

KIWA GmbH, Alexanderstraße 50, 45472 Mülheim a.d.R.

Stadt Bünde
Bahnhofstraße 15
32257 Bünde

Zuständig: Michael Klöcker
E-Mail: Michael.Kloecker@kiwa.com
Mobil: +49 151 42 22 59 41
Telefax: 02521 731 8
Datum: 19.07.2024

UNTERSUCHUNGSBERICHT

Projekt: Betontechnologische
Untersuchungen an der
Bolldammbrücke in Bünde
Bauwerksuntersuchung

Projekt Nr.: P000403426

Kiwa GmbH
Engineering
Alexanderstraße 50
45472 Mülheim a.d.R.

T: +49 (0) 2521 8201 – 0
F: +49 (0) 2521 7318
E: DE.Engineering.West@kiwa.com

www.kiwa.de

Auftraggeber: Stadt Bünde
Bahnhofstraße 15
32257 Bünde

Projekt: Betontechnologische Untersuchungen an der Bolldammbrücke in Bünde

Auftragsdatum: 31.05.2024

Aufgabenstellung: Bauwerksuntersuchung

Materialien: 4 Sondierungsöffnungen, 4 Bohrkerne, 12 Bohrmehlproben, 4 Betondeckungsmessungen, 4 Carbonatisierungstiefen

Bearbeiter: Michael Klöcker
Philipp Gosemann, M.Sc.

Mülheim an der Ruhr, 19.07.2024 10 Textseiten inkl. Deckblättern
16 Anlageseiten



i.A. Michael Klöcker
Projektleiter/in



i.A. Philipp Gosemann, M.Sc.
Projektingenieur/in

Die Veröffentlichung des Dokuments, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der Verfasser gestattet.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Sachverhalt	4
2. Ortstermin	4
3. Durchgeführte Untersuchungen und deren Ergebnisse	4
3.1 Allgemein	4
3.2 Messung der Betondeckung der Bewehrungsstähe (BE) nach Merkblatt B02	4
3.3 Messung der Carbonatisierungstiefe im Beton (CT) nach DIN EN 14630	5
3.4 Bestimmung der Chloridgehalte	5
3.5 Erstellung der Sondierungsöffnungen	6
3.6 Bestimmung der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 12504-1	7
3.6.1 Bestimmung der Betondruckfestigkeit	7
4. Relevanter Schadensmechanismus	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Bewehrungskorrosion infolge Carbonatisierung	9
4.3 Bewehrungskorrosion infolge Chlorideintrag	9
5. Literaturverzeichnis	10
A. Lageplan	A-1
B. Fotoanlage	B-1
C. Dokumentation Sondierungsöffnung	C-1
D. Bohrkernbeurteilungen	D-1

1. Sachverhalt

Am 31.05.2024 wurde die Firma Kiwa GmbH, Abteilung Engineering von der Stadt Bünde beauftragt an der

Bolldammbrücke in Bünde

Bauwerksuntersuchungen durchzuführen. Die Untersuchungen dienen dazu einen Überblick über den Zustand der Betonbauteile zu erhalten. Der Fokus des vorliegenden Berichtes liegt auf den Ergebnissen der Bauwerksuntersuchungen und deren Darstellung.

2. Ortstermin

Die Bauwerksuntersuchungen fand am 20.06.2024 statt. Anwesend waren Herr Schröder und Herr Mohammad (alle Kiwa GmbH) sowie Herr Pollmeier (IGS IngenieurGesellschaft Schulz mbh).

Im Zuge der Bauwerksuntersuchungen wurden die Betonbauteile der Brücke untersucht. Im Folgenden sind die durchgeführten Untersuchungen aufgelistet:

- ↳ Messung der Betondeckung
- ↳ Bestimmung der Carbonatisierungstiefe des Betons
- ↳ Entnahme von Bohrmehlproben aus Stahlbeton zur späteren Bestimmung des Chloridgehaltes
- ↳ Herstellung von Sondierungsöffnungen zur Verifizierung des Bewehrungszustandes
- ↳ Bohrkernentnahme zur Bestimmung der Druckfestigkeit

3. Durchgeführte Untersuchungen und deren Ergebnisse

3.1 Allgemein

Aus dem Lageplan der Anlage A sind die Positionen der Untersuchungsstellen zu entnehmen. Die Positionen der Untersuchungsstellen wurden durch Herr Pollmeier (IGS IngenieurGesellschaft Schultz mbh) vor Ort festgelegt.

Die relevanten Schadenmechanismen infolge von Carbonatisierung des Betons bzw. durch Chlorideintrag sind in Kapitel 4 nochmals detailliert beschrieben.

3.2 Messung der Betondeckung der Bewehrungsstähe (BE) nach Merkblatt B02

Mit Hilfe eines magnetinduktiv arbeitenden Messgerätes wurde an den ausgewählten Bauteilbereichen die Betondeckung der Bewehrungsstähe nach Merkblatt B02 [1]

zerstörungsfrei ermittelt. Dabei wurde ein Bewehrungsdurchmesser von 6 mm angenommen. An den vor Ort festgelegten Messstellen werden jeweils zahlreiche Messwerte erfasst.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Betondeckungsmessung zusammengefasst. Die Protokolle der Messungen werden auf Wunsch separat zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Ergebniszusammenfassung Betondeckungsmessung

Messstelle	Bauteil	Scanrichtung	Anzahl detektierter Stähle	mind. Betondeckung in mm	mittlere Betondeckung in mm
BD1-H	Brüstung	Horizontal	16	13,0	23,3
BD2-H	Brüstung	Horizontal	1	16,0	16,0
BD3-H	Brüstung	Horizontal	12	20,0	32,2
BD4-H	Brüstung	Horizontal	40	12,0	26,0
BD1-H-R	Brüstung	Horizontal	8	17,0	40,4
BD2-H-R	Brüstung	Horizontal	5	14,0	23,4
BD3-H-R	Brüstung	Horizontal	3	8,0	17,2
BD4-H-R	Brüstung	Horizontal	6	9,0	29,6

3.3 Messung der Carbonatisierungstiefe im Beton (CT) nach DIN EN 14630

An mehreren Stellen wurde nach örtlichem Aufschlagen des Betons die frische Bruchfläche mit einer wasserverdünnten ethanolischen Phenolphthaleinlösung besprüht, um den pH-Wert des Betons zu ermitteln. Durch eine farblos bleibende Bruchfläche wird die carbonatisierte Zone angezeigt. Färbt sich der Beton der Bruchfläche dagegen rot-violett, ist der Zementstein des Betons noch alkalisch.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Carbonatisierungstiefen dargestellt.

Tabelle 2: Ergebniszusammenfassung Bestimmung Carbonatisierungstiefe

Messstelle	Bauteil	gemessene Carbonatisierungstiefe in mm	mittlere Betondeckung in mm
C1	Brüstung	7	23,3
C2	Brüstung	19	16,0
C3	Brüstung	9	32,2
C4	Brüstung	6	26,0

3.4 Bestimmung der Chloridgehalte

Die Bestimmung des Chloridgehaltes im Beton erfolgte potentiometrisch gemäß DIN EN 14629 [2]. Der Chloridgehalt wird als Masse-% bezogen auf den Beton ermittelt. Um den Chloridgehalt bezogen auf den Zement zu erhalten, muss dieser anhand von zusätzlichen

Kennwerten umgerechnet werden. Im Allgemeinen wird durch die Annahme, dass für die Betonherstellung ca. 350 kg/m³ Zement verwendet wurde, mit dem gerundeten Faktor 7,0 gerechnet. Dieser Rechnung liegt auf der sicheren Seite.

Es gibt aber derzeit kein festgelegtes Kriterium, bei dem ein kritischer Chloridgehalt eine chloridinduzierte Korrosion verursacht, da dies abhängig ist von den jeweiligen spezifischen Randbedingungen (z.B. Feuchtegehalt, Luftzirkulation in Rissen etc.). Allgemein akzeptiert ist jedoch, dass ein Chloridgehalt von ca. 0,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse als noch weitgehend unkritisch angesehen werden kann.

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Bestimmung des Chloridgehaltes beschrieben und dargestellt.

Tabelle 3: Bewertung Chloridgehalt

Chloridgehalt	Bewertung
kleiner 0,5 Masse-%	Keine oder sehr geringe Korrosionsgefahr (gemäß RLi SIB)
0,5 bis 1,0 Masse-%	Korrosionsgefahr wahrscheinlich
größer 1,0 Masse-%	Hohe Korrosionsgefahr

Tabelle 4: Ergebniszusammenfassung Bestimmung Chloridgehalt

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [mm]	Chloridgehalt bezogen auf		Betondeckung	
		Gesamtgewicht [M.-%]	Zementgehalt [M.-%]	min [mm]	mittel [mm]
BM 1	0-20	0,086	0,59	13,0	23,3
	20-40	0,243	1,67		
	40-60	0,226	1,55		
BM 2	0-20	0,074	0,51	16,0	16,0
	20-40	0,237	1,63		
	40-60	0,184	1,26		
BM 3	0-20	0,064	0,44	20,0	32,2
	20-40	0,040	0,27		
	40-60	0,08	0,74		
BM 4	0-20	0,101	0,69	12,0	26,0
	20-40	0,091	0,62		
	40-60	0,072	0,49		

3.5 Erstellung der Sondierungsöffnungen

An den vor Ort festgelegten Prüfstellen wurde der Beton mit Hilfe eines Stemmhammers zur optischen Begutachtung und fotografischen Dokumentation des Zustandes der Bauteilbewehrung entfernt. Insgesamt wurden 4 Sondierungsöffnungen hergestellt.

Die optische Begutachtung und fotografische Dokumentation des Zustandes der Bauteilbewehrung ist der Anlage C zu entnehmen. Die Position der Sondierungsöffnungen ist in Anlage A vermerkt.

Bei der freigelegten Bewehrung konnten teilweise Korrosion auf der Bewehrungsoberfläche festgestellt werden. Dabei handelt es sich in der Regel meistens um eine flächige Korrosion der Bewehrungsoberfläche. Ein erheblicher Querschnittsverlust ist in der Regel nicht vorhanden.

3.6 Bestimmung der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 12504-1

Die Prüfung der Betondruckfestigkeit erfolgte mittels Druckversuchen an zylindrischen Prüfkörpern mit einem Durchmesser von 100 mm und einem Verhältnis Durchmesser zu Höhe von 1:1. Grundlage für die Prüfung bilden Vorgaben der DIN 12504-1:2009-07 „Prüfung von Beton in Bauwerken, Teil 1: Bohrkernproben“ [3]. Die Prüfkörper wurden aus den am Bauwerk entnommenen Bohrkernen durch planparalleles Schneiden und Schleifen hergestellt und vor der Prüfung mind. 3 Tage im Laborklima gelagert.

Die Druckfestigkeit wurde durch Teilen der Bruchlast, durch die aus dem Mittelwert des Durchmessers berechnete Querschnittsfläche bestimmt. Einflüsse, wie beispielsweise die des Größtkornes, wurden hier nicht berücksichtigt.

Die Prüfergebnisse sind Tabelle 5 zu entnehmen. Die Untersuchungsergebnisse der Bohrkernansprache ist der Anlage D beigelegt.

3.6.1 Bestimmung der Betondruckfestigkeit

Aus den eingelieferten Bohrkernen wurden gemäß DIN EN 12504-1 [3] prüfbare Probekörper herausgearbeitet, die Lasteinleitungsflächen wurden geschliffen. Vor der Prüfung wurden die Bohrkernproben entsprechend DIN EN 12504-1 [3] an der Luft gelagert.

Die Prüfung der Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3 [4] erfolgte am 08.07.2024. Die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung der Bohrkernproben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Die Bohrkernproben enthielten die in

Tabelle 6 aufgeführte Bewehrung. Es wurde kein Formfaktor der DIN EN 13791:2020-02 [5] angewendet.

Tabelle 5: Druckfestigkeit der Prüfkörper

Bohrkern-Nr.	Prüf-datum	Ø	Länge	Gewicht	Rohdichte ¹⁾	Größtkorn	Bruchlast	Druckfestigkeit
P000403426		[mm]	[mm]	[kg]	[kg/m³]	[mm]	[kN]	[N/mm²]
-1	08.07.2024	79	82	0,94	2.260	8	183	37,3
-2	08.07.2024	79	82	0,90	2.240	5	144	29,4
-3	08.07.2024	79	80	0,89	2.270	7	171	34,9
-4	08.07.2024	79	80	0,89	2.280	7	237	48,4
Mittelwert								37,49
Standardabweichung								7,97
Variationskoeffizient								0,21

Tabelle 6: in den Bohrkernen enthaltene Bewehrung

Bohrkern-Nr.	Stab 1		Stab 2		Stab 3		Stab 4	
	Ø	Position	Ø	Position	Ø	Position	Ø	Position
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
P000403426								
BK 1	12	56,13	--	--	--	--	--	--

Bei einer Bewertung der Betondruckfestigkeit der 4 Bohrkern nach EN 13791/A20 (Ansatz A) kann eine Druckfestigkeitsklasse von C 12/15 angegeben werden.

4. Relevanter Schadensmechanismus

4.1 Allgemeines

Für die Dauerhaftigkeit eines Stahlbetonbauteiles ist das Zusammenwirken von Stahl und Beton entscheidend. Der Stahl wird dabei durch den Verbund zum umgebenden Beton vor schädlichen, korrosionsfördernden Umwelteinflüssen geschützt. Dieser Schutz geht unter bestimmten Umständen verloren.

4.2 Bewehrungskorrosion infolge Carbonatisierung

Als eines der zahlreichen Hydratationsprodukte entsteht bei der Betonerhärtung Calciumhydroxid, welches dem Porenwasser des Zementsteins einen pH-Wert von etwa 13 verleiht. Auf den Stahloberflächen schlagen sich dann festhaftende Eisenhydroxidschichten nieder, die den Stahl passivieren und ihn so vor Korrosion schützen.

Durch das Eindringen von Luft in die oberflächennahen Schichten des Betons oder in Risse findet jedoch ein chemischer Prozess statt, bei dem das Calciumhydroxid in Calciumcarbonat umgewandelt wird, was den Verlust des hohen pH-Wertes zur Folge hat. Dieser Prozess wird Carbonatisierung genannt und depassiviert die Stahloberfläche, so dass Korrosion ermöglicht wird. Die entstehenden Korrosionsprodukte benötigen ein deutlich größeres Volumen als der ursprüngliche Stahl, was ein Abdrücken der Betondeckung über dem Bewehrungsstahl zur Folge hat.

Der Fortschritt der Carbonatisierung ist abhängig von einer Vielzahl von Parametern, die Geschwindigkeit des Eindringens der Carbonatisierungsfront in den Beton nimmt aber mit zunehmender Zeit immer mehr ab. Im Rahmen der Bauwerksdiagnostik wird geprüft, ob die Carbonatisierungsfront bereits die Bewehrung erreicht hat, bzw. wie viel "Puffer" zwischen bereits carbonatisierten Betonbereichen und der Bewehrung noch vorhanden ist.

4.3 Bewehrungskorrosion infolge Chlorideintrag

Neben der gleichmäßigen Flächenkorrosion (Abschnitt 4.2), die meist früh erkennbar ist, gibt es die Lochfraßkorrosion. Diese punktförmig auftretende Korrosion der Bewehrung, die zu krater- oder nadelstichartigen Vertiefungen führt wird durch Chloride verursacht, die durch Wasser in Form von Taumitteln eingeschleppt werden.

Nachdem örtlich streng begrenzt die Cl⁻-Ionen die Passivschicht zerstört haben, entsteht ein Potentialunterschied zwischen Anode und dem übrigen Bewehrungsstahl als umgebender Kathode auf $> 0,5$ V an. Die Cl⁻-Ionen lösen anodisch verstärkt Metall auf, die Korrosion führt sehr rasch in die Tiefe. Chlorid wirkt bei diesen Vorgängen ähnlich wie ein Katalysator: es wird kaum verbraucht und hält den Krater im Stahl ständig aktiv.

Aufgrund der fehlenden Volumenvergrößerung der Korrosionsprodukte bleibt diese Form der Korrosion oft lange unentdeckt, sodass Schäden und Gefährdungspotenziale meist erst spät wahrgenommen werden.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP), „Merkblatt B2 für Bewehrungsnachweis und Überdeckungsmessung bei Stahl- und Spannbeton,“ Berlin, 1990.

- [2] DIN EN 14629:2007-06 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Chloridgehaltes in Festbeton; Deutsche Fassung EN 14629:2007.

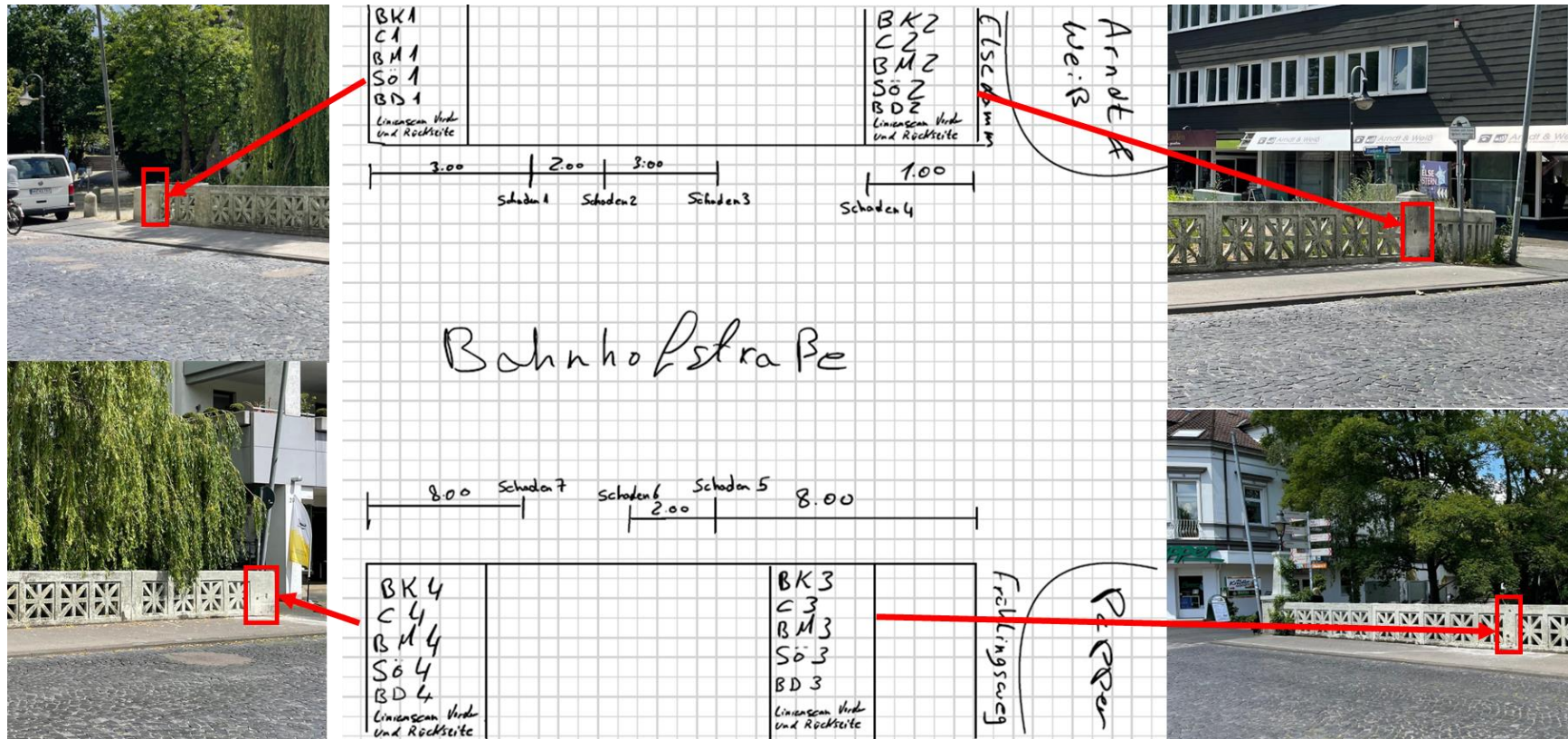
- [3] *DIN EN 12504-1:2019-09 „Prüfung von Beton in Bauwerken - Teil 1: Bohrkernproben - Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit; Deutsche Fassung EN 12504-1:2019“.*

- [4] *DIN EN 12390-3:2019-10 „Prüfung von Festbeton - Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern; Deutsche Fassung EN 12390-3:2019“.*

- [5] *DIN EN 13791: Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken und in Bauwerksteilen;*, Berlin: Beuth Verlag, Deutsche Fassung EN 13791:2019.

ANLAGE A-1

A. Lageplan



B. Fotoanlage



Bild 1: Schaden 1 – Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 2: Schaden 2 - Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 3: Schaden 3 - Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 4: Schaden 4 – Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 5: Schaden 5 – Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 6: Schaden 6 – Abplatzung und freiliegende Bewehrung



Bild 7: Schaden 7 – Abplatzung und freiliegende Bewehrung

C. Dokumentation Sondierungsöffnung

Bauteil:	Brüstung	Prüfstelle Nr.:	S1				
							
Abbildung 1: Übersichtsbild Prüfstelle inkl. Verlegerichtung		Abbildung 2: Detailbild Prüfstelle					
		Stab 1	Stab 2	Stab 3	Stab 4	Stab 5	Stab 6
Bewehrungsdurchmesser	[mm]	10	10				
Betondeckung	[mm]	16	30				
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾		0	0				
		Bemerkungen: Bewehrungsdurchmesser sind ca.-Angaben					
¹⁾ Korrosionsgrad (KG)	Bedeutung						
0	blank						
1	wenige Rostpunkte						
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag						
3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)						
4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß (Angabe der Dickenminderung in mm oder % des ursprünglichen Gesamtquerschnittes)						

Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

ANLAGE C-2

Bauteil:	Brüstung	Prüfstelle Nr.:	S2				
							
Abbildung 1: Übersichtsbild Prüfstelle inkl. Verlegerichtung		Abbildung 2: Detailbild Prüfstelle					
		Stab 1	Stab 2	Stab 3	Stab 4	Stab 5	Stab 6
Bewehrungsdurchmesser	[mm]	10					
Betondeckung	[mm]	19					
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾		3					
		Bemerkungen: Bewehrungsdurchmesser sind ca.-Angaben					
¹⁾ Korrosionsgrad (KG)	Bedeutung						
0	blank						
1	wenige Rostpunkte						
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag						
3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)						
4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß (Angabe der Dickenminderung in mm oder % des ursprünglichen Gesamtquerschnittes)						

Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

Bauteil:	Brüstung	Prüfstelle Nr.:	S3				
							
Abbildung 1: Übersichtsbild Prüfstelle inkl. Verlegerichtung		Abbildung 2: Detailbild Prüfstelle					
		Stab 1	Stab 2	Stab 3	Stab 4	Stab 5	Stab 6
Bewehrungsdurchmesser	[mm]	10	10				
Betondeckung	[mm]	25	40				
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾		3	3				
		Bemerkungen: Bewehrungsdurchmesser sind ca.-Angaben					
¹⁾ Korrosionsgrad (KG)	Bedeutung						
0	blank						
1	wenige Rostpunkte						
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag						
3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)						
4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß (Angabe der Dickenminderung in mm oder % des ursprünglichen Gesamtquerschnittes)						

Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

Bauteil:	Brüstung	Prüfstelle Nr.:	S4				
							
Abbildung 1: Übersichtsbild Prüfstelle inkl. Verlegerichtung		Abbildung 2: Detailbild Prüfstelle					
		Stab 1	Stab 2	Stab 3	Stab 4	Stab 5	Stab 6
Bewehrungsdurchmesser	[mm]	10	10				
Betondeckung	[mm]	29	29				
Korrosionsgrad (KG) ¹⁾		3	2				
		Bemerkungen: Bewehrungsdurchmesser sind ca.-Angaben					
¹⁾ Korrosionsgrad (KG)	Bedeutung						
0	blank						
1	wenige Rostpunkte						
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag						
3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)						
4	Querschnittsverminderungen; Lochfraß (Angabe der Dickenminderung in mm oder % des ursprünglichen Gesamtquerschnittes)						

Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gem. Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

D. Bohrkernbeurteilungen

Projektnummer: P000403426 Datum: 03.07.2024 Prüfer: J.M

Bohrkernbezeichnung: BK1

Alle Längenangaben in mm, ansonsten Maßeinheit angeben

Entnahme-Datum:	Anzahl Teilstücke:	1	Masse [g]:	1196,6
-----------------	--------------------	---	------------	--------

Materialien: Beschichtung, Beton, Beschichtung Anzahl Materialphasen*1: 1

*1 Aus wie vielen erkennbaren Materialschnitten (Mörte/ Estrich / Betonierschnitte/ OS/etc.) setzt sich der BK zusammen?

Durchmesser:	78,63	Gesamtlänge:	109,02	Länge der Materialphasen:	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>108,8</td><td>0,1</td><td></td><td></td></tr> </table>	1	2	3	4	5	0,1	108,8	0,1		
1	2	3	4	5											
0,1	108,8	0,1													

Stahleinlage

Anzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Durchmesser	12													
Lage *2	62,71													

*2 Abstand zur äußeren Oberseite des Bohrkerns

Stahlart

☐ Rundstahl	☒ verspannter Stahl		☐ tordierter Stahl		☒ Rippenstahl	☐
Zeitraum					ab 1959	

Oberseite Farbe: grünlich ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton ☐ OS (Strich)

Beschreibung: eben, rau

Unterseite Farbe: hellgrau ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton ☐ OS (Strich)

Beschreibung: eben, rau

Betonaufbau

Größtkorn: 6 Farbe der Gesteinskörnung: ☒ bunt ☐ Komform: rund ☒ gebrochen

Besondere Gesteinsarten:

☐ Leichtzuschlag Fasern: ☐ Stahl ☐ Kunststoff Aussehen der Fasern:

Zementmatrix: ☒ hellgrau ☐ dunkelgrau ☐ schwarz ☐ weiß ☐ bläulich ☐ hellbraun ☐ dunkelbraun ☐

Struktur: ☒ homogen ☐ Kieselster ☐ Entmischung über die Höhe ☐ sandreich ☐ kiesereich ☐ Hoehlagen an der Bewehrung

Beschreibung:

Poren:

sehr niedrig	niedrig	x	wenig	normal	viel	sehr viel
--------------	---------	---	-------	--------	------	-----------

☒ haufwerk-poriges Gefüge GröÙe: min. 0,2 max. 2,3 Lunker (Feststellen):

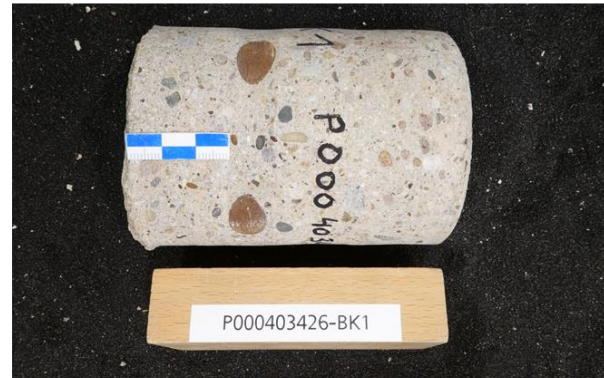
wenig	wenig	wenig	viel	sehr viel
-------	-------	-------	------	-----------

 GröÙe: min. max.

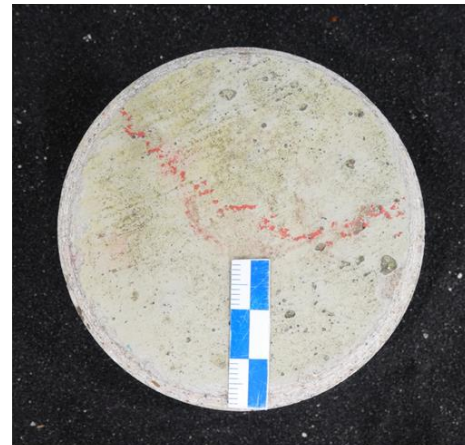
Sonstiges

Korrosion an den Schnittflächen
Rissverläufe, -breiten?
Rissanf?
AKR?
BSK?

siehe FOTOS



BK 1 - Seitenansicht



BK 1 – Ansicht von oben



BK 1 – Ansicht von unten

ANLAGE D-2

Projektnummer: **P000403426** Datum: **03.07.2024** Prüfer: **J.M**

Bohrkernbezeichnung: **BK2**

Alle Längenangaben in **mm**, ansonsten Maßeinheit angeben

Entnahme-Datum: **03.07.2024** Anzahl Teilstücke: **1** Masse [g]: **1,2675**

Materialien: **Beschichtung, Beton** Anzahl Materialphasen*1: **2**

*1 Aus wie vielen erkennbaren Materialabschnitten (Mörtel/ Estrich / Betonierabschnitte/ OS/leitz...) setzt sich der BK zusammen?

Durchmesser: **79,14** Gesamtlänge: **124,92** Länge der Materialphasen **0,1** **124,8**

Stahleinlage	Anzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Durchmesser															
Lage *2															

*2 Abstand zur äußeren Oberkante des Bohrkerns

Stahlart ☐ Rundstahl ☐ verspannter Stahl ☐ tordierter Stahl ☐ Rippenstahl ☐ Zeitstahl ☐ ab Mitte 1930er ☐ ab 1950

Oberseite Farbe: **dunkelgrau, hellgrau** glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton ☐ OS (drück)

Beschreibung **eben, rau**

Unterseite Farbe: **hellgrau** glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☒ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton ☐ OS (drück)

Beschreibung

Betonaufbau

Größtkorn: **8** Farbe der Gesteinskörnung ☒ bunt ☐ Komform ☒ rund ☐ gebrochen

Besondere Gesteinsarten:

☐ Leichtzuschlag Fasern ☐ Stahl ☐ Kunststoff Aussehen der Fasern

Zementmatrix ☒ hellgrau ☐ dunkelgrau ☐ schwarz ☐ weiß ☐ bläulich ☐ hellbraun ☐ dunkelbraun

Struktur ☒ homogen ☐ Kiesnester ☐ Entmischung über die Höhe ☐ sandreich ☐ kiesreich ☐ Hohlräume an der Bewehrung

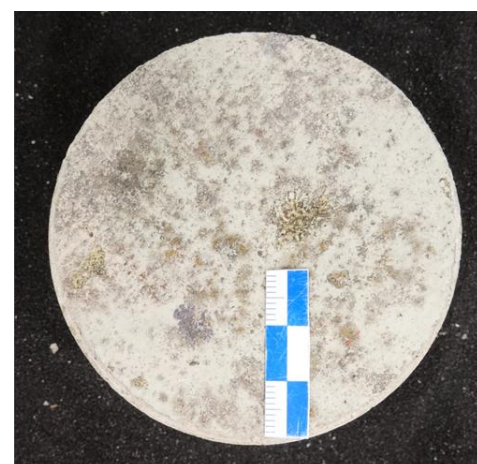
Beschreibung

Poren ☐ schwach ☒ mittel ☐ viel ☐ sehr viel ☐ haufwerks-ponges Gefüge Größe min. **0,3** max. **3,4** Lunker (Fehlstellen) ☐ wenig ☐ mittel ☐ viel ☐ sehr viel Größe min. max.

Sonstiges Zustand der Bewehrung? Rissverläufe, -breiten? Rissart? AKR? BSK?



BK 2: Seitenansicht



BK 2: Ansicht von oben



BK 2: Ansicht von unten

ANLAGE D-3

Projektnummer:	P000403426	Datum:	03.07.2024
Bohrkernbezeichnung:	BK3		

Alle Längenangaben in mm, ansonsten Maßeinheit angeben

Entnahme-Datum	Anzahl Teilstücke:	1	Masse [g]:	1,3647
----------------	--------------------	---	------------	--------

Materialien: Beschichtung, Beton, Beschichtung Anzahl Materialphasen^{*1}: 3

^{*1} Aus wie vielen erkennbaren Materialabschnitten (Mörtel/ Estich / Betonierabschnitte/ OS/etc.) setzt sich der BK zusammen?

Durchmesser:	79,37	Gesamtlänge:	122,62	Länge der Teilstücke:	1	2	3	4	5
					0,1	122,4	0,1		

Stahleinlage

Anzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Durchmesser	12													
Lage *2	84,33													

^{*2} Abstand zur äußeren Oberseite des Bohrkerens

Stahlart ☐ Rundstahl ☐ versierter Stahl ☐ bordierter Stahl ☒ Rippenstahl ☐

Zeitstrahl ab Mitte 1930er ab 1959

Oberseite Farbe: grünlich, hellgrau ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton (zinnlich) ☐ OS

Beschreibung eben, rau

Unterseite Farbe: grünlich ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton (zinnlich) ☐ OS

Beschreibung eben, rau

Betonaufbau

Farbe der Gesteinskörnung

Größtkorn: 7 ☒ bunt ☐

Korngrenzen
rund ☒ ☐ gebrochen
nur bei grobkörnigem Beton

Besondere Gesteinsarten:

☐ Leichtzuschlag Fasern ☐ Stahl ☐ Kunststoff Aussehen der Fasern

Zementmatrix ☒ hellgrau ☐ dunkelgrau ☐ schwarz ☐ weiß ☐ bläulich ☐ hellbraun ☐ dunkelbraun ☐

Struktur ☒ homogen ☐ Kiesnester ☐ Entmischung über die Höhe ☐ sandreich ☐ kiesreich ☐ Hohlräume an der Bewehrung

Beschreibung

Poren

☐ sehr viel	☐ viel	☒ normal	☐ wenig	☐ kaum	☐ sehr wenig	☐ hohlraumfrei
------------------------------------	-------------------------------	--	--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

hohlraumfrei
poröses Gefüge

Größe

min.	0,2
max.	1,4

Lunker (Feststellen)

☐ keine	☐ wenige	☐ mittel	☐ viele	☐ sehr viele
--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------

Größe

min.	
max.	

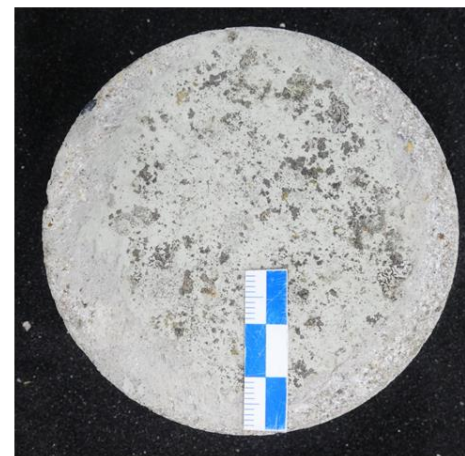
Sonstiges

Zustand der Bewehrung?	Korrosion an Schnittflächen
Rissverläufe, -breiten?	
Rissart?	
AKR?	
BSK?	

siehe FOTOS



BK 3: Seitenansicht



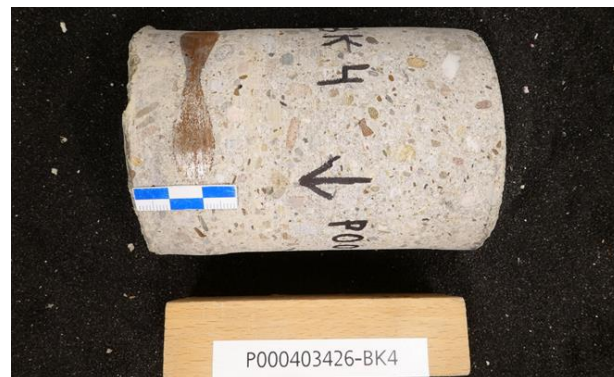
BK 3: Ansicht von oben



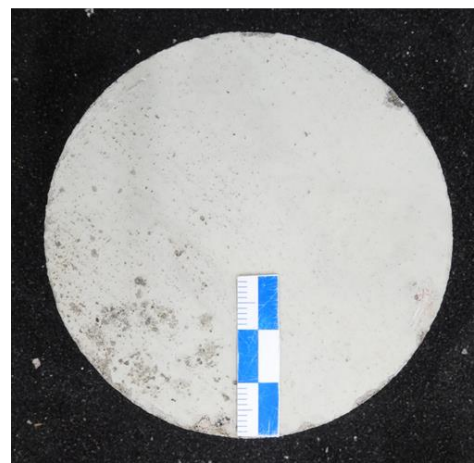
BK 3: Ansicht von unten

ANLAGE D-4

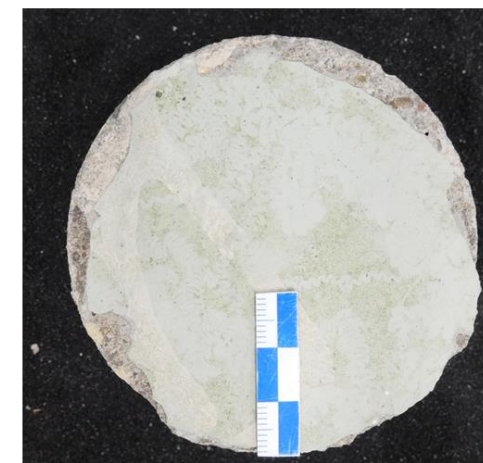
Projektnummer: **P000403426** Datum: **03.07.2024** Prüfer: **J.M**
 Bohrkernbezeichnung: **BK4**
 Alle Längenangaben in **mm**, ansonsten Maßeinheit angeben
 Entnahme-Datum: **03.07.2024** Anzahl Teilstücke: **1** Masse [g]: **1,2832**
 Materialien: **Beschichtung, Beton, Beschichtung** Anzahl Materialphasen*1: **3**
 *1 Aus wie vielen erkennbaren Materialabschnitten (Mörtel/ Estrich / Betonierabschnitte/ OS/ etc.) setzt sich der BK zusammen?
 Durchmesser: **78,95** Gesamtlänge: **114,96** Länge der Materialphasen: **0,1** **114,7** **0,1**
 Stahlereinlage Anzahl 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
 Durchmesser 12
 Lage *2 85,33
 *2 Abstand zur äußeren Oberfläche des Bohrkerns
 Stahlart ☐ Rundstahl ☐ verspannter Stahl ☐ korrodiertes Stahl ☒ Rippenstahl
 Zeitstrahl ab 1/1000er ab 1959
 Oberseite Farbe: **grünlich** ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton (Druck) OS
 Beschreibung **eben, rau**
 Unterseite Farbe: **grünlich** ☐ glatt ☐ körnig ☐ verwittert ☐ Bruchkante ☐ Risse ☐ Waschbeton (Druck) OS
 Beschreibung **eben, rau**
 Betonaufbau
 Größtkorn: **11** Farbe der Gesteinskörnung ☒ bunt ☐
 Kornform ☒ rund ☐ unregelmäßig ☐ gebrochen
 Besondere Gesteinsarten:
☐ Leichtzuschlag Fasern ☐ Stahl ☐ Kunststoff Aussehen der Fasern
 Zementmatrix ☒ hellgrau ☐ dunkelgrau ☐ schwarz ☐ weiß ☐ bläulich ☐ hellbraun ☐ dunkelbraun
 Struktur ☒ homogen ☐ Kiesnester ☐ Entmischung über die Höhe ☐ sandreich ☐ kiesreich ☐ Hohlräume an der Bewehrung
 Beschreibung
 Poren ☒ sehr gering ☐ gering ☐ normal ☐ viel ☐ sehr viel ☐ haufwerks-
 poriges Gefüge Größe min. **0,3** max. **2,9**
 Lunker (Fehlstellen) ☐ sehr gering ☐ gering ☐ normal ☐ viel ☐ sehr viel Größe min. max.
 Sonstiges
 Zustand der Bewehrung? Korrosion an Schnittflächen
 Rissverläufe, -breiten? **siehe FOTOS**
 Rissart?
 AKR?
 BSK?



BK 4: Seitenansicht



BK 4: Ansicht von oben



BK 4: Ansicht von unten