



Industrie Service

**Mehr Sicherheit.
Mehr Wert.**

Projektnummer: 2739081
Kundennummer: 17392796

Gutachterliche Stellungnahme **Mehrfertigung**

Auftraggeber Stadt Friedrichshafen
Stadtbauamt
Charlottenstraße 12
88045 Friedrichshafen

Datum des Auftrages 06.06.2017

Auftrag Prüfung der Ausführungsqualität von
Mängelbeseitigungsmaßnahmen

Bearbeiter Dipl.-Ing. Stefan Wallrafen

Berichtsstand 14. Juni 2017

Berichtsumfang 21 Seiten

Datum: 14.06.2017

Unsere Zeichen:
IS-BT-STG/Wal_AF

Das Dokument besteht aus
21 Seiten.
Seite 1 von 21

Die auszugsweise Wiedergabe des
Dokumentes und die Verwendung
zu Werbezwecken bedürfen der
schriftlichen Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Situation auf der Baustelle beim Ortstermin am 09.06.2017



Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| | | |
|-----------------|--|------------------|
| <u>1</u> | <u>ALLGEMEINES</u> | <u>3</u> |
| 1.1 | Veranlassung | 3 |
| 1.2 | Aufgabenstellung | 3 |
| 1.3 | Normen, Literatur | 3 |
| 1.3.1 | Normen und Richtlinien | 3 |
| 1.3.2 | Literatur | 4 |
| 1.3.3 | Unterlagen | 5 |
| <u>2</u> | <u>OBJEKTBESCHREIBUNG</u> | <u>6</u> |
| <u>3</u> | <u>FESTSTELLUNGEN</u> | <u>8</u> |
| 3.1 | Allgemein | 8 |
| 3.2 | Fotodokumentarische Feststellungen im Rahmen des Ortstermins | 8 |
| 3.3 | Messung der Betondruckfestigkeiten | 11 |
| 3.4 | Messung der Haftzugfestigkeiten | 12 |
| 3.5 | Messung der Betondeckungen | 15 |
| <u>4</u> | <u>BEURTEILUNG</u> | <u>18</u> |
| 4.1 | Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen | 18 |
| 4.2 | Betondruckfestigkeit | 18 |
| 4.3 | Haftzugfestigkeit | 19 |
| 4.4 | Betondeckungen | 19 |
| <u>5</u> | <u>ZUSAMMENFASSUNG</u> | <u>21</u> |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung

Am 06.06.2017 wurde die TÜV SÜD Industrie Service GmbH von der Stadt Friedrichshafen, Stadtbauamt, mit Prüfungen zur Ausführungsqualität von Mängelbeseitigungsmaßnahmen im Zuge der Erstellung des Rohbaus des Sportbades und des zugehörigen Parkhauses beim Bauvorhaben „Sportpark Friedrichshafen“ beauftragt. Die Ausführungsqualität des Rohbaus wurde bereits im Zuge der Ausführung durch TÜV SÜD überprüft.

1.2 Aufgabenstellung

Die Stadt Friedrichshafen hat für die Rohbauarbeiten am Sportpark Friedrichshafen das Rohbauunternehmen Josef Hebel GmbH & Co KG beauftragt.

Nachdem durch TÜV SÜD verschiedene Mangelsachverhalte an der Ausführung des Rohbaus im Bericht von 23.02.2017 dokumentiert wurden, wurde durch die ausführende Firma, gemäß eines zuvor abgestimmten Instandsetzungskonzeptes, eine Mangelbeseitigung durchgeführt. TÜV SÜD soll die durchgeführten Mangelbeseitigungsmaßnahmen an den damals als mangelhaft beurteilten Bauteilen prüfen und die Ausführungsqualität der Instandsetzungsmaßnahmen beurteilen.

1.3 Normen, Literatur

1.3.1 Normen und Richtlinien

- [n 1] DIN EN 1992-1-1, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 2005
- [n 2] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau - NA Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Deutsche Fassung, Beuth Verlag GmbH, Berlin, April 2013.
- [n 3] DIN EN 1991-1-1, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Dezember 2010
- [n 4] DIN EN 1992-4, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 4: Bemessung der Verankerung von

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

Befestigungen in Beton, Entwurf, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 2013

- [n 5] DAfStb-Richtlinie – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Teil 1 bis Teil 4, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Oktober 2001, inkl. 1. Berichtigung 01-2002 und 2. Berichtigung 12-2005
- [n 6] DIN EN 1504 Teile 1 – 10, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [n 7] DIN 18217, Betonflächen und Schalungshaut, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Dezember 1981
- [n 8] DIN 13670, Ausführung von Tragwerken aus Beton, Beuth Verlag GmbH, Berlin, März 2011
- [n 9] DIN 18202, Toleranzen im Hochbau, Beuth Verlag GmbH, Berlin, April 2013
- [n 10] DIN 18216, Schalungsanker für Betonschalungen; Anforderungen, Prüfung, Verwendung, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Dezember 1986

1.3.2 Literatur

















- [L 1] DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Ausgabe September 2010
- [L 2] DBV-Merkblatt "Sichtbeton", Deutscher Beton- und Bautechnikverein e. V., Fassung Juni 2015
- [L 3] DBV-Merkblatt "Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton", Deutscher Beton- und Bautechnikverein e. V., Fassung Januar 2014
- [L 4] DBV-Merkblatt "Betondeckung und Bewehrung", Deutscher Beton- und Bautechnikverein e. V., Fassung Juli 2005
- [L 5] DBV-Merkblatt "Abstandhalter nach EC2", Deutscher Beton- und Bautechnikverein e. V., Fassung Januar 2011
- [L 6] DBV-Merkblatt "Besondere Verfahren zur Prüfung von Frischbeton", Deutscher Beton- und Bautechnikverein e. V., Fassung Januar 2014
- [L 7] DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung nach Eurocode 2“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin, 2011

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

- [L 8] DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Ausgabe Januar 2005
- [L 9] DBV Sachstandsbericht Betonkosmetik, in Vorbereitung

1.3.3 Unterlagen

- [u 1] Auftrags-LV Neubau Sportbad und Parkhaus in Friedrichshafen; Leistung 03 Rohbauarbeiten vom 05.04.2016
- [u 2] Nachtrag „WU-Fachplanung“ der Fa. Hosef Hebel GmbH & Co. KG; 06.06.2016
- [u 3] Plan Entwurf Außenanlagen 250_00_503 L G 00 Z C 000 vom 10.07.2015
- [u 4] Verschiedene Pläne der Genehmigungsplanung

| | | |
|--|------------------|----------|
|  Sportbad - Ansicht Nordost.pdf | 10.02.2017 10:19 | 655 KB |
|  Sportbad - Ansicht Nordwest.pdf | 10.02.2017 10:19 | 654 KB |
|  Sportbad - Ansicht Südost .pdf | 10.02.2017 10:19 | 434 KB |
|  Sportbad - Ansicht Südwest.pdf | 10.02.2017 10:19 | 745 KB |
|  Sportbad - Deckenspiegel EG.pdf | 10.02.2017 10:19 | 1.710 KB |
|  Sportbad - Deckenspiegel OG.pdf | 10.02.2017 10:19 | 1.416 KB |
|  Sportbad - Fassadenabwicklung Innenho... | 10.02.2017 10:19 | 410 KB |
|  Sportbad - Grundriss EG.pdf | 10.02.2017 10:19 | 2.786 KB |
|  Sportbad - Grundriss OG.pdf | 10.02.2017 10:19 | 3.450 KB |
|  Sportbad - Grundriss UG.pdf | 10.02.2017 10:19 | 1.976 KB |
|  Sportbad - Schnitt AA.pdf | 10.02.2017 10:19 | 729 KB |
|  Sportbad - Schnitt BB.pdf | 10.02.2017 10:19 | 805 KB |
|  Sportbad - Schnitt CC.pdf | 10.02.2017 10:20 | 1.089 KB |
|  Sportbad - Schnitt DD.pdf | 10.02.2017 10:20 | 650 KB |
|  Sportbad - Schnitt EE.pdf | 10.02.2017 10:20 | 694 KB |
|  Sportbad - Schnitt FF.pdf | 10.02.2017 10:20 | 959 KB |

- [u 5] „Beurteilung der ausgeführten Bauleistungen im Vergleich zum vertraglichen Bau-Soll“; Gutachterliche Stellungnahme TÜV SÜD , 23.02.2017
- [u 6] „Instandsetzungskonzept für mangelhaft hergestellte Stahlbetonbauteile“ der Firma Josef Hebel GmbH & Co. KG, 20.04.2017

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

2 Objektbeschreibung

Der Neubau des Sportbades Friedrichshafen umfasst einen Badbereich mit verschiedenen Schwimmbecken und einen mittleren Gebäudebereich mit Umkleiden, Restaurants und Technikräumen im Untergeschoss. Daran anschließend befindet sich ein Parkhaus, das aus 11 gegeneinander versetzten, schrägen Parkebenen besteht. Die Anordnung der einzelnen Bereiche ist aus folgendem Übersichtsgrundriss erkennbar:

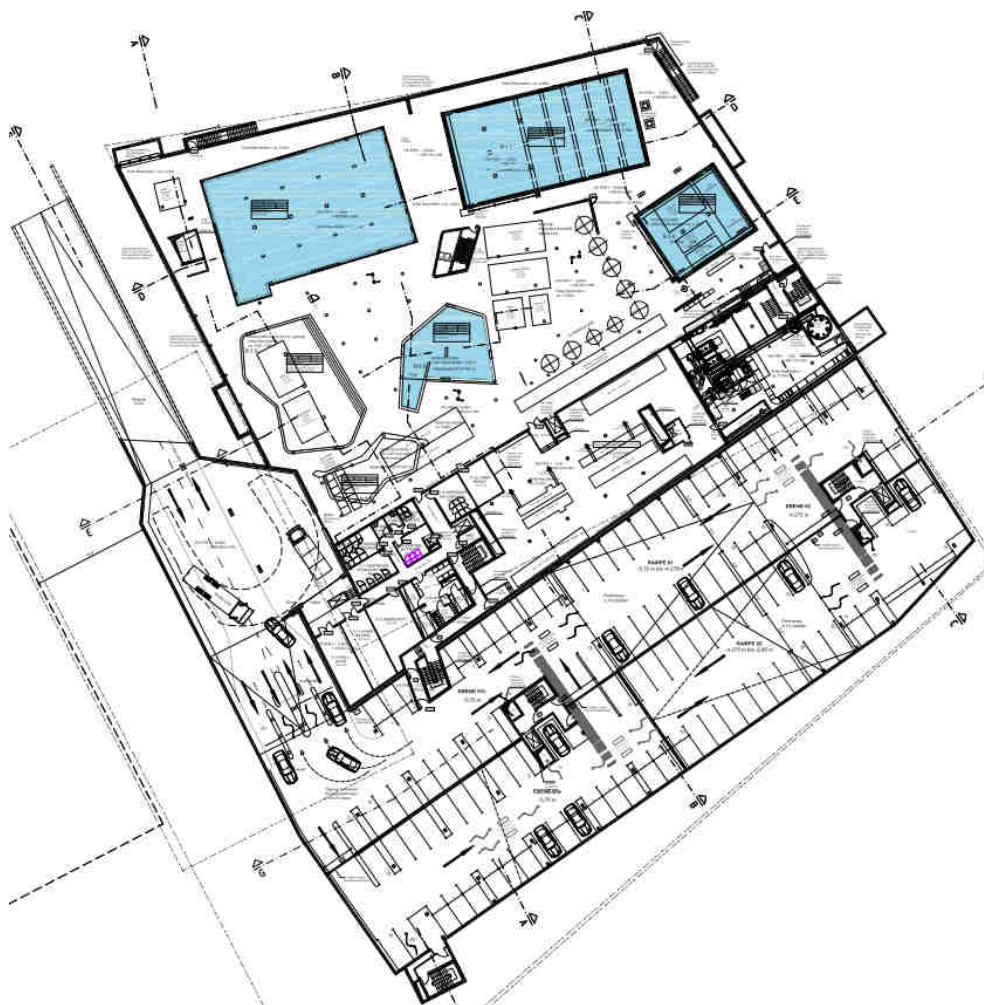


Abb. 1 Übersichtsgrundriss

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

Die Anordnung der einzelnen Ebenen ist aus dem Teilschnitt in folgender Abbildung ersichtlich:

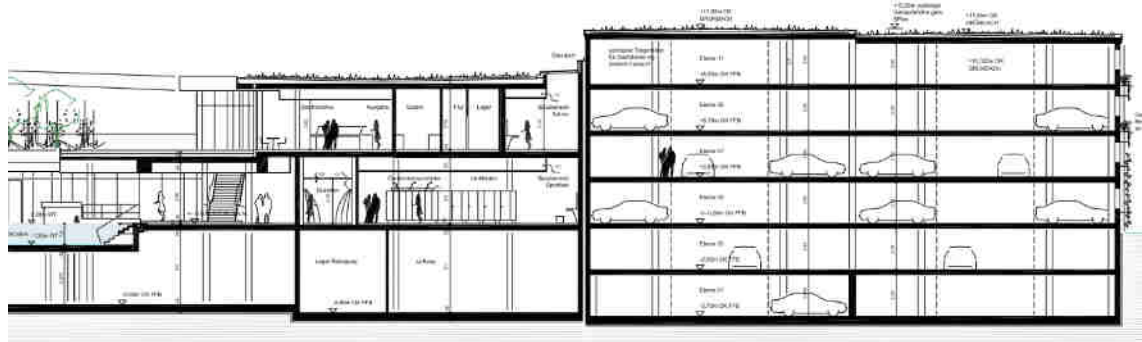


Abb. 2 Teilschnittübersicht Parkhaus/Technikräume/Umkleiden

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

3 Feststellungen

3.1 Allgemein

Im Rahmen des Ortstermins am 09.06.2017 wurden die zuvor durch die Fa. Josef Hebel GmbH & Co. KG instandgesetzten Stahlbetonbauteile in Augenschein genommen. Außerdem wurden verschiedene Prüfungen zur Ausführungsqualität vorgenommen. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten zusammengestellt.

3.2 Fotodokumentarische Feststellungen im Rahmen des Ortstermins

Am 09.06.2017 fand ein Ortstermin auf der Baustelle statt, um die zu diesem Zeitpunkt bereits durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen an den zuvor teilweise mangelhaft erstellten Stahlbetonbauteilen in Augenschein zu nehmen. Die mangelhaft erstellten Stahlbetonbauteile waren in der Stellungnahme „Beurteilung der ausgeführten Bauleistungen im Vergleich zum vertraglichen Bau-Soll“ vom 23.02.2017 [u 5] dokumentiert worden.

Beim Ortstermin am 09.06.2017 waren anwesend:

Herr Kniesel Behnisch Architekten (zeitweise)
 Herr Wallrafen TÜV SÜD Industrie Service GmbH

Die beim Ortstermin getroffenen Feststellungen werden im Folgenden getrennt nach den Gebäudebereichen Sportbad und Parkhaus zusammengestellt:



Bereich Sportbad:

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|-------|--|--|
| [F 1] | Im Bereich Sportbad „Multibecken“ waren verschiedene rechteckige Stahlbetonstützen frei zugänglich. Die dort vorhandenen Rundstützen waren größtenteils bereits mit weißer Farbe gestrichen. |  |

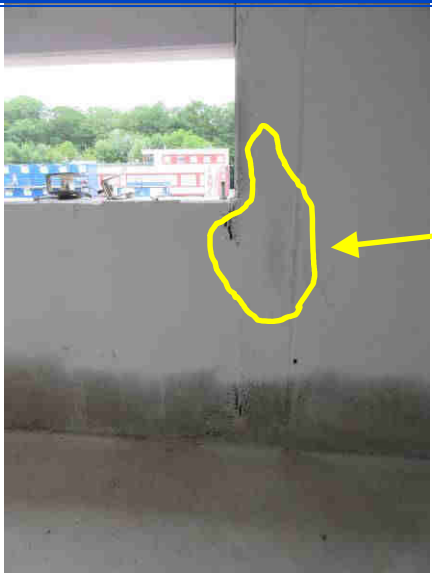


Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|-------|--|--|
| [F 2] | Teilweise waren Betonfehlstellen bereits instandgesetzt. Teilweise waren Fehlstellen mit roter Farbe markiert, jedoch noch nicht instandgesetzt. |  |




Bereich Parkhaus:

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|-------|---|--|
| [F 3] | An den Wandfüßen der Stahlbetonwände an der Stirnseite der Parkhausrampen waren teilweise die Bewehrungs-Anschlusskästen zu hoch eingebaut. |  |
| [F 4] | Die obere Bewehrungsreihe liegt offen. |  |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|-------|---|--|
| [F 5] | An einigen Stellen sind die mangelhaft betonierten Wandbereiche durch weiße Farbe überdeckt. Eine vorhergehende Instandsetzung hat augenscheinlich nicht stattgefunden. |  |
| [F 6] | In einigen Bodenrinnen fehlt eine ausreichende Betondeckung. Es liegen Bewehrungsseisen frei. |  |
| [F 7] | Freiliegende Bewehrungsseisen an einer Rinne. |  |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|--------|---|--|
| [F 8] | In manchen Bereichen wurden die Beton-Instandsetzungsmaßnahmen auf der gestrichenen Wand ausgeführt. |  |
| [F 9] | An verschiedenen Stellen wurden Instandsetzungsmaßnahmen am Wandfuß durchgeführt. In direkter Umgebung der instandgesetzten Bereiche befinden sich Bereiche, an denen bisher nur mangelhafter Beton mittels Spitzen entfernt wurde. |  |
| [F 10] | Unterschiedliche Stadien einer Instandsetzung in direkter Nachbarschaft |  |

3.3 Messung der Betondruckfestigkeiten

Die Betondruckfestigkeiten an den Instandgesetzten Stellen im Bereich des Parkhauses und im Bereich der Stützen des Multibeckens wurden durch orientierende Messungen mit dem Rückprallhammer im Rahmen des Ortstermins gemessen. Die aus den Messungen ermittelten Druckfestigkeitsklassen sind im Folgenden nach Bauteilen zusammengefasst dargestellt:

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

Bauteil: Wände

Resultierende Druckfestigkeitsklasse C8/10

| Prüf-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Median | Winkel | Hammer | Median korrigiert | Einzel-druckfestigkeit |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|---------|-------------------|------------------------|
| 1 | 35 | 38 | 38 | 34 | 38 | 33 | 32 | 35 | 31 | 33 | 34,5 | 0° | Hammer1 | 34,5 | C12/15 |
| 2 | 32 | 31 | 32 | 35 | 38 | 33 | 38 | 33 | 32 | 31 | 32,5 | 0° | Hammer1 | 32,5 | C8/10 |
| 3 | 31 | 34 | 35 | 34 | 33 | 28 | 35 | 34 | 32 | 35 | 34 | 0° | Hammer1 | 34 | C12/15 |
| 4 | 27 | 27 | 29 | 29 | 29 | 27 | 29 | 29 | 30 | 54 | 29 | 0° | Hammer1 | 29 | #NV |
| 5 | 31 | 33 | 34 | 33 | 31 | 35 | 33 | 32 | 34 | 35 | 33 | 0° | Hammer1 | 33 | C12/15 |
| 6 | 34 | 32 | 30 | 33 | 34 | 35 | 38 | 32 | 35 | 33 | 33,5 | 0° | Hammer1 | 33,5 | C12/15 |
| 7 | 37 | 35 | 37 | 37 | 33 | 35 | 38 | 40 | 35 | 36 | 36,5 | 0° | Hammer1 | 36,5 | C16/20 |
| Median aller Messstellen | | | | | | | | | | | | | | 33,5 | |

Bauteil: Stützen - Multibecken

Resultierende Druckfestigkeitsklasse C25/30

| Prüf-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Median | Winkel | Hammer | Median korrigiert | Einzel-druckfestigkeit |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|---------|-------------------|------------------------|
| 1 | 45 | 48 | 44 | 46 | 49 | 48 | 45 | 52 | 47 | 45 | 46,5 | 0° | Hammer1 | 46,5 | C30/37 |
| 2 | 41 | 49 | 41 | 43 | 42 | 42 | 41 | 45 | 40 | 43 | 42 | 0° | Hammer1 | 42 | C25/30 |
| 3 | 46 | 41 | 44 | 43 | 39 | 42 | 44 | 40 | 51 | 42 | 42,5 | 0° | Hammer1 | 42,5 | C25/30 |
| 4 | 43 | 45 | 42 | 46 | 44 | 41 | 43 | 44 | 48 | 43 | 43,5 | 0° | Hammer1 | 43,5 | C30/37 |
| 5 | 39 | 44 | 42 | 41 | 45 | 44 | 41 | 42 | 44 | 42 | 42 | 0° | Hammer1 | 42 | C25/30 |
| Median aller Messstellen | | | | | | | | | | | | | | 42,5 | |




3.4 Messung der Haftzugfestigkeiten

Im Rahmen des Ortstermins am 09.06.2017 wurden an zuvor instandgesetzten Wandbereichen im Parkhaus die vorhandenen Haftzugfestigkeiten gemessen.




Die Ergebnisse der Haftzugmessungen sind in der folgenden Tabelle dokumentiert:

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|--------|---|--|
| [F 11] | Messstelle 1: erste Rampe; linke Innenwand; ca. 20 cm ü. RFB |  |




Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|--------|--|--|
| [F 12] | <p>Gemessene Haftzugfestigkeit: 2,65 N/mm².</p> <p>Für gängige Beschichtungssysteme im Wandbereich von Tiefgaragen sind mindestens Haftzugwerte von 1,5 N/mm² einzuhalten.</p> |  |
| [F 13] | <p>Die sichtbare Bruchfläche am Prüfstempel beträgt ca. 70% Kohäsionsversagen im aufgetragenen Instandsetzungsmörtel und ca. 30% Adhäsionsversagen zwischen Mörtel und Kleber.</p> |  |
| [F 14] | <p>Messstelle 2: Stirnwand am Kopf der zweiten Rampe; ca. 20 cm ü. RFB</p> |  |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|--------|--|--|
| [F 15] | <p>Gemessene Haftzugfestigkeit: 0,93 N/mm².</p> <p>Für gängige Beschichtungssysteme im Wandbereich von Tiefgaragen sind mindestens Haftzugwerte von 1,5 N/mm² einzuhalten.</p> |  |
| [F 16] | <p>Die sichtbare Bruchfläche am Prüfstempel beträgt ca. 100% Kohäsionsversagen im aufgetragenen Instandsetzungsmörtel in einem sehr oberflächennahen Bereich..</p> |  |
| [F 17] | <p>Messstelle 3: sechste Rampe; linke Innenwand; ca. 20 cm ü. RFB</p> |  |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Nr. | Bauteil / Feststellung | Foto / Bemerkung |
|--------|--|--|
| [F 18] | <p>Gemessene Haftzugfestigkeit: 0,92 N/mm².</p> <p>Für gängige Beschichtungssysteme im Wandbereich von Tiefgaragen sind mindestens Haftzugwerte von 1,5 N/mm² einzuhalten.</p> |  |
| [F 19] | <p>Die sichtbare Bruchfläche am Prüfstempel beträgt ca. 80% Kohäsionsversagen im aufgetragenen, feinen Instandsetzungsmörtel in der oberflächennahen Schicht und ca. 20% Kohäsionsversagen oberflächennaher Mörtelschicht und tieferliegender Mörtelschicht.</p> |  |
| [F 20] | <p>An der Wandseite der Prüffläche ist die Ablösung der oberflächennahen Instandsetzungsmörtelschicht gut zu erkennen.</p> |  |

3.5 Messung der Betondeckungen

Die Betondeckungen der oberen Bewehrungslage im Bereich der ersten Rampe wurden mittels des Detektors Hilti Ferroskan RV10 gemessen. Die Rampe wurde in diesem Bereich aufgrund von bei der Betonage nicht eingehaltenen Höhen flächig abgefräst.

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

Es wurden 18 Messstreifen (Linien-scans) aufgemessen. Die Lage der Messstellen ist aus der folgenden Übersichtsskizze ersichtlich:

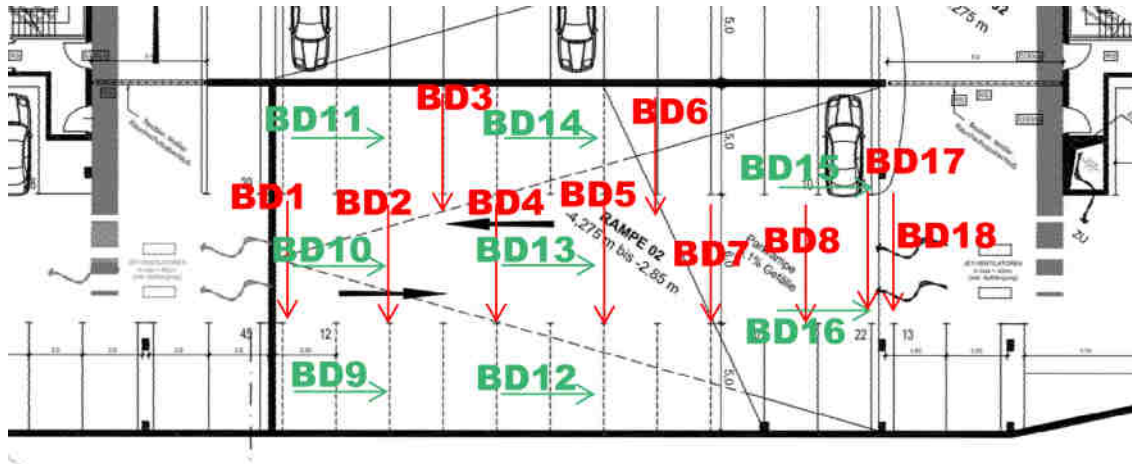


Abb. 3 erste Rampe mit Lage der Messstellen zur Betondeckung

Die Ergebnisse der Messung der Betondeckung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

| Messstelle | C _{vorh.,min.} (mm) | erf. C _{min} ²⁾ (mm) | Bemerkung |
|---|---------------------------------|---|--|
| Messstelle 1 Boden quer zur Fahrtrichtung | 46 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 70 mm |
| Messstelle 2 Boden quer zur Fahrtrichtung | 45 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 66 mm |
| Messstelle 3 Boden quer zur Fahrtrichtung | 54 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 79 mm |
| Messstelle 4 Boden quer zur Fahrtrichtung | 60 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 85 mm |
| Messstelle 5 Boden quer zur Fahrtrichtung | 62 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 88 mm |
| Messstelle 6 Boden quer zur Fahrtrichtung | 68 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 85 mm |
| Messstelle 7 Boden quer zur Fahrtrichtung | 58 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 79 mm |
| Messstelle 8 Boden quer zur Fahrtrichtung | 45 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 77 mm |

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

| Messstelle | C _{vorh,min.} (mm) | erf. C _{min} ²⁾ (mm) | Bemerkung |
|---|--------------------------------|---|--|
| Messstelle 9 Boden längs zur Fahrtrichtung | 68 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 84 mm |
| Messstelle 10 Boden längs zur Fahrtrichtung | 53 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 77 mm |
| Messstelle 11 Boden längs zur Fahrtrichtung | 32 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 55 mm |
| Messstelle 12 Boden längs zur Fahrtrichtung | 54 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 88 mm |
| Messstelle 13 Boden längs zur Fahrtrichtung | 41 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 75 mm |
| Messstelle 14 Boden längs zur Fahrtrichtung | 51 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 70 mm |
| Messstelle 15 Boden längs zur Fahrtrichtung | 9 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 47 mm |
| Messstelle 16 Boden längs zur Fahrtrichtung | 25 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 45 mm |
| Messstelle 17 Boden quer zur Fahrtrichtung | 39 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 66 mm |
| Messstelle 18 Boden quer zur Fahrtrichtung | 15 ¹⁾ | 40 | Statistischer Mittelwert \bar{c} = 28 mm |

¹⁾ Wert entspricht der minimalen Überdeckung

²⁾ Die erforderliche Betondeckung C_{min} der Tiefgaragenbauteile wird u.a. nach DIN EN 1992-1 [n 1] bzw. nach DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, Ausgabe 2010 [L 1], mit 40 mm für tragende, befahrene Bodenplatten angesetzt (Expositionsklasse XD3).

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

4 Beurteilung

Die Umsetzung des Instandsetzungskonzeptes zu den Mängeln bei der Erstellung des Rohbaus wurde im Rahmen des Ortstermines durch TÜV SÜD überprüft.

4.1 Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen

Zunächst ist festzustellen, dass die Instandsetzungsmaßnahmen nur in Teilbereichen durchgeführt wurden. So wurden im Bereich des Parkhauses an den Stützen und Wänden Reprofilierungsmaßnahmen an den mangelhaften Betonbauteilen durchgeführt. Eine vollständige Bearbeitung aller Mängel konnte dabei jedoch durch TÜV SÜD nicht festgestellt werden. Relativ umfangreiche Instandsetzungsmaßnahmen fanden augenscheinlich in den unteren Ebenen des Parkhauses statt. So konnten bis zur sechsten Rampenauffahrt des Parkhauses viele reprofilierte Stellen an den Wandfüßen festgestellt werden. Es handelte sich aber auch hier nicht um eine vollständige Bearbeitung aller notwendiger Stellen. Oberhalb der sechsten Rampenauffahrt konnten dann kaum noch instandgesetzte Stellen angetroffen werden. TÜV SÜD beurteilt daher, dass die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen bisher, auch in den unteren Ebenen des Parkhauses, vom Umfang her allenfalls lückenhaft durchgeführt wurden.

4.2 Betondruckfestigkeit

Die Betondruckfestigkeit wurde orientierend mittels Rückprallhammer an instandgesetzten Stellen im Bereich des Parkhauses und an Stützen im Bereich des „Multibeckens“ gemessen.

Es ist anzumerken, dass mit dem Rückprallhammer lediglich die für die untersuchten Bauteile nur bedingt repräsentativen Randzonen geprüft werden können. Die mit dem Rückprallhammer gemessenen Werte zur Abschätzung der Betondruckfestigkeit können durch eine eingeschränkte Qualität der Randzone beeinflusst werden.

Bereich Parkhaus

An den instandgesetzten Stellen konnte eine Betondruckfestigkeit entsprechend einer Festigkeitsklasse zwischen C8/10 und C16/20 gemessen werden. Die im Instandsetzungskonzept der Fa. Hebel für die Sanierung örtlicher Betonfehlstellen vorgesehenen Materialien „Grobmörtel, Sakret PCC2“ und „Feinmörtel, Sakret PCC5“ müssen laut Technischen Datenblättern eine Druckfestigkeitsklasse R4 gemäß DIN EN 1504-3:2005 [n 6] aufweisen. Die Anforderung an die Druckfestigkeit der Klasse R4 beträgt dabei $\geq 45 \text{ MPa (N/mm}^2\text{)}$.

Die niedrigen gemessenen Werte können damit zusammenhängen, dass die entsprechenden Stellen erst vor kurzem instandgesetzt wurden und somit noch nicht die Endfestigkeit des Reparaturmörtels erreicht wurde.

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

Es kann jedoch auch mit nicht fachgerechtem Auftrag des Reparaturmörtels zusammenhängen. Die unzureichende Betondruckfestigkeit an den untersuchten Stellen stellt einen Mangel dar. In Kombination mit der teilweise festgestellten unzureichenden Haftzugfestigkeit ist an diesen Stellen kein fachgerechter Auftrag eines Beschichtungssystems möglich.

Bereich Stützen Multibecken

An den Stützen im Bereich des Multibeckens, die laut Angabe der Bauleitung bei niedrigen Außentemperaturen betoniert wurden, wurden Druckfestigkeiten entsprechend einer Festigkeitsklasse C25/30 gemessen.

TÜV SÜD kann aufgrund nicht vorliegender Planunterlagen nicht beurteilen, ob diese Betondruckfestigkeitswerte den in der Statik geforderten Werten entsprechen. Sollte die mit dem Rückprallhammer gemessene Betondruckfestigkeit nicht ausreichend groß sein, sollten ggf. Bohrkerne zur genaueren Bestimmung der tatsächlichen Druckfestigkeit des Stützenbetons gezogen werden.

4.3 Haftzugfestigkeit

Die Haftzugfestigkeit wurde exemplarisch an 3 Reparaturstellen an den Wandfüßen gemessen. Es zeigte sich in 2 Fällen mit Haftzugwerten von 0,92 N/mm² bzw. 0,93 N/mm², dass die für ein späteres Aufbringen einer Beschichtung notwendige Haftzugfestigkeit nicht erreicht wurde. Für gängige Beschichtungssysteme im Wandbereich von Tiefgaragen sind mindestens Haftzugwerte von 1,5 N/mm² einzuhalten. Dies wäre in den beiden Fällen somit nicht gegeben.

An der Messstelle 3 lässt sich anhand der Bruchfläche an der Stahlbetonwand erkennen, dass in einem Teilbereich der Haftverbund zwischen Wandbeton und später aufgebrachtem Reparaturmörtel augenscheinlich nicht vollständig gegeben war [F 20]. Hier war offensichtlich die Untergundvorbereitung vor dem Auftragen des Reparaturmörtels nicht ausreichend. Bereiche mit nicht ausreichender Haftzugfestigkeit des Reparaturmörtels müssen überarbeitet werden.

TÜV SÜD empfiehlt vor dem Aufbringen der Beschichtungen im Bereich des Parkhauses an weiteren Stellen Haftzugfestigkeitsmessungen durchzuführen, um in allen Bereichen ausreichende Haftzugwerte für das fachgerechte Aufbringen eines Beschichtungssystems sicherzustellen.

4.4 Betondeckungen

Die Betondeckungen wurden, in Absprache mit der Bauleitung, ausschließlich orientierend im Bereich der abgefrästen Oberfläche an der Bodenplatte der ersten Rampe im Parkhaus gemessen. Die Betondeckungen lagen in den meisten Fällen, auch nach dem Fräsen, deutlich über der mindestens für vergleichbare Bauteile geforderten Betondeckung von $c_{min} > 40$ mm. Bei einigen wenigen Linienscans konnten Betondeckungen

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

gemessen werden, die unterhalb von 40 mm lagen. Da es sich hierbei jedoch nur um einzelne Bewehrungsstäbe handelte kann die geringfügige Unterschreitung in diesen Fällen akzeptiert werden.

Im Falle des Linienscans 18, direkt hinter der Rampenfuge am Ende der ersten Rampe, wurden Betondeckungen deutlich unterhalb von 40 mm gemessen. Die mittlere Betondeckung aller Bewehrungsstäbe lag hier sogar nur bei 28 mm. TÜV SÜD beurteilt, dass in diesem Bereich die Betondeckung nicht ausreichend gegeben ist. Die mangelhafte Betondeckung speziell in diesem Übergangsbereich mit Fuge zwischen Rampe und Deckenplatte stellt eine Einschränkung bzgl. der Dauerhaftigkeit in diesem Bereich dar.

Mehrfertigung - rechtlich bindend ist nur das unterschriebene Original

5 Zusammenfassung

Am 06.06.2017 wurde die TÜV SÜD Industrie Service GmbH von der Stadt Friedrichshafen, Stadtbauamt, mit Prüfungen zur Ausführungsqualität von Mängelbeseitigungsmaßnahmen im Zuge der Erstellung des Rohbaus des Sportbades und des zugehörigen Parkhauses beim Bauvorhaben „Sportpark Friedrichshafen“ beauftragt. Die Ausführungsqualität des Rohbaus wurde bereits im Zuge der Ausführung durch TÜV SÜD überprüft.

Nachdem durch TÜV SÜD verschiedene Mangelsachverhalte an der Ausführung des Rohbaus im Bericht von 23.02.2017 dokumentiert wurden, wurde durch die ausführende Firma, gemäß eines zuvor abgestimmten Instandsetzungskonzeptes, eine Mängelbeseitigung durchgeführt. TÜV SÜD sollte die durchgeführten Mängelbeseitigungsmaßnahmen an den damals als mangelhaft beurteilten Bauteilen prüfen und die Ausführungsqualität der Instandsetzungsmaßnahmen beurteilen.

Bei der Begehung am 09.06.2017 wurde festgestellt, dass die Instandsetzungsmaßnahmen bisher nur unvollständig durchgeführt wurden. Insbesondere im Bereich des Parkhauses wurden oberhalb der sechsten Rampe noch keine Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt.

Es wurden Betondruckfestigkeiten und Haftzugfestigkeiten im Bereich der instandgesetzten Betonoberflächen exemplarisch gemessen. Im Bereich der unteren Rampe wurden Betondeckungen an der Bodenoberseite gemessen. Die Ergebnisse sind in Abschnitt 3 zusammengestellt.

Die Beurteilungen zu den getroffenen Feststellungen zu den Instandsetzungsmaßnahmen sind in Abschnitt 4 enthalten.

Filderstadt, 14. Juni 2017

TÜV SÜD
Industrie Service GmbH
Bautechnik

Die Sachverständigen

gez. Dipl.-Ing. A. Dolipski

gez. Dipl.-Ing. S. Wallrafen

Dipl.-Ing. A. Dolipski

Dipl.-Ing. S. Wallrafen