

Hochschule Koblenz | Amtliche Prüfstelle Bau I
Konrad-Zuse-Straße 1 | D-56 075 Koblenz |

Flint Bautenschutz GmbH

Sichterheidestraße 31

D-32758 Detmold

Fachbereich bauen-kunst-werkstoffe

Architektur
Bauingenieurwesen
Institut für Künstlerische Keramik und Glas
Werkstofftechnik Glas und Keramik

Amtliche Prüfstelle für nichtmetallische Bau- & Werkstoffe

Prüfstellenleitung: Peter Sudermann, M.Eng.

Konrad-Zuse-Str. 1
D - 56075 Koblenz

Tel. 0261 - 9528 - 654
Fax. 0261 - 9528 - 643

sudermann@hs-koblenz.de

PRÜFBERICHT

[1. Ausfertigung: Auftraggeber]

Prüfzeichen:

Datum der Ausfertigung:

Auftraggeber:

Bauvorhaben/

Projekt:

Prüfungsgegenstand:

2024_I1_08

26.04.2024

Flint Bautenschutz GmbH
Sicherheidsstraße 31
D - 32758 Detmold

HB Jeggen

Untersuchungen an Bohrkerne

DF	AS	SA	SS	CK	MT	EST
SF	PP					
BV:						
Prüfung:						
29. April 2024						
Wiedervorlage						
Rücksprache						
Kopie						

Art und Umfang der eingelieferten Proben

05 Bohrkerne (3x Wand, 2x Boden)

Datum des Probeneingangs:

19.02.2024

Prüfungsgrundlagen:

- Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).
- Informationen z. B. zu Messgeräten, Messverfahren, Messunsicherheiten und sonstigen Verfahrensdaten können auf Anfrage mitgeteilt werden.
- Falls vom Auftraggeber nicht anders gewünscht werden durch den Prüfungsvorgang nicht bereits zerstörte Proben vier Wochen nach Berichterstellung entsorgen.

Schichtdicke

Haftzugfestigkeit

Druckfestigkeit

Karbonatisierungstiefe

Statischer E-Modul

TR Instandhaltung

DIN EN 1542: 1997:07

DIN EN 13791

DIN EN 14 630

DIN EN 12390-13

Berichtsumfang:

08 Textseiten

05 Seiten Bildanhang A

Anzahl der Ausfertigungen:

1. Ausfertigung: Auftraggeber

2. Amtliche Prüfstelle für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe

1 GEGENSTAND DES PRÜFBERICHTS

Die Amtliche Prüfstelle für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe der Hochschule Koblenz wurde durch die
Flint Bautenschutz GmbH
Sicherheidestraße 31
D - 32758 Detmold

mit Untersuchungen an Bohrkernen aus dem Bauvorhaben/Projekt

HB Jeggen

beauftragt.

2 ART UND UMFANG DER UNTERSUCHUNGEN

2.1 Probeneingang

Durch den Auftraggeber wurden Bohrkern in der Amtlichen Prüfstelle für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe eingeliefert.

Datum der Einlieferung:	19.02.2024
Art der Transportverpackung:	Trocken, in einer Kiste verpackt
Herstelldatum	unbekannt

Angaben zur Art der Herstellung, Art und Umfang der Nachbehandlung, Entnahmeort, Art der Entnahme und Zwischenlagerung wurden der Amtlichen Prüfstelle für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe der Hochschule Koblenz nicht zur Verfügung gestellt. In Tabelle 1.1 bis Tabelle 1.2 sind die wesentlichen geometrischen Merkmale und im Bildanhang A die Beschaffenheit des Probenmaterial dokumentiert.

Angaben zum Beschichtungsmaterial, Art und Datum der Herstellung, Entnahmeort, Art der Entnahme und Zwischenlagerung wurden der Amtlichen Prüfstelle für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe der Hochschule Koblenz nicht zur Verfügung gestellt.

Gemäß der TR Instandhaltung wird die minimale Schichtdicke $d_{E,min}$ bestimmt. Die nominale Schichtdicke entspricht der mittleren Schichtdicke. Es muss sichergestellt sein, dass der größte Teil (95 % einer Normalverteilung) der Schichtdicke größer ist als der Bemessungswert der Schichtdicke $d_{E,d} = d_{E,min}$. Da die Schichtgrenzen i.d.R. unregelmäßig sind, sind der Mittelwert von MW d_E und der kleinste Einzelwert KE d_E 1 mm zu bestimmen. Wenn KE d_E deutlich von MW d_E abweicht, darf der Wert nicht zur Ermittlung von MW d_E verwendet werden.

Tabelle 1.1: Geometrische Merkmale und Betondeckung an Bohrkernen

Probenbezeichnung ¹⁾	Durchmesser ²⁾ [mm]	Länge ²⁾ [mm]	Bewehrung	
			Durchmesser [mm]	Überdeckung [mm]
B1	99,4	147,3	∅ 8	84
			∅ 8	102
B2	99,4	107,3	∅ 8	66
			∅ 8	76
			∅ 6	80
W 1	99,4	153,3	∅ 8	44
			∅ 6	38
			∅ 6	68
W 2	99,5	154,5	–	–
W 3	99,4	164,7	∅ 6	35
			∅ 8	40
			∅ 6	49

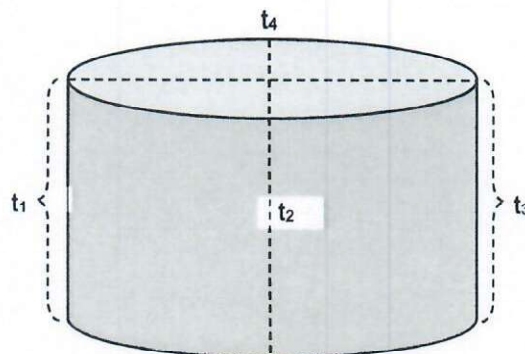
1) Probenbezeichnung nach Angaben des Auftraggebers
 2) Mittelwert aus 4 orthogonal zueinander angeordneten Einzelmessungen
 3) Abschätzung nach Augenschein

Tabelle 1.2: Geometrische Merkmale der einzelnen Schichten

Probenbezeichnung ¹⁾	2. Konstruktionsbeton		1. Konstruktionsbeton		Beschichtung		Dünnbeschichtung	
	$t_{m,1}^{2)}$ [mm]	GK ³⁾ [mm]	$t_{m,2}^{2)}$ [mm]	GK ³⁾ [mm]	$t_{m,2}^{2)}$ [mm]	GK ³⁾ [mm]	$t_{m,2}^{2)}$ [mm]	GK ³⁾ [mm]
B1	41,4	16	92,4	16	11,5	5	2	–
B2	23,2	8	82,1	16	2	–	2	–
W 1	–	–	145,5	16	5,8	2	2	–
W 2	–	–	148,8	16	3,7	2	2	–
W 3	88,6	22	62,6	16	11,5	4	2	–

1) Probenbezeichnung nach Angaben des Auftraggebers
 2) Mittelwert aus 4 orthogonal zueinander angeordneten Einzelmessungen
 3) Abschätzung nach Augenschein

Die Messwerte werden an 4 repräsentativen orthogonal zueinander angeordneten Messorten gemäß nachfolgender Skizze als Mittelwert MW d_E aus 4 Einzelmessungen bestimmt. Die Schichtdicke (t_m) wird mit einer Genauigkeit von ± 1 mm angegeben.

Abb. 1: Skizze einer Probe mit vier repräsentativen angeordneten Messorten t_1 , t_2 , t_3 und t_4

2.2 Umfang der Untersuchungen

Art und Umfang der Prüfungen sind in Tabelle 2 angegeben. Der Prüfumfang richtet sich nach den visuell erkennbaren Schadensausprägungen an einem Bohrkern (vgl. Abb.2), dem Probenumfang, der Probengeometrie (vgl. Bildanhang A) und den jeweiligen Prüfanforderungen.

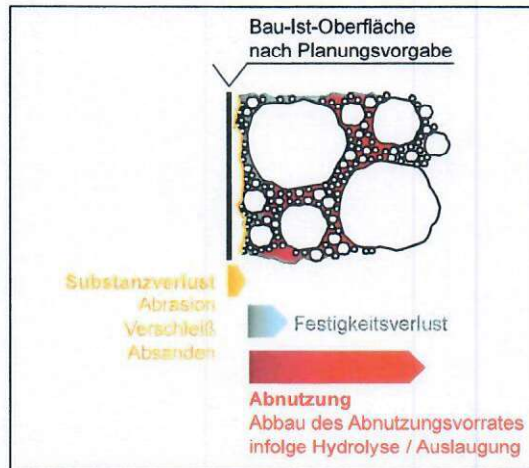


Abb. 2: Systematik zur Bestimmung von Substanzverlust, Festigkeitsverlust und Abnutzung

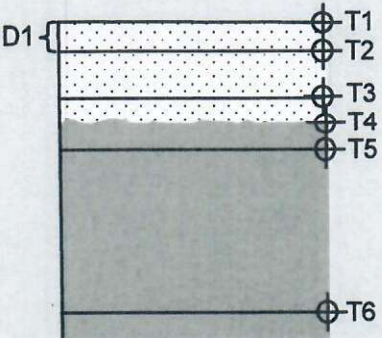
Tabelle 2: Art und Umfang der Untersuchungen

Prüfparameter	AW 1	AW 2	LW 1	LW 2	B 1	B 2
Schichtdicke	x	x	x	x	x	x
Abreißfestigkeit	x	x	x	x	x	x
Druckfestigkeit	x	x	--	--	--	--
Statischer E-Modul	x	x	--	--	--	--
Karbonatisierung	x	x	x	x	x	x

2.3 Probenpräparation

Für die verschiedenen Untersuchungen sind planebene Flächen und tiefenprofilabhngigen Untersuchungsebenen erforderlich. Tabelle 3 stellt eine Zuordnung der Nomenklatur der Laborbezeichnungen dar. Die Präparation erfolgte durch Sägeschnitt mit der Diamantsäge im Nassschnittverfahren bzw. durch Anlegen einer Bohr Nut für die Ermittlung der Haftzugfestigkeit. Proben für chemische Untersuchungen werden trocken gespalten oder gebrochen.

Tabelle 3: Nomenklatur der Laborbezeichnungen für Prüfebenen an Bohrkernen

tiefenprofilabhängige Ebene	Beschreibung	
	T 1	Auskleidungs-/Beschichtungsoberfläche
	T 2	rd. 5 mm unter Oberfläche in der Beschichtung
	T 3	Beschichtungsebene rd. 5 mm über der Adhäsionsebene zum Konstruktionsbeton
	T 4	Adhäsionsebene zum Konstruktionsbeton
	T 5	Beschichtungsebene rd. 5 mm unterhalb der Oberfläche des Konstruktionsbetons
	T 6	ungeschädigte Ebene im Konstruktionsbeton (i.d.R. Rückseite des Bohrkerns)
	D 1	bis rd. 5 mm dicke Randzone der Beschichtung zum Trinkwasser

3 LABORUNTERSUCHUNGEN

3.1 Schichtdicken

Die Schichtdicken der Bohrkernproben wurden an vier orthogonal zueinander angeordneten Messpunkten (s. Abbildung 1) mit einem Stahllineal (Genauigkeitsklasse 1) bestimmt und als Mittelwert der vier Messungen in Tabelle 1.1 und Tabelle 1.2 angegeben.

3.2 Abreißfestigkeit

Die Ermittlung der Abreißfestigkeit erfolgte gemäß DIN EN 1542 an den Prüfebenen T2 und T6 (vgl. Tabelle 3). An diesen Prüfebenen T2 (Beschichtung) und T6 (Beton) wird die Untersuchung als Oberflächenzugfestigkeit bezeichnet.

Nach Präparation der Proben mit der Diamantsäge wurde ein rd. 5mm Ringnut auf der Betonoberfläche gebohrt, um eine definierte Lastfläche und ein gleichmäßiges Kohäsionsbruchbild zu erhalten. Stahlabzugstempel, mit Durchmesser 50mm und ein Epoxidharzkleber wurden für die Untersuchung eingesetzt. Die Aufbringung der Last erfolgte kontinuierlich und gleichmäßig mit einer Geschwindigkeit von 0,05 N/mm².s.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die Proben infolge der Lagerung im Laborklima umgebungsbedingt trocken. Die Ergebnisse der Oberflächenzugfestigkeit sind in den Tabellen 4.1 bis 4.3 dargestellt.

Tabelle 4.1: Oberflächenzugfestigkeit, Prüfebene T2

Probe Nr.	Oberflächenzugfestigkeit ct,dry [N/mm ²]	Abrissbild
W1	2,86	Kohäsionsversagen in der Beschichtung B = 100 %
W2	1,48	Kohäsionsversagen in der Beschichtung B = 100 %
W3	1,61	Kohäsionsversagen in der Beschichtung B = 100 %
B1	3,09	Kohäsionsversagen in der Beschichtung B = 100 %
B2	1,37	Kohäsionsversagen in der Beschichtung B = 100 %
Mittelwert kleinster Einzelwert	2,1 N/mm ² 1,4 N/mm ²	Anforderungen gemäß W 300-4: Mittelwert $\geq 1,5$ N/mm ² kleinster Einzelwert $\geq 1,0$ N/mm ²

Tabelle 4.3: Oberflächenzugfestigkeit, Prüfebene T6

Probe Nr.	Oberflächenzugfestigkeit ct,dry [N/mm ²]	Abrissbild
W1	3,39	Kohäsionsversagen in der Beschichtung A = 100 %
W2	3,72	Kohäsionsversagen in der Beschichtung A = 100 %
W3	3,55	Kohäsionsversagen in der Beschichtung A = 100 %
B1	1,90	Kohäsionsversagen in der Beschichtung A = 100 %
B2	2,65	Kohäsionsversagen in der Beschichtung A = 100 %
Mittelwert kleinster Einzelwert	3,0 N/mm ² 1,9 N/mm ²	Anforderungen gemäß W 300-4: Mittelwert $\geq 1,5$ N/mm ² kleinster Einzelwert $\geq 1,0$ N/mm ²

3.3 Festbetonrohddichte und Betondruckfestigkeit

Für die Ermittlung der Festbetonrohddichte und Betondruckfestigkeit wurden aus den Bohrkernen Segmente zwischen den Prüfebenen T5/T6 (vgl. Tabelle 3) herauspräpariert und die Oberflächen planeben und orthogonal zur Prüfachse geschliffen. Aufgrund der Probengeometrie (Länge der eingelieferten Bohrkern) konnten nur solche Proben untersucht werden, die nach der Präparation einen Schlankheitsgrad von $(1 \pm 0,1)$ aufweisen. Die Versuchsdurchführung erfolgte gemäß EN 12390-3. Zum Zeitpunkt der Laboruntersuchungen waren die Proben infolge der Lagerung im Laborklima umgebungsbedingt trocken.

Tabelle 5: Festbetonrohddichte und Betondruckfestigkeit an Bohrkernen

Probe Nr.	Durchmesser [mm]	Höhe h [mm]	Masse [kg]	Dichte [kg/m³]	Bruchlast [kN]	Druckfestigkeit [N/mm²]
W1	99,4	92,1	1.668	2270	558,1	71,9
W 2	99,4	100,71	1.774	2270	514,8	66,3
W3	99,3	96,7	1.744	2329	614,2	79,3
B1	99,4	95,6	1.698	2289	459,7	59,2

3.4 Statischer Elastizitätsmodul

Die Bestimmung des statischen Elastizitätsmoduls erfolgt nach DIN EN 12390-13 mit der Beanspruchung eines Probekörpers unter axialer Druckbelastung mit der gleichzeitigen Aufzeichnung der auftretenden Spannungen und Dehnungen. Um die Vorbelastungsspannung zu ermitteln wurde im Vorfeld die Betondruckfestigkeit von drei begleitproben untersucht.

Zwei unterschiedliche Prüfverfahren werden festgelegt; Prüfverfahren A – Bestimmung des anfänglichen als auch des stabilisierten Elastizitätsmoduls ($E_{c,o}$) und Prüfverfahren B – Bestimmung des stabilisierten Elastizitätsmoduls ($E_{c,s}$).

Aus dem Anstieg der Spannungs-Dehnungs-Kurve wird der Sekantenmodul sowohl bei der ersten Belastung (nur bei Verfahren A) als auch nach drei Belastungszyklen (Verfahren A und B) ermittelt. Die Sekantensteigung wird als der Elastizitätsmodul unter Druckbelastung (Sekantenmodul) bezeichnet. Zum Zeitpunkt der Laboruntersuchungen waren die Proben infolge der Lagerung im Laborklima umgebungsbedingt trocken. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6: Ermittlung des statischen Elastizitätsmoduls

Probe-Nr.	Rohddichte [kg/m³]	statischer. E-modul [N/mm²]
B1	2289	25.861
W1	2334	28.318
W3	2329	28.631

3.5 Bestimmung der Karbonatisierungstiefe

Die Karbonatisierungstiefe erfolgte gemäß DIN EN 14 630 durch eine Indikatorlösung, die auf die Probe aufgesprüht wird. Der violette Farbumschlag kennzeichnet einen pH-Wert zwischen pH 8,2 und pH 9,8. Die Messung des Farbumschlages erfolgte rd. 30 s nach dem Aufsprühen der Indikatorlösung. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dokumentiert.

Tabelle 7: Karbonatisierungstiefe

Probe Nr.	Karbonatisierungstiefe [mm]	Bemerkung
B1	0/0	Verbundebene Beschichtung / Konstruktionsbeton
B2	0/0	Verbundebene Beschichtung / Konstruktionsbeton
W1	0/0	Verbundebene Beschichtung / Konstruktionsbeton
W2	0/0 0	Verbundebene Beschichtung / Konstruktionsbeton
W3	0/3	Verbundebene Beschichtung / Konstruktionsbeton

Koblenz, den 26.04.2024



Peter Sudermann M.Eng.

Leiter der Amtlichen Prüfstelle
für nichtmetallische Bau- und Werkstoffe

ANHANG A: Dokumentation der eingelieferten Proben

(Anhang A ist Bestandteil des Prüfberichtes 2024_I1_08)

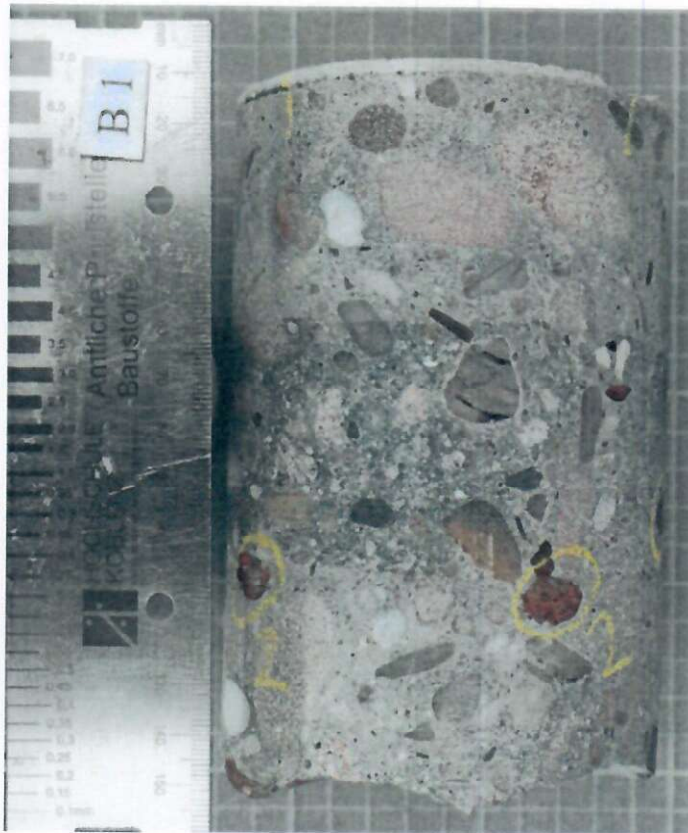


Bild 1:
Bohrkern B1
Ansicht



Bild 2:
Bohrkern B1
Draufsicht



Bild 3:
Bohrkern B2
Ansicht



Bild 4:
Bohrkern B2
Draufsicht 1



Bild 5:
Bohrkern W1
Ansicht



Bild 6:
Bohrkern W1
Draufsicht



Bild 7:
Bohrkern W2
Ansicht

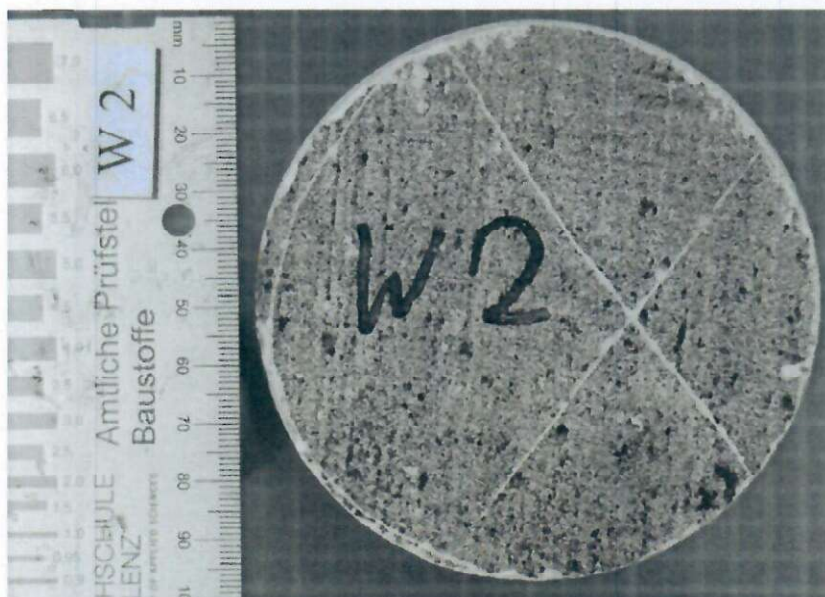


Bild 8:
Bohrkern W2
Draufsicht



Bild 9:
Bohrkern W3
Ansicht



Bild 10:
Bohrkern W3
Draufsicht