphalt, danach ca. 52 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton

[1] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

B5			
Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 30, ca. 1,0 m von Stellplatz vorne, ca. 2,4 m von Stellplatz 29			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, ⊥ Stellplatz	2 Ø 8	1 / 0	33
Stab 2, ∥ Stellplatz	1 Ø 8	1 / 0	48

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,34	0,21	-

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
Aufbau: ca. 16 mm Asphalt, danach ca. 62 mm Estrich, danach augenscheinlich bituminöse Abdichtung, anschließend Stahlbeton

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

B8			
Boden im 1. Untergeschoss in Stellplatz 46, ca. 2,6 m von Rückwand, ca. 2,0 m von Seitenwand rechts			
Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
bis ca. 20 cm Tiefe keine Bewehrung vorgefunden			
Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	3,90	2,85
Carbonatisierungstiefe [mm]			
n. g.			
Bemerkungen			
Aufbau: ca. 46-49 mm Estrich, danach Stahlbeton			

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.1.4 Deckenunterseiten

D2			
Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 40 ca. 3,5 m von Stellplatz vorne, ca. 1,2 m von Stellplatz 41			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, Schlaufe	1 Ø 12 glatt	2 / 0	2 - 9

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	0,60	0,17

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
weißer Farbanstrich, augenscheinlich undichte Fuge, Farbablösungen und braune Flecken entlang der Fuge im Prüfbereich

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

D4			
Deckenunterseite im 1. Untergeschoss Stellplatz 46 ca. 4,5 m von Rückwand, ca. 0,1 m von Unterzug Stellplatz 47			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, Schlaufe	1 Ø 10 glatt	4 / beginnend	unten: 0 seitlich: 17
Stab 2, Schlaufe	1 Ø 10 glatt	4 / beginnend	unten: 0 seitlich: 41

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	0,57	0,06

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich. Der Achsabstand der beiden Bewehrungsstäbe (Schlaufen) beträgt ca. 15,5 cm.

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.1.5 Unterzüge

UZ1			
Unterzug im 1. Untergeschoss bei Stellplatz 40, ca. 0,1 m von UK Unterzug, ca. 0,1 m von Stütze Seite Nord			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, Längsbewehrung	1 Ø 26 glatt	2 / 0	unten: 12 seitlich: 46

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,15	0,08	-
Carbonatisierungstiefe [mm]			
n. g.			
Bemerkungen			
weißer Farbanstrich, Fugenbereich, Riss entlang der Fuge mit Farbablösungen			

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.2 Zweites Untergeschoss

3.3.2.1 Stützen

S11			
Stütze im 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 61/62, Seite rechts			

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Bügel 1, Bügelbewehrung	2 Ø 10	2 / 0	vorne: 29 rechts: 32
Stab 1, Vertikalstab	1 Ø 28	1 / 0	vorne: 36 rechts: 51

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,13	0,10	-

Carbonatisierungstiefe [mm]
7 - 14

Bemerkungen
schalungsraue Betonoberfläche, Anschluss zur Bodenplatte elastisch verfugt, optisch ohne Befund

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.3.2.2 Deckenunterseiten

D6
Deckenunterseite im 2. Untergeschoss Stellplatz 38 ca. 2,2 m Rückwand, ca. 3,0 m von Seitenwand links

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, ⊥ Stellplatz	2 Ø 8	4 / 34 %	26

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	0,97	0,68

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
schalungsraue Betonoberfläche, bereits verpresster Riss im Prüfbereich mit weißen Ausblühungen und Korrosionsspuren, Bohrmehlentnahme im Rissbereich

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

D9				
Deckenunterseite im 2. Untergeschoss vor Stellplatz 24 ca. 7,8 m von Rückwand, ca. 1,0 m von Stellplatz 25				

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1, ⊥ Stellplatz	2 Ø 8	4 / beginnend	14

Bohrmehlproben			
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	-	0,68	0,99

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
weißer Farbanstrich, Farbablösungen und Korrosionsspuren im Prüfbereich

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

3.4 Orientierende Ermittlung der Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer

3.4.1 Stützen Erstes Untergeschoss

Bauteil / Lage der Prüffläche			**Stütze S1a** 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 17 und Fahrspur Seite links			**Stütze S3** 1. Untergeschoss zwischen Stellplatz 5 / 6 Seite vorne		
Herstelltag [Tage]			> 90 Tage			> 90 Tage		
Prüftag [Datum]			25.05.2020			25.05.2020		
Prüfalter [Tage]			> 90 Tage			> 90 Tage		
Lage			unten / mitte / oben			unten / mitte / oben		
Zustand des Betons			Carbonatisierungstiefe 5 - 7 mm			Carbonatisierungstiefe 1 - 6 mm		
Schlagrichtung			horizontal			horizontal		
Prüfwerte Rückprall-zahlen	1	Skt.	55	55	57	62	54	59
	2	Skt.	55	58	56	57	59	59
	3	Skt.	53	57	56	59	59	62
	4	Skt.	58	56	55	56	56	57
	5	Skt.	55	56	56	60	53	56
	6	Skt.	56	58	56	55	57	64
	7	Skt.	56	54	56	59	54	58
	8	Skt.	58	57	53	61	54	58
	9	Skt.	56	56	54	62	60	60
Medianwert		**Skt.**	**56**	**56**	**56**	**59**	**56**	**59**
Korrektur für Richtung		Skt.	0	0	0	0	0	0
korr. Medianwert		**Skt.**	**56**	**56**	**56**	**59**	**56**	**59**
Mittelwert Medianwert		**Skt.**	**56**			**58**		
Betondruckfestigkeit in Ahnlehnung an DIN EN 13791:2020, Tabelle B.1			C50/60*)			C55/67*)		

*) Anmerkung:
Eine Zuordnung der Festigkeitsklasse ist aufgrund der hohen Carbonatisierung (> 5 mm) des Betons nicht möglich. Die Beurteilung der Festigkeitsklasse erfolgt tendenziell in Anlehnung an DIN EN 13791:2020-02 für den oberflächennahen Bereich.

3.4.2 Stützen zweites Untergeschoss

Bauteil / Lage der Prüffläche			**Stütze S11** 2. Untergeschoss zwischen Stellplatz 61 / 62 Seite hinten		
Herstelltag [Tage]			> 90 Tage		
Prüftag [Datum]			25.05.2020		
Prüfalter [Tage]			> 90 Tage		
Lage			unten / mitte / oben		
Zustand des Betons			Carbonatisierungstiefe 7 - 14 mm		
Schlagrichtung			horizontal		
Prüfwerte Rückprall-zahlen	1	Skt.	54	56	58
	2	Skt.	59	58	44
	3	Skt.	58	56	57
	4	Skt.	54	55	52
	5	Skt.	56	55	56
	6	Skt.	56	58	58
	7	Skt.	56	56	56
	8	Skt.	57	59	56
	9	Skt.	46	56	58
Medianwert		**Skt.**	**56**	**56**	**56**
Korrektur für Richtung		Skt.	0	0	0
korr. Medianwert		**Skt.**	**56**	**56**	**56**
Mittelwert Medianwert		**Skt.**	**56**		
Betondruckfestigkeit in Ahnlehnung an DIN EN 13791:2020, Tabelle B.1			C50/60*)		

*) Anmerkung:
Eine Zuordnung der Festigkeitsklasse ist aufgrund der hohen Carbonatisierung (> 5 mm) des Betons nicht möglich. Die Beurteilung der Festigkeitsklasse erfolgt tendenziell in Anlehnung an DIN EN 13791:2020-02 für den oberflächennahen Bereich.

3.4.3 Wände erstes Untergeschoss

Bauteil / Lage der Prüffläche			**Wand W2** Außenwand 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 73 ca. 0,2 m von Stellplatz 74			**Wand W7** Außenwand 1. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 21 / 22 direkt in Stellplatzgrenze 21 / 22		
Herstelltag [Tage]			> 90 Tage			> 90 Tage		
Prüftag [Datum]			25.05.2020			25.05.2020		
Prüfalter [Tage]			> 90 Tage			> 90 Tage		
Lage			unten / mitte / oben			unten / mitte / oben		
Zustand des Betons			Carbonatisierungstiefe 22 - 24 mm			Carbonatisierungstiefe 18 - 20 mm		
Schlagrichtung			horizontal			horizontal		
Prüfwerte Rückprall-zahlen	1	Skt.	49	46	54	56	56	58
	2	Skt.	45	54	52	62	57	56
	3	Skt.	52	47	54	65	56	54
	4	Skt.	48	50	52	62	53	58
	5	Skt.	45	52	47	64	58	50
	6	Skt.	52	52	48	60	53	47
	7	Skt.	48	53	53	60	54	56
	8	Skt.	53	40	46	60	51	54
	9	Skt.	51	53	43	62	52	54
Medianwert		**Skt.**	**49**	**52**	**52**	**62**	**54**	**54**
Korrektur für Richtung		Skt.	0	0	0	0	0	0
korr. Medianwert		**Skt.**	**49**	**52**	**52**	**62**	**54**	**54**
Mittelwert Medianwert		**Skt.**	**51**			**57**		
Betondruckfestigkeit in Ahnlehnung an DIN EN 13791:2020, Tabelle B.1			C45/55*)			C55/67*)		

*) Anmerkung:
Eine Zuordnung der Festigkeitsklasse ist aufgrund der hohen Carbonatisierung (> 5 mm) des Betons nicht möglich. Die Beurteilung der Festigkeitsklasse erfolgt tendenziell in Anlehnung an DIN EN 13791:2020-02 für den oberflächennahen Bereich.

3.4.4 Wände zweites Untergeschoss

Bauteil / Lage der Prüffläche			**Wand W19** Außenwand 2. Untergeschoss Rückwand in Stellplatz 38 ca. 0,7 m von Stellplatz 39		
Herstelltag [Tage]			> 90 Tage		
Prüftag [Datum]			25.05.2020		
Prüfalter [Tage]			> 90 Tage		
Lage			unten / mitte / oben		
Zustand des Betons			Carbonatisierungstiefe 15 - 18 mm		
Schlagrichtung			horizontal		
Prüfwerte Rückprall-zahlen	1	Skt.	46	44	55
	2	Skt.	49	45	44
	3	Skt.	42	46	46
	4	Skt.	48	44	44
	5	Skt.	44	44	45
	6	Skt.	52	46	42
	7	Skt.	48	48	44
	8	Skt.	50	45	44
	9	Skt.	49	44	49
Medianwert		**Skt.**	**48**	**45**	**44**
Korrektur für Richtung		Skt.	0	0	0
korr. Medianwert		**Skt.**	**48**	**45**	**44**
Mittelwert Medianwert		**Skt.**	**46**		
Betondruckfestigkeit in Ahnlehnung an DIN EN 13791:2020, Tabelle B.1			C30/37*)		

*) Anmerkung:
Eine Zuordnung der Festigkeitsklasse ist aufgrund der hohen Carbonatisierung (> 5 mm) des Betons nicht möglich. Die Beurteilung der Festigkeitsklasse erfolgt tendenziell in Anlehnung an DIN EN 13791:2020-02 für den oberflächennahen Bereich.

4 Anhang Fotodokumentation

4.1 Prüfstellen - Ermittlung der Carbonatisierungstiefe

4.1.1 Stützen

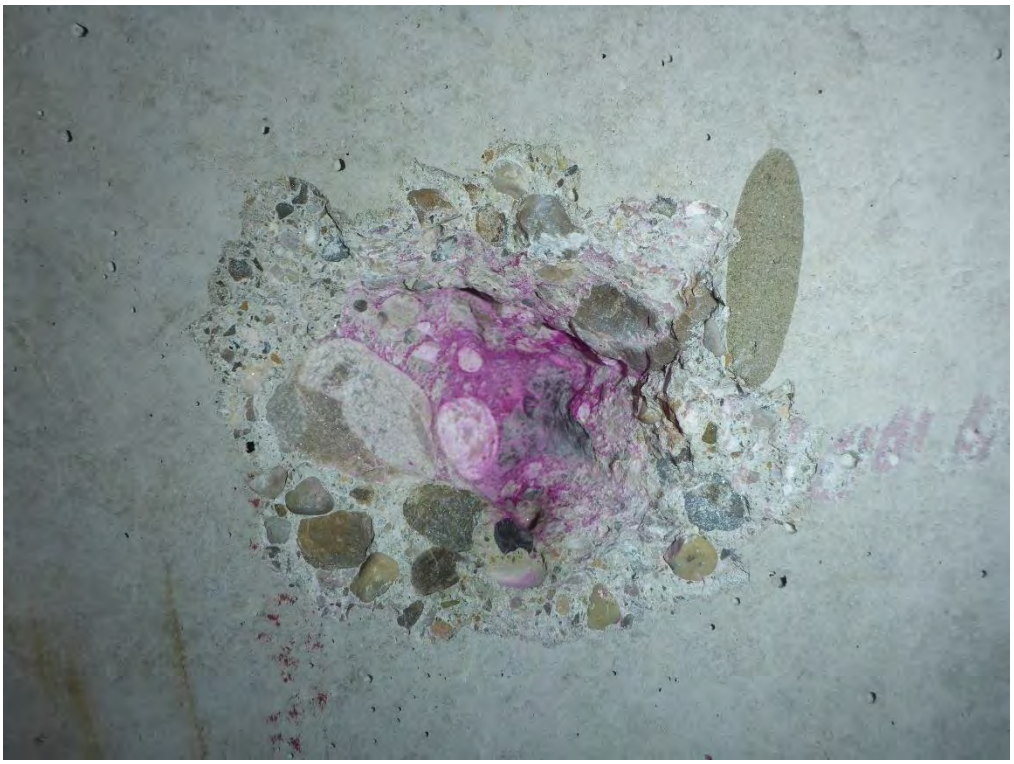


Bild 1: Prüfstelle Stütze S1a

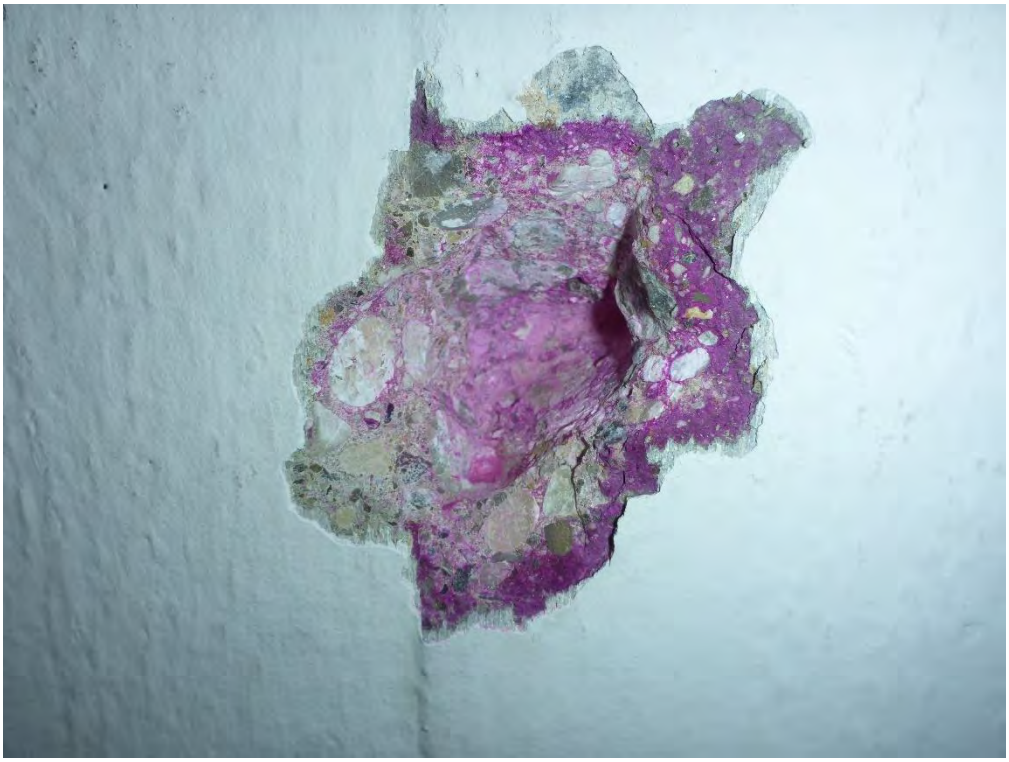


Bild 2: Prüfstelle Stütze S3

Bild 3: Prüfstelle Stütze S11

4.1.2 Wände

Bild 4: Prüfstelle Wand W2

Bild 5: Prüfstelle Wand W7

Bild 6: Prüfstelle Wand W19

4.2 Prüfstellen - Ermittlung der Gesamtchloridgehalt und Betondeckung

4.2.1 Stützen

Bild 7: Ansicht Prüfstelle Stütze S1

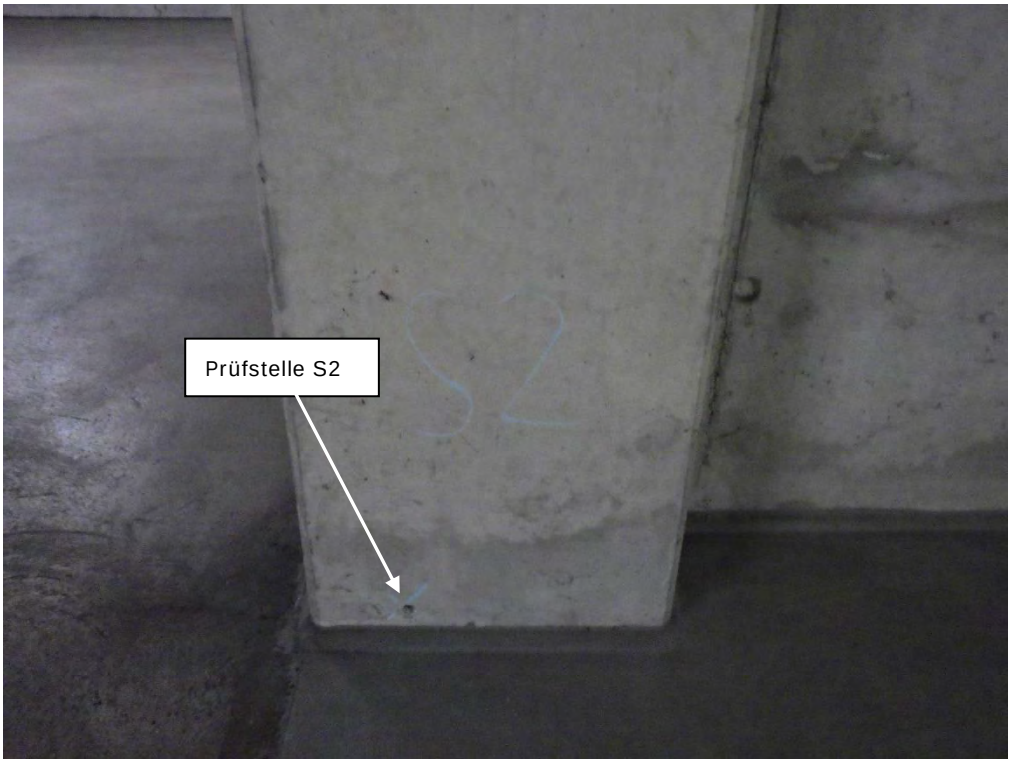


Bild 8: Ansicht Prüfstelle Stütze S2

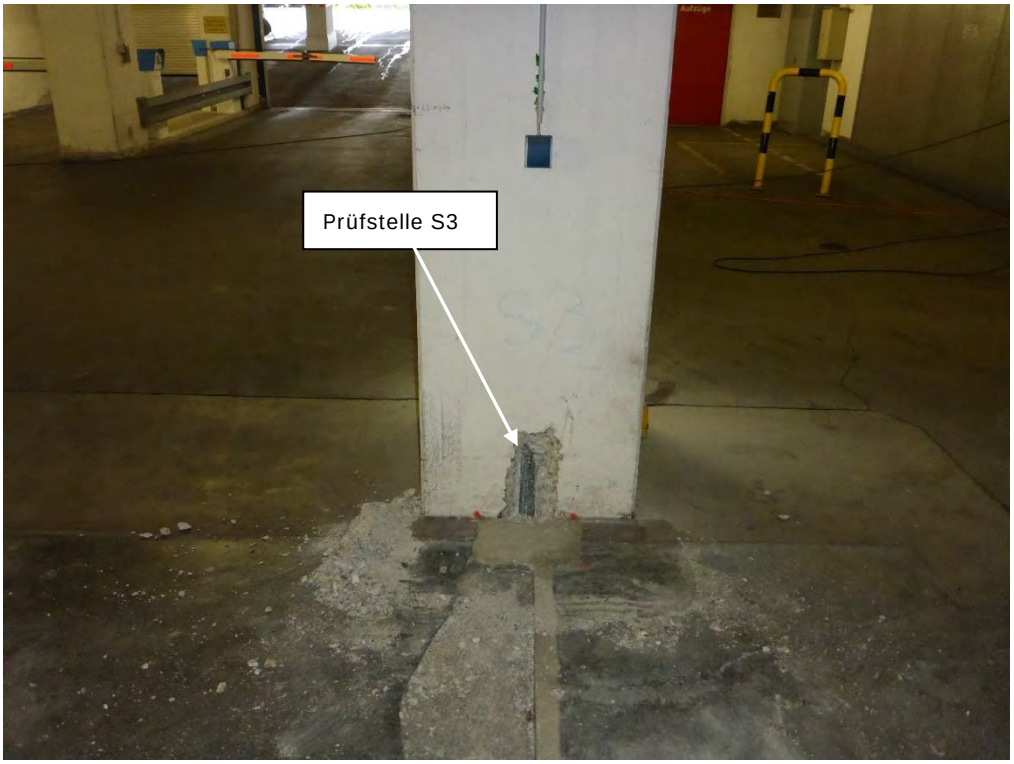


Bild 9: Ansicht Prüfstelle Stütze S3

Bild 10: Ansicht Prüfstelle Stütze S4

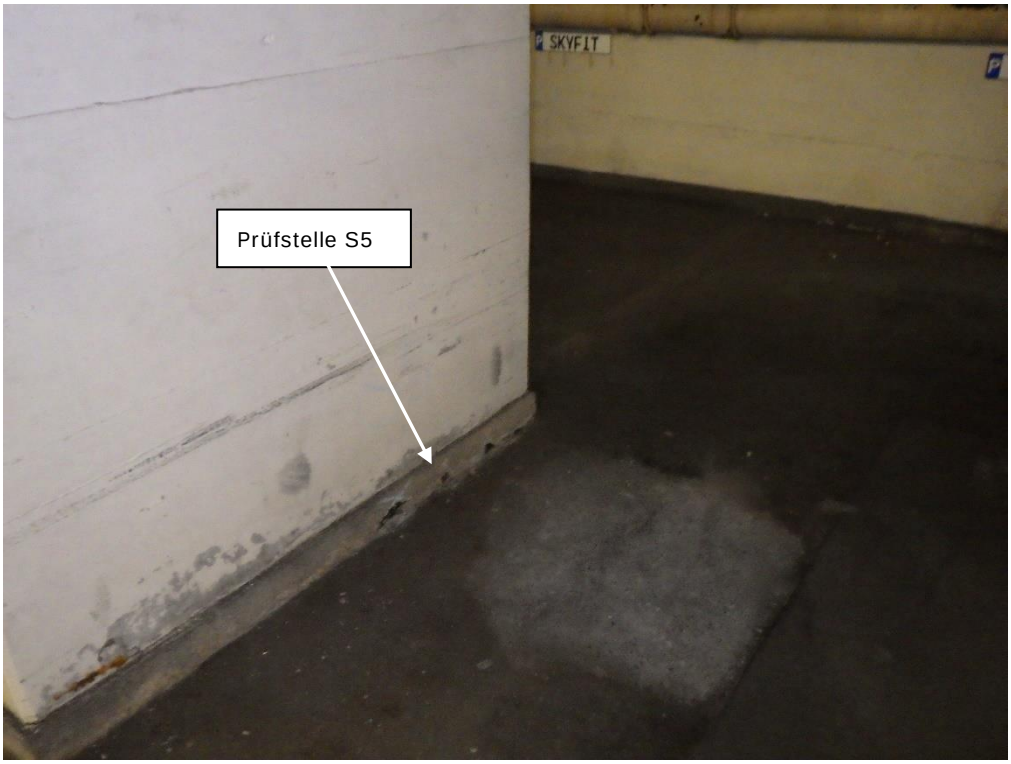


Bild 11: Ansicht Prüfstelle Stütze S5

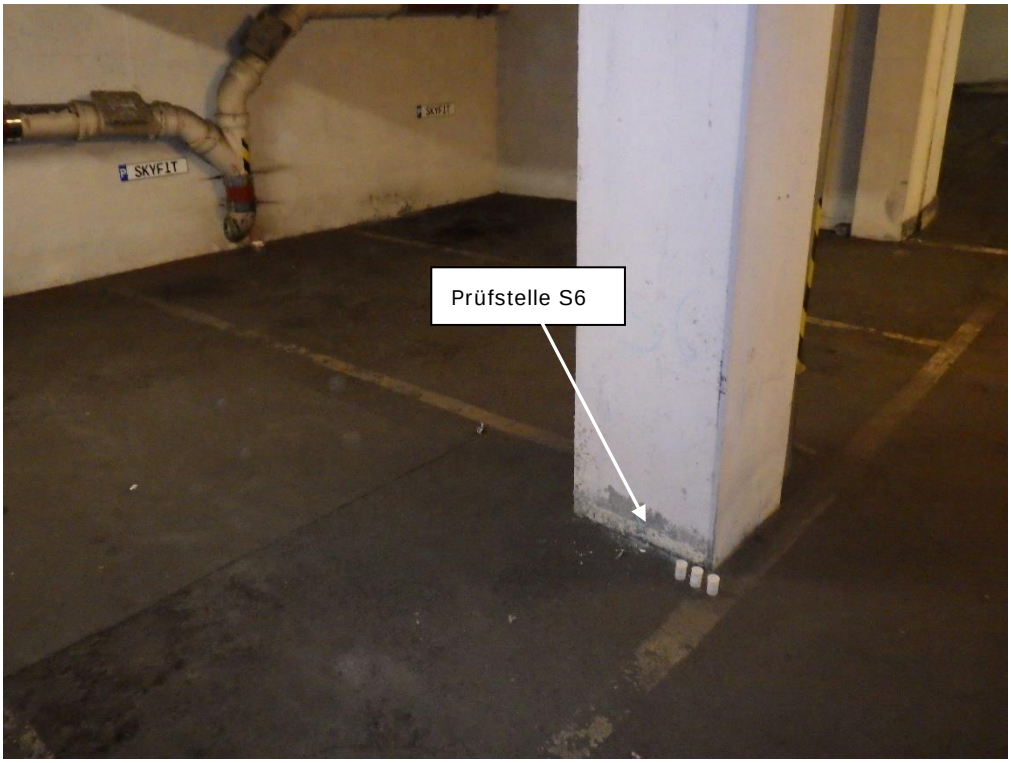


Bild 12: Ansicht Prüfstelle Stütze S6

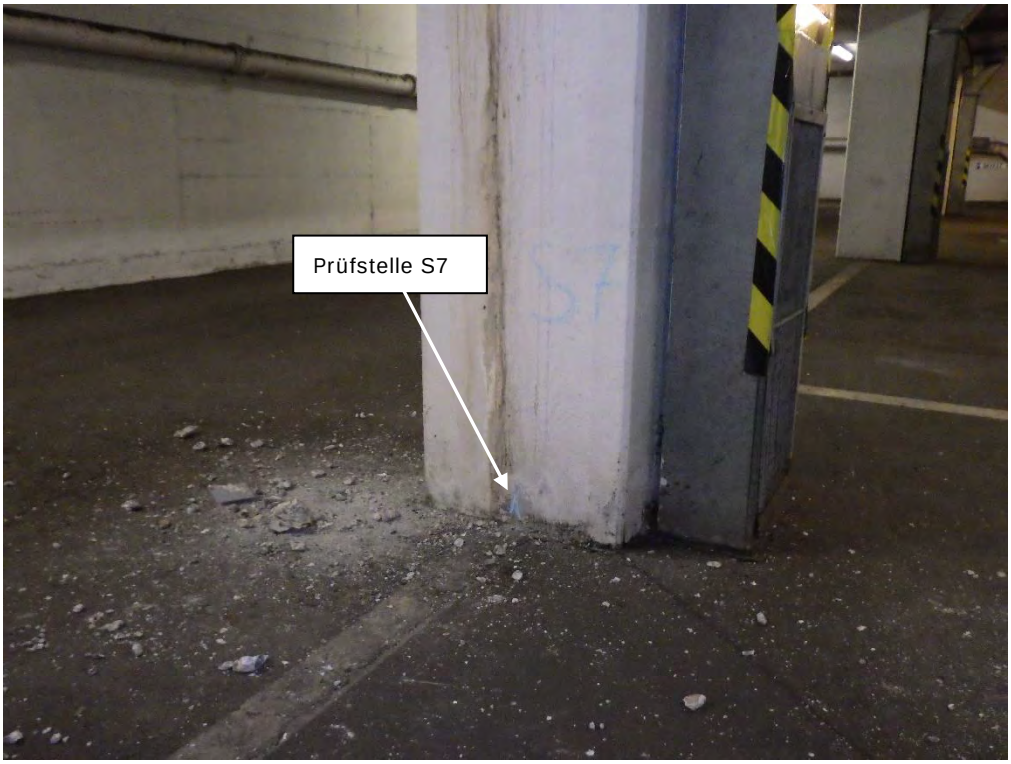


Bild 13: Ansicht Prüfstelle Stütze S7

Bild 14: Ansicht Prüfstelle Stütze S8

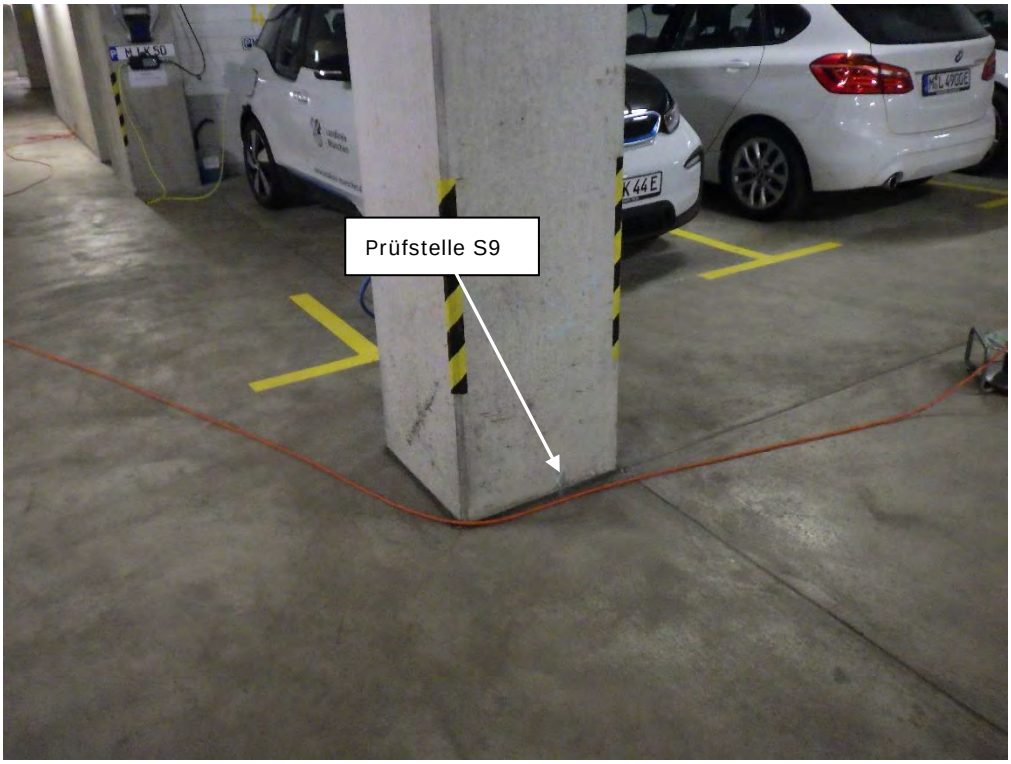


Bild 15: Ansicht Prüfstelle Stütze S9

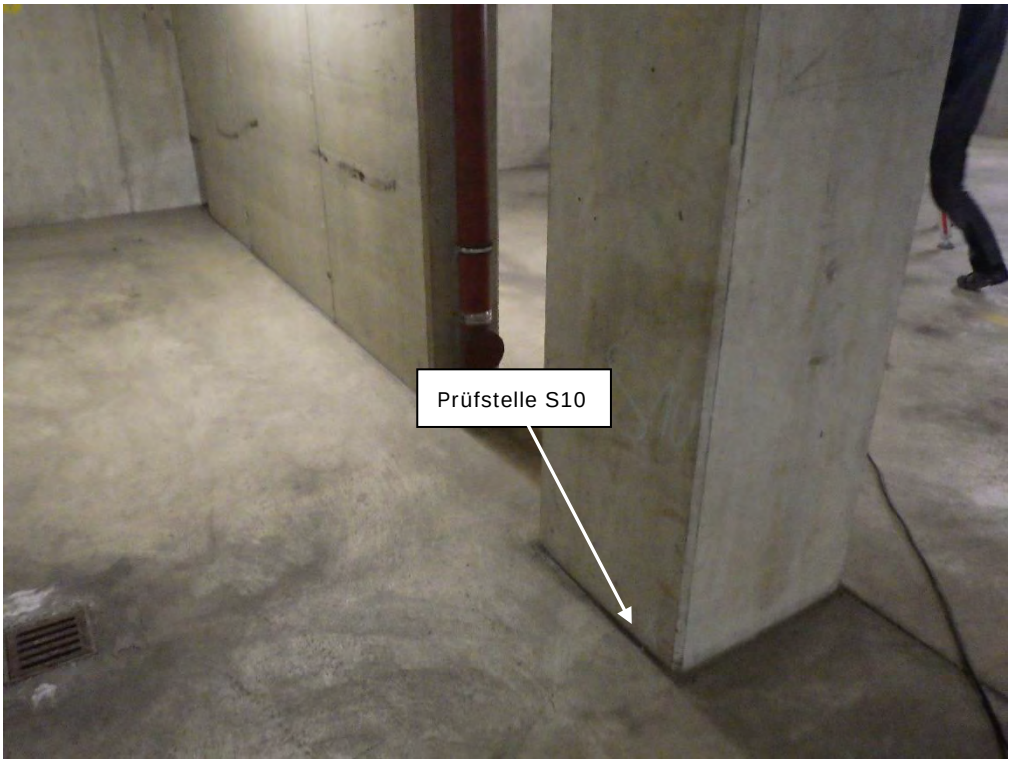


Bild 16: Ansicht Prüfstelle Stütze S10

Bild 17: Ansicht Prüfstelle Stütze S11

Bild 18: Ansicht Prüfstelle Stütze S12

Bild 19: Ansicht Prüfstelle Stütze S13

4.2.2 Wände

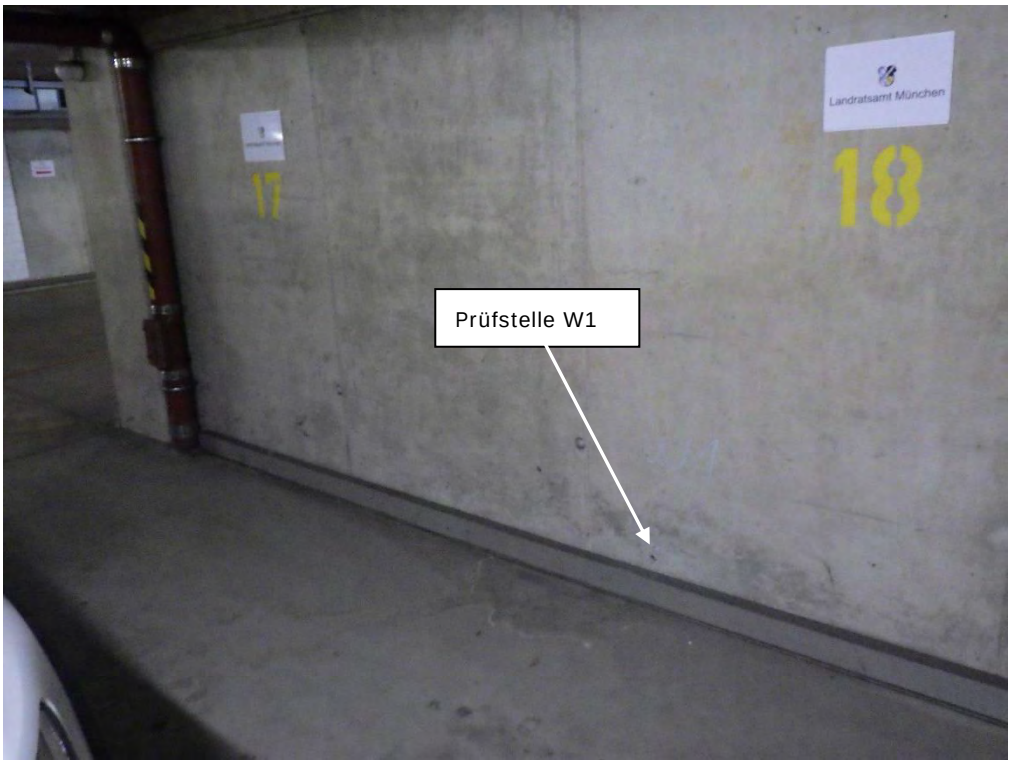


Bild 20: Ansicht Prüfstelle Wand W1

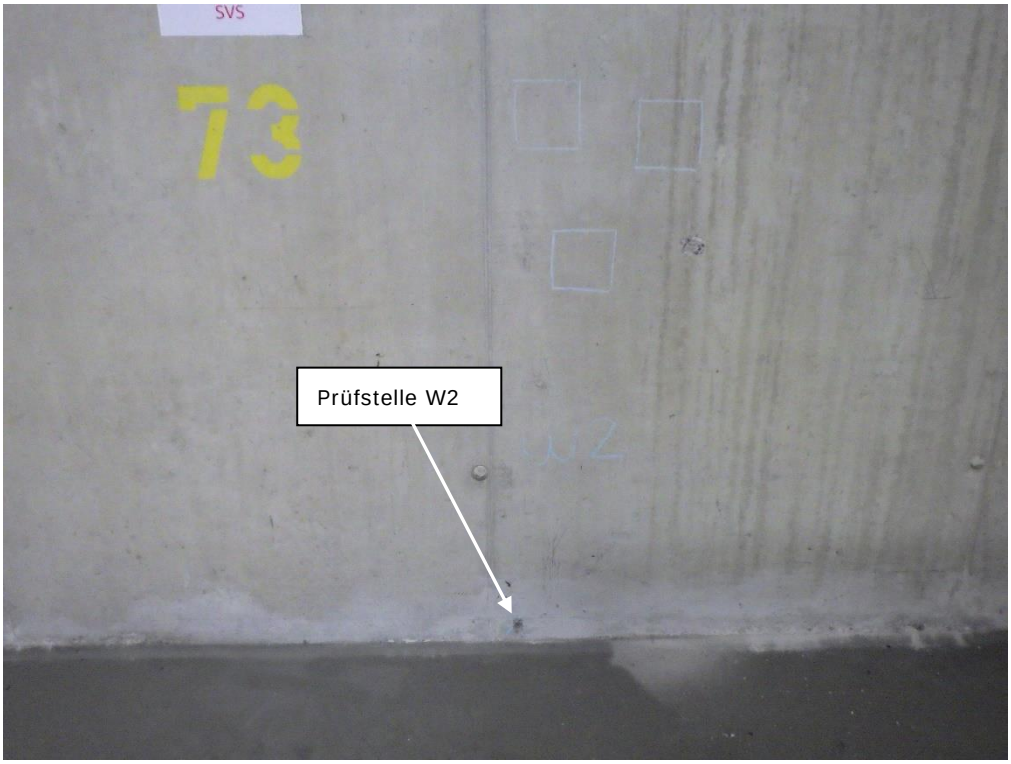


Bild 21: Ansicht Prüfstelle Wand W2

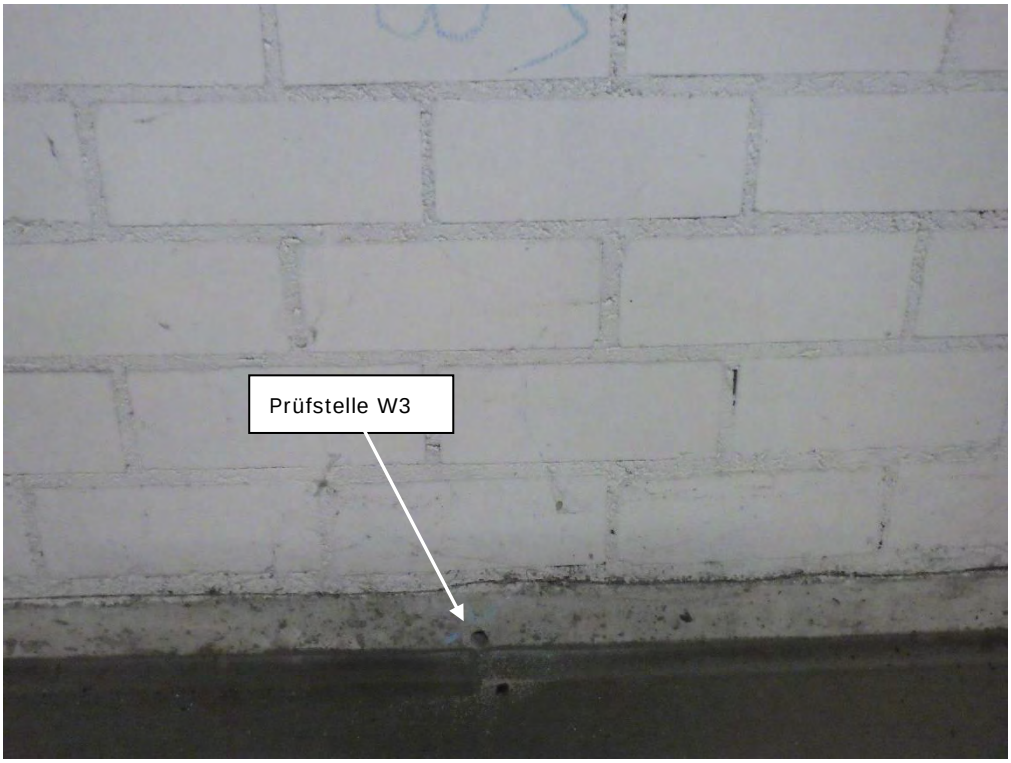


Bild 22: Ansicht Prüfstelle Wand W3

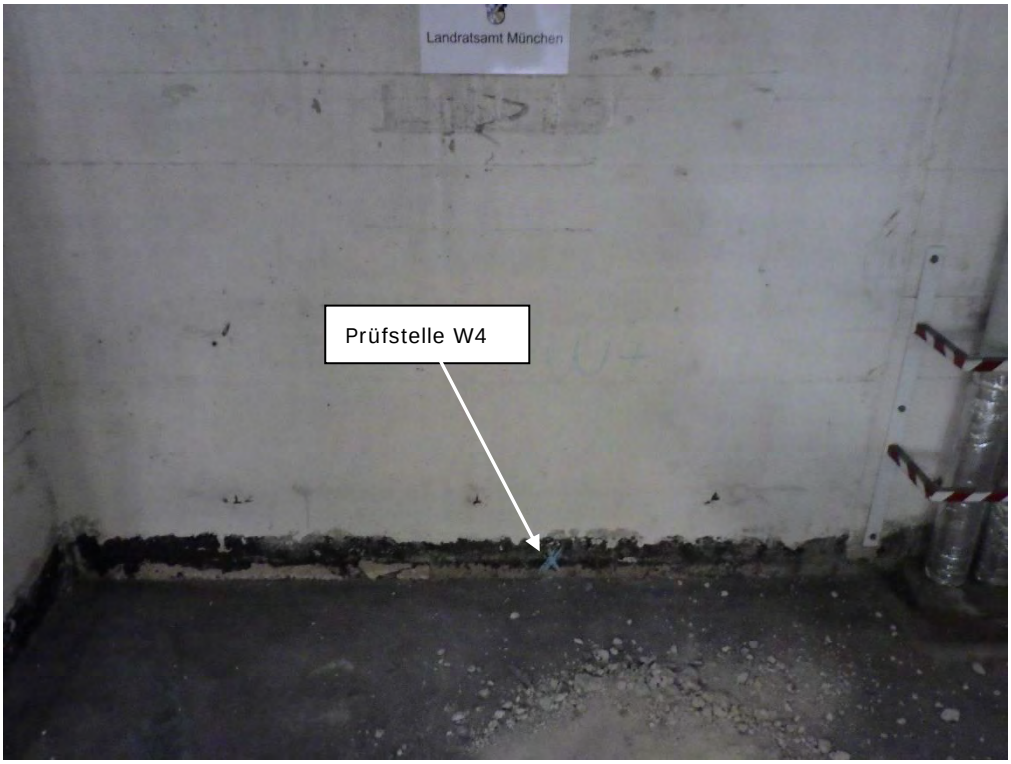


Bild 23: Ansicht Prüfstelle Wand W4

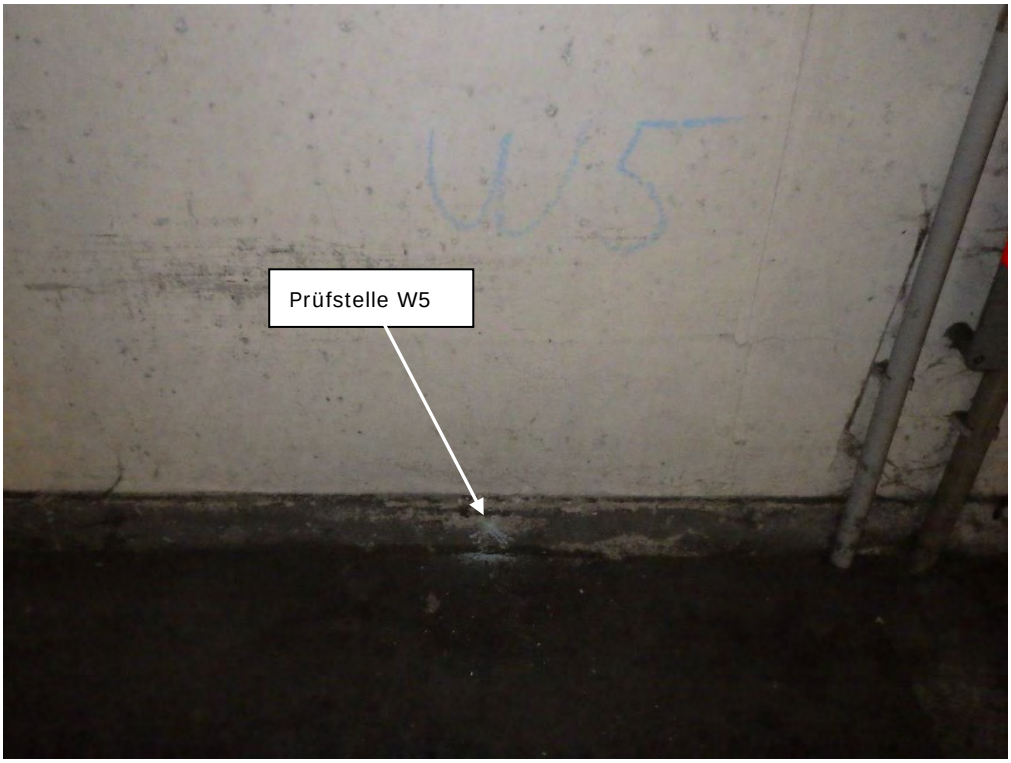


Bild 24: Ansicht Prüfstelle Wand W5

Bild 25: Ansicht Prüfstelle Wand W6

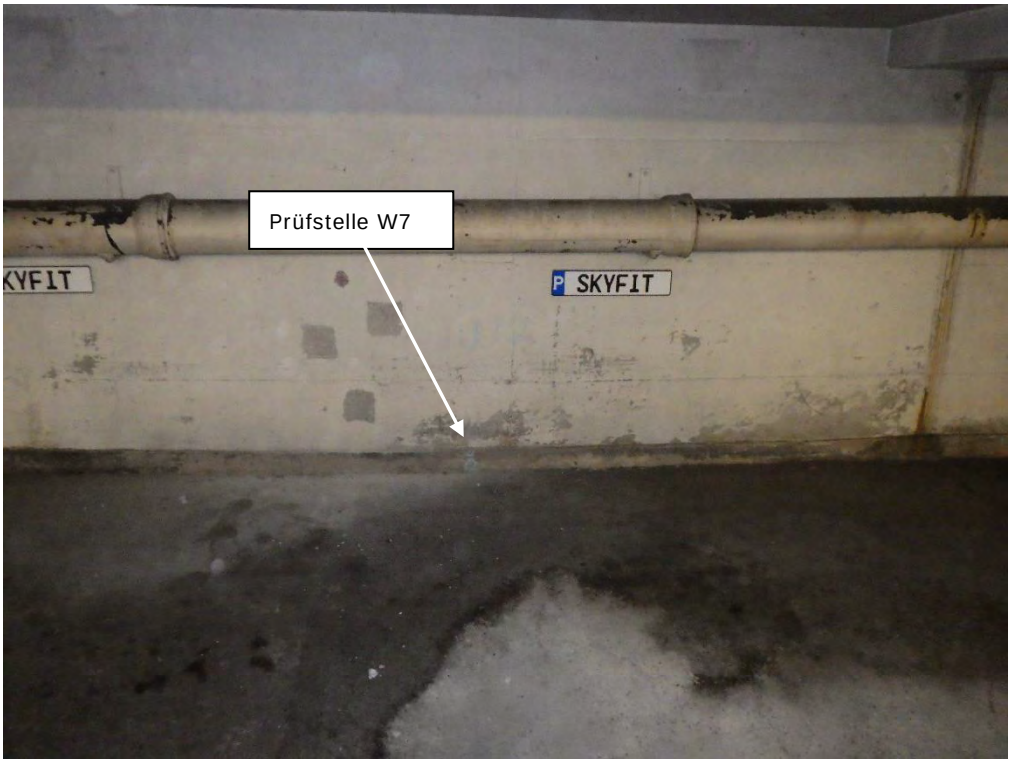


Bild 26: Ansicht Prüfstelle Wand W7

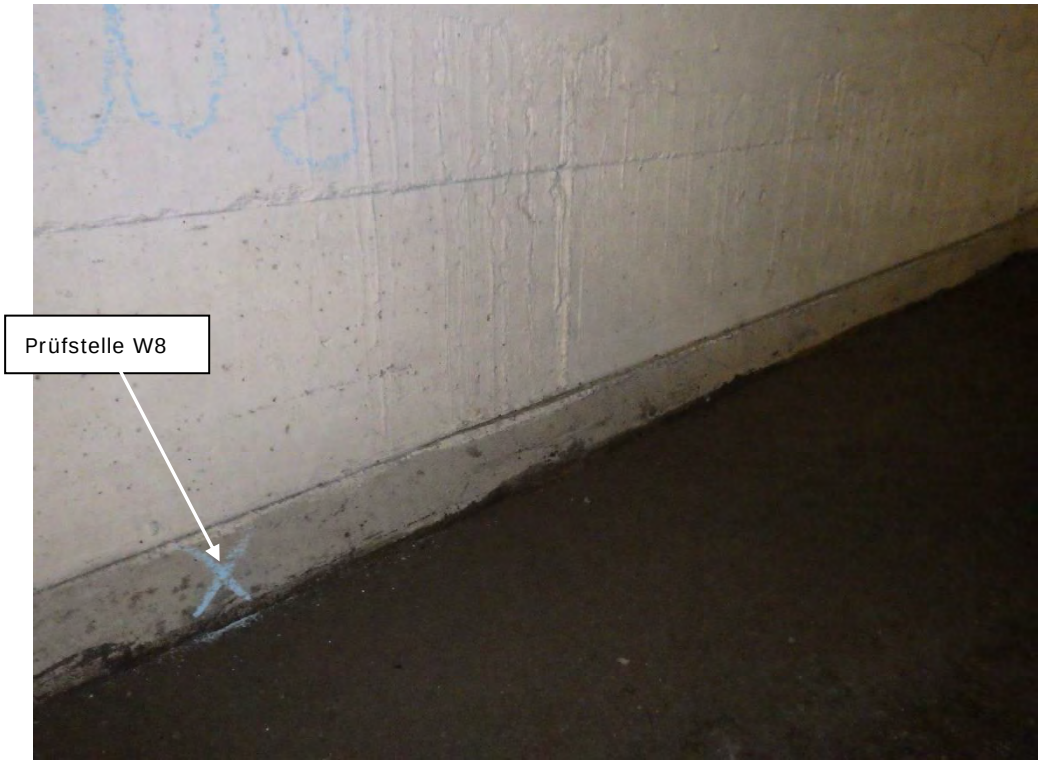


Bild 27: Ansicht Prüfstelle Wand W8

Bild 28: Ansicht Prüfstelle Wand W9

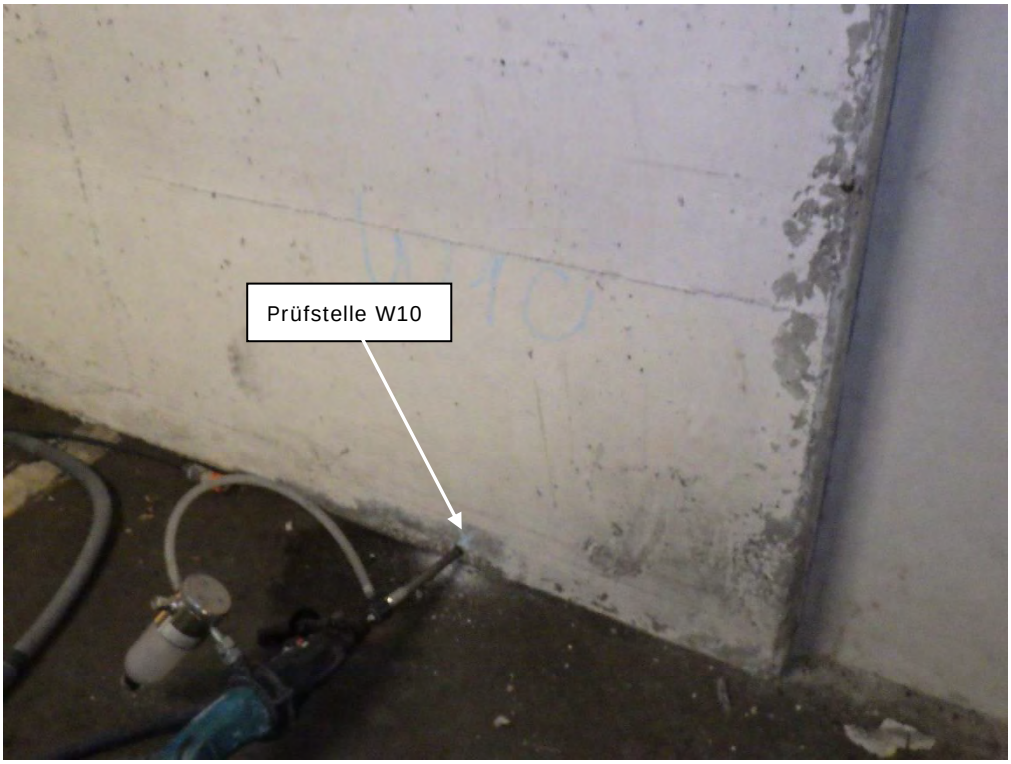


Bild 29: Ansicht Prüfstelle Wand W10

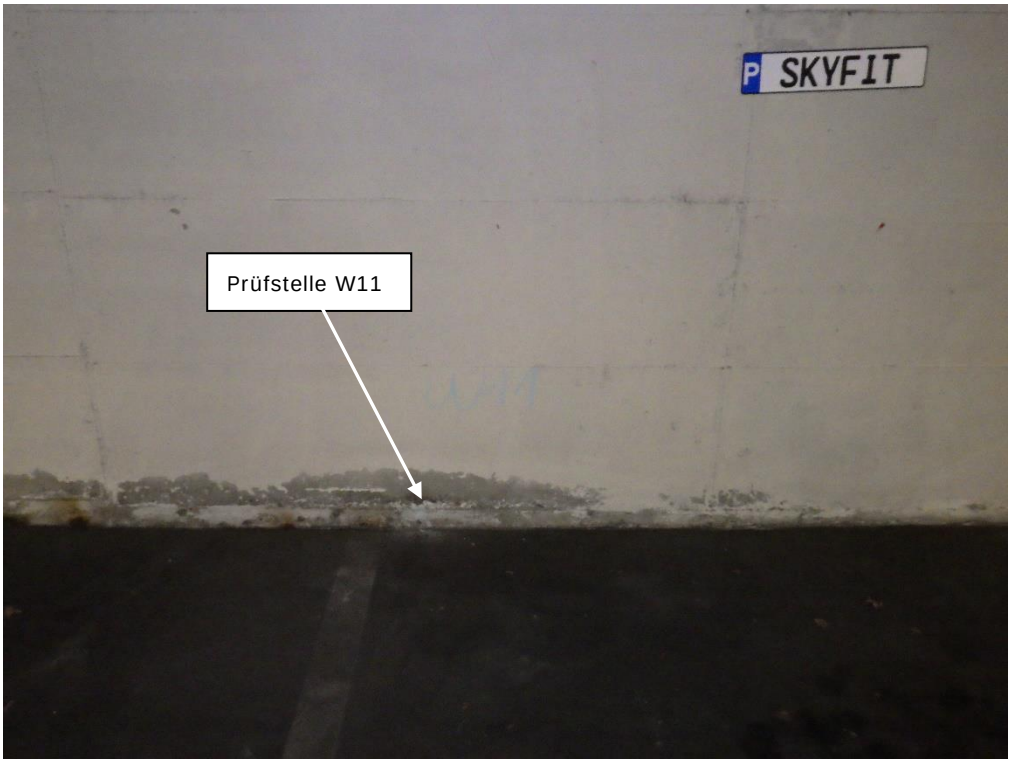


Bild 30: Ansicht Prüfstelle Wand W11

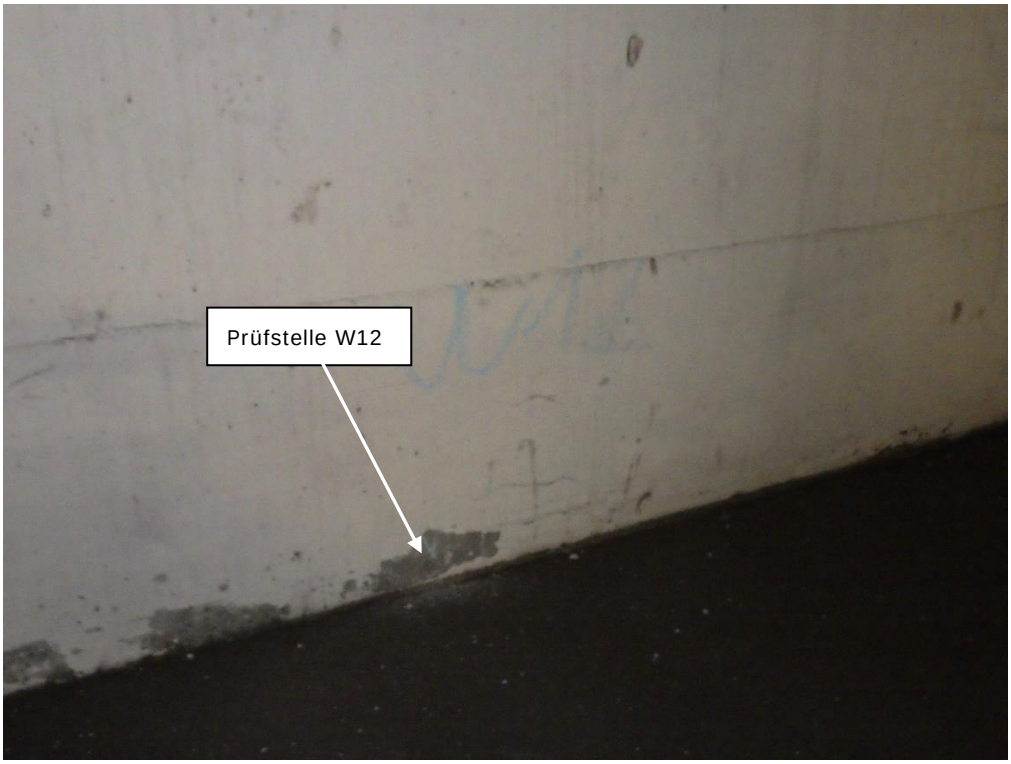


Bild 31: Ansicht Prüfstelle Wand W12

Bild 32: Ansicht Prüfstelle Wand W13

Bild 33: Ansicht Prüfstelle Wand W14

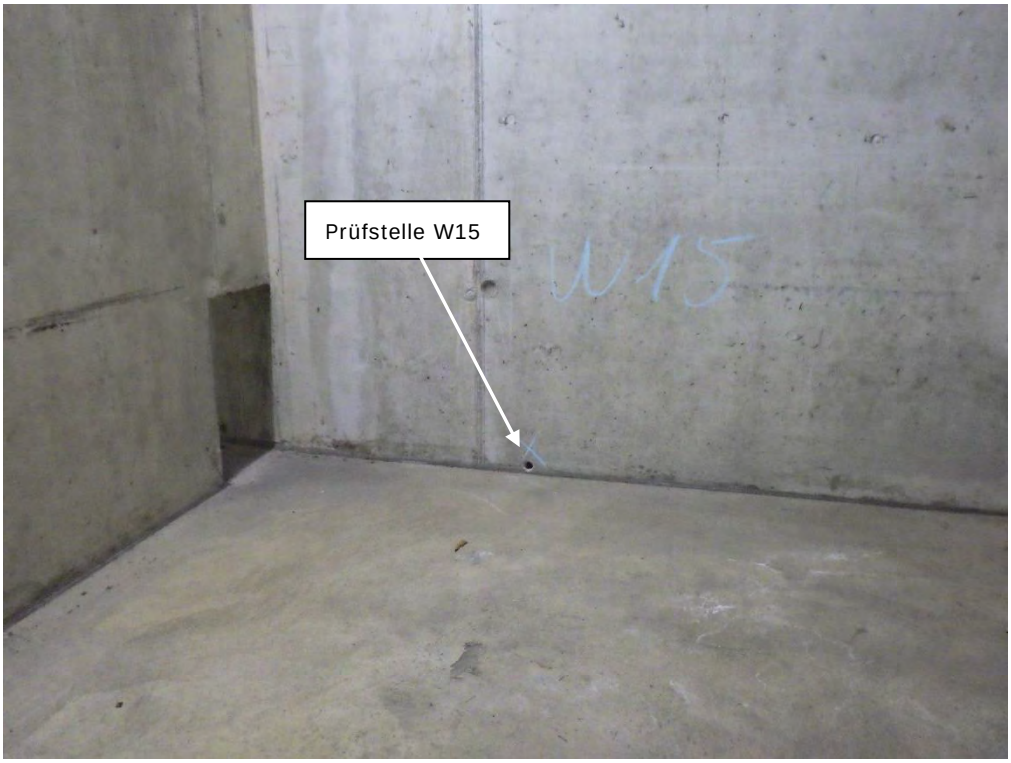


Bild 34: Ansicht Prüfstelle Wand W15

Bild 35: Ansicht Prüfstelle Wand W16

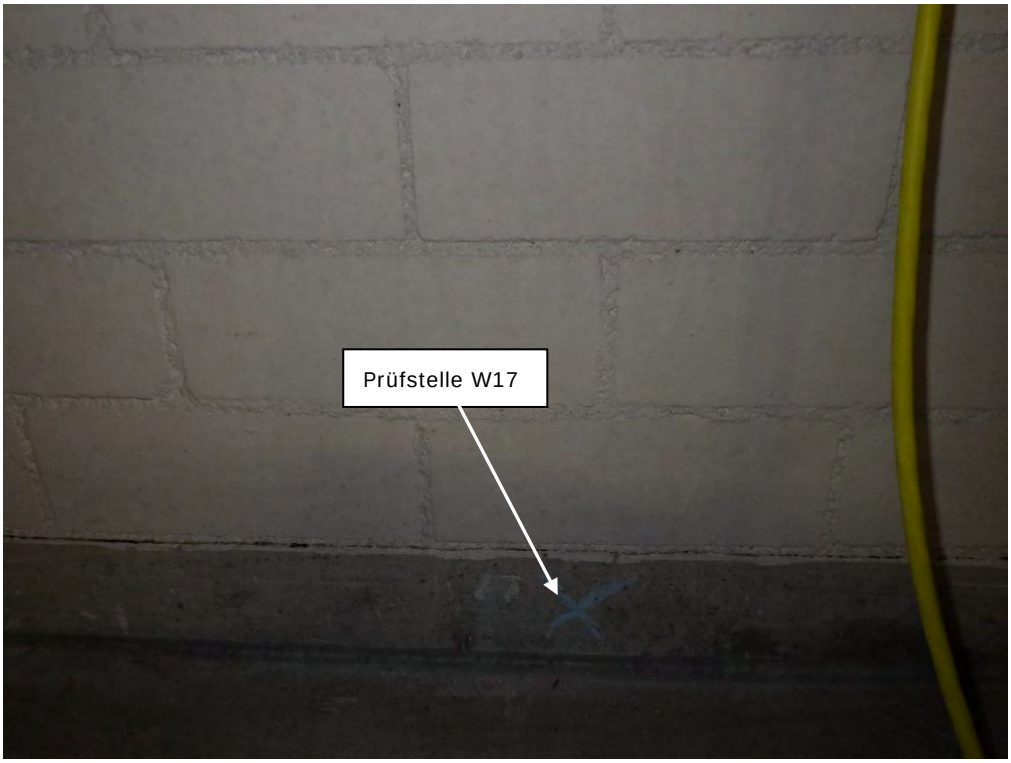


Bild 36: Ansicht Prüfstelle Wand W17

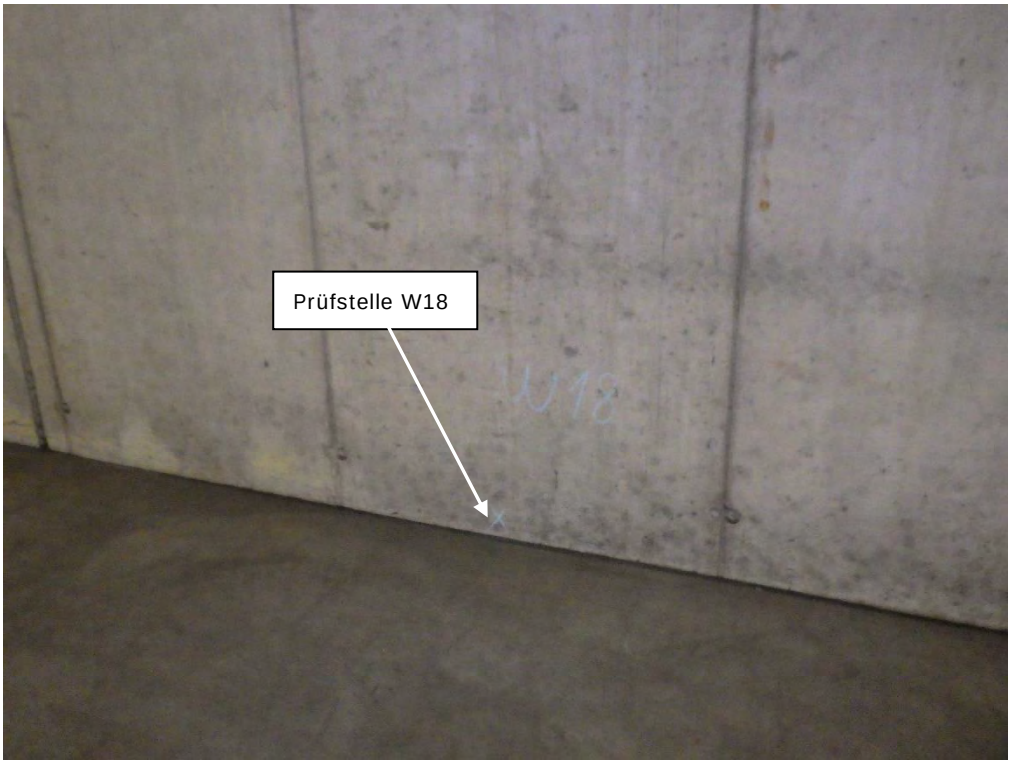


Bild 37: Ansicht Prüfstelle Wand W18

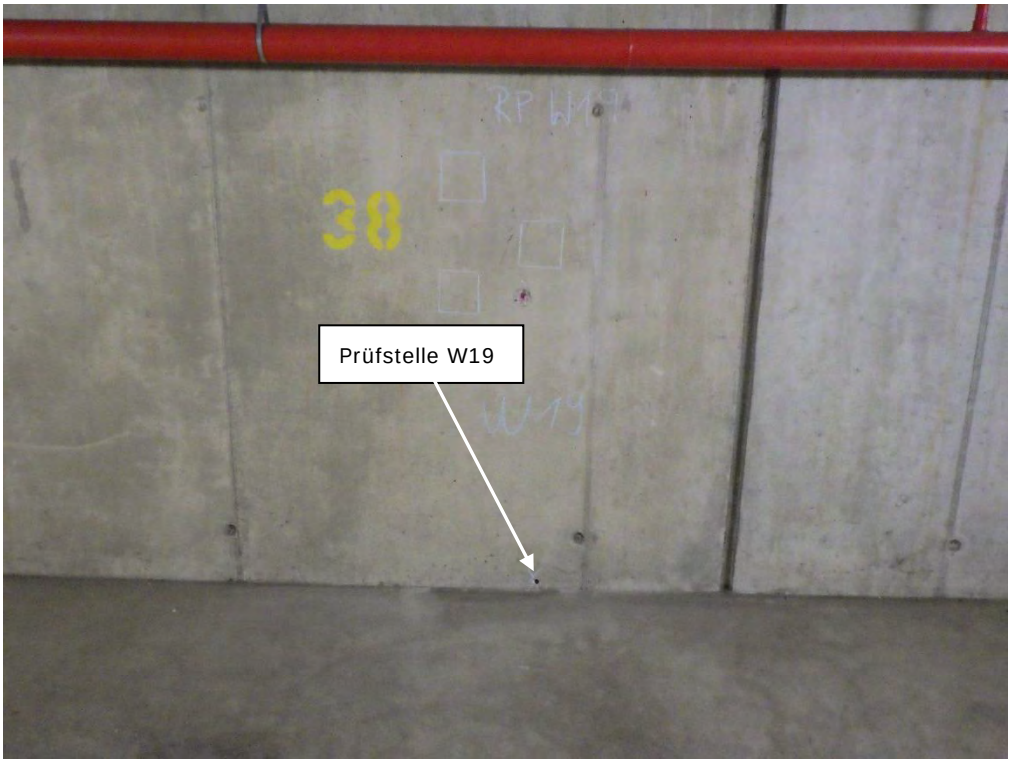


Bild 38: Ansicht Prüfstelle Wand W19

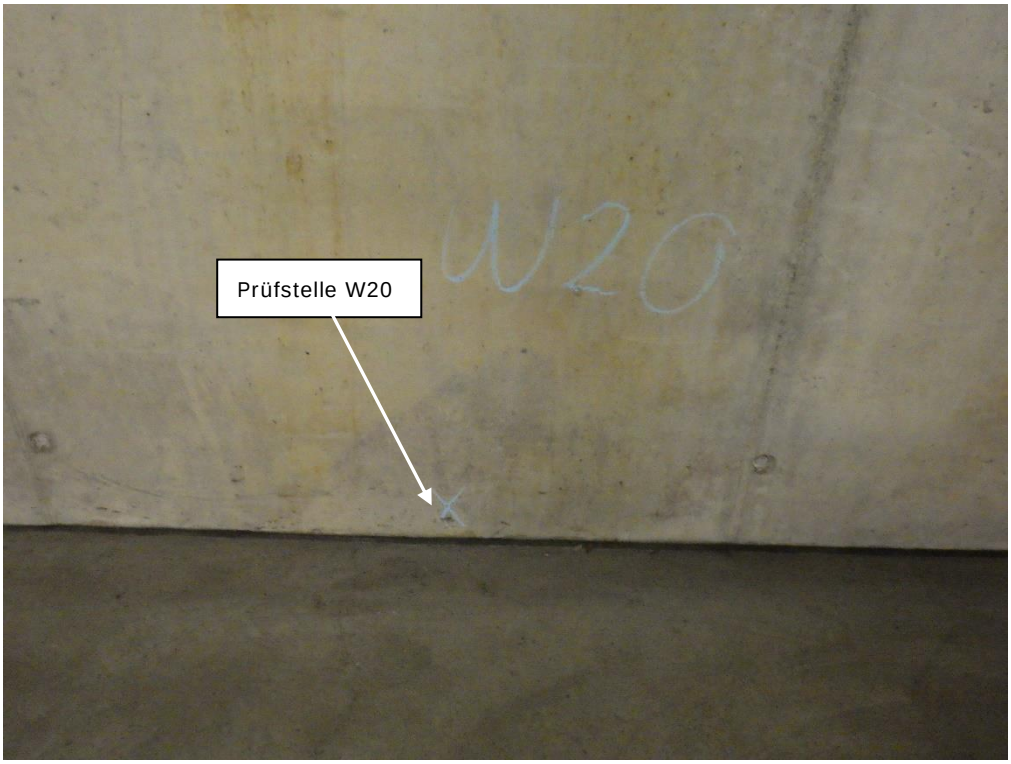


Bild 39: Ansicht Prüfstelle Wand W20

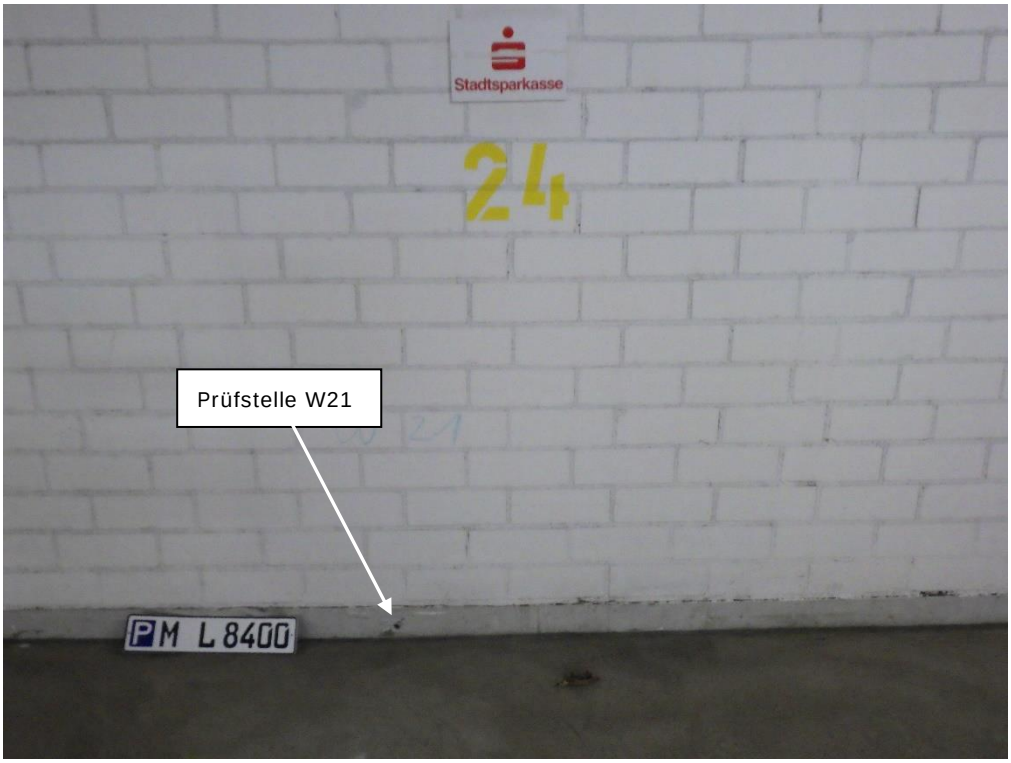


Bild 40: Ansicht Prüfstelle Wand W21

4.2.3 Zwischengeschossdecke von oben

Bild 41: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B1

Bild 42: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B2

Bild 43: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B3

Bild 44: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B4

Bild 45: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B5

Bild 46: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B6

Bild 47: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B7

Bild 48: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B8

4.2.4 Deckenunterseiten

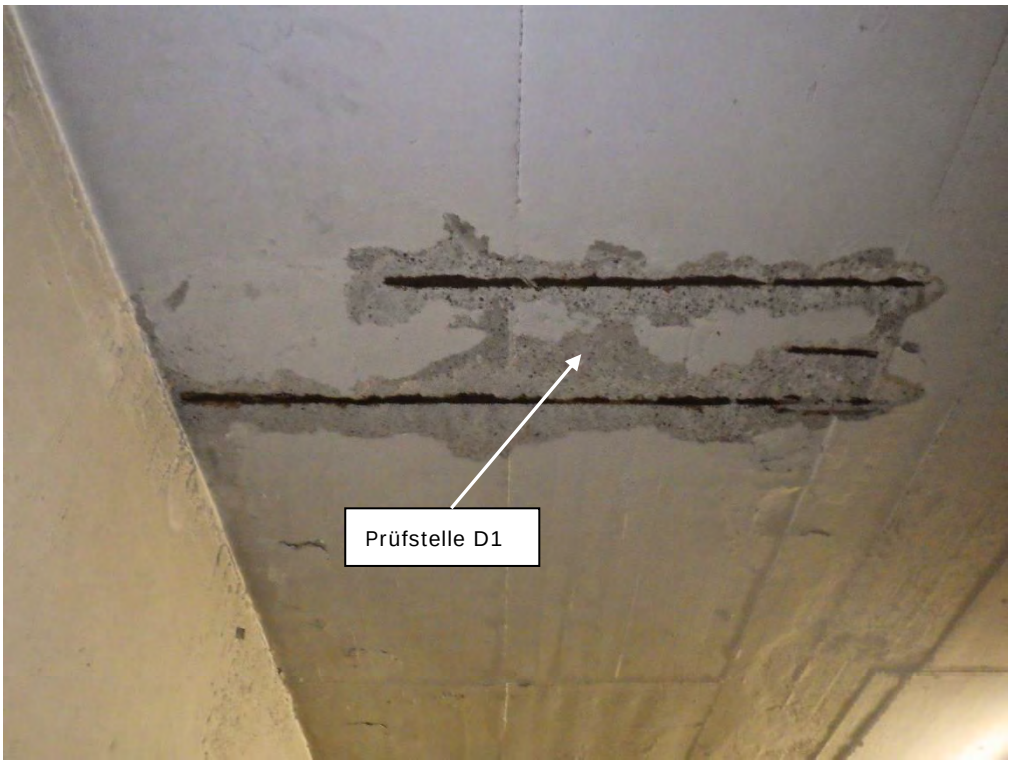


Bild 49: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D1

Bild 50: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D2

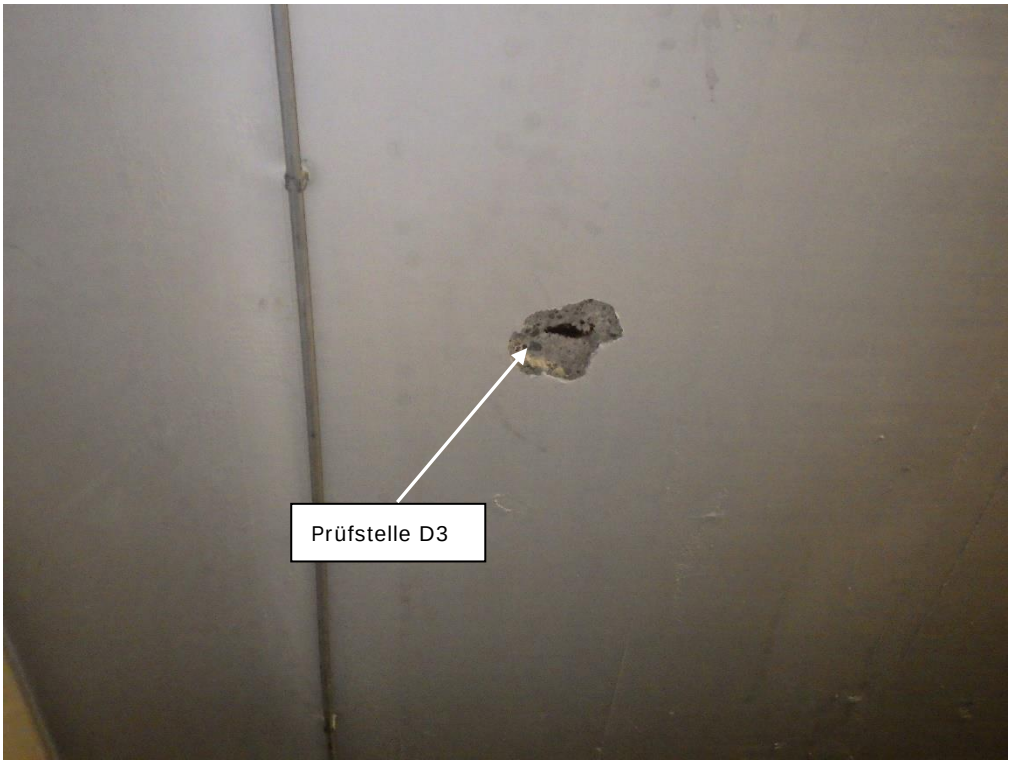


Bild 51: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D3

Bild 52: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D4

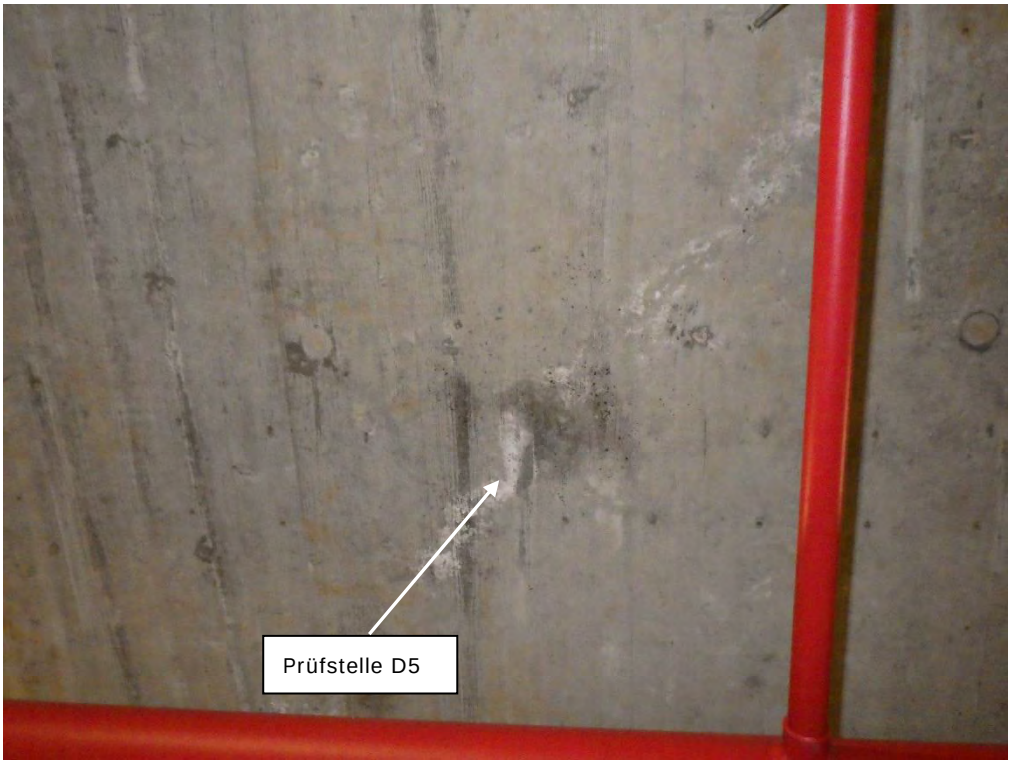


Bild 53: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D5

Bild 54: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D6

Bild 55: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D7

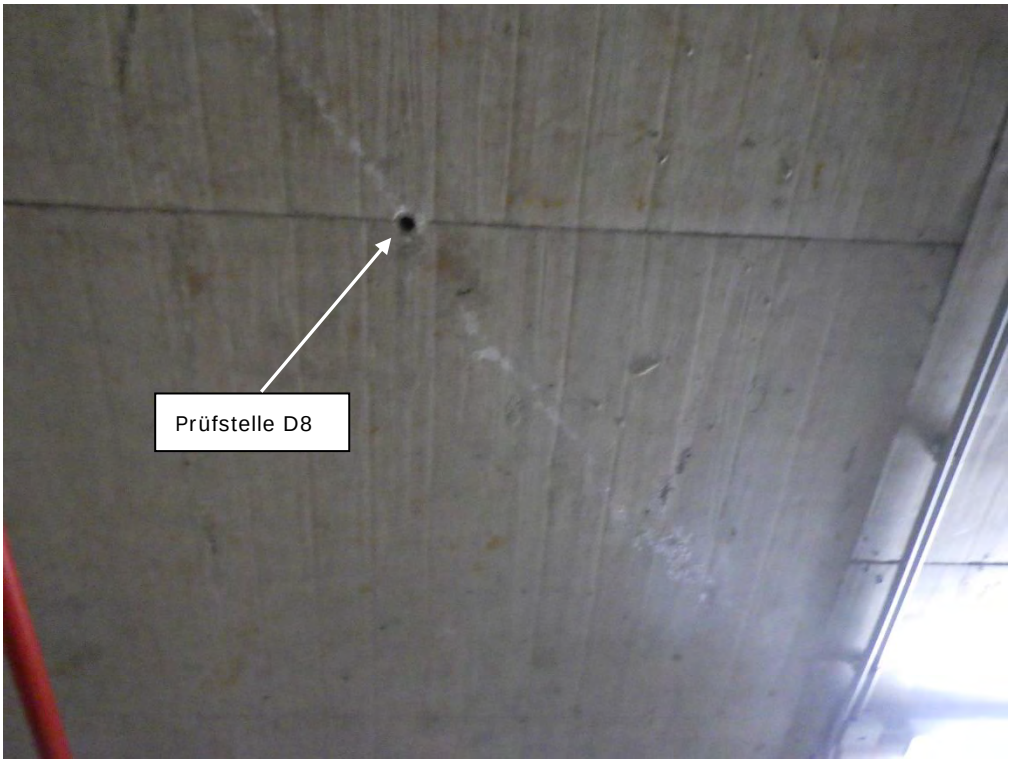


Bild 56: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D8

Bild 57: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D9

Bild 58: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D10

Bild 59: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D11

Bild 60: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D12

4.2.5 Unterzüge

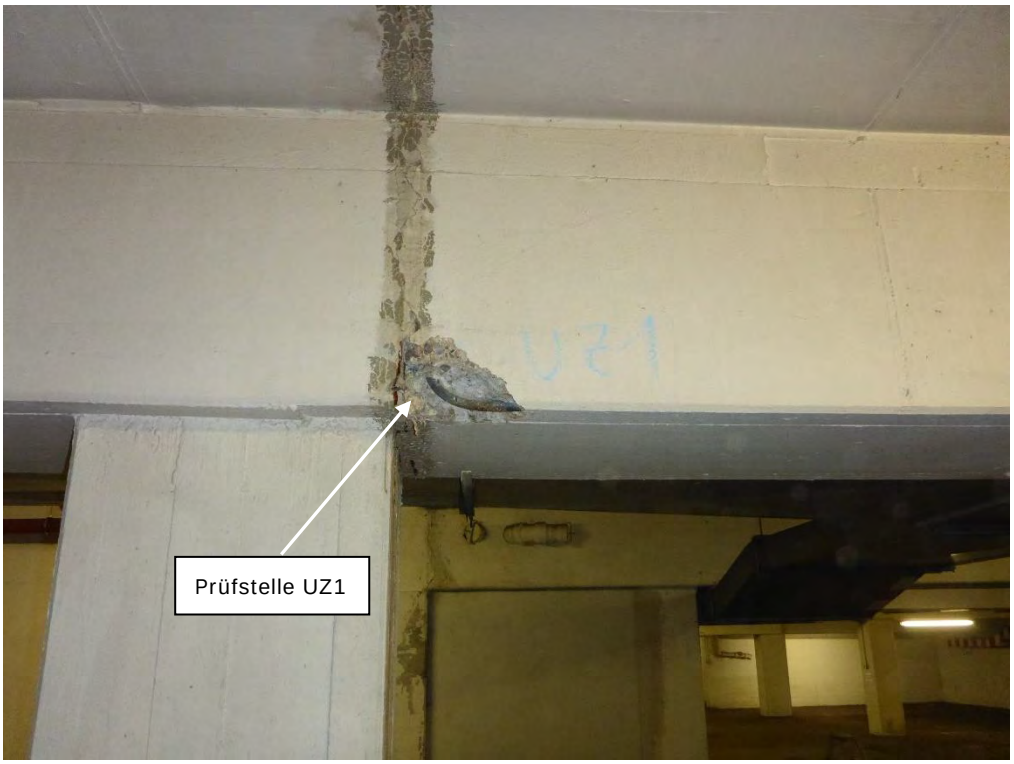


Bild 61: Ansicht Prüfstelle Unterzug UZ1

4.3 Prüfstellen - Ermittlung Korrosionszustand der Bewehrung

4.3.1 Stützen

Bild 62: Ansicht Prüfstelle Stütze S1

Bild 63: Ansicht Prüfstelle Stütze S3

Bild 64: Ansicht Prüfstelle Stütze S11

4.3.2 Wände

Bild 65: Ansicht Prüfstelle Wand W13

4.3.3 Zwischengeschossdecke von oben

Bild 66: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B3

Bild 67: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B5

Bild 68: Ansicht Prüfstelle Zwischengeschossdecke von oben B8

4.3.4 Deckenunterseiten

Bild 69: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D2

Bild 70: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D4

Bild 71: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D6

Bild 72: Ansicht Prüfstelle Deckenunterseite D9

4.3.5 Unterzüge

Bild 73: Ansicht Prüfstelle Unterzug UZ1

4.4 Prüfstellen - Ermittlung Betondruckfestigkeit mittels Rückprallhammer

4.4.1 Stützen

Bild 74: Ansicht Prüfstelle Stütze S1a

Bild 75: Ansicht Prüfstelle Stütze S3

Bild 76: Ansicht Prüfstelle Stütze S11

4.4.2 Wände

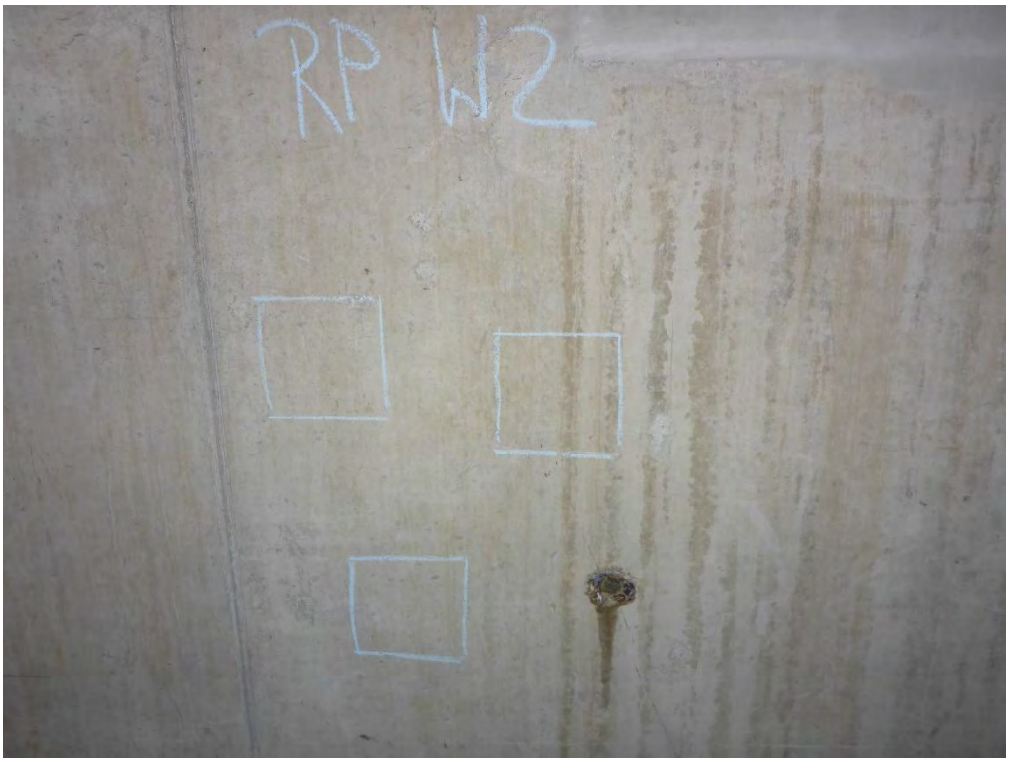


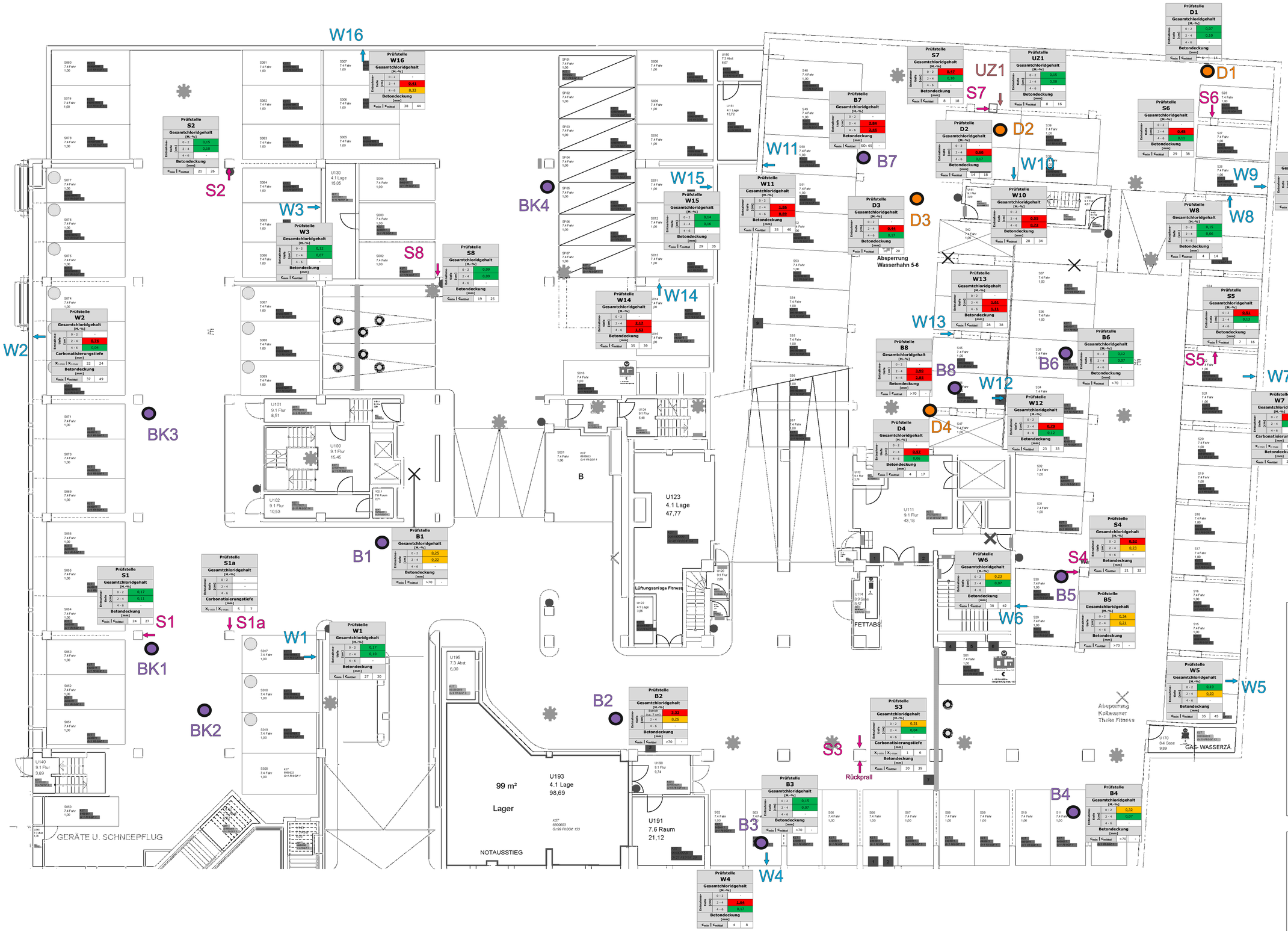
Bild 77: Ansicht Prüfstelle Wand W2

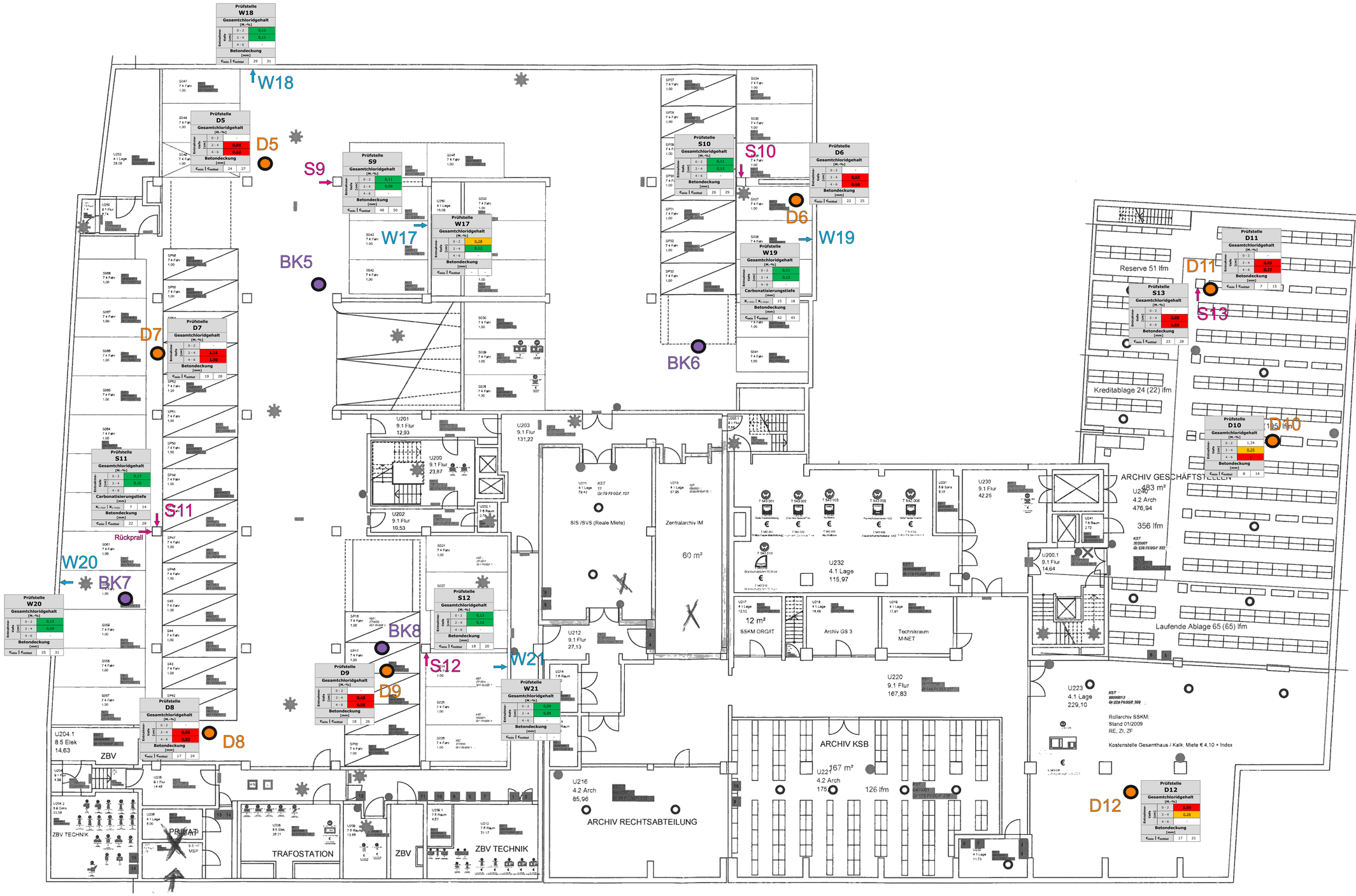
Bild 78: Ansicht Prüfstelle Wand W7

Bild 79: Ansicht Prüfstelle Wand W19

5 Verwendete Unterlagen

[1] Auszüge aus Bestandspläne (Grundrisse) mit Eintragungen der Prüfstellen


W16
W15
W14
W13
W12
W11
W10
W9
W8
W7
W6
W5
W4
W3
W2
W1
S1
S1a
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
UZ1
D1
D2
D3
D4
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
BK1
BK2
BK3
BK4
Prüfstelle W16 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,41 4 - 6 0,33 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 38 44
Prüfstelle S2 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,15 2 - 4 0,10 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 21 26
Prüfstelle W3 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,12 2 - 4 0,07 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel - -
Prüfstelle S8 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,09 2 - 4 0,09 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 19 25
Prüfstelle W15 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,14 2 - 4 0,16 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 29 35
Prüfstelle W14 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 2,17 4 - 6 1,53 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 35 39
Prüfstelle W2 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,75 4 - 6 0,04 Carbonatisierungstiefe [mm] x_c-min | x_c-max 22 24 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 37 49
Prüfstelle S1 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,17 2 - 4 0,11 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 24 27
Prüfstelle S1a Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 - 4 - 6 - Carbonatisierungstiefe [mm] x_c-min | x_c-max 5 7
Prüfstelle W1 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,17 2 - 4 0,10 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 27 30
Prüfstelle B1 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,25 2 - 4 0,22 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle B2 Gesamtchloridgehalt [M.-%] Eaton Obu 7.pdf 3,22 2 - 4 0,26 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle W4 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 1,61 4 - 6 0,17 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 4 8
Prüfstelle B3 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,15 2 - 4 0,07 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle S3 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,31 2 - 4 0,45 4 - 6 - Carbonatisierungstiefe [mm] x_c-min | x_c-max 1 6 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 30 39
Prüfstelle B4 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,32 2 - 4 0,07 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle W5 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,19 2 - 4 0,20 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 35 45
Prüfstelle W6 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,23 2 - 4 0,07 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 38 42
Prüfstelle B5 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,34 2 - 4 0,21 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle S4 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,52 2 - 4 0,23 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 21 32
Prüfstelle W7 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 1,72 2 - 4 0,10 4 - 6 - Carbonatisierungstiefe [mm] x_c-min | x_c-max 18 20 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 25 41
Prüfstelle S5 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,51 2 - 4 0,13 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 7 16
Prüfstelle W8 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,15 2 - 4 0,06 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 4 14
Prüfstelle W9 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,55 4 - 6 0,02 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel - -
Prüfstelle D1 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,07 2 - 4 0,10 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 6 14
Prüfstelle S6 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,02 4 - 6 0,11 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 29 38
Prüfstelle S7 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,07 2 - 4 0,10 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 8 18
Prüfstelle UZ1 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,15 2 - 4 0,08 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 8 16
Prüfstelle B7 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 2,84 4 - 6 2,46 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel SO: 65 -
Prüfstelle D2 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,60 4 - 6 0,17 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 14 18
Prüfstelle W11 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 1,85 4 - 6 0,89 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 35 40
Prüfstelle D3 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,44 4 - 6 0,17 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 16 20
Absperrung Wasserhahn 5-6
Prüfstelle W10 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,55 4 - 6 0,72 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 28 34
Prüfstelle W13 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 1,61 4 - 6 1,11 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 28 38
Prüfstelle B8 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 3,00 4 - 6 2,85 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle B6 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,12 2 - 4 0,07 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle D4 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,57 4 - 6 0,06 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 4 17
Prüfstelle W12 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 - 2 - 4 0,29 4 - 6 0,17 Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 23 33
Prüfstelle S4 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,52 2 - 4 0,23 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 21 32
Prüfstelle B5 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,34 2 - 4 0,21 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel >70 -
Prüfstelle W5 Gesamtchloridgehalt [M.-%] 0 - 2 0,19 2 - 4 0,20 4 - 6 - Betondeckung [mm] c_min | c_mittel 35 45



Legende

S1		Prüfstellen Stützen
W2		Prüfstellen Wände
B3		Prüfstellen Bodenplatte
D4		Prüfstellen Deckenunterseite
UZ5		Prüfstellen Unterzüge

Projektnummer		Plan-Nummer
20-0126		Plan-Anlage 2
Projekt	Tiefgarage Chiemgaustraße 109 81549 München	
Auftraggeber	Landratsamt München Chiemgaustraße 109 81549 München	
Planinhalt	Prüfstellenübersicht - 2. Untergeschoss	

Projektleitung	e-mail	Datum	Maßstab
Hr. Matzner	matzner.ext@b-ing.info	16. Juni 2020	ohne

b.ing Ingenieurgesellschaft für Bauwerksuntersuchung und Materialprüfung mbH

b.ing Ingenieurgesellschaft
für Bauwerksuntersuchung und Materialprüfung mbH

Clemensänger - Ring 24
D - 85356 Freising
Tel. 08161 9867510

Anlage 3

Prüfbericht 20-0126-1 der Firma b.ing
vom 04.08.2020

b.ing
Ingenieurgesellschaft für
Bauwerksuntersuchung
und Materialprüfung mbH

b.ing GmbH
Clemensänger-Ring 24
D-85356 Freising

KONTAKTDATEN
Telefon: +49 (0)8161 9867510
Telefax: +49 (0)8161 9867519
Internet: www.b-ing.info
E-Mail: info@b-ing.info

GESCHÄFTSDATEN
USt-IdNr.: DE294379974
Sitz der Gesellschaft: Freising
Registergericht: Amtsgericht München
HRB 210754
Geschäftsführer: Tobias Schedl

IHR ANSPRECHPARTNER
Phan Nguyen
Telefon: +49 (0)8161 9867514
E-Mail: nguyen@b-ing.info

Ergebnisbericht Nr.: 20-0126-1

Auftraggeber:	Landratsamt München Chiemgaustraße 109 81549 München
Auftragsdatum:	14. Juli 2020
Projektbezeichnung:	Tiefgarage Chiemgaustraße 109 in 81549 München
Auftrag:	Beprobung Tiefgaragenzwischengeschossdecke Oberseite
Probenahme am:	20. Juli 2020
Probenahme durch:	b.ing GmbH
Prüfzeitraum:	Juli 2020
Ort, Datum:	Freising, 4. August 2020

Projektleitung

i.A. J. Nguyen

Phan Nguyen

Ingenieurgesellschaft für Bauwerksuntersuchung und Materialprüfung mbH
b.ing

Geschäftsführung

Dipl.-Ing. Tobias Schedl

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf das vorgelegte Probenmaterial. Das Probenmaterial ist verbraucht.
Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung zulässig.
Meinungen und Interpretationen sind gemäß DIN EN ISO / IEC 17 025 Punkt 5.10.5 durch Kursivdruck gekennzeichnet.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Angaben 3

1.1 Auftraggeber 3
1.2 Auftrag und Aufgabenstellung 3
1.3 Durchgeführte Untersuchungen 3
1.4 Ortstermine und Besprechungen 3
1.5 Überlassene / verwendete Unterlagen 3

2 Durchgeführte Untersuchungen 4

2.1 Ermittlung des Gesamtchloridgehalts 4
2.2 Ermittlung der Betondeckung 5
2.3 Emittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung 6

3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse 7

3.1 Ergebnisdarstellung Gesamtchlorid, Carbonatisierungstiefe und Betondeckung 7
3.2 Ergebnisdarstellung Korrosionszustand der Bewehrung 8

4 Anhang Fotodokumentation 9

4.1 Prüfstellen - Ermittlung der Gesamtchloridgehalt 9
4.2 Prüfstelle - Ermittlung Korrosionszustand 9

Anlagen: -

1 Allgemeine Angaben

1.1 Auftraggeber

Auftraggeber: Landratsamt München
Chiemgaustraße 109
81549 München

Ansprechpartner: Herr Sebastian Gier
Tel.: +49 (0)89 6221 2867
sebastian.gier@lra-m.bayern.de

Planungsbüro: SRP Sennewald + Räsch
Beratende Ingenieure
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Paul-Gerhardt-Allee 52
81245 München

Ansprechpartner: Herr Dominik Krüger
Tel.: +49 (0)89 89696 219
Dominik.Krueger@fsmuc.com

1.2 Auftrag und Aufgabenstellung

Vom Auftraggeber erhielten wir am 14. Juli 2020 den Auftrag, diverse Untersuchungen in der Tiefgarage Chiemgaustraße 109 in 81549 München durchzuführen.

Durch die Bestandsuntersuchungen sollte der IST-Zustand, insbesondere hinsichtlich chloridin-duzierter Bewehrungskorrosion ermittelt werden.

Die Prüfstellen wurden am 20. Juli 2020 gemeinsam mit Herrn Krüger des Ingenieurbüros SRP Sennewald + Resch, vor Ort festgelegt. Die Probenahmen erfolgten im Anschluss.

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

- Ermittlung des Gesamtchloridgehalts des Betons
- Ermittlung der Betondeckung der Bewehrung
- Ermittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung

1.4 Ortstermine und Besprechungen

1. Ortstermin: 20.07.2020
   Teilnehmer: Herr Krüger (IB SRP), zeitweise
   Herr Nguyen (b.ing GmbH)
   Grund: Prüfungsdurchführung

1.5 Überlassene / verwendete Unterlagen

- Unterlagen: keine
- Pläne: keine

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Ermittlung des Gesamtchloridgehalts

Prüfvorschrift: DIN EN 14629

Beschreibung: Zur Bestimmung der Chloridkonzentration im Beton wurden an den festgelegten Prüfstellen Bohrmehlproben aus den zu untersuchenden Bauteilen entnommen.

Nach dem Trocknen der Proben bis zur Gewichtskonstanz und dem Feinmahlen erfolgte der Aufschluss mit Salpetersäure.

Anschließend wurde der Gesamtchloridgehalt durch eine potentiometrische Prüfung nach DIN EN 14 629, Juni 2007, ermittelt.

Bemerkung: Der Verschluss der Bohrlöcher erfolgte mittels PCC (kunststoffmodifizierter Mörtel StoCrete TG 203) ohne weitere optische Gestaltung.

2.2 Ermittlung der Betondeckung

Prüfvorschrift: Angaben des Prüfgeräteherstellers

Beschreibung: Die zerstörungsfreie Ermittlung der Betondeckung erfolgte mit dem Profometer 5⁺ (Wirbelstrom-Prinzip mit Pulsinduktion).

An den zu untersuchenden Bauteilen wurden, soweit möglich, stichpunktartig mindestens 10 Einzelwerte der Betondeckung in der Umgebung der Prüfstellen aufgezeichnet. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung der Prüfergebnisse. Dokumentiert wurden der Minimal und der Mittelwert der Betondeckung.

Die Wirkungstiefe des Profometer 5+ beträgt ca. 70 mm. Tiefer liegende Bewehrung wird daher nicht exakt erfasst.

Bemerkung: -

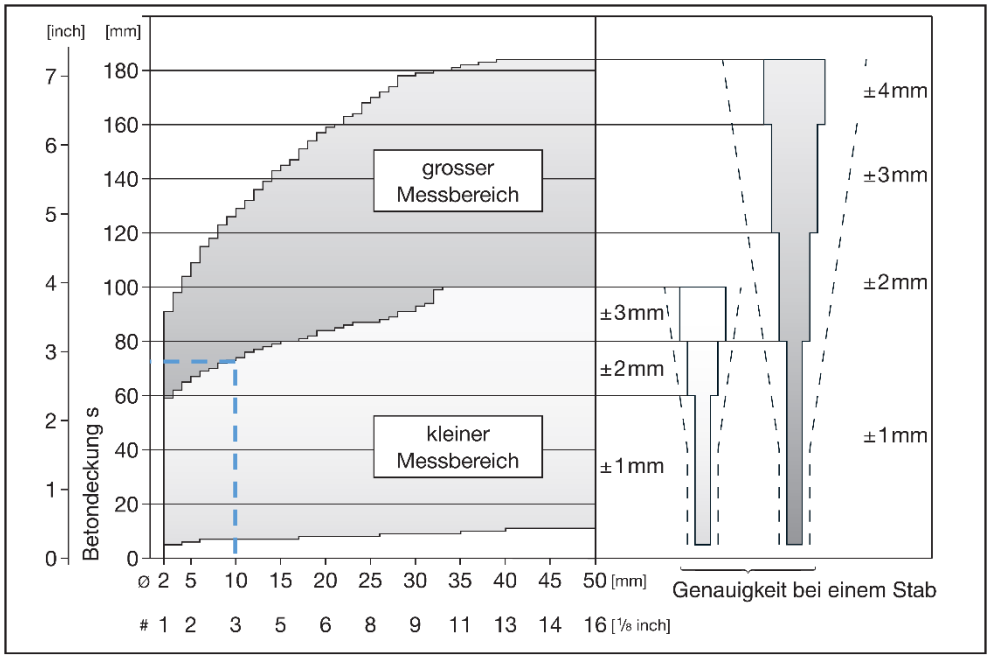


Abbildung 1: Messgenauigkeit Profometer 5⁺ mit Kennzeichnung des praxisrelevanten Wirkungsbereichs.

2.3 Emittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung

Prüfvorschrift: Gemäß Standardprüfanweisung b.ing GmbH

Beschreibung: Zur Ermittlung des Korrosionszustandes der Bewehrung, wurde an den festgelegten Prüfstellen an verschiedenen Bauteilen Sondieröffnungen mittels Stemmgerät angelegt.

Im Anschluss erfolgte eine optische und fotografische Dokumentation der vorgefundenen und freigelegten Bewehrung und deren Korrosionszustand.

Der Korrosionsgrad der Bewehrung wurde dabei in folgende Kategorien eingeteilt:

0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß ggf. mit Querschnittminderung

Bemerkung: Der Verschluss der Öffnungen im Boden erfolgte mittels PCC (kunststoffmodifizierter Mörtel StoCrete TG 203) ohne weitere Gestaltung der Oberflächen.

Der Verschluss der Öffnungen an den aufgehende Bauteilen erfolgt bauseits.

3 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

3.1 Ergebnisdarstellung Gesamtchlorid, Carbonatisierungstiefe und Betondeckung

Prüfstelle	Lage der Prüfstelle (Bauteil / Bereich)	Gesamtchloridgehalt			Carbonatisierungstiefe [mm]		Betondeckung [mm]		Bemerkung
		Entnahmetiefe [cm]	bezogen auf das Betongewicht [M.-%]	bezogen auf ein Zementgewicht von 330 kg/m³ [M.-%]	min	max	min	mittel	
DO 1	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,35 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,025	0,18	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,015	0,11					
		4 - 6	0,015	0,11					
		6 - 8	0,007	0,05					
		8 - 10	0,009	0,07					
DO 2	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,15 m Richtung Ost vom Gully	0 - 2	0,014	0,10	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,001	0,01					
		4 - 6	0,010	0,07					
		6 - 8	0,009	0,07					
		8 - 10	0,008	0,06					
DO 3	Deckenoberseite ca. 1,0 m Richtung Nord vom Gully ca. 0,05 m Richtung West vom Gully	0 - 2	0,015	0,11	-	-	>70	-	Bereich optisch ohne Befund
		2 - 4	0,016	0,12					
		4 - 6	0,012	0,09					
		6 - 8	0,010	0,07					
		8 - 10	0,009	0,07					

3.2 Ergebnisdarstellung Korrosionszustand der Bewehrung

DO 1

Deckenoberseite
ca. 1,4 m Richtung Nord vom Gully
ca. 0,35 m Richtung Ost vom Gully

Bewehrung	Durchmesser [mm]	Korrosionsgrad[1)] / Querschnittsschwächung [%]	minimale Betondeckung [mm]
Stab 1	1 Ø 5,5	1 / 0	99
Stab 2	1 Ø 5,5	1 / 0	118
Stab 3	1 Ø 5,5	1 / 0	119
Stab 4	1 Ø 5,5	1 / 0	115

Bohrmehlproben					
Entnahmetiefe [cm]	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Gesamtchloridgehalt [M.% $_{Zement}$]	0,18	0,11	0,11	0,05	0,07

Carbonatisierungstiefe [mm]
n. g.

Bemerkungen
Bohrmehlentnahme ca. 40 cm neben Sondieröffnung

[1)] Korrosionsgrad:
0 = blank
1 = wenige Rostpunkte
2 = Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3 = vollständig rostig, Materialabtrag
4 = Lochfraß, ggf. mit Querschnittsminderung

4 Anhang Fotodokumentation

4.1 Prüfstellen - Ermittlung der Gesamtchloridgehalt

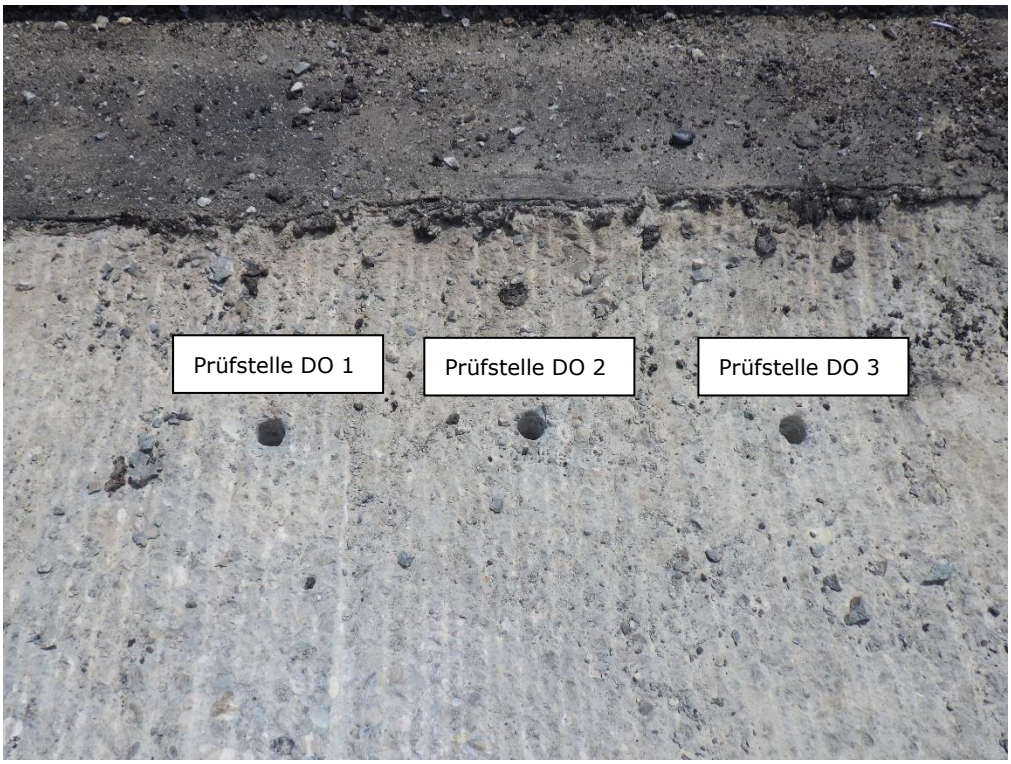


Bild 1: Ansicht Prüfstelle Deckenoberseite DO 1, DO 2, DO 3

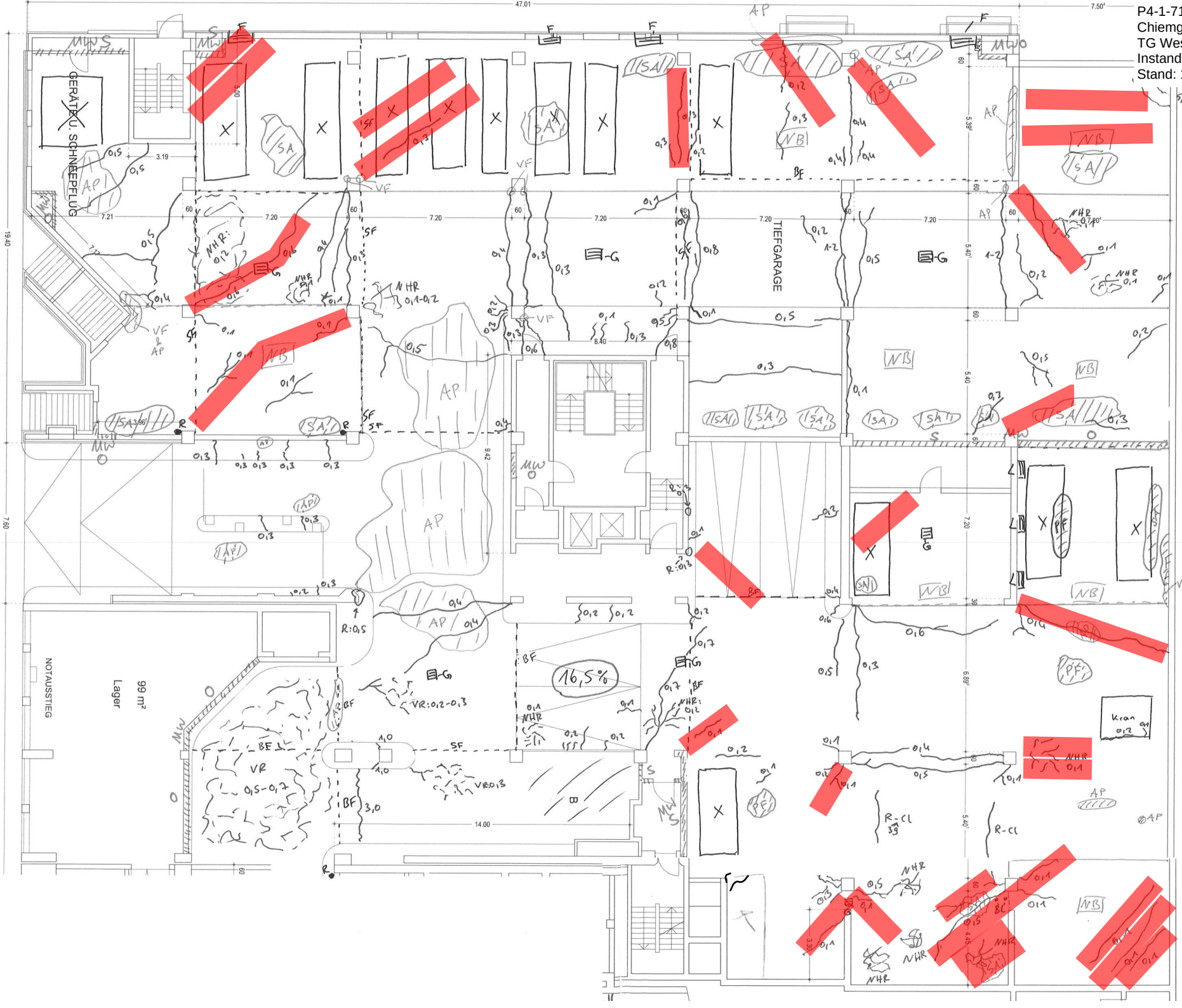
4.2 Prüfstelle - Ermittlung Korrosionszustand

Bild 2: Ansicht Prüfstelle DO 1

Anlage 4

Grundrisse mit Instandsetzungsbereichen

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG1
Instandsetzung Boden
Stand: 18.09.2020



UG 1

Legende:

durchgängige Risse in der Decke ü UG2

Der flächige Estrichabbruch, die Betoninstandsetzung an den Sockeln und auf dem Boden nach Vorgabe Potentialfeldmessung sowie die Beschichtungsarbeiten sind nicht dargestellt.

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG West UG2
Instandsetzung Boden +
aufgehende Bauteile
Stand: 18.09.2020

UG 2

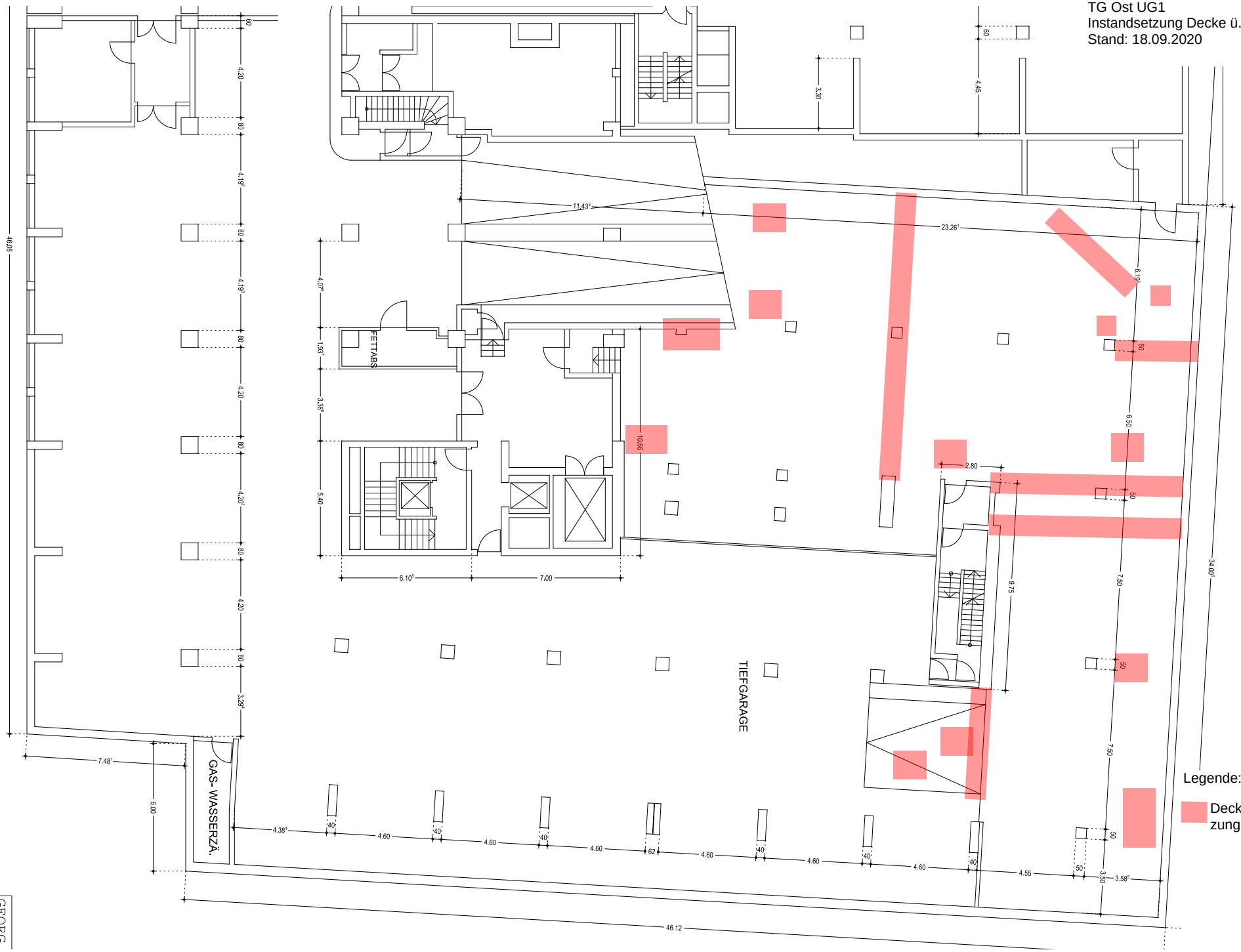
Legende:

Stb.-Sockel:
Abbruch Bodenplatte + Abdichtung Fundamente, Sockel + Bodenanschluss

MW-Sockel: Abdichtung

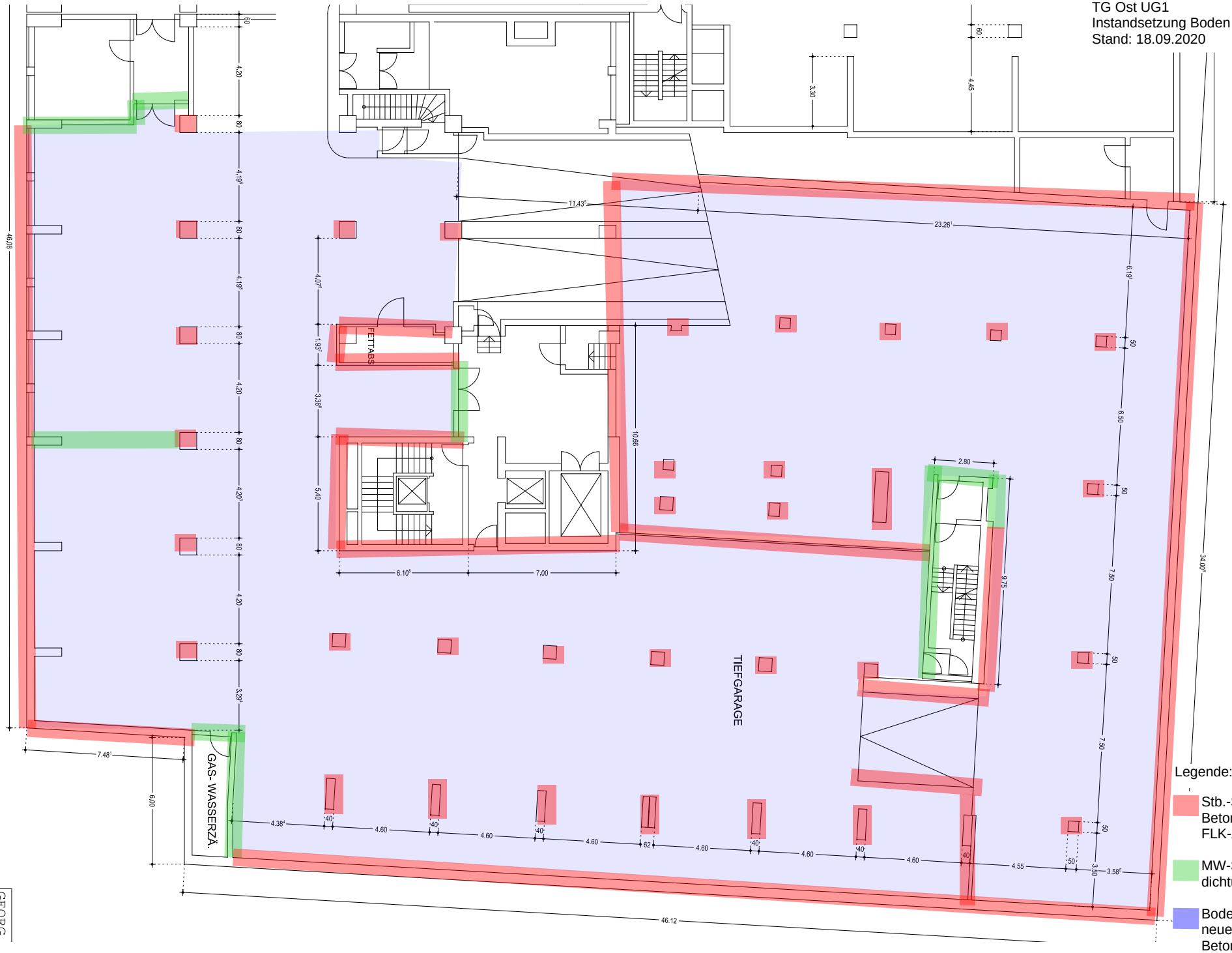
Betoninstandsetzung aufgehende Bauteile nicht dargestellt.

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG Ost UG1
Instandsetzung Decke ü. UG1
Stand: 18.09.2020



GEORG
INNENA

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG Ost UG1
Instandsetzung Boden
Stand: 18.09.2020



Legende:

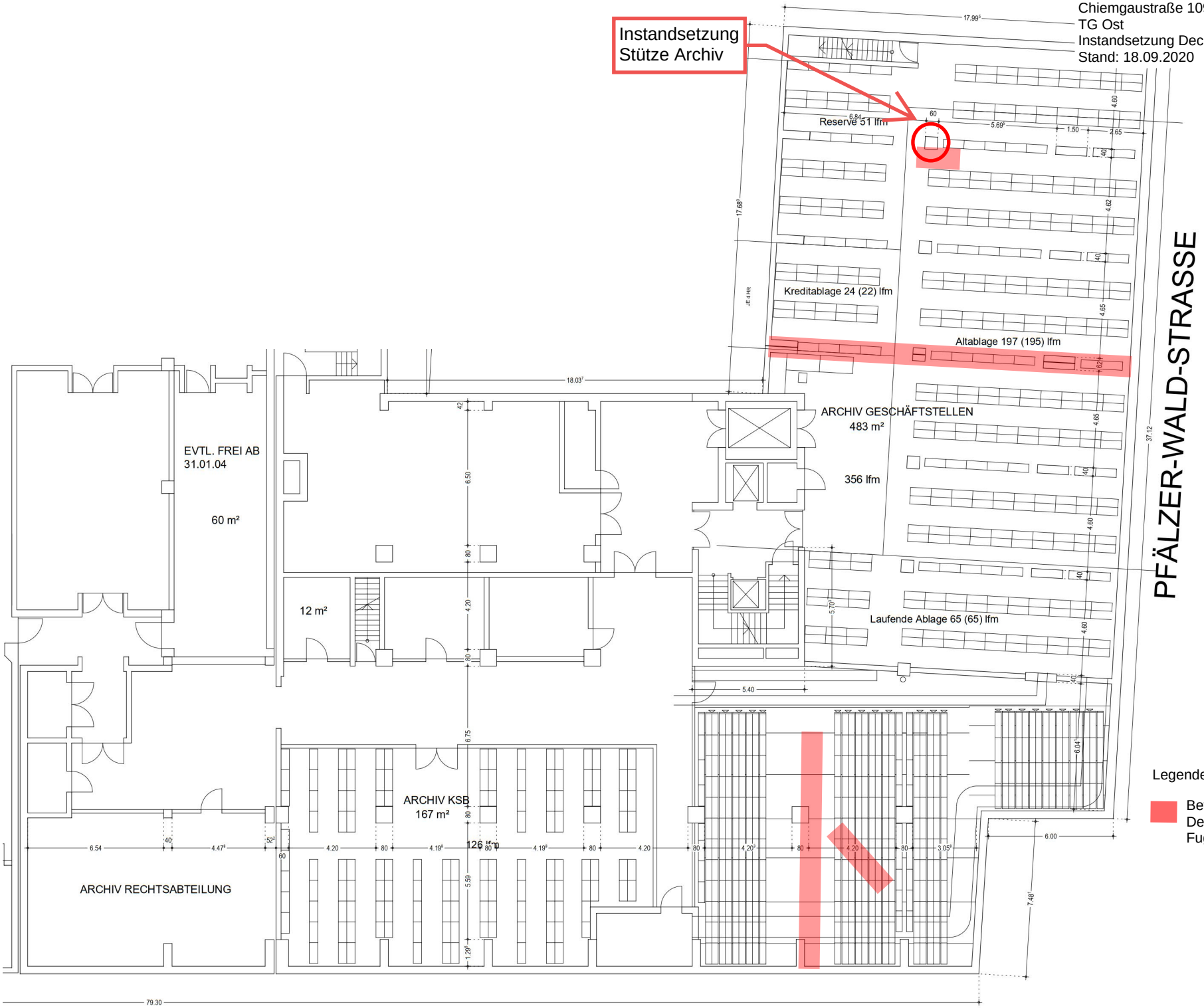
Stb.-Sockel: Betoninstandsetzung + FLK-Abdichtung

MW-Sockel: FLK-Abdichtung

Boden: Gefälleestrich + neues OS-System Betoninstandsetzung Boden nicht dargestellt.

GEORG
INNENA

P4-1-7193/20
Chiemgaustraße 109
TG Ost
Instandsetzung Decke ü UG2
Stand: 18.09.2020



Legende:

Betoninstandsetzung Decke über UG2: Fugen / Risse

Anlage 5

Bilddokumentation
(gesonderte digitale Datei)