



**Thieltges**

Sachverständigenbüro für Bauschäden  
und Bauwerkserhaltung

Bau-Sachverständiger für Schäden an  
Gebäuden - DIN EN ISO/IEC 17024

Zertifizierter Sachverständiger für  
Betonschäden und Betoninstandhaltung  
(GUEP)

Zertifizierter Sachkundiger Planer für  
Betoninstandhaltung (GUEP)



Von der Handwerkskammer für  
München und Oberbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
das Maurer- und  
Betonbauerhandwerk

Adlzreiterstr. 15 – 83022 Rosenheim

Tel +49 8031-358 95-330

Fax +49 8031-358 95 355

sv@thieltges.com

www.thieltges.com

www.thieltges-dreier.de

# Gutachterliche Stellungnahme

## P539\_GS01

vom 12.08.2024

## Gutachterliche Stellungnahme

### Wassereintritte UG und Rissbildung OS-System

#### Auftraggeberin

SCI das Goethe  
66 Avenue Charles de Gaulle  
92200 Neuilly-sur-Seine  
France

Datum der Auftragserteilung  
23.10.2023

#### Auftrag:

Gutachterliche Stellungnahme zu Wassereintritten im UG  
und Rissbildung im OS-System der TG

## Inhalt

1.0 Auftraggeber und Aufgabenstellung .....	6
2.0 Grundlagen .....	7
2.1 Quellen zur Feststellung des Ist-Zustandes.....	7
2.2 Regelwerke und Literatur.....	8
2.4 Ortstermine .....	9
2.5 Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge.....	11
3.0 Planmäßiger Soll-Zustand der Bauteile und geotechnische Grundlagen.....	12
3.1 Soll-Zustand der Bodenplatte 4.UG .....	12
3.2 Soll-Zustand der erdberührten Außenwände.....	13
3.3 Soll-Zustand der FT-Treppe T12.....	13
4.0 Ist-Zustand der Bauteile.....	13
4.1 Ist-Zustand der Wände.....	13
4.2 Ist-Zustand der Bodenplatte.....	20
3.3 Ist-Zustand der Treppe T12.....	31
4.0 Rissbildungen OS-System der TG.....	33
4.1 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung an den Fahrgassen, Rampen und Parkergruben.....	35
4.2 Bohrkernentnahme Zufahrtsrampe.....	35
4.3 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Parkergruben.....	37
4.3 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Fahrgasse UG 2 sowie Zwischenrampe.....	41
4.4 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Fahrgasse 03. UG .....	45
5.0 Statistische Auswertung der Betondeckungsmessung. ....	50
6.0 Fazit .....	53

## Verteiler:

Diese Stellungnahme

umfasst:

53	Seiten (ohne Anlagen)	2	Exemplar(e) Auftraggeber
47	Abbildungen	1	Exemplar(e) Sachverständiger
-	Tabelle(n)		

## Anlagenverzeichnis:

- [A] 1 210107 Aktualisierung Anlage3.1.1a Baubeschreibung Goethe\_Nebau
- [A] 2 Decken und Unterzüge
- [A] 3 24 Wände
- [A] 4 Leckortungsbericht inkl. Fotodoku
- [A] 5 160104\_Geotechnisches Gutachten
- [A] 6 26 Fundamente
- [A] 7 01\_Positionsplan\_Bodenplatte\_BT1
- [A] 8 01\_02\_Positionsplan\_4UG\_BT1
- [A] 9 08\_11\_Detail\_T12\_BT1
- [A] 10 Übersichtsplan Risskataster 02.UG\_3UG\_BT1
- [A] 11 Übersicht Borhkernentnahme BK06\_Grundriss\_4UG\_BT1
- [A] 12 [Anlage 12] 01\_Plan\_TG Goethestr. München\_18.07.2024\_
- [A] 13 Betondeckungsmessung Hilti PS 300\_TG Goethestr. München
- [A] 14 Bohrmehlbeprobung\_TG Goethestr. München\_18.07.2024\_
- [A] 15 BP-Liste Acofin + Prüfbericht CI\_TG Goethestr. München
- [A] 16 01\_01\_Grundriss\_4UG\_BT1
- [A] 17 02\_04\_Schnitt\_EE\_BT1+2

## Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1 Auszug Leckortungsbericht Fischbach Service, Darstellung von Aussinterungen im Wandbereich [A] 4.....	14
Abb. 2 Verortung Aussinterung in blau, Bereich Achse 1/B-C .....	15
Abb. 3 Korrosionsspuren durch Ausschwemmungen als Folge vergangener Wassereintritte.	15
Abb. 4 Nahaufnahme der abgeschlossenen Versinterung am Riss .....	16
Abb. 5 Rissbreitenerfassung mittels Rissbreitenlineal, Rissbreite > 0,1mm.....	17
Abb. 6 Feuchteintritte im oberen Eckbereich des Duplexparkers .....	18
Abb. 7 Verortung der Feuchteintritte im Bereich des Duplexparkers Achse4'-5/G-H.....	18
Abb. 8 Planauszug GR 03. UG mit Angabe zum Einbau von Fugenbändern .....	19
Abb. 9 Auszug [A] 4 Darstellung von Feuchtschäden an gelagertem Material.....	20
Abb. 10 Rissbreitenmessung mittels Rissbreitenlineal an der Bodenplatte, Rissbreite ca. 0,3mm.....	21
Abb. 11 Rissbreitenmessung mittels Rissbreitenlineal an der Bodenplatte, Rissbreite ca. 0,4 mm.....	21
Abb. 12 Auszug Risskataster 04.UG [A] 10.....	22
Abb. 13 Pfützenbildung im Übergangsbereich der Flurfläche zu einem offenen Kellerabteil....	23
Abb. 14 Planauszug zur Darstellung der Pfützenbildung im 4. UG .....	23
Abb. 15 Verortung der deckenunterseitig befestigten Leitungen in Bezug zur Pfützenbildung	24
Abb. 16 Entnommener Bohrkern Nr. 06 der Bodenplatte 04. UG mit erkennbarer Rissbildung aus dem Untergrund .....	25
Abb. 17 Rissbreitenmessung an Bohrkern BK06 mit Rissbreiten bis zu ca. 0,4mm, Risstiefe ca. 75mm .....	26
Abb. 18 Vermessung Bohrkerns BK06, Maß der Betondeckung bis zur Bewehrung ca. 75mm .....	27
Abb. 19 Planauszug der Betondeckungsmessung mit Farbscala zur Darstellung der gemessenen Betonüberdeckung .....	28
Abb. 20 Teilweiser Verschluss der Risse aufgrund beginnender Versinterung .....	29
Abb. 21 Abplatzungen und Blasenbildungen in der Beschichtung mit austretendem klarem Wasser .....	29
Abb. 22 Verdübelung der Kellerabteil-Trennwände mittig in einer Pfütze ohne angrenzende Rissbildung in der Beschichtung .....	30
Abb. 23 Auszug Leckortungsbericht mit Pfützenbildung am Fußpunkt der Treppe T12 .....	31
Abb. 24 Fußpunkt der FT-Treppe T12 mit Dichtfuge .....	31
Abb. 25 Planauszug Detailplan T12 Ft—Treppe.....	32
Abb. 26 Planauszug der Betondeckungsmessung [A] 12 mit Farbscala.....	32

Abb. 27 Krakeleartige Rissbildungen im Bereich der Fahrgasse 02. UG.....	33
Abb. 28 Betondeckungsmessung am orientierenden Ortstermin vom 01.02.2024 mit Handgerät Hilti PS 35.....	34
Abb. 29 Auszug des Übersichtsplans zur Bohrkernentnahme [A] 11 mit Eckdaten zum entnommenen Bohrkern BK 05 .....	35
Abb. 30 Bohrkern BK05, gemessene Betonüberdeckung 10cn.....	36
Abb. 31 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung [A] 12 .....	37
Abb. 32 Auszug Übersichtsplan [A] 11 zur Bohrkernentnahme BK 01 .....	38
Abb. 33 Auszug Übersichtsplan [A] 11 zur Bohrkernentnahme BK 04 .....	38
Abb. 34 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung im Bereich der Parkergrube 02. UG, Achse 6-8/D-E .....	39
Abb. 35 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung im Bereich der Parkergruben 03. UG, Achse 2-4/G-H .....	40
Abb. 36 Auszug Übersichtsplan zur Bohrkernentnahme BK02 an Zwischenrampe, Achse E- F/1-2 .....	41
Abb. 37 Bohrkern BK 02 im Querschnitt, mit erkennbarem Riss im Betonuntergrund .....	42
Abb. 38 Planauszug der Betondeckungsmessung im Bereich der Fahrgasse 02.UG .....	42
Abb. 39 Nahaufnahme des Schichtaufbaus OS11.b am Bohrkern BK 02 .....	43
Abb. 40 Nahaufnahme Schichtaufbau BK 03.....	44
Abb. 41 Auszug des Risskatasters für 02.UG u. 03.UG- mit Verortung der Entnahmestelle BK 03 außerhalb der von Krakelerissen betroffenen Fläche in orange.....	45
Abb. 42 Abplatzung des Beschichtungssystems im Bereich der Fahrgasse 03.UG .....	46
Abb. 43 Ausbruchstück der OS 11b Beschichtung, mit klar erkennbarer Einstreu- u. dünner Quarzsandschicht .....	46
Abb. 44 Auszug zum Übersichtsplan der Bohrkernentnahmen [A] 11 mit Darstellung des Bohrkerns BK 03.....	47
Abb. 45 Auszug der Betondeckungsmessung [A] 12, mit Darstellung der Messung im Bereich der Fahrgasse 03.UG, Achse 2-4'/F-G.....	48
Abb. 46 Teilauszug der Betondeckungsmessungen im Bereich der Fahrgasse 02. UG, Achse 4'-7/D-D .....	49
Abb. 47 Grafische Darstellung der statischen Verteilung der ermittelten Betondeckungswerte .....	51

## 1.0 Auftraggeber und Aufgabenstellung

Am 23.10.2023 beauftragte das „SCI Das Goethe“, den Unterfertigten mit der Bauwerksdiagnostik zur Erstellung einer gutachterlichen Stellungnahme zur Klärung der Wassereintritte an der WU-Konstruktion des Gebäudes „Das Goethe“, welches Wohn- und Geschäftsräume sowie Lebensmitteleinzelhandelsbetriebe und eine Tiefgarage beinhaltet. Die in der Vergangenheit dokumentierten Wassereintritte liegen dem Unterfertigten in Form eines Leckortungsberichtes [A] 4 vor. Das in Rede stehende Objekt befindet sich in der Goethestraße 30-34, in 80336 München.

Für die im Rahmen dieser gutachterlichen Stellungnahme aufgezeigten Feststellungen sowie dafür empfohlenen Instandsetzungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden keine Kosten ermittelt.

Nachfolgend wird auf die Problematik der Wassereintritte an den Wänden und der Bodenplatte im 4.UG separat eingegangen. Anschließend erfolgt eine Einschätzung der im Rahmen der orientierenden Ortstermine festgestellten Rissbildungen an den OS-System der Betondecken im Bereich der Tiefgarage. Die Stellungnahme erfolgt auf Grundlage der über den Zeitraum November 2023 bis Januar 2024 übermittelten Bestandsunterlagen sowie der erfolgten Bauwerksuntersuchungen durch Fa. Kink vom 03.04.2024 sowie Fa. Acofin vom 17.06.2024.

## 2.0 Grundlagen

### 2.1 Quellen zur Feststellung des Ist-Zustandes

Neben den im Anlagenverzeichnis aufgeführten Unterlagen liegen diesem Gutachten weitere Unterlagen zugrunde, die aufgrund der Datenmenge nicht als Anlagen beigefügt sind. Aufgrund der Datenmenge wird auf eine Auflistung der restlichen Bestandsunterlagen verzichtet.

## 2.2 Regelwerke und Literatur

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

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



- [R] 15 DIN EN 1504, Teile 1-9 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, Definition, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität“,
- [R] 16 Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007, zuletzt geändert 25.05.2021.
- [R] 17 Bayerische Technische Baubestimmungen (BayTB), 2018-10
- [R] 18 DIN 18349: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Betonerhaltungsarbeiten

## 2.4 Ortstermine

### Erster Ortstermin am 01.02.2024

Zweck des Ortstermins : Orientierender Ortstermin

Beginn des Ortstermins : 13:00 Uhr

Ende des Ortstermins : 16:00 Uhr

Witterung : -

Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Wallerer (Vertreter Auftraggeber)

Herr Thieltges

Herr Stiegler SKP

### Zweiter Ortstermin am 03.04.2024

Zweck des Ortstermins : Ortstermin zur Bohrkernentnahme

Beginn des Ortstermins : 09:00 Uhr

Ende des Ortstermins : 13:00 Uhr

Witterung : -

Teilnehmer am Ortstermin:

Hr. Dutka ca. bis 10:00 Uhr (Vertreter Auftraggeber)

2 Mitarbeiter Fa. Kink

Herr Stiegler SKP (SV-Büro Thieltges)

#### Dritter Ortstermin am 08.05.2024

Zweck des Ortstermins : Ortstermin zur Risskartierung, Sichtung Wände Sprinklertank

Beginn des Ortstermins : 09:30 Uhr

Ende des Ortstermins : 12:00 Uhr

Witterung : -

Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Dutka bis ca. 10:00 (Vertreter Auftraggeber)

Herr Stiegler SKP (SV-Büro Thieltges)

#### Vierter Ortstermin am 17.06.2024

Zweck des Ortstermins : Ortstermin zur Betondeckungsmessung und Bohrmehlentnahme

Beginn des Ortstermins : 09:00 Uhr

Ende des Ortstermins : 16:00 Uhr

Witterung : -

Teilnehmer am Ortstermin:

Herr Dutka bis ca. 09:30 (Vertreter Auftraggeber)

Hr. Hornung mit Mitarbeiter (Fa. Acofin)

Herr Stiegler SKP (SV-Büro Thieltges)

#### Sonstige Angaben:

- Die materialtechnischen Untersuchungen führte die Fa. Acofin, Bauwerksdiagnosegesellschaft mbH, im Märzgrund 13, 97795 Schondra, auf Anweisung des Sachkundigen Planers durch.
- Die Entnahme der Kernbohrungen wurde durch Fa. Kink, auf Anweisung des Sachkundigen Planers durchgeführt.

## 2.5 Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge

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

- Ipad-Pro, Meterstab, Rissbreitenmesser
- Geräte, Hilfsmittel, Werkzeuge gemäß Bericht der Firma Acofin
- Strom betriebene Schlagbohrmaschine, Diamantbohrer zur Entnahme der Bohrkern

### 3.0 Planmäßiger Soll-Zustand der Bauteile und geotechnische Grundlagen

Das zu Grunde liegende Geotechnischen Gutachten [A] 5 gibt vor, dass der höchstmöglich gemessene Hochwasserstand (HHW) inkl. Sicherheitsbeiwert von 0,3m auf der Kote 516, 90 mNN, die tiefste Aushubsole auf Höhe der Kote 505,76 mNN definiert.

Sämtliche Bauwerksteile, welche unterhalb des benannten Bemessungswasserstandes (HHW=516,60 + 0,3 mNN) liegen, müssen wasserdicht ausgebildet werden.

Die besagt Höhenkote von 516,90 liegt gemäß dem Schnitt E-E [A] 17 ca. 1,24 m oberhalb OKRFB Ebene U1. Somit liegen alle Untergeschosse 01.UG – 04.UG des Gebäudes in dem Beanspruchungsbereich des festgelegten Bemessungswasserstandes und müssen die Anforderungen an eine wasserundurchlässige Konstruktion, kurz WU-Konstruktion erfüllen.

Dahingehend wird anhand der bereitgestellten Bestandsunterlagen der geschuldete Soll-Zustand der Bauteile erläutert.

#### 3.1 Soll-Zustand der Bodenplatte 4.UG

Gemäß Baubeschreibung [A] 1 soll die Ausführung der erdberührten Bauteile bis Decke über 1.UG als WU-Konstruktion/weiße Wanne erfolgen.

Die aus Stahlbeton erstellte Bodenplatte soll dahingehend gemäß der vorliegenden Baubeschreibung [A] 1 die Beanspruchungsklasse 1, Nutzungsklasse A nach WU-Richtlinie [A] 12 erfüllen. Beanspruchungsklasse 1 gilt für ständig und zeitweise drückendes Wasser. Die Nutzungsklasse A legt fest, dass Feuchtstellen auf der luftseitigen Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt nicht zulässig sind.

Hierfür soll die rissbreitenbeschränkende Bewehrung für eine Rissbreite von  $w_k=0,1$  bemessen werden [A] 1.

Aus den vorliegenden Positionsplänen der Bodenplatte [A] 7 geht eine Betonüberdeckung für die obere Bewehrung auf  $c_{nom}=55\text{mm}$ , für die untere Bewehrung auf  $c_{nom}=35\text{mm}$  hervor. Ein entsprechendes WU-Konzept lag den Bestandsunterlagen nicht bei, weshalb es abschließend keine Angabe zum geplanten Entwurfsgrundsatz gibt.

### 3.2 Soll-Zustand der erdberührten Außenwände

Gemäß Baubeschreibung [A] 1 soll die Ausführung der erdberührten Bauteile bis Decke über 1.UG soll als weiße Wanne erfolgen.

Die aus Stahlbeton erstellten Wände sollen dahingehend gemäß der vorliegenden Baubeschreibung [A] 1 die Beanspruchungsklasse 1, Nutzungsklasse A nach WU-Richtlinie erfüllen. Beanspruchungsklasse 1 gilt für ständig und zeitweise drückendes Wasser.

Die Nutzungsklasse A legt fest, dass Feuchtstellen auf der luftseitigen Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt nicht zulässig sind. Hierfür soll die rissbreitenbeschränkende Bewehrung für eine Rissbreite von  $w_k=0,1$  bemessen werden [A] 1.

Gemäß Positionsplan der Wände im 4. UG Bauteil 1 [A] 8 ist die Betonüberdeckung für die Bewehrung an den Wänden zur TG auf  $c_{nom}=55\text{mm}$ , für die Bewehrung an den Außenseiten auf  $c_{nom}=35\text{mm}$ , und für sonstige Innenliegende Wände und Wandflächen auf 20 mm festgelegt.

Ein entsprechendes WU-Konzept lag den Bestandsunterlagen nicht bei, weshalb es abschließend keine Angabe zum geplanten Entwurfsgrundsatz gibt.

### 3.3 Soll-Zustand der FT-Treppe T12

Aus den Planunterlagen Detail T12 zur Fertigteiltreppe [A] 9 geht hervor, dass die Treppe im Nachgang auf die durchgehende Bodenplatte gestellt bzw. verankert und mittels Elastomerlagern entkoppelt wird. Eine Abdichtung der Fuge zwischen Bodenplatte und FT-Treppe ist nicht vorgesehen.

## 4.0 Ist-Zustand der Bauteile

Nachfolgend werden die Erkenntnisse der erfolgten Bauwerksuntersuchungen erläutert, um den tatsächlichen Ist-Zustand der Bauteile darzustellen.

### 4.1 Ist-Zustand der Wände

Gemäß dem Leckortungsbericht [A] 4Abb. 1 wurden Auffälligkeiten zu Wassereintritten an einer Wandfläche festgestellt. Aus dem Bericht gehen keine konkreten Verortungen der Wandfläche hervor, weshalb ein Abgleich vor Ort nicht möglich war.




Bild Name	Beschreibung	Bild
4. UG Abteilung Betonwand Saniert		
4. UG Abteilung Betonwand Wassereintritt		
4. OG Abteilung Betonwand		

Abb. 1 Auszug Leckortungsbericht Fischbach Service, Darstellung von Aussinterungen im Wandbereich [A] 4

Im Rahmen der erfolgten Ortstermine vom 01.02.2024, 03.04.2024, 08.05.2024 und 17.06.2024 konnte lediglich an einer Außenwand Hinweise auf zurückliegende Wassereintritte festgestellt werden. Es wird daher davon ausgegangen, dass es sich hierbei um besagte Stelle des Leckortungsberichtes [A 04] handelt.

Es konnten Aussinterungen und Farbabblätterungen im Wandbereich entlang der Achse 1/B-C, (siehe Abb. 1) im 4.UG im Durchgangsbereich der Lagerräume zum Technikflur festgestellt werden.

Aufgrund undichter Stellen im Beton wie z.B. Rissen, kann Wasser in Bauteile eindringen. Durch die im Wasser gelöste Kalkbestandteile aus dem Zementmörtel versintern die Risse im Laufe der Zeit und Verschließen den Riss. Dies wird allgemein als sogenanntes „Aussintern“ oder auch Selbstheilung des Risses bezeichnet.

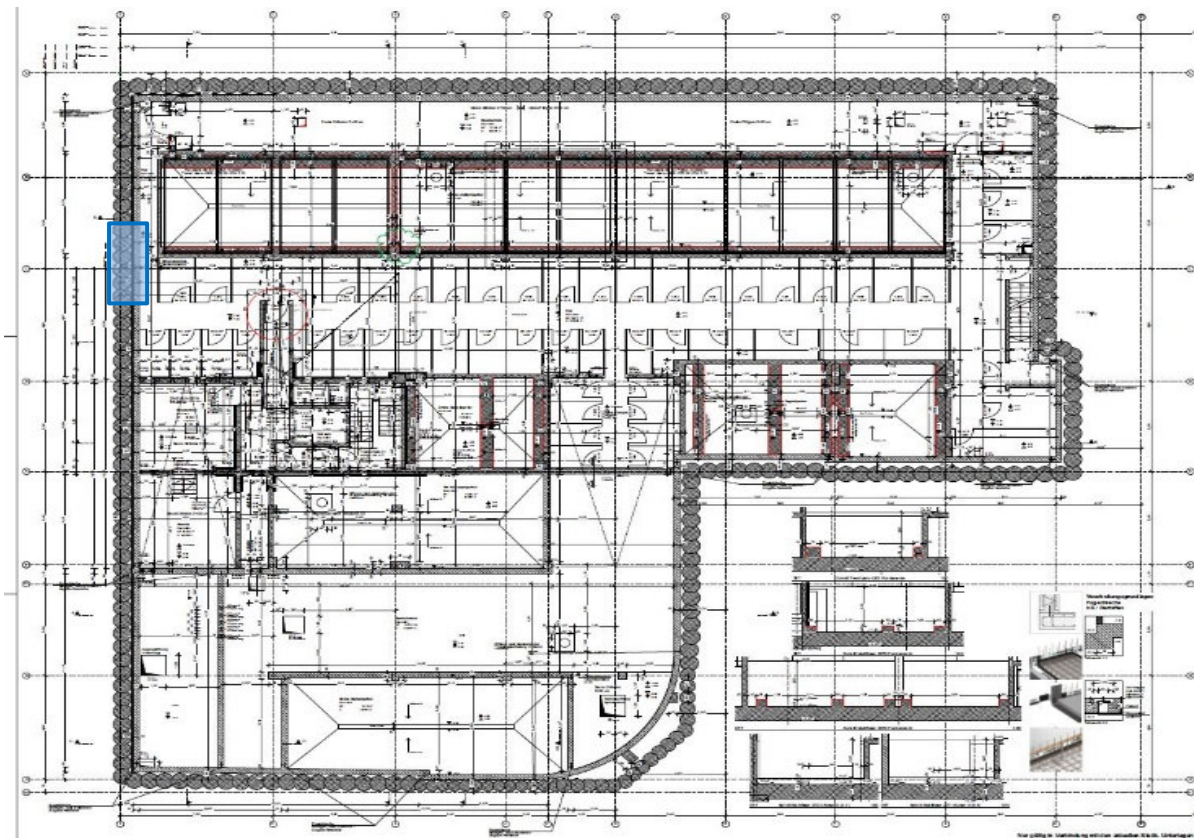


Abb. 2 Verortung Aussinterung in blau, Bereich Achse 1/B-C

Der Bereich war zum Zeitpunkt der Begehungen sensorisch trocken, es konnten keine Wassereintritte festgestellt werden. Die sogenannte Selbstheilung des Risses in Folge der Versinterung war abgeschlossen.



Abb. 3 Korrosionsspuren durch Ausschwemmungen als Folge vergangener Wassereintritte





Abb. 4 Nahaufnahme der abgeschlossenen Versinterung am Riss

Die Nahaufnahme des Risses zeigt nochmals die abgeschlossene Versinterung.

Angrenzend hierzu wurde ein vertikal verlaufender Riss, mit einer Rissbreite ca. 0,05-0,1mm erfasst wurde. Der Riss war sensorisch trocken, die ermittelte Rissbreite deutet aktuell auf keine Auffälligkeiten bezüglich einer Überschreitung der Rissbreitenbeschränkung hin.





Abb. 5 Rissbreitenerfassung mittels Rissbreitenlineal, Rissbreite  $> 0,1\text{mm}$

Bis auf Weiteres sind aus Sicht des Unterfertigten keine weiteren Schritte erforderlich. Sollte eine optische Ertüchtigung der Wandfläche seitens des Auftraggebers gewünscht sein, weist der Unterfertigte darauf hin, dass durch das Abschleifen der Versinterung ein erneutes Freilegen des Risses mit anschließenden Wassereintritte die Folge sein kann.



Abb. 6 Feuchteintritte im oberen Eckbereich des Duplexparkers

In Folge der Ortstermine konnten weiteren Wassereintritte im Eckbereich des Duplexparkers nahe Achse 4'-5/G-H gemäß Abb. 6 festgestellt werden. Es zeigen sich Farbablösungen sowie Rostfahnen im Eckbereich. Ausgehend vom Eckbereich zeichnen sich zudem Feuchteaustritte horizontal verlaufend entlang der Parkergrubenwand ab. Eine Bauteil- oder Arbeitsfuge ist nicht erkennbar.

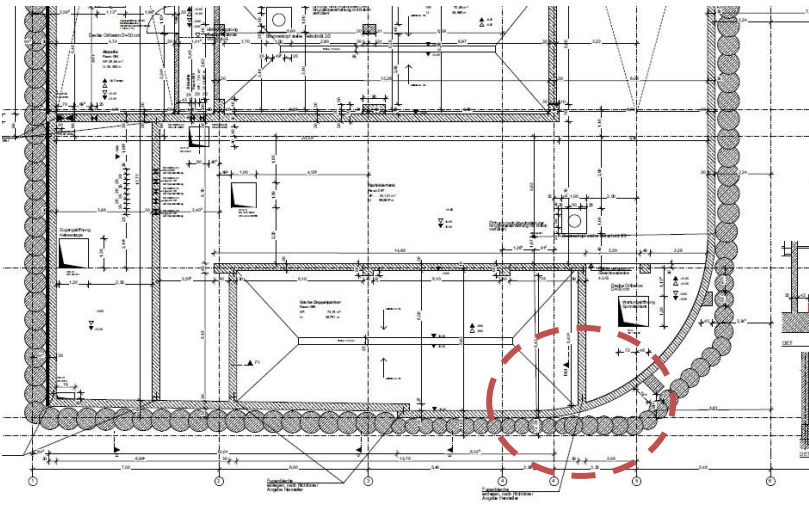


Abb. 7 Verortung der Feuchteintritte im Bereich des Duplexparkers Achse 4'-5/G-H

Gemäß Grundrissplan 04.UG [A] 16 ist im Bereich der Arbeitsfuge zwischen Außenwand und Parkergrube ein Fugenband geplant. Gemäß dem vorliegenden Plan Abb. 7 und Abb. 8 sollte hier allerdings ein Mauervorsprung im Zuge der Außenwandbetonage erstellt werden, an welchen im Anschluss die Parkergrubenwand betoniert wird.

Die Ausführung weicht hier vom Planstand ab.

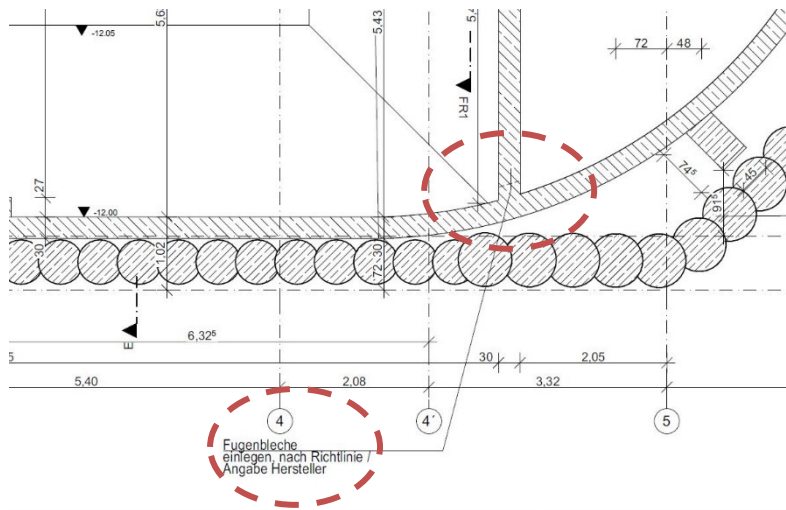


Abb. 8 Planauszug GR 03. UG mit Angabe zum Einbau von Fugenbändern

Auftragnehmerseitig ist die Ausführung zu erläutern.

- Wurde das Fugenblech eingelegt?
- Warum wurde der Betonierabschnitt abweichend von der Planung ausgeführt?

#### 4.2 Ist-Zustand der Bodenplatte

Gemäß Leckortungsbericht , Abb. 9 wurden nach Inbetriebnahme des Objektes Wassereintritte im Bereich der Kellerabteile 04.UG festgestellt.

4. UG Abteilung		
4. UG Abteilung		

Abb. 9 Auszug [A] 4 Darstellung von Feuchtschäden an gelagertem Material

Im Zuge der Ortstermine wurden mehrere Rissbildungen gemäß Abb. 12 im Flurbereich der Kellerabteile durch das SV-Büro Thieltges dokumentiert. Die kartierten Risse zeigen größtenteils Rissbreiten zwischen 0,05-0,1 mm auf. Vereinzelte Risse, vor allem im Bereich der Achsen 2-5/D-E wiesen Rissbreiten zwischen 0,2 – 0,3mm, siehe Abb. 10, in einem Fall sogar partiell bis 0,4mm, wie Abb. 11 zeigt, auf.

Derartige oberflächliche Rissbreiten können auf ein mögliches Überschreiten der geplanten Rissbreitenbeschränkung von 0,1mm hindeuten. Die tatsächliche Rissbreite ist direkt an der Bewehrung zu bestimmen und dahingehend mit der Rissbreitenbegrenzung abzugleichen.





Abb. 10 Rissbreitenmessung mittels Rissbreitenlineal an der Bodenplatte, Rissbreite ca. 0,3mm

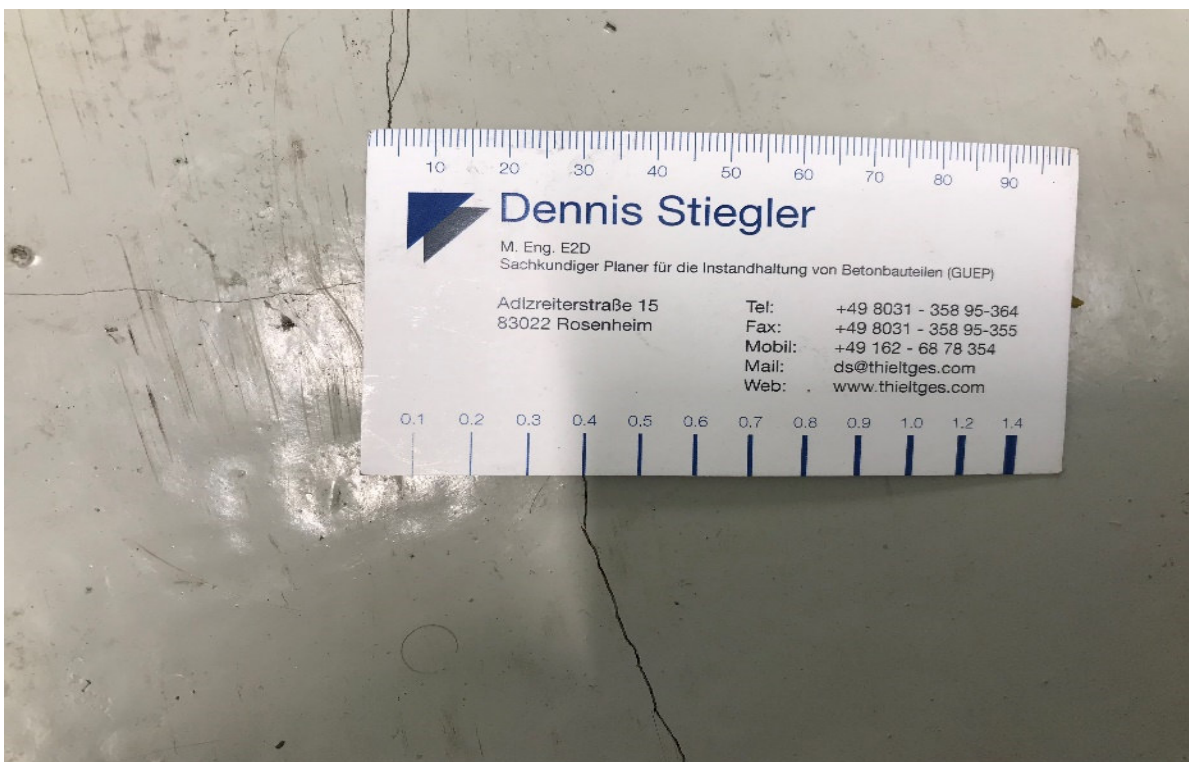


Abb. 11 Rissbreitenmessung mittels Rissbreitenlineal an der Bodenplatte, Rissbreite ca. 0,4 mm

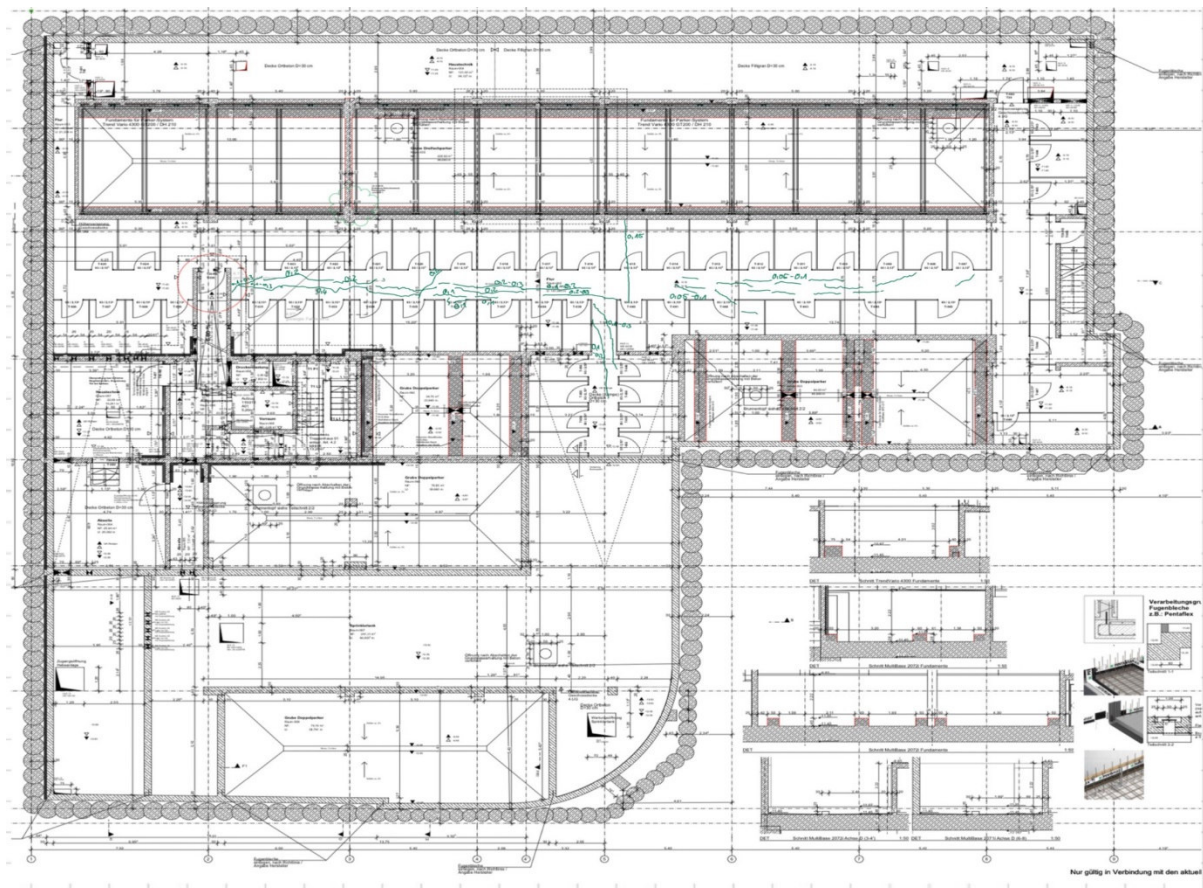


Abb. 12 Auszug Risskataster 04.UG [A] 10

Ebenso wurde im Laufe jedes Ortstermins großflächige Pfützenbildungen, siehe Abb. 13, im Flurbereich festgestellt und im GR-Plan des 04. UG mit blauen Markierungen verortet, Abb. 14. Zum Zeitpunkt der Begehungen waren die Kellerabteile bis auf wenige Ausnahmen verschlossen und nicht zugänglich. Es konnte aber durch die Absperrungen hindurch auch Pfützenbildungen innerhalb der geschlossenen Abteile erkannt werden. Ebenso zeichneten sich auf den Bodenflächen bereits abgetrocknete, bräunliche Pfützen ab, welche in Abb. 14 orange gekennzeichnet sind.





Abb. 13 Pfützenbildung im Übergangsbereich der Flurfläche zu einem offenen Kellerabteil

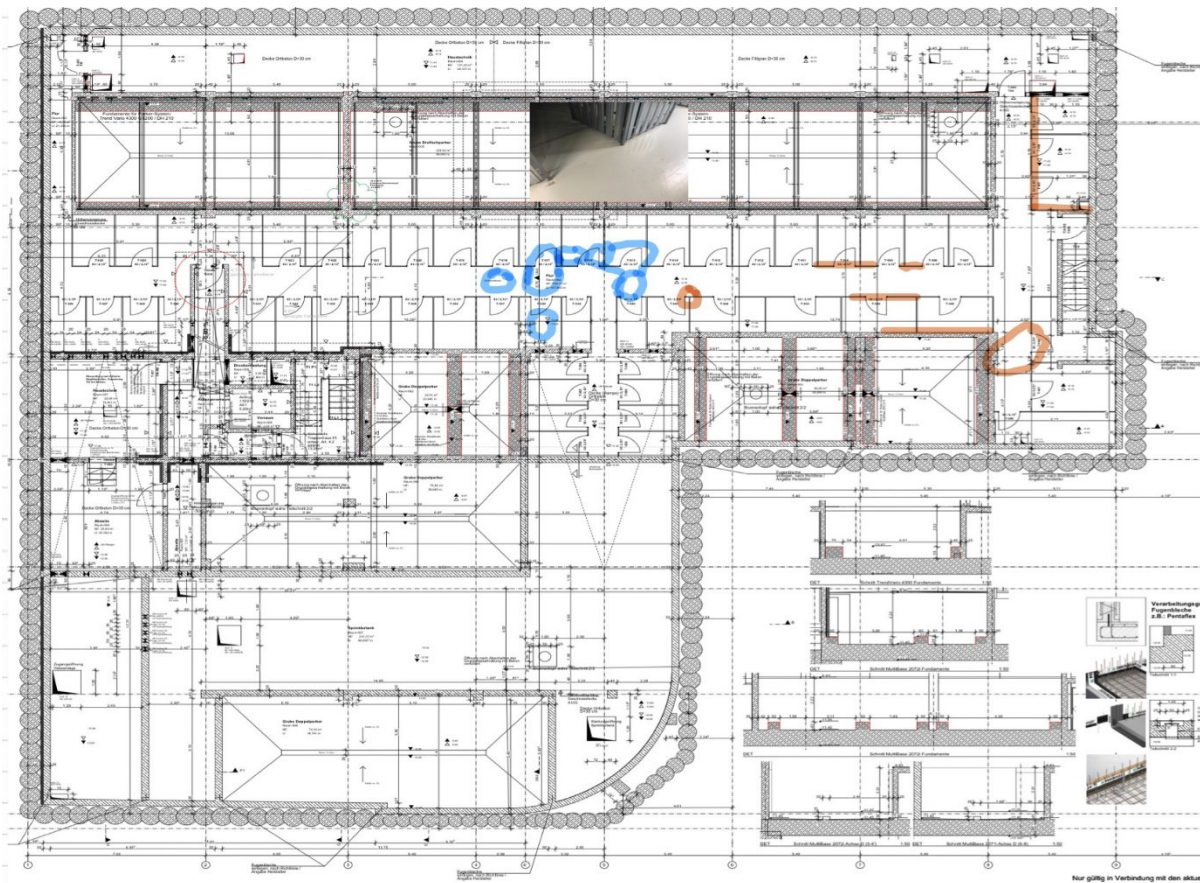


Abb. 14 Planauszug zur Darstellung der Pfützenbildung im 4. UG

Im Rahmen der Begehung konnten keine Auffälligkeiten an den deckenunterseitig befestigten Leitungen der Sprinkler (Gelb)- und Lüftungsanlage (Magenta) festgestellt werden, welche sich unmittelbar oberhalb der Pfützen befinden und evtl. als Ursache für eine Pfützenbildung in Betracht kommen könnten. Abb. 15 Es wird jedoch empfohlen eine Druckprüfung an der Sprinkleranlage sowie der Wasserleitung durchzuführen um abschließend eine Aussage zu möglichen Undichtigkeiten der Leitungen ausschließen zu können.

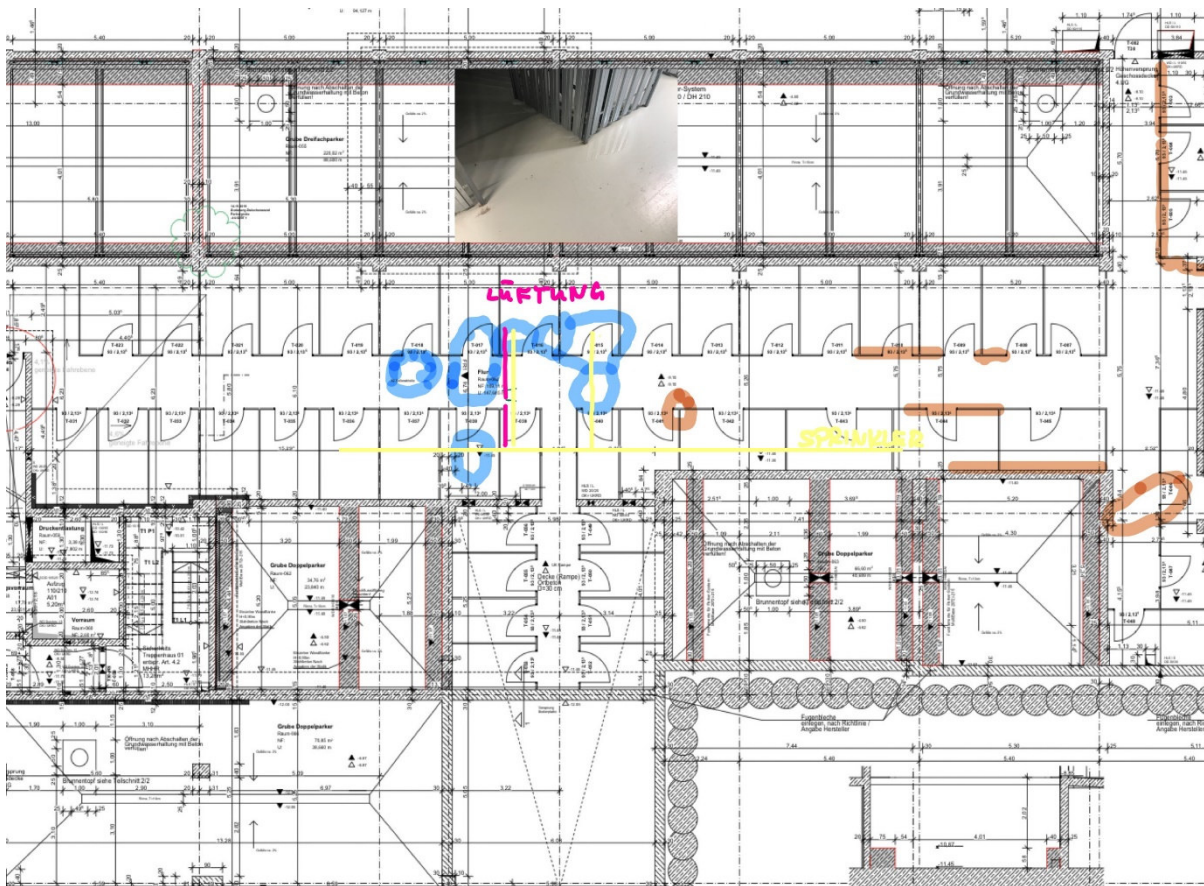


Abb. 15 Verortung der deckenunterseitig befestigten Leitungen in Bezug zur Pfützenbildung

- |   |   |
|---|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> Vor Ort dokumentierte Pfützenbildung | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> abgetrocknete Pfützen/Wasserflecke |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: magenta; margin-right: 5px;"></span> Leitung Lüftungsanlage            | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Leitung Sprinkleranlage            |

Beim Abgleich der getrockneten Pfützenbildung, Abb. 15, mit dem Risskataster zeigt sich, dass die abgetrockneten Wasserflecke sich zum Teil außerhalb der Reichweite der Risse befinden. Nachdem die abgetrockneten Wasserflecke, im Gegensatz zu den klaren Pfützen, eine bräunliche Verfärbung aufweisen und es keinerlei Spuren von Wasserläufern zwischen den Rissen und den getrockneten Pfützen gab, sieht der Unterfertigte keinen direkten Zusammenhang der abgetrockneten Wasserflecke zur Rissbildung.



Diesbezüglich wurde durch Vertreter des Auftraggebers darauf hingewiesen, dass es bereits wiederholt zu Problemen bei der Hebeanlage kam, was ein Überlaufen und das Fluten von Teilbereichen des 4.UG zur Folge hatte. Dies könnte ein Grund für die abgetrockneten Pfützen sein, eine Verbindung der bereits abgetrockneten Pfützen zu den Rissbildungen kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht hergestellt werden. Es bleibt offen, ob die getrockneten Pfützen evtl. in Zusammenhang mit den nachfolgend beschriebenen Bohrungen der Trennwandsysteme Abb. 22 in Verbindung stehen. Dies konnte zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend geklärt werden.

Zur Einschätzung der Rissbildung im Bereich der Bodenplatte erfolgten durch Fa. Kink auf Anweisung des SV-Thieltges eine Bohrkernentnahme zur Bestimmung des Bodenaufbaus und der Tiefe der Rissbildung. Hierbei hat sich gezeigt, dass keinerlei Verbundestrich, wie gemäß Leckortungsbericht [A] 4 behauptet, sondern eine Verlaufsbeschichtung, System u. Hersteller unbekannt, direkt auf die Bodenplatte aufgebracht wurde.

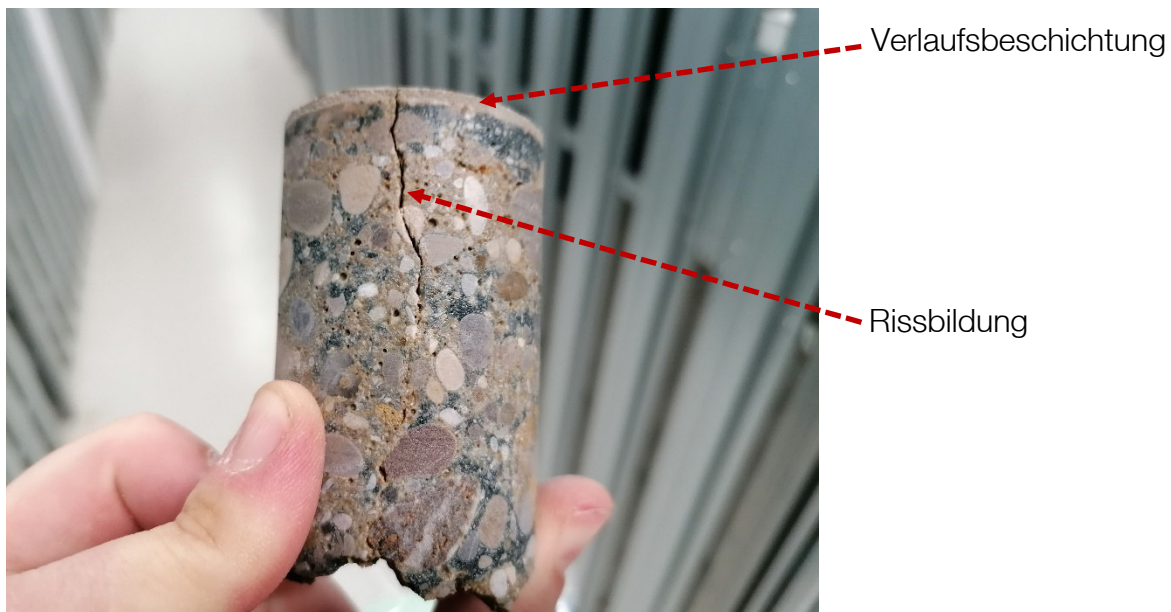


Abb. 16 Entnommener Bohrkern Nr. 06 der Bodenplatte 04. UG mit erkennbarer Rissbildung aus dem Untergrund



Abb. 17 Rissbreitenmessung an Bohrkern BK06 mit Rissbreiten bis zu ca. 0,4mm, Risstiefe ca. 75mm

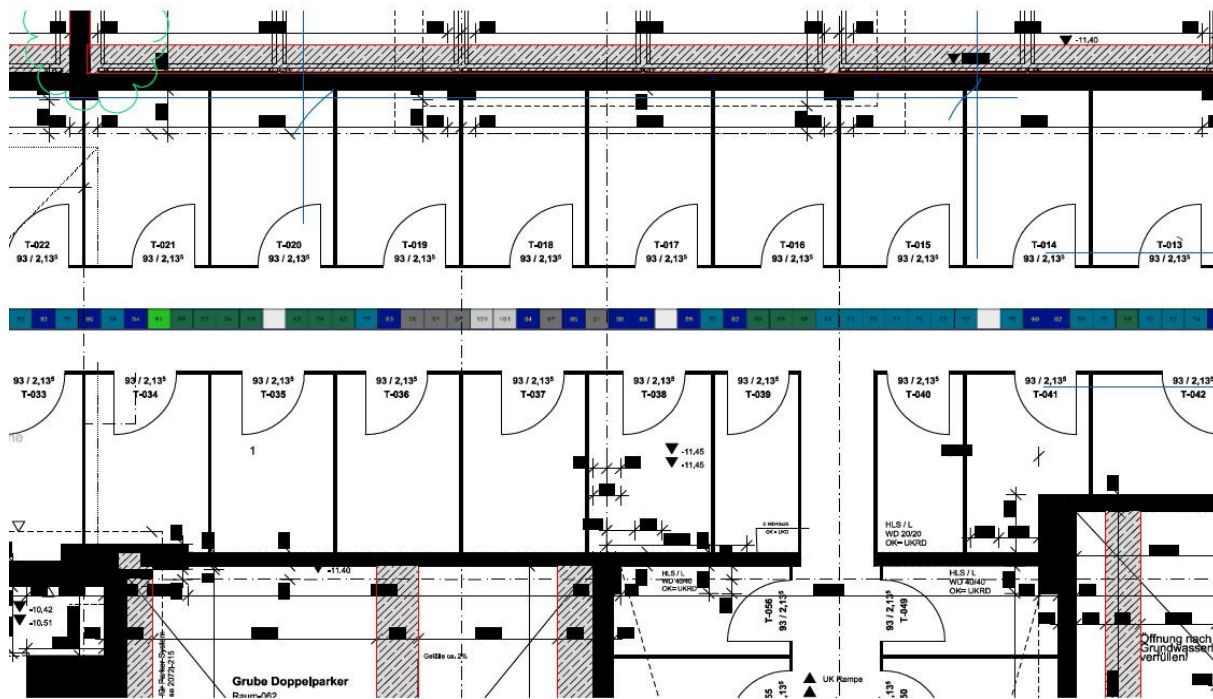
Bei Entnahme des Bohrkerns zeigte sich eine erhöhte Betonüberdeckung von ca. 75mm. Dies weicht von den Planangaben [A 07] für die an der Bodenplatte oberseitig geplante Betonüberdeckung der Bewehrung von cnom 55mm ab.

Der entnommene Bohrkern zeigt zudem deutlich, dass die Rissbildung an der Oberfläche der Beschichtung vom Untergrund ausgeht. Hierbei ist zu erkennen, dass der Riss durch das Korn geht, was darauf schließen lässt, dass die Rissbildung erst nach Abbinden des Betons entstanden ist, was auf einen späten Zwang zurückschließen lässt. Die Risstiefe konnte augenscheinlich bis auf Tiefe der Bewehrung von ca. 75mm gemessen werden. Der Bohrkern wurde direkt oberhalb eines Risses entnommen und verläuft somit durch die gesamte Bohrkernbreite.



Abb. 18 Vermessung Bohrkerns BK06, Maß der Betondeckung bis zur Bewehrung ca. 75mm

Um eine orientierende Einschätzung zur Betondeckung an der Oberseite der Bodenplatte zu treffen, wurden im Nachgang zur Bohrkernentnahme linienförmige Betondeckungsmessungen in Teilbereichen des 04.UG durchgeführt, oberhalb der Rissbildungen im Bereich der Achsen 2-9/C-D. Die Auswertung der Messungen (siehe [A] 12 und [A] 13) zeigt, dass im Bereich der Rissbildungen größtenteils eine Betonüberdeckung von ca. 79mm im Mittel vorhanden ist. Betrachtet man den zuvor aufgeführten Bereich der Rissbildung mit bis zu 0,4mm, zeigen sich gemäß Untersuchungsplan [A] 12 in Teilbereichen Betonüberdeckungen bis zu 99 mm, Abb. 19. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Ursache für vorhandenen Rissbildungen auf die überhöhte Betondeckung zurückzuführen ist.



### Profometer PM 650 Farbskalierung der Betondeckungswerte

#### Deckung

< 40	40 - 49	50 - 59	60 - 69	70 - 79	80 - 89	90 - 99	>= 100

Abb. 19 Planauszug der Betondeckungsmessung mit Farbskala zur Darstellung der gemessenen Betonüberdeckung

Des Weiteren konnte an zwei der vorgefundenen Risse bereits Aussinterungen festgestellt werden, welche bereits zu einem Teilverschluss der Risse geführt hat. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die vorgefundenen Wasserpfützen auf Undichtigkeiten der Bodenplatte zurückzuführen sind. Das Austreten von Wasser an den Rissen zeigt zudem, dass es sich um wasserführende Risse handelt. Anhand der erhöhten Betondeckung und dem Austreten von Wasser sind die Risse in der Bodenplatte als Trennrisse in der WU-Konstruktion einzuordnen.



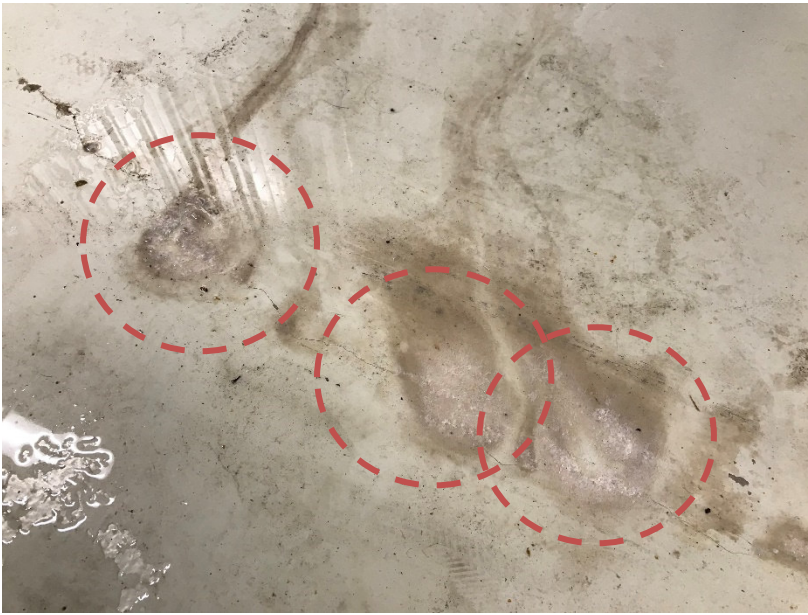


Abb. 20 Teilweiser Verschluss der Risse aufgrund beginnender Versinterung

Neben den Rissbildungen wurden auch bereits Abplatzungen und mit Wasser gefüllte Blasenbildungen an der Beschichtung Abb. 21 festgestellt.



Abb. 21 Abplatzungen und Blasenbildungen in der Beschichtung mit austretendem klarem Wasser

Nachdem aus den Bestandunterlagen keine näheren Angaben zum verbauten Beschichtungssystem bzw. Hersteller ersichtlich waren, muss anhand des Schadensbildes davon ausgegangen werden, dass das verbaute Beschichtungssystem keine Beständigkeit gegen rückwertige Durchfeuchtung besitzt. Dahingehend kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich der vorhandene Schaden am Beschichtungssystem weiter ausbreiten wird.

Nachdem sich die Pfützenbildungen bereichsweise bis in die angrenzenden Abteile erstrecken, bleibt offen, ob ein mögliches Eindringen von Wasser aufgrund der Dübelbefestigungen der Trennwandsysteme erfolgt. Aufgrund der Unterläufigkeit der Beschichtung besteht die Möglichkeit, dass es hierbei zu weiteren Wasseraustritten kommt. Bei Dübelungen in WU-Bauteile sollten Flüssigdübel verwendet werden, aus den zur Verfügung gestellten Unterlagen gingen hierzu allerdings abschließend keine Angaben hervor.



Abb. 22 Verdübelung der Kellerabteil-Trennwände mittig in einer Pfütze ohne angrenzende Rissbildung in der Beschichtung

### 3.3 Ist-Zustand der Treppe T12

Gemäß dem Leckortungsbericht [A] 4 wurden Pfützenbildungen am Fußpunkt der Treppe T12 im Bereich Achse C-D/8-9 dokumentiert.

4. UG Notausgang		
------------------	--	--

Abb. 23 Auszug Leckortungsbericht mit Pfützenbildung am Fußpunkt der Treppe T12

Im Zuge der Ortstermine konnten keine Pfützenbildungen im Bereich der Treppen durch den Unterfertigten festgestellt werden, Abb. 24.



Abb. 24 Fußpunkt der FT-Treppe T12 mit Dichtfuge

Vor Ort wurde am 01.02.2024 am Fußpunkt eine silikonartige Dichtfuge festgestellt, welche zu keinem Zeitpunkt der Begehungen Anzeichen von Feuchteintritten aufwies. Bei Sichtung des Detailschnittes [A] 9 zeigt sich, dass die Bodenplatte unterhalb der Treppe durchläuft und die Fertigteiltreppe aufgesetzt wurde Abb. 25. Ein Wassereintritt aufgrund einer undichten WU-Fuge ist auszuschließen.



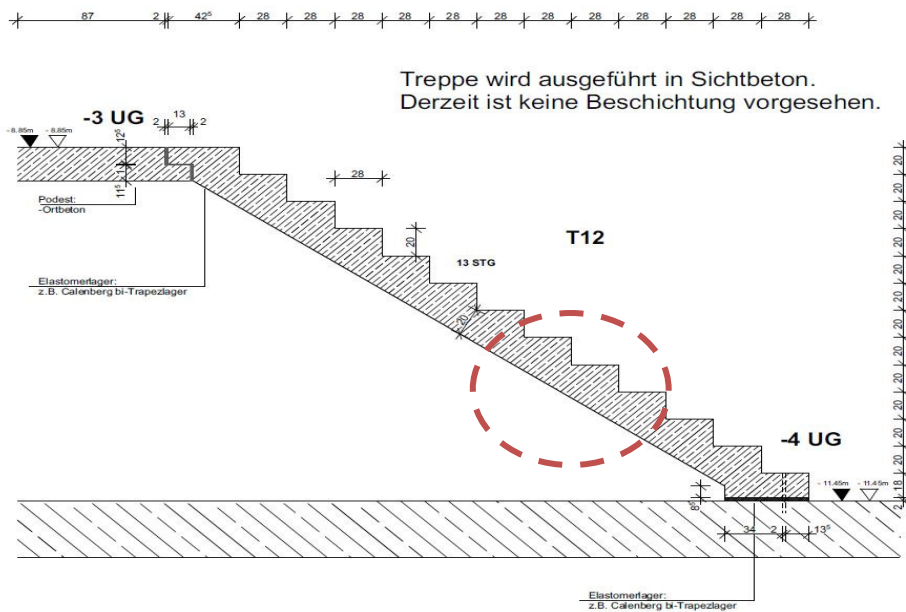
**Treppe 12 -4.UG**

Abb. 25 Planauszug Detailplan T12 Ft—Treppe

Aus den Ergebnissen der Betondeckungsmessungen [A] 12 lässt sich im angrenzenden Bereich der Bodenplatte an die Treppe eine erhöhte Betonüberdeckung von bis zu ca. 79mm feststellen.



Abb. 26 Planauszug der Betondeckungsmessung [A] 12 mit Farbskala



Es besteht die Möglichkeit, dass es unterhalb der FT-Treppe aufgrund einer erhöhten Betondeckung ebenfalls zu Rissen kommt. Dies würde das Eindringen von Wasser begünstigen. Abschließend kann dies aber weder bestätigt noch ausgeschlossen werden. Nachdem zu keinem der erfolgten Termine Wassereintritte im Bereich der Treppe festgestellt werden konnten, liegt die Vermutung nahe, dass es sich bei den im Leckortungsbericht [A] 4 dokumentierten Pfützen um Reste von Wasser handelt, die im Zuge eines Überlaufens der fehlerhaften Hebeanlage verursacht wurden.

#### 4.0 Rissbildungen OS-System der TG

Im Zuge des orientierenden Ortstermins vom 01.02.2024 wurden auffällige Rissbildungen am OS-System der TG im Bereich der Fahrgassen auf Ebenen 02, UG u. 03, UG festgestellt.

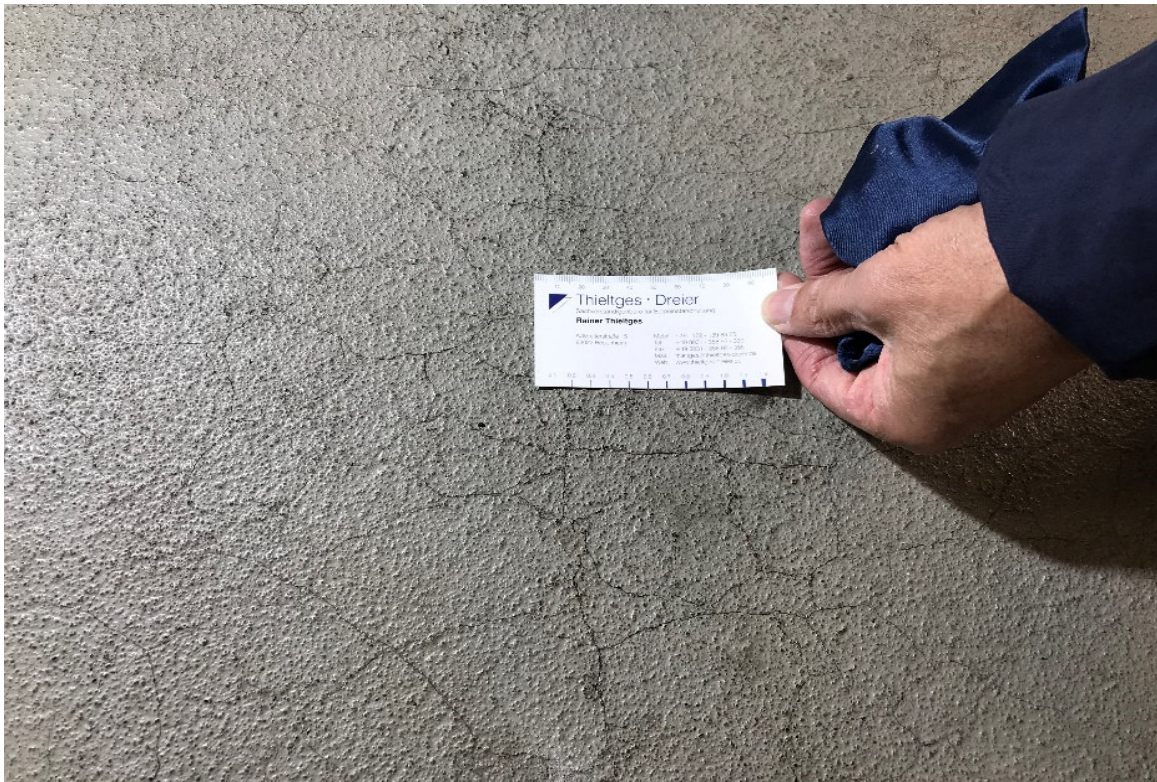


Abb. 27 Krakeleartige Rissbildungen im Bereich der Fahrgasse 02. UG

Die noch am gleichen Termin durchgeführten orientierende Betondeckungsmessungen (Handgerät „Hilti PS 35“), Abb. 28 zeigten erhöhte Betondeckung zwischen ca. 70-100 mm.



Abb. 28 Betondeckungsmessung am orientierenden Ortstermin vom 01.02.2024 mit Handgerät Hilti PS 35

Daraufhin wurden exemplarische Betondeckungsmessungen und Bohrkernentnahmen im Bereich der Fahrgassen und Parkergruben veranlasst. Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse an den Fahrgassen und Parkergruben erläutert. Eine Darstellung der jeweiligen Bohrkern mit erkennbarem Schichtaufbau ist dem Übersichtsplan zur Bohrkernentnahme [A] 11 zu entnehmen.



#### 4.1 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung an den Fahrgassen, Rampen und Parkergruben

Die erfolgten Bohrkernentnahmen am 03.04.2024 sollten Aufschluss über den vorhandenen Bodenaufbau sowie die aufgetragenen OS-Systeme geben. Hierbei hat sich gezeigt, dass auf keiner der Ebenen ein Verbundestrich eingebracht wurde, sondern die OS-Beschichtungen direkt auf die jeweiligen Stahlbetondecken über 03. u. 04. UG aufgebracht wurden. Lediglich im Bereich der TG-Rampe konnte ein Ausgleichsspachtel festgestellt werden.

#### 4.2 Bohrkernentnahme Zufahrtsrampe

Anhand der Bestandsunterlagen und einem Abgleich der Schichtstärken von ca. 2,5mm am entnommenen Bohrkern BK 05, Abb. 29 liegt die Vermutung nahe, dass es sich um ein Beschichtungssystem OS 8 des Herstellers Disbon handelt. Optisch erscheint die Rampenbeschichtung bis auf einige Unebenheiten in der Oberfläche unauffällig.

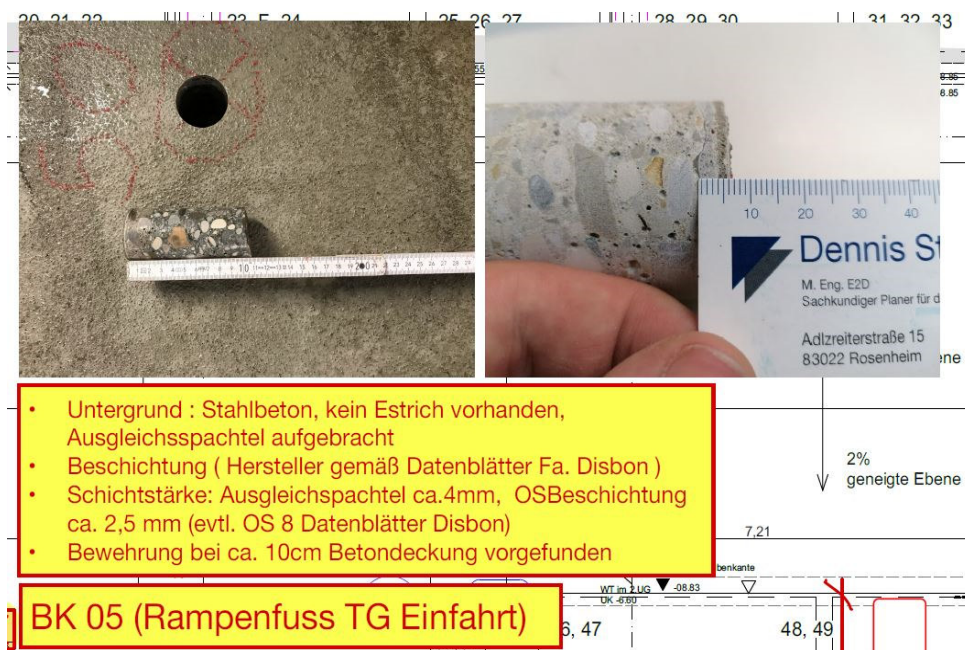


Abb. 29 Auszug des Übersichtsplans zur Bohrkernentnahme [A] 11 mit Eckdaten zum entnommenen Bohrkern BK 05

Die Bohrkernentnahme BK 05 zeigte eine Betonüberdeckung von ca. 10 cm, Abb. 30. Die Betondeckungsmessungen Abb. 31 gemäß [A] 12 durch Fa. Acofin zeigten auf, dass es sich hierbei um eine Ausnahme im Bereich des Rampenfußes handelt; die gemessene Fläche der Rampe weist überwiegend eine Betondeckung von ca. 40-59 cm auf.



Abb. 30 Bohrkern BK05, gemessene Betonüberdeckung 10cm

Teilbereiche, ca. 10% der gemessenen Fläche Abb. 31, zeigen Betondeckungen < 40mm. Aufgrund der Tatsache, dass das OS-System augenscheinlich vollständig in Takt ist, sieht der Unterfertigte den Schutz der Bewehrung vor Korrosion und Karbonatisierung als gegeben.

Aufgrund dessen, dass es sich bei einer OS 8 Beschichtung um ein sogenanntes starres System handelt, muss damit gerechnet werden, dass sich spätere Rissbildungen infolge späten Zwangs aus dem Betonuntergrund, im OS-System ausbilden. Dahingehend wird eine engmaschige Inspektion auf Schäden am OS-System empfohlen.

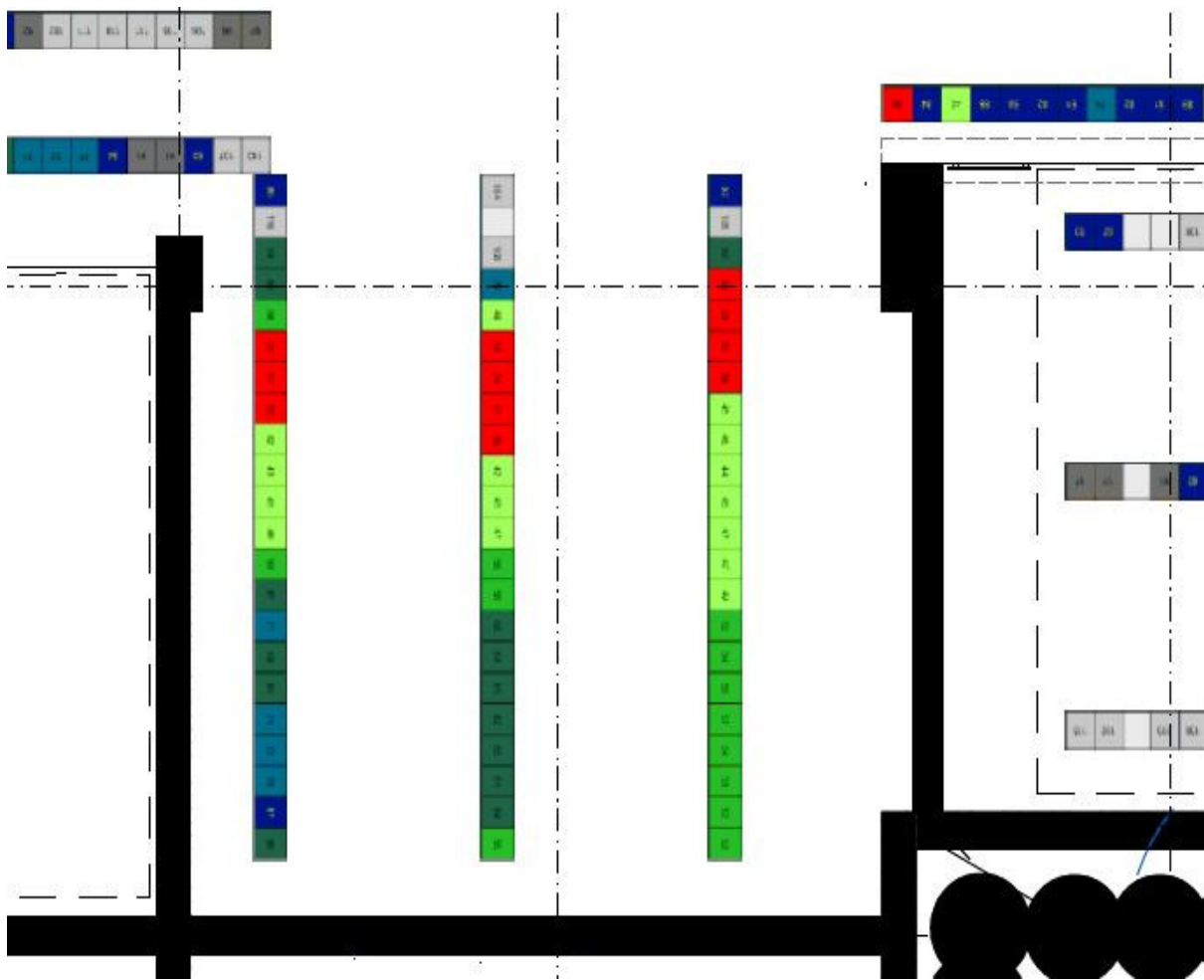


Abb. 31 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung [A] 12

#### 4.3 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Parkergruben

Anhand der Bestandsunterlagen und einem Abgleich der Schichtstärken von ca. 2,5mm an den entnommenen Bohrkernen BK 01 und BK04, Abb. 32 und Abb. 33, liegt die Vermutung nahe, dass es sich um ein Beschichtungssystem OS 8 des Herstellers Disbon handelt. Optisch erscheint die Beschichtung in den Gruben der Duplexparker unauffällig. Es konnten keine Rissbildungen festgestellt werden.



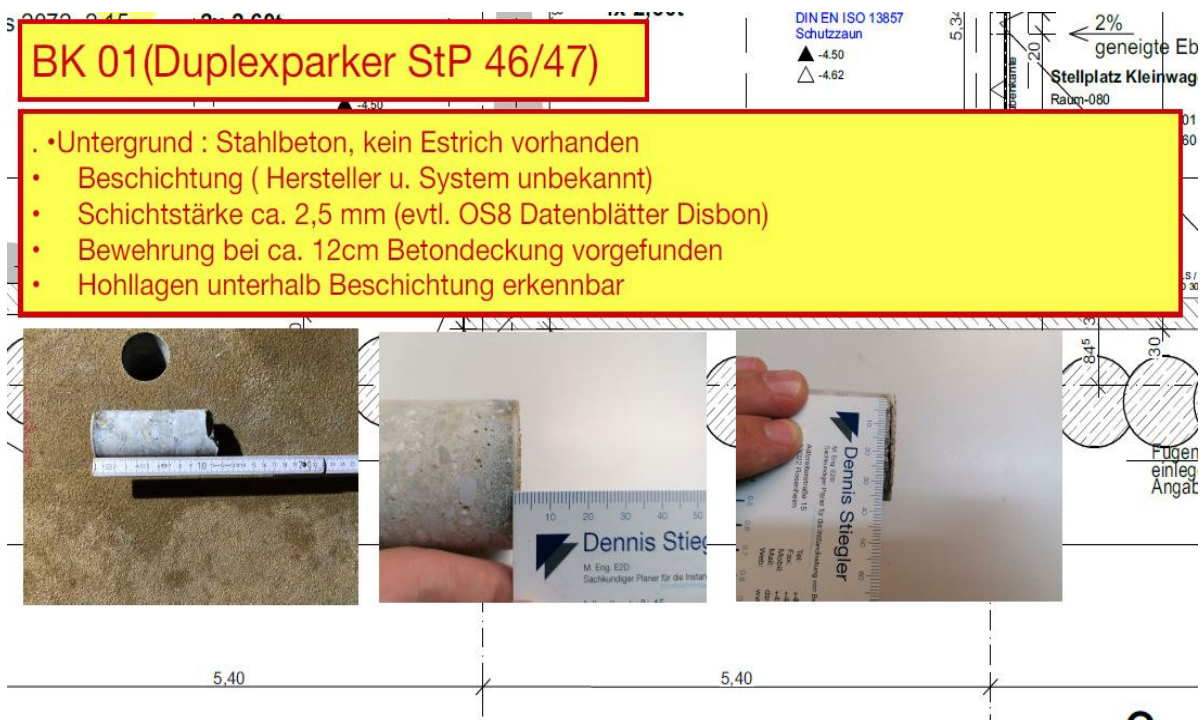


Abb. 32 Auszug Übersichtsplan [A] 11 zur Bohrkernentnahme BK 01

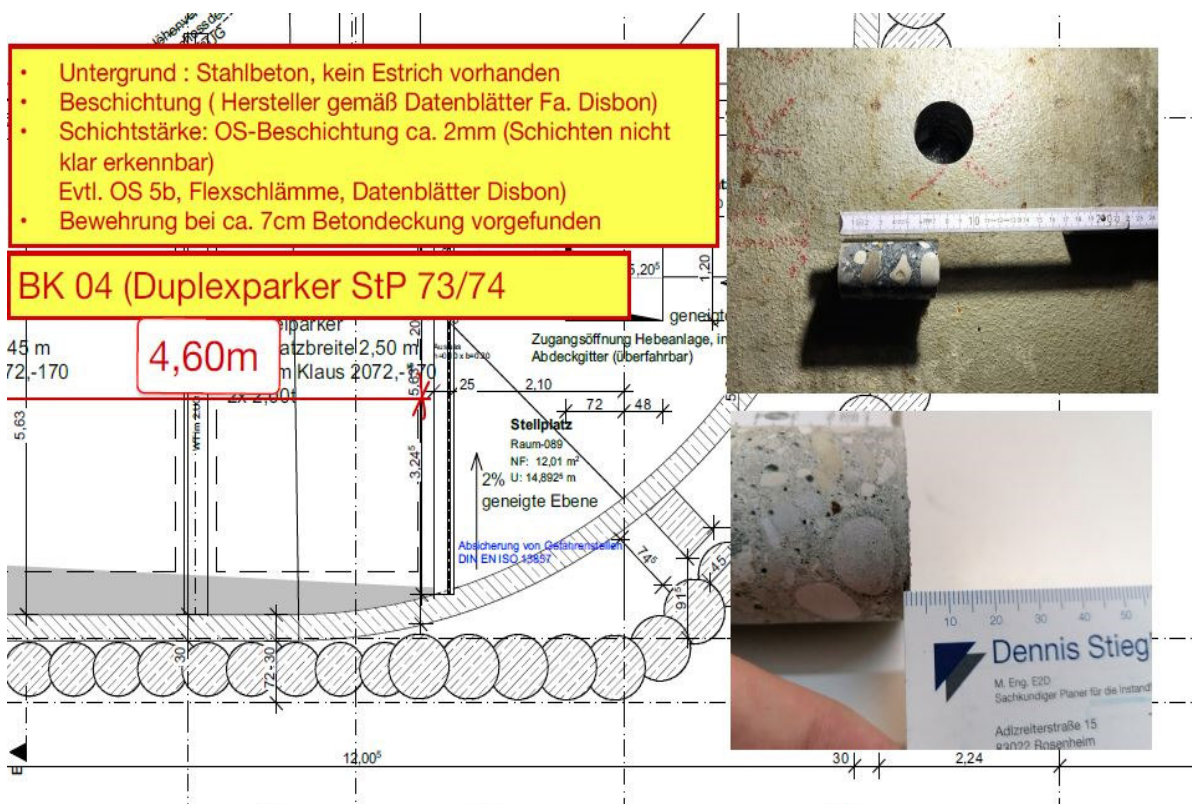


Abb. 33 Auszug Übersichtsplan [A] 11 zur Bohrkernentnahme BK 04

Die erfolgten Betondeckungsmessungen im Bereich der Parkergruben 02. UG, Achse 6-8/D-E sowie 03. UG Achse 2-4/G-H bestätigen großflächig deutlich erhöhte Betondeckungswerte im

Mittel von 92mm, in Teilbereichen bis zu > 100 mm. Werte oberhalb dieses Wertes wurden aufgrund der Messtechnik nicht erfasst.

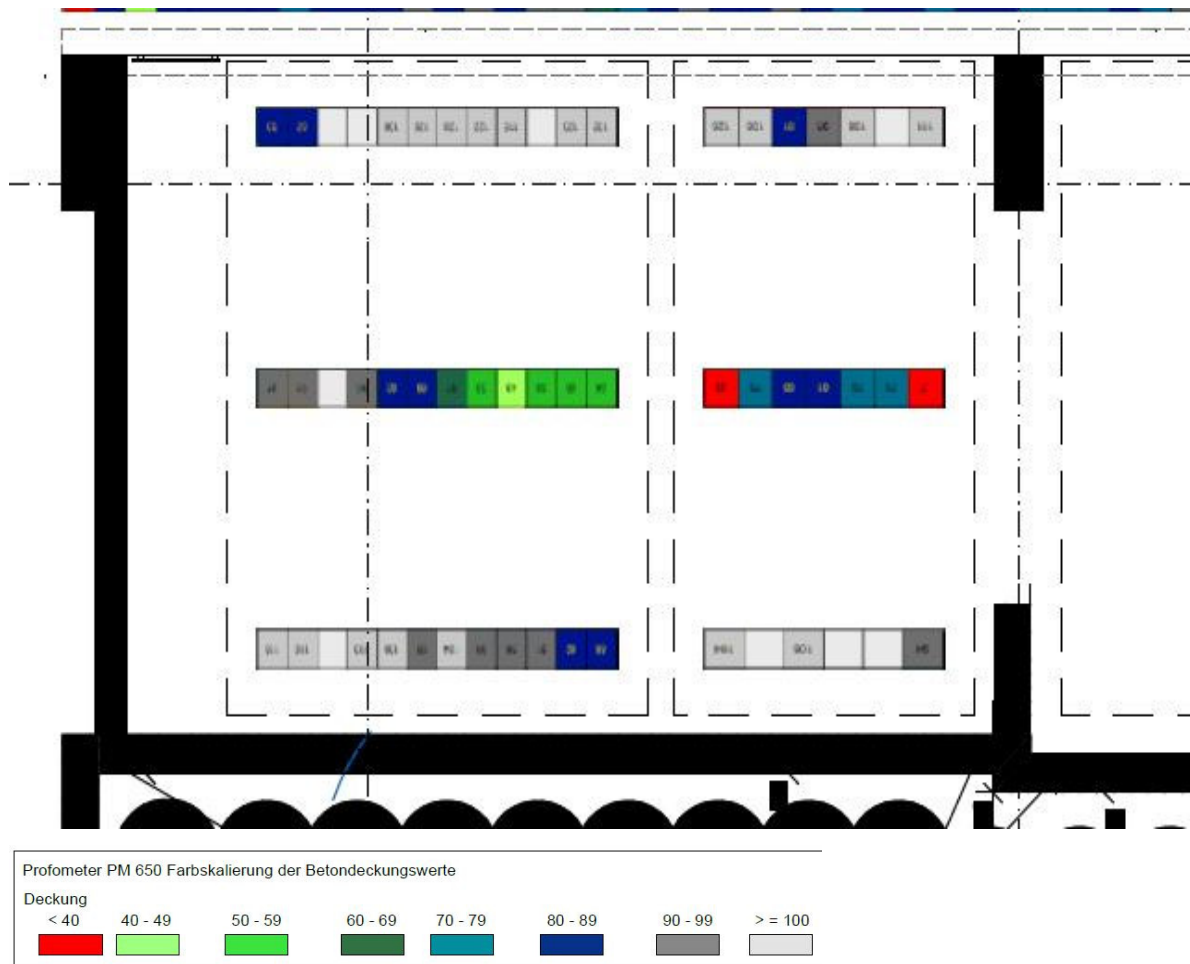


Abb. 34 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung im Bereich der Parkergrube 02. UG, Achse 6-8/D-E

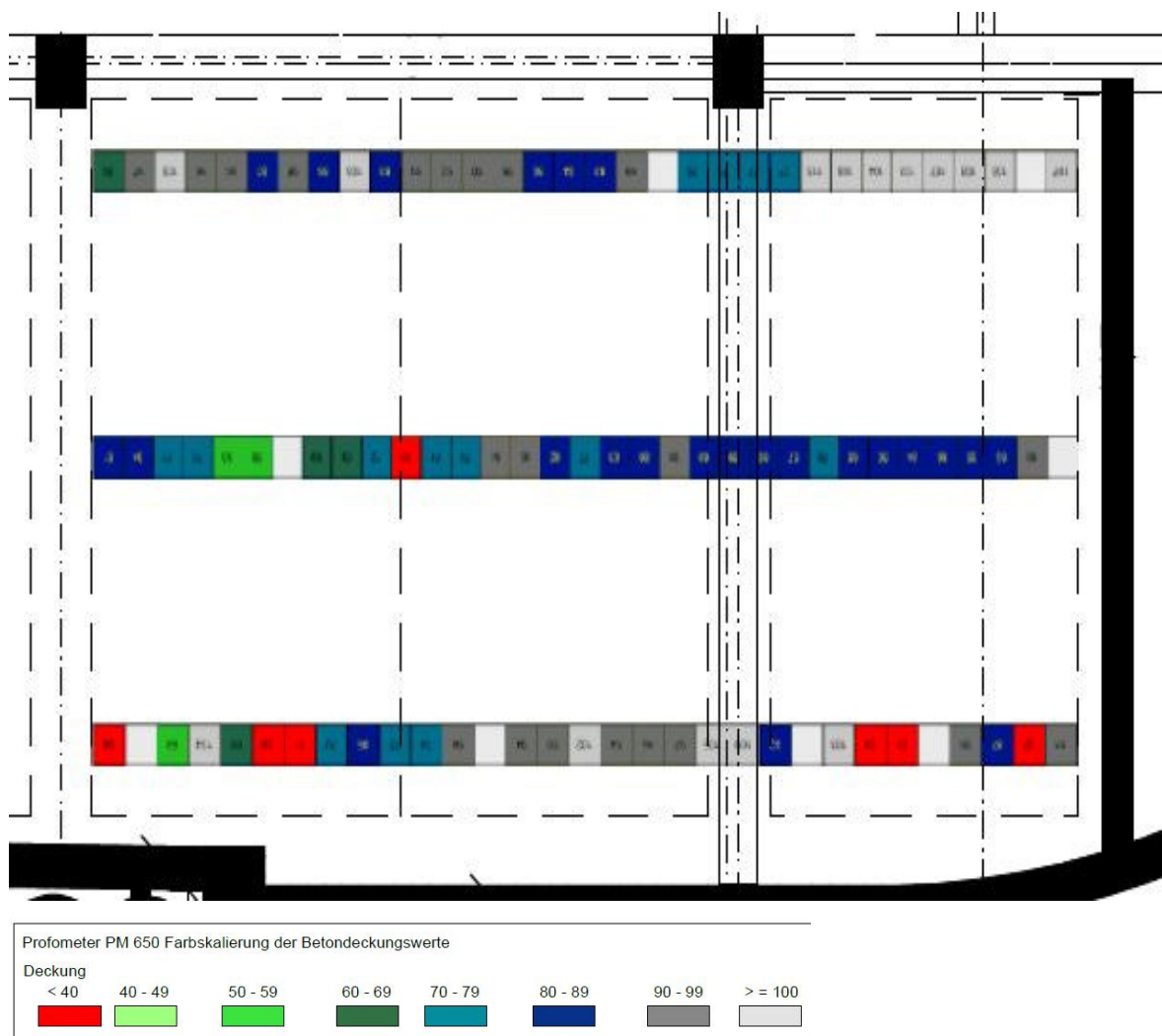


Abb. 35 Auszug Übersichtsplan zur Betondeckungsmessung im Bereich der Parkergruben 03. UG, Achse 2-4/G-H

Die zu hohen Betonüberdeckungen bergen die Gefahr einer späteren Rissbildung im Betonuntergrund. Aufgrund dessen, dass es sich bei einer OS 8 Beschichtung um ein starres System handelt, muss damit gerechnet werden, dass sich Rissbildungen aus spätem Zwang aus dem Betonuntergrund im OS-System abzeichnen. Dahingehend wird in den kommenden Jahren eine engmaschige Inspektion empfohlen.



#### 4.3 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Fahrgasse UG 2 sowie Zwischenrampe

Die Entnahme des Bohrkerns an der Zwischenrampe von 02. UG zum 03.UG bestätigt eine erhöhte Betonüberdeckung von ca. 75 mm.

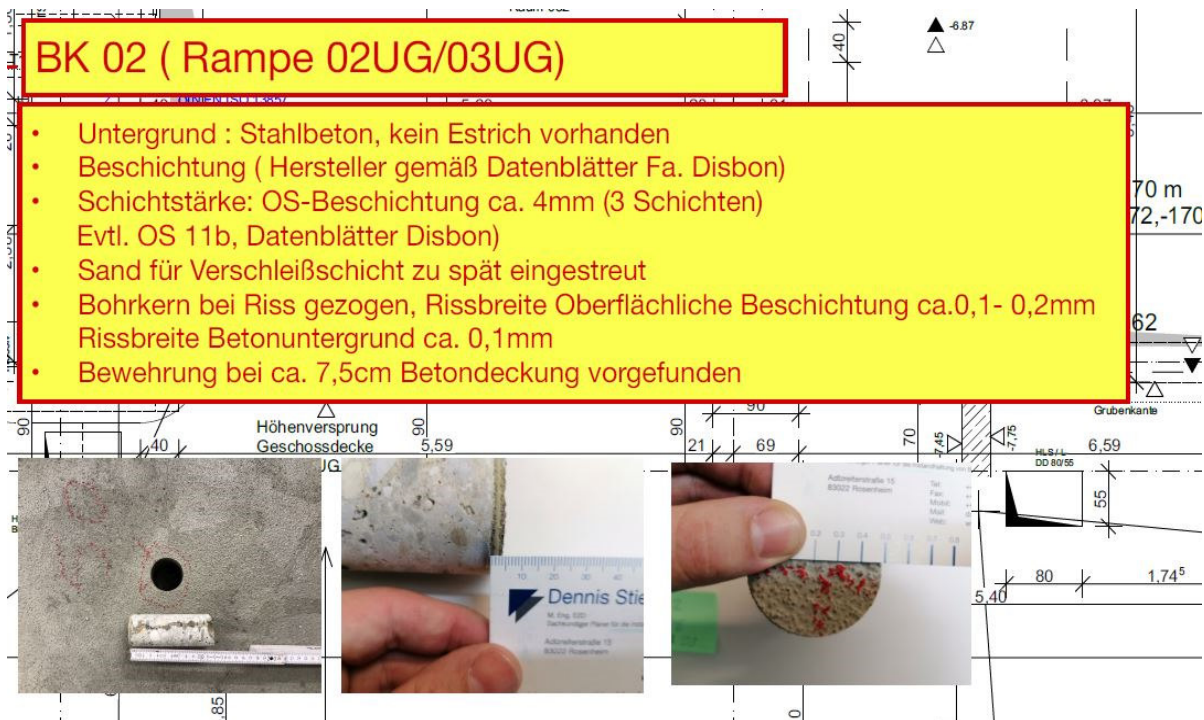


Abb. 36 Auszug Übersichtsplan zur Bohrkernentnahme BK02 an Zwischenrampe, Achse E-F/1-2

Die zuvor erwähnte krakeleartige Rissbildung in der Beschichtung zeigte sich neben den Fahrgassen auch im Bereich der Zwischenrampe. Bei Betrachtung des Bohrkerns im Querschnitt zeigt sich eine untergrundbedingte Rissbildung ausgehend vom Beton. Die Rissbreite wurde mit  $<0,1\text{mm}$ , die Risstiefe augenscheinlich mit ca. 80mm gemessen.

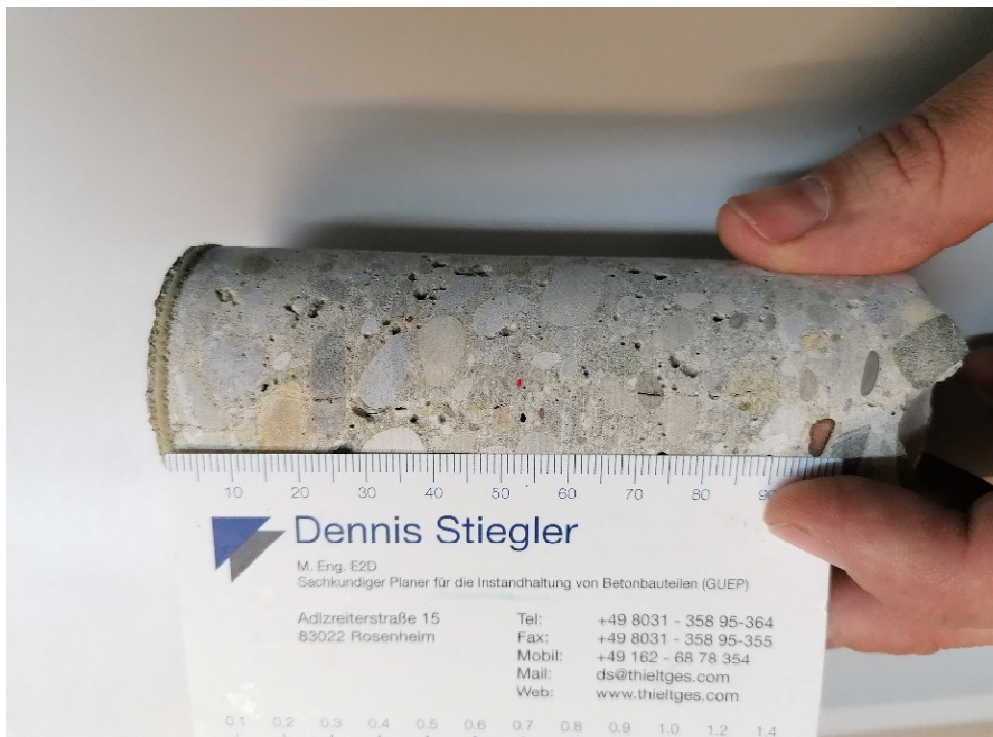


Abb. 37 Bohrkern BK 02 im Querschnitt, mit erkennbarem Riss im Betonuntergrund

Die nachträglich durchgeführten Betondeckungsmessung zeigten auch hier für den Bereich der Fahrgasse im 02. UG eine Überschreitung der Betondeckung in großen Teilen der gemessenen Flächen.

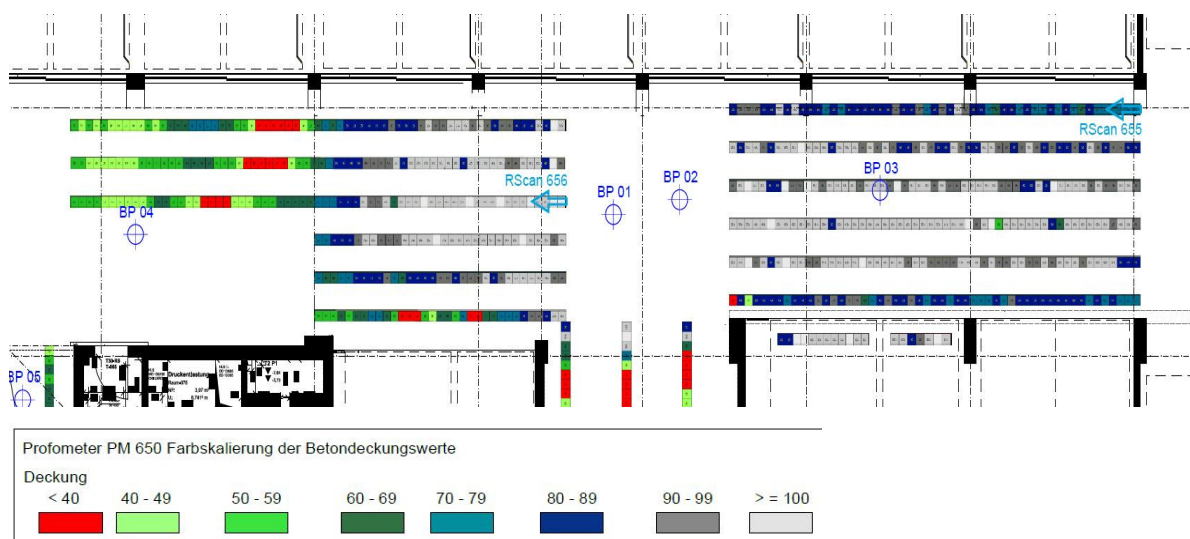


Abb. 38 Planauszug der Betondeckungsmessung im Bereich der Fahrgasse 02.UG

Der am Bohrkern BK 02 vorgefundene Riss kann allerdings nicht allein als Ursache für die oberflächlich erkennbaren krakeleartigen Risse als Ursache bestimmt werden. Bei Betrachtung des Schichtaufbaus der Beschichtung mit 3 Schichten und einer Gesamtstärke von ca. 4mm

liegt die Vermutung nahe, dass es sich nach Abgleich der Bestandsunterlagen um ein OS 11b Beschichtungssystem des Herstellers Disbon handelt.

Es zeigen sich Auffälligkeiten im Beschichtungsaufbau. Die Einstreuschicht, welche gleichzeitig die Rissüberbrückung und den Verschleiß der Beschichtung übernimmt, verfügt über nahezu keinerlei eingebundenen Quarzsand. Planmäßig sollte der Quarzsand, der im Zuge der Beschichtungsarbeiten voll satt auf die Einstreuschicht geworfen und anschließend vollständig gebunden wird, einen gleichmäßigen Schichtaufbau ergeben.



Abb. 39 Nahaufnahme des Schichtaufbaus OS11.b am Bohrkern BK 02

Tatsächlich zeigt sich am Bohrkern BK02, Abb. 39, dass der Quarzsand scheinbar im Zuge der Beschichtungsarbeiten zu spät in die bereits teilweise abgebundene Einstreuschicht eingebracht wurde. Dadurch hat sich nur ein Teil des Quarzsandes am oberen Bereich gebunden, die restliche, flexible Einstreuschicht konnte keinen Quarzsand mehr binden. Anschließend wurde die Deckversiegelung über die gebundene Quarzsandschicht aufgebracht. Das hat zur Folge, dass sich oberhalb der noch weichen Einstreuschicht, der Quarzsand wie eine starre Platte aufgelegt hat. Ein bildlicher Vergleich wäre eine Glasscheibe auf einer weichen Gummimatte. Sobald es zu einer mechanischen Belastung der Quarzsandschicht „Glasscheibe“ kommt, bricht diese, da der weiche Untergrund nachgibt.



Betrachtet man im Vergleich hierzu den entnommen BK 03 im Bereich der Fahrgasse 03.UG, Abb. 40 zeigt sich ein regelmäßigerer Schichtaufbau mit eingebundenem Quarzsand über weitestgehend die gesamte Schichtstärke.



Abb. 40 Nahaufnahme Schichtaufbau BK 03

#### 4.4 Bohrkernentnahme und Betondeckungsmessung Fahrgasse 03. UG

Der Bohrkern BK 03 wurde im Randbereich der Fahrgasse 03 entnommen, in welchem keine krakeleartige Rissbildung erkennbar war, roter Pfeil Abb. 41 Eine entsprechende Darstellung der betroffenen Flächen mit Rissbildungen ist dem beiliegendem Risskataster [A] 10 zu entnehmen.

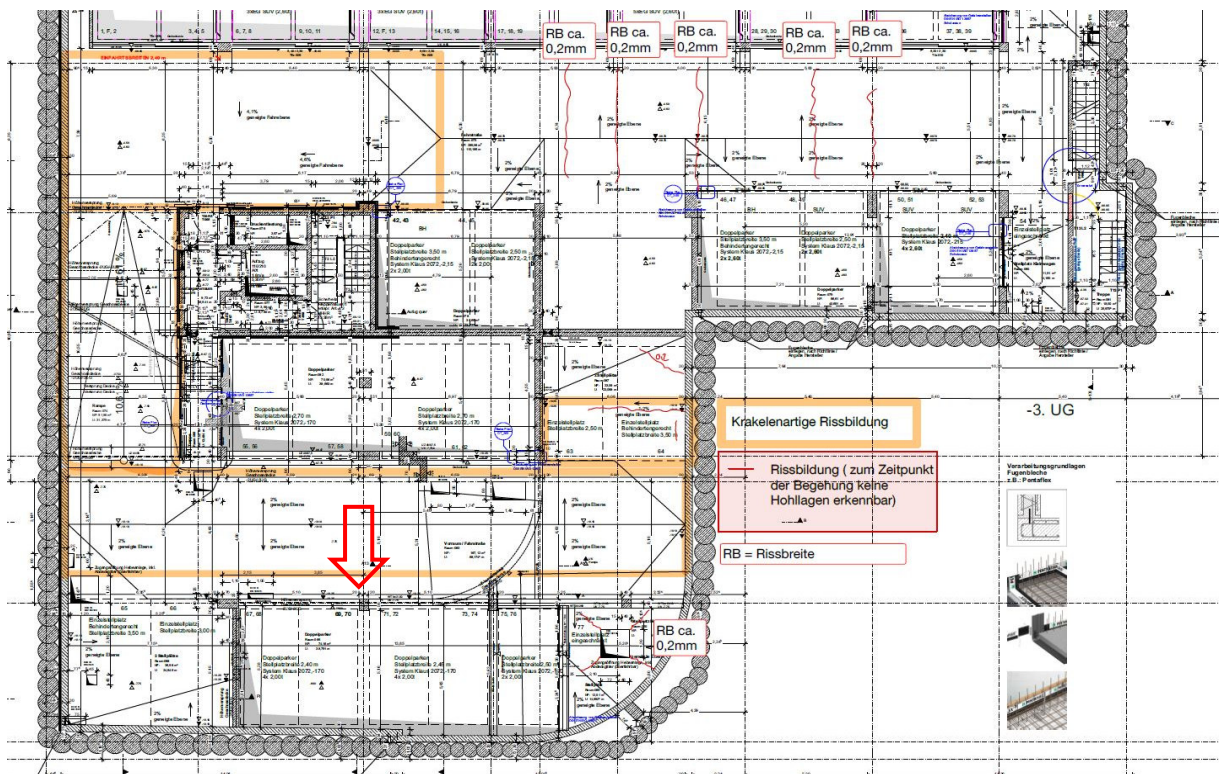


Abb. 41 Auszug des Risskatasters für 02.UG u. 03.UG- mit Verortung der Entnahmestelle BK 03 außerhalb der von Krakelerissen betroffenen Fläche in orange

Im Zuge der Ortstermine wurden Abplatzungen des Beschichtungssystems im Bereich der Fahrgasse 03.UG festgestellt.





Abb. 42 Abplatzung des Beschichtungssystems im Bereich der Fahrgasse 03.UG



Abb. 43 Ausbruchstück der OS 11b Beschichtung, mit klar erkennbarer Einstreu- u. dünner Quarzsandschicht

Bei näherer Betrachtung eines Ausbruchstückes, Abb. 43, der OS1bb Beschichtung im Bereich der Fahrgasse 03.UG zeigt sich ebenfalls der gestörte Schichtaufbau des Beschichtungssystems mit einer klar erkennbaren Einstreuschicht, sowie einer dünnen Quarzsandschicht.

Der Bohrkern BK 03 Abb. 44 zeigt nach Entnahme ebenfalls eine erhöhte Betonüberdeckung.

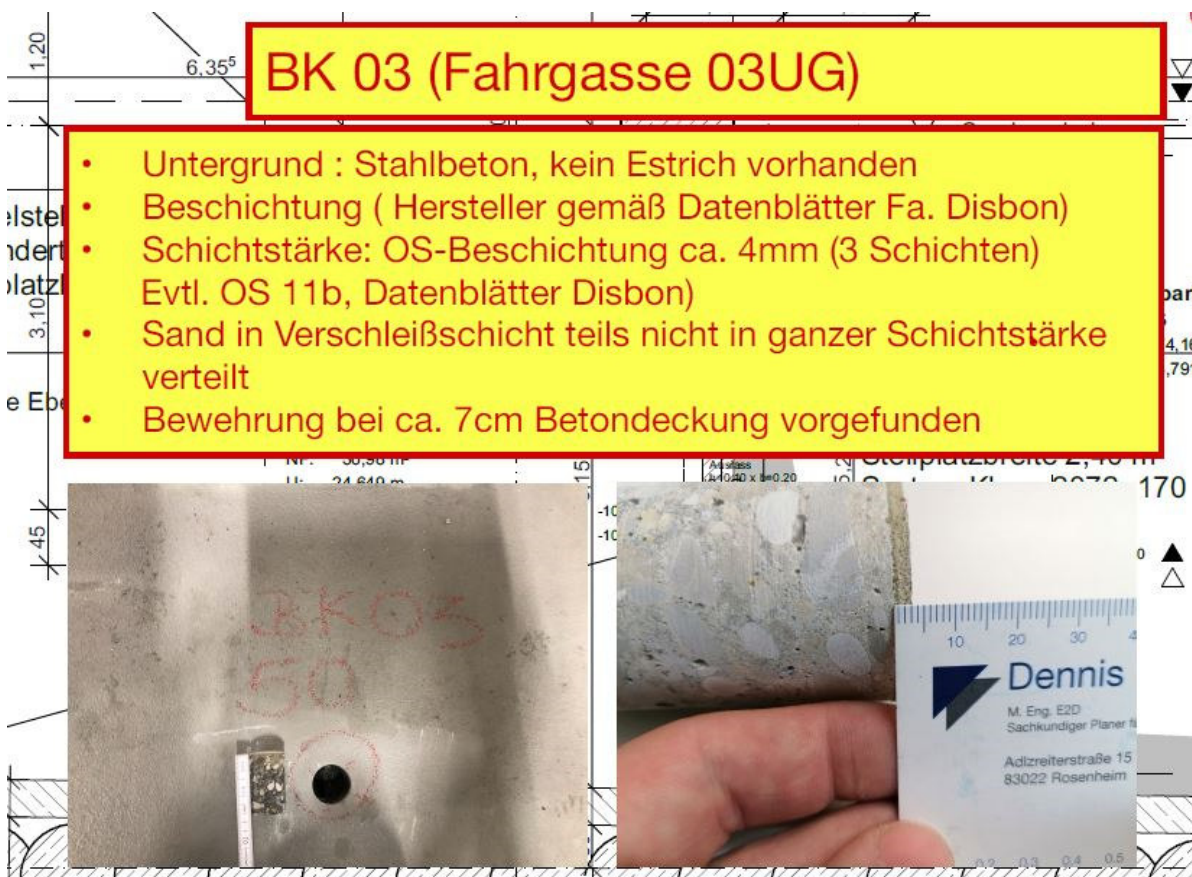


Abb. 44 Auszug zum Übersichtsplan der Bohrkernentnahmen [A] 11 mit Darstellung des Bohrkerns BK 03

Neben den entnommenen Bohrkernen an den Fahrgassen zeigt sich auch anhand der Betondeckungsmessungen im Bereich der Fahrgasse 03. UG eine erhöhte Betonüberdeckung von bis zu > 100 mm.

Betondeckungen oberhalb dieses Wertes können messtechnische vom eingesetzten Gerät nicht mehr erfasst werden.

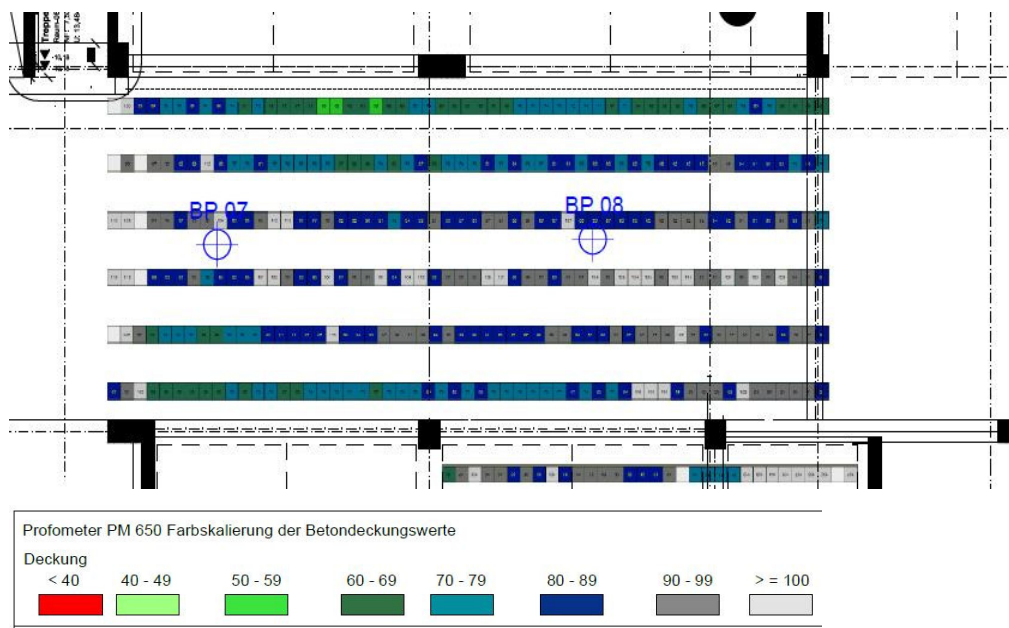


Abb. 45 Auszug der Betonüberdeckungsmessung [A] 12, mit Darstellung der Messung im Bereich der Fahrgasse 03.UG, Achse 2-4'/F-G

In Bezug auf die vorliegenden Messergebnisse der Betonüberdeckung kann nicht ausgeschlossen werden, dass es neben den zuvor beschriebenen Schadensmechanismus der krakeleartigen Rissbildungen aufgrund der nicht fachgerecht erstellten Beschichtung auch bereits zu Rissbildungen aufgrund der überhöhten Betonüberdeckung gekommen ist. Durch die flächige Verteilung der Rissbildung im Bereich der Fahrgassen lassen sich die Risse visuell nicht mehr dem Betonuntergrund zuordnen.

Anders erscheint es im Bereich der Fahrgasse im 02.UG Achse 4'-7'/C-D. Hier wurden im Zuge der Ortstermine linear verlaufende Risse im OS-System mit Rissbreiten bis zu ca. 0,2mm festgestellt. Im Abgleich mit den Betonüberdeckungsmessungen zeigt sich auch hier eine großflächige Betonüberdeckung von ca. 100 mm. Dieser Umstand und die Art der Rissbildung lässt den Rückschluss zu, dass die Ursache, der hier in Rede stehenden Rissbildungen untergrundbedingt ist.



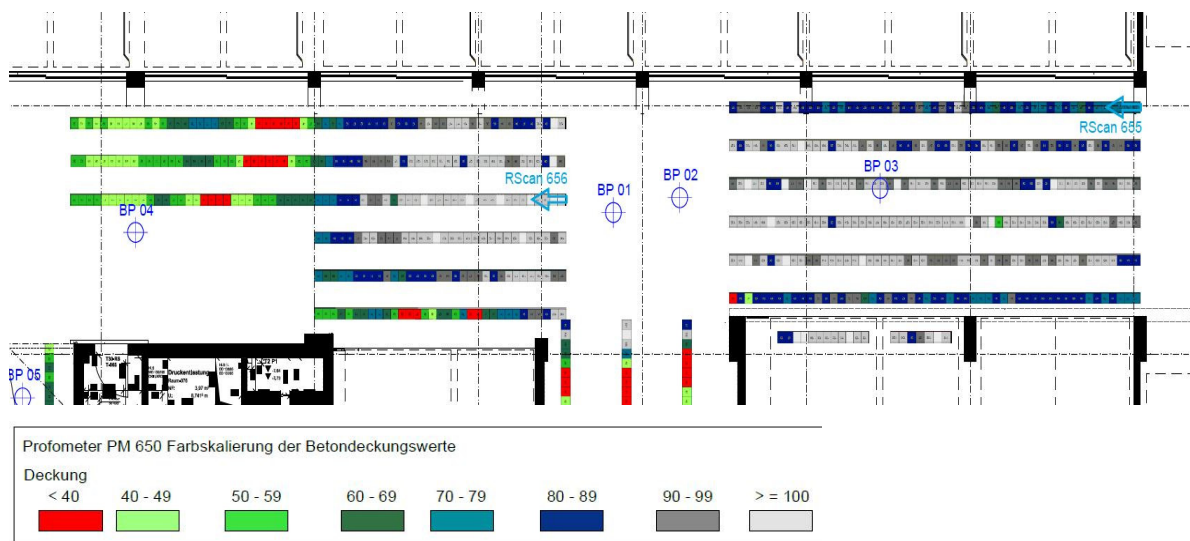


Abb. 46 Teilauszug der Betondeckungsmessungen im Bereich der Fahrgasse 02. UG, Achse 4'-7/D-D

Die im Zuge der Betondeckungsmessung erfolgte Entnahme von Bohrmehlproben (siehe [A] 14 und [A] 15) zeigte in der Untersuchung auf Chloridbelastungen keinerlei Auffälligkeiten. Hierzu wurden ergänzend Chloridproben im Bereich der Risse im Bereich Achse 4'-7/D-D entnommen. Sämtliche Chloridwerte lagen mit maximal 0,15 M% unterhalb des kritischen, als korrosionsauslösend geltenden Wertes von 0,5M% bezogen auf das Zementgewicht. Die Gefahr einer chlorinduzierten Korrosion kann zum jetzigen Zeitpunkt ausgeschlossen werden.

Aufgrund des erkennbar von den Einbauempfehlungen des Herstellers abweichend applizierten Oberflächenschutzsystems im Bereich der Fahrgassen, sowie des bereits erkennbaren kleinteiligen Bruchbildes der Beschichtung, ist mit einer Zunahme des Schadensbildes zu rechnen.

Die Funktion des Beschichtungssystem zum Schutz der Stahlbetonbauteile vor Korrosion in Folge von Karbonatisierung und korrosionsauslösenden Chloriden ist bereits jetzt in Teilbereichen nicht mehr gegeben.

## 5.0 Statistische Auswertung der Betondeckungsmessung.

Bei der sogenannten Betonüberdeckung handelt es sich um eine Maßnahme zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen. Hierbei werden die Anforderungen an die Betondeckung nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA festgelegt. Die Betondeckung ist hierbei der minimale Abstand zwischen Bewehrungsoberfläche zur nächstgelegenen Betonoberfläche. Sie dient neben Sicherstellung der Dauerhaftigkeit auch der Übertragung der Verbundkräfte zwischen Bewehrung und Beton, dem sogenannten Verbund. Zudem spielt die Betonüberdeckung auch zum Schutz der Bewehrung gegen Brandeinwirkungen unter Berücksichtigung der DIN EN 1992-1-2 eine Rolle.

Grundlegend wird bei Betrachtung der sogenannten Betonüberdeckung zwischen folgenden Werten unterschieden.

- $c_{min}$  = Mindestbetondeckung und Kontrollmaß am erhärteten Bauteil
- $c_{dev}$  = Vorhaltemaß der Betondeckung oder auch Sicherheitsbeiwert zur Berücksichtigung unplanmäßiger Abweichungen und berücksichtigen von Toleranzen in der Ausführung zur Einhaltung von  $c_{min}$  im erhärteten Bauteil
- $c_{nom}$  = Nennmaß der Betondeckung, welches die Summe aus dem geplanten Mindestmaß  $c_{min}$  und Vorhaltemaß  $c_{dev}$  bildet.

Wie bereits zuvor unter Kapitel 3.1 erläutert, geht aus den vorliegenden Positionsplänen der Bodenplatte [A] 7 hervor, dass eine planmäßige Betondeckung  $c_{nom}$  von 55mm zu erstellen ist. Gleiches gilt für die Decken der Fahrgassen und Rampen der Ebenen 02.UG und 03.UG.

Wie im Vorhinein erläutert erfolgten bereits im Zuge des orientierenden Ortstermins vom 01.02.2024 erste Betondeckungsmessung mittels Handgerätes Hilti PS 35, Abb. 28, zur Vorab einschätzung der Gegebenheiten am Objekt. Hierbei zeigten erste stichprobenartige Messungen bereits auffällig hohe Betondeckungswerte  $> 70\text{mm}$ , siehe Abb. 28, welche auch durch die anschließende Entnahme der Bohrkerne BK01 – BK06 bestätigt wurden. Auf Grundlage dieser Erkenntnis wurde in Abstimmung mit Fa. Acofin das Verfahren Messung und Aufzeichnung der Betondeckungen als Linienscan festgelegt und ausgeführt. Die Ausführung der Messung erfolgte hierbei mit dem Gerät Hilti PS 300, was dem beiliegenden Bericht [A] 13 entnommen werden kann.

Das erfolgte Messverfahren ist als stichprobenartig zu bewerten, weshalb die Messwerte als Teil der Grundgesamtheit aller an den Bauteilen vorliegenden Betondeckungswerten zu sehen sind.

Auf Grundlage der Betondeckungsmessungen durch Fa. Acofin vom 17.06.2024 erfolgte eine statische Auswertung der relativen Häufigkeit der Messwerte, welche grafisch in Abb. 47 dargestellt ist.

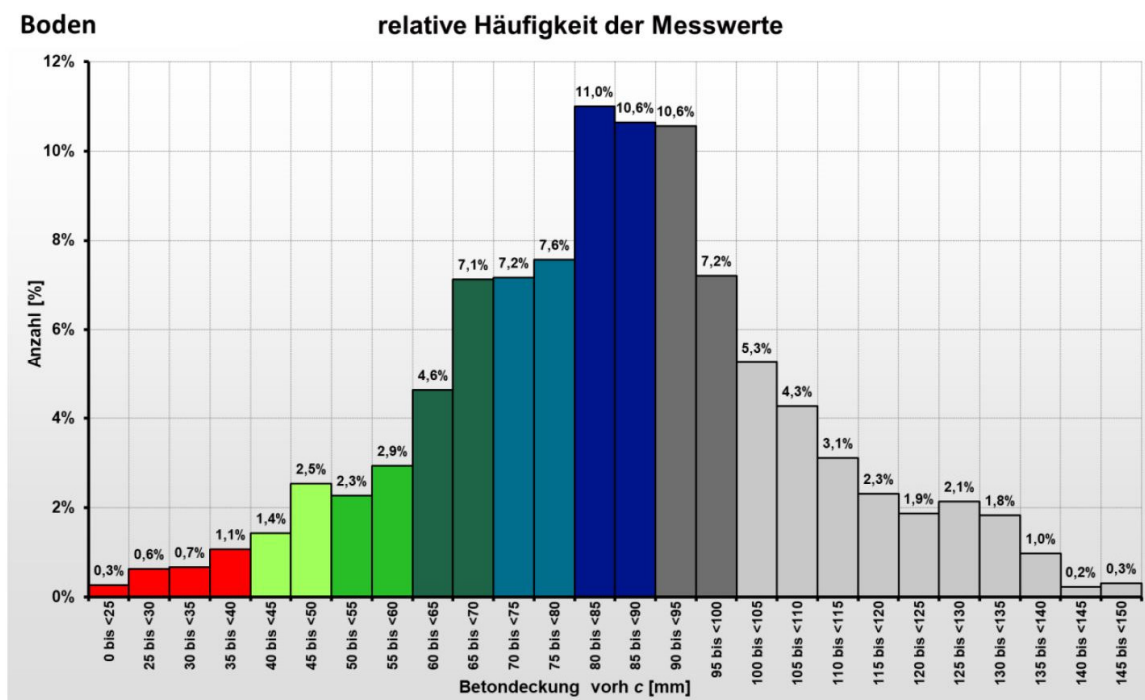


Abb. 47 Grafische Darstellung der statischen Verteilung der ermittelten Betondeckungswerte

Die Auswertung der Betondeckungsmessung an der Bodenplatte bzw. den oberseitigen Betondeckenflächen ergab eine Spannweite der Messwerte zwischen 7mm und 149 mm. In Betrachtung der prozentualen Verteilung aller Messungen lassen sich die nachfolgende Werte für die ermittelte Betondeckungsmessungen ableiten.

- Mittelwert 85 mm
- 5%-Quantil 47mm
- 10%-Quantil 57 mm

Die Auswertung der Betondeckungsmessungen zeigt somit im Abgleich mit den planmäßig und nach den anerkannten Regeln der Technik geschuldeten Betondeckungen für  $c_{nom}$  55mm eine Abweichung von 30mm im Durchschnitt.

Aufgrund der Überschreitung der Betonüberdeckung weist der Unterfertigte darauf hin, dass die Auswirkungen der ermittelten Betonüberdeckungen zwingend aus Sicht der Tragwerksplanung zu prüfen sind.

## 6.0 Fazit

Die Wassereintritte gemäß dem Leckortungsbericht [A] 4 im Bereich der Lagerräume im 04. Untergeschoss, an den Wänden sowie der Bodenplatte, sind auf Rissbildungen in Folge einer Abweichung von der planmäßig vorgesehenen Betonüberdeckung an der WU-Konstruktion zurückzuführen. Das festzustellende Schadensbild an der Beschichtung wird sich im Laufe der weiteren Nutzung ausbreiten.

Die Pfützenbildungen im Bereich der Fertigteiltreppe T12 konnten im Zuge der Bauwerksuntersuchungen nicht abschließend geklärt werden. Hierbei bleibt offen, ob es sich um eine Nebenfolge der fehlerhaften Hebeanlage handelt.

Die Feuchteintritte im Bereich der Parkergrube 03. UG sind nach jetzigem Kenntnisstand auf Undichtigkeiten an der WU-Konstruktion zurückzuführen. Die Ausführung weicht vom vorliegendem Planstand ab; ob die planmäßig vorgesehenen Fugenbleche verbaut wurden, kann nicht nachvollzogen werden. Die ausführende Firma hat entsprechende Nachweise vorzulegen.

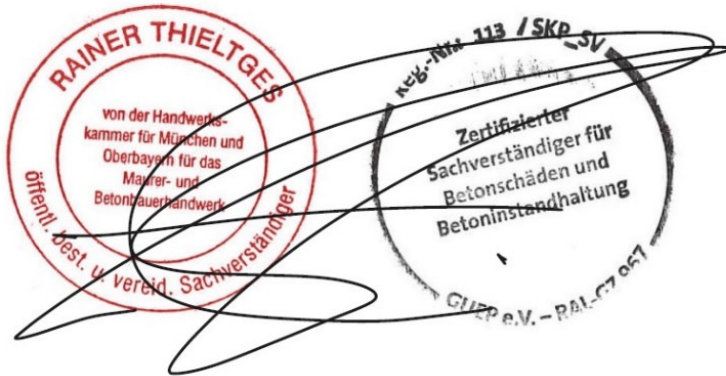
Die festgestellten, linearen Rissbildungen im Bereich der Fahrgasse 02. UG sind anhand des Erscheinungsbildes und der vorliegenden Messergebnisse auf zu hohe Betonüberdeckungen der Oberbewehrung zurückzuführen.

Die festgestellten krakeleartigen Rissbildungen sind auf Verarbeitungsfehler beim Einbau des Beschichtungssystems zurückzuführen.

Bereits jetzt ist die Schutzfunktion des verbauten Beschichtungssystems in Teilbereichen nicht mehr gegeben, das vorhandene Schadensbild wird sich im Laufe der weiteren Nutzung ausbreiten.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der erhöhten Betondeckungen weist der Unterfertigte darauf hin, dass aus Sicht der Tragwerksplanung eine Überprüfung der Auswirkungen der festgestellten Betonüberdeckungen und Einschätzung der Situation am Objekt nötig ist.





## Thieltges

Sachverständigenbüro für Bauschäden und  
Bauwerkserhaltung

Mitwirkende:

Dennis Stiegler SKP