



Untersuchungsbericht 50275-18

Paul-Feller-Str. 1
28199 Bremen
☎ 0421 / 53708 0
📠 0421 / 53708 10
www.mpa-bremen.de
Bearbeiter: Metzger
☎ 0421 / 53708 34
metzger@mpa-bremen.de

Auftraggeber	Bremischer Deichverband am rechten Weserufer z. Hd. Frau Raming Am Lehester Deich 149 28357 Bremen	Berichtsdatum: 27.06.2018 Anzahl der Seiten: 6 Anlagen: keine Auftrag vom: 22.05.2018 Probeneingang: 09.05.2018 Prüfbeginn: 18.05.2018
Prüfgegenstand	3 Stahlbetonbohrkerne mit einem Durchmesser von etwa 10,5 cm und einer Länge von 14,5 bis 17,5 cm.	
Objekt	Hochwasserschutz Vegesacker Hafen, Haven Hööv't	
Inhalt des Auftrags	<ul style="list-style-type: none">- Bestimmung der Lage der Bewehrung- Bestimmung der Betondruckfestigkeit nach DIN EN 12504-1- Bestimmung der Karbonatisierungstiefe- Bestimmung des tiefenzonenabhängigen Chloridgehaltes	
Probennahme	Die Probennahme oblag der Verantwortung des Auftraggebers. Das Versuchsmaterial wurde der MPA Bremen vom Ingenieurbüro Handt Consult Tief- und Wasserbau am 09. Mai 2018 übergeben.	
Aufbewahrung	Das Versuchsmaterial wurde zerstört, Restmaterialien werden bis 6 Wochen nach Berichtstellung aufbewahrt.	

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände, Rückschlüsse daraus auf die Eigenschaften einer Grundgesamtheit sind nicht zulässig. Eine auszugsweise Veröffentlichung und Weitergabe von Prüfberichten bedarf in jedem Einzelfalle der widerruflichen schriftlichen Einwilligung der Amtlichen Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen.

*errichtet am 1. Januar 1987 per Erlass über die Errichtung einer Amtlichen Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen bei der Stiftung Institut für Werkstofftechnik, veröffentlicht im Amtsblatt der Freien Hansestadt Bremen 1986, Nr. 79, S. 603

1 Aufgabenstellung

Die MPA Bremen wurde am 22. Mai 2018 beauftragt, an drei Bohrkernen aus Stahlbeton, die Betondruckfestigkeit, Karbonatisierungstiefe sowie den tiefenzonenabhängigen Chloridgehalt zu ermitteln. Die Bohrkernstammten angabegemäß vom Hochwasserschutz des Hafens Vegesack aus dem Haven Hööv. Das Versuchsmaterial wurde am 09. Mai 2018 von einem Beauftragten des Auftraggebers der MPA Bremen übergeben.

2 Untersuchungen und Ergebnisse

2.1 Probenbeschreibung

Angaben zu den Proben sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Proben waren durch die Aufschrift „KB 1“, „KB 6“ und „KB 7“ gekennzeichnet.

Tabelle 1: Probenbeschreibung

Nr	Durchmesser [mm]	Länge [mm]	Bewehrungsüberdeckung [mm]		
			Stahl 1	Stahl 2	Stahl 3
1	104,5	155,5	48,8	---	---
6	104,4	174,7	45,5	68,5	80,3
7	104,5	145,7	51,3	66,3	75,8

Die Ermittlung der Bewehrungsüberdeckung erfolgte von der als Bauteiloberfläche erkennbaren Kopfseite der Bohrkern.

Bei der enthaltenen Bewehrung handelte es sich um gerippten Betonstahl mit einem Durchmesser von 8 mm. Die in den Bohrkernen enthaltene Bewehrung zeigte keine Korrosion.

2.2 Bestimmung der Druckfestigkeit, Karbonatisierungstiefe und tiefenzonenabhängiger Chloridgehalt

2.2.1 Druckfestigkeit

Zur Ermittlung der Druckfestigkeit wurde aus den Bohrkernen je 1 Prüfkörper mittels nassem Sägeschnitt mit einem Verhältnis der Länge zum Durchmesser von annähernd 1,0 herausgetrennt. Die Druckflächen wurden mit einem Zementmörtel planparallel abgeglichen.

Die Durchführung der Prüfung erfolgte nach Lagerung bei (20 ± 2) °C und (65 ± 5) % relativer Luftfeuchtigkeit entsprechend Norm DIN EN 12504-1:2009-07. Die Bestimmung der Rohdichte erfolgte zum Zeitpunkt der Prüfung. Das Volumen wurde vor dem Abgleichen durch Ausmessen ermittelt.

Das Ergebnis der Prüfung ist in Tabelle 2 verzeichnet.

Tag der Prüfung: 28.05.2018

Tabelle 2: Druckfestigkeit

Bohrkern Nr	Abmessungen in mm			Rohdichte ³⁾ Kg/m ³	Druckfestigkeit N/mm ² <i>f_{c, is, Würfel}</i> ⁴⁾
	Höhe ¹⁾	Höhe ²⁾	Durchmesser		
1	155,5	95,9	104,5	2300	65,4
6	174,7	95,9	104,4	2240	65,7
7	145,7	101,0	104,5	2290	69,5
Mittelwert <i>f_{m(7), is}</i>				2280	66,9
Standardabweichung <i>s</i>				---	1,87
Variationskoeffizient <i>v</i>				---	0,03
Geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereichs ⁵⁾ $f_{ck, is} = f_{m(3), is} \cdot (k_3)$ (<i>k₃</i> = 0,70, entsprechend Tabelle NA.3 DIN EN 13791/A20:2017-02)					46,9
Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Bauwerksbeton der Druckfestigkeitsklasse C40/50 am Würfel (<i>f_{ck, is, Würfel}</i>) ⁶⁾					≥ 43

- 1) Höhe des Betons bei der Anlieferung
- 2) Höhe des Prüfkörpers nach dem planparallelen Abschleifen / Abgleichen der Druckflächen
- 3) Rohdichte zum Zeitpunkt der Prüfung
- 4) $f_{c, is, Bohrkern100} = f_{ck, is, Würfel}$ (entsprechend Abschnitt NA.4.2 des Nationalen Anhangs zur Norm DIN EN 13791:2008-05)
- 5) Geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereichs entsprechend dem modifizierten Ansatzes B des nationalen Anhangs zur Norm DIN EN 13791:2008-05, /A20:2017-02, Abschnitt NA.4.4.2, für eine Anzahl von 3 bis 8 Prüfergebnissen.
- 6) Mindestdruckfestigkeit von Bauwerksbeton der Druckfestigkeitsklasse C 40/50 ($f_{ck, cube} \times 0,85$)

2.2.2 Karbonatisierungstiefe

Die Bestimmung der Karbonatisierungstiefe erfolgte durch Spalten der oberen Bohrkernabschnitte. Diese frischen Bruchflächen wurden mit Pressluft gereinigt und anschließend mit Phenolphthalein zur Untersuchung des Karbonatisierungsfortschritts eingesprüht. Zu beobachten war ein karbonatisierter Saum an der Oberfläche des Betons. Die maximale Breite des karbonatisierten Saums ist in der nachstehenden Tabelle 3 verzeichnet.

Tabelle 3: Karbonatisierungstiefe

Bohrkern Nr.	Überdeckung des ersten Bewehrungslage [mm]	Karbonatisierungstiefe [mm]
1	48,8	2 bis 10
6	45,5	5 bis 15
7	51,3	0

2.2.3 Tiefenzonenabhängiger Chloridgehalt

Zur Bestimmung des Gesamtchloridgehaltes nach der Norm DIN EN 14629 wurden Teilproben der angelieferten Bohrkern im Labor der MPA Bremen bei 105 °C getrocknet und dann der Gehalt an Chloriden ermittelt. Die Ergebnisse in Prozent beziehen sich auf die trockene Gesamtmasse des Betons. Zur Abschätzung des Chloridgehaltes bezogen auf die Zementmasse wurde der Messwert mit dem Faktor 7 multipliziert.

Die Werte finden sich ebenfalls in der nachstehenden Tabelle 4.

Tabelle 4: Chloridgehalt

Bohrkern Nr	Gehalt an Chloriden in M-%		
	Tiefenzone in cm	bezogen auf den Beton	bezogen auf den Zement
1	0 bis 2	0,015	0,104
	2 bis 4	---	---
	4 bis 6	---	---
6	0 bis 2	0,014	0,097
	2 bis 4	---	---
	4 bis 6	---	---
7	0 bis 2	0,008	0,058
	2 bis 4	---	---
	4 bis 6	---	---

3 Bewertung und Zusammenfassung

Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf die durchgeführten Untersuchungen.

Entsprechend den nationalen Anwendungsregeln im Nationalen Anhang NA zur Norm DIN EN 13791:2008-05/A20:2017-02 darf die Druckfestigkeit eines luftgelagerten Bohrkerns mit dem Nenndurchmesser 50 mm, 100 mm bzw. 150 mm der Druckfestigkeit eines bis zur Prüfung wassergelagerten Würfels mit 150 mm Kantenlänge gleichgesetzt werden.

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt entsprechend den nationalen Anwendungsregeln zu der Norm DIN EN 13791:2008-05/A20:2017-02 bei 3 bis 8 Prüfergebnissen nach dem modifizierten Ansatz B der genannten Anwendungsregeln.

Entsprechend dem modifizierten Ansatz A berechnet sich die geschätzte charakteristische Druckfestigkeit des Prüfbereichs wie folgt:

$$f_{ck, is} = f_{m(0), is} \times k_3$$

oder

$$f_{ck, is} = f_{is, niedrigst} + 4$$

Der niedrigere der beiden Werte ist für die Beurteilung der charakteristischen Druckfestigkeit des untersuchten Betons maßgebend.

Der von der Probenanzahl abhängige Faktor k_3 wird der Tabelle NA.3 der nationalen Anwendungsregeln zur DIN EN 13791:208-05/A20:2017-02 entnommen (siehe Tabelle 5). Für 3 Prüfwerte beträgt der Wert 0,70.

Tabelle 5: Tabelle NA.3 – Beiwert k_3 aus den nationalen Anwendungsregeln zur DIN EN 137491(A20:2017-02)

N	3	4 bis 5	6 bis 8
k_3	0,70	0,75	0,80

Auf dieser Grundlage ergibt sich für den geprüften Beton eine geschätzte charakteristische Druckfestigkeit von **46,9 N/mm²**. Die Anforderungen hinsichtlich der Druckfestigkeit an einen Beton der Druckfestigkeitsklasse **C40/50** (Mindestanforderung: 43 N/mm²) werden somit erfüllt.

Maßnahmen zum Korrosionsschutz der Bewehrung sollten getroffen werden, wenn eine Korrosion der Bewehrung innerhalb der angestrebten Nutzungsdauer des Bauteils zu erwarten ist. Damit muss gerechnet werden, wenn der Beton ausreichend feucht ist und die Karbonatisierung die Stahloberfläche erreicht hat sowie wenn in der Umgebung des Bewehrungsstahls ein kritischer, korrosionsauslösender Chloridgehalt überschritten wird.

Karbonatisierungstiefe:

Die ermittelten Karbonatisierungstiefen sind nochmals in folgender Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Karbonatisierungstiefe

Bohrkern Nr.	Überdeckung des ersten Bewehrungslage [mm]	Karbonatisierungstiefe [mm]
1	48,8	10
6	45,5	15
7	51,3	0

Eine Gefahr der Bewehrungskorrosion aufgrund fortschreitender Karbonatisierung konnte aus den Prüfergebnissen nicht abgeleitet werden.

Chloride

Hinsichtlich der Bewertung der Chloridkonzentration wurden folgende Beurteilungskriterien entsprechend der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“, Ausgabe Oktober 2001 zugrunde gelegt:

Der kritische, korrosionsauslösende Chloridgehalt im Beton hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren ab und muss daher im jeweiligen Einzelfall bei Überschreitung der nachstehend

aufgeführten Grenzwerte durch den sachkundigen Planer beurteilt werden. Hierbei sind außer dem Chloridgehalt die Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen.

Werden im Bereich der Betondeckung der Bewehrung Chloridgehalte von mehr als 0,03 M.-% der Betonmasse festgestellt, so sind die Konzentrationsverteilungen über die Bauteildicke im Bereich der mit Chlorid beaufschlagten Bauteiloberfläche zu bestimmen.

Wenn bei Stahlbetonbauteilen in der Betondeckungsschicht Chloridgehalte über 0,5 M.-% Cl⁻ bezogen auf die Zementmasse ermittelt werden, ist zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen ein sachkundiger Planer einzuschalten.

Bei unbekannter Betonzusammensetzung sollte der Zementgehalt auf der sicheren Seite liegend abgeschätzt werden.

In der Regel ist es ausreichend, dabei den Chloridgehalt in M.-% bezogen auf die Zementmasse durch die Multiplikation der ermittelten Werte mit dem Faktor 7 abzuschätzen.

Die sich aus der Abschätzung ergebenden Werte für den Chloridgehalt bezogen auf die Zementmasse sind in der nachstehenden Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse zur Bewehrungskorrosion infolge von Chlorideinwirkungen

Proben Nr.	Bauteil	Überdeckung des ersten Bewehrungslage [mm]	Tiefenzone	Chloridgehalte in % bezogen auf die Zementmasse
1	vom Auftraggeber dokumentiert	48,8	0 bis 2	0,104
			2 bis 4	---
			4 bis 6	---
6	vom Auftraggeber dokumentiert	45,5	0 bis 2	0,097
			2 bis 4	---
			4 bis 6	---
7	vom Auftraggeber dokumentiert	51,3	0 bis 2	0,058
			2 bis 4	---
			4 bis 6	---

Die an den angelieferten Proben ermittelten Chloridgehalte lagen deutlich unterhalb von 0,5 % bezogen auf die Zementmasse.

Eine Gefahr der chloridinduzierten Bewehrungskorrosion konnte aus den Prüfergebnissen nicht abgeleitet werden.

Für die Richtigkeit der Ausfertigung
Bremen, den 17. JUNI 2018

AMTLICHE MATERIALPRÜFUNGSANSTALT BREMEN

Peters

i.A. Maike Peters M.Sc.
 (Abteilung Bauwesen)



(1)
 SS

S. Metzger

S. Metzger
 (Abteilung Bauwesen
 mech.- techn. Prüfungen)