

VA-Coating GmbH
Alte Duisburger Str. 11
47119 Duisburg

Kiwa GmbH
Polymer Institut
Quellenstraße 3
65439 Flörsheim

T: +49 (0) 6145 59710
E: DE.Kiwa.Polymer@kiwa.com

www.kiwa.com



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkundenanlage D-PL-11217-01-00 aufgeführten Prüfverfahren.

Prüfbericht

Projekt: **P 14448-1**

Untersuchungsauftrag: Erstprüfung des Beschichtungssystems
VA-Coating System OS 10

gemäß der Prüfkategorie **OS 10**
der „Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von
Betonbauteilen“ des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton
(Ausgabe Oktober 2001), inkl.2. Berichtigung vom Dezember
2005

Probenbeschreibung: siehe Übersicht 4,5,7

Anzahl der Proben: siehe Probeneingang

Werk: -

Auftragsdatum: 24.10.2024

Probennahme durch: durch den Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 04.11.2024/ 23.01.2025/ 21.03.2025/ 16.05.2025

Prüfzeitraum: November 2024 – April 2025

Dieser Prüfbericht umfasst: 20 Seiten und Anlage 1 mit 7 Seiten

Flörsheim-Wicker, 15.09.2025

i. V. Dipl. Ing. (FH) N. Machill
Standortleitung



i. A. P. Stein
Sachbearbeiter

^{a)} Angaben des Auftraggebers. ^{k)} Änderung.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts nicht gestattet.

Geschäftsführer: Andreas Müller, Dr. Gero Schönwaßer
Amtsgericht Hamburg, HRB 130568, St.Nr.: 46/736/03268

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1	VORGANG	3
2	PROBENEINGANG	5
3	HERSTELLUNG DER PROBEKÖRPER.....	6
4	PRÜFUNGEN	8
4.1	Prüfungen an den Ausgangsstoffen	8
4.1.1	Infrarotspektrum.....	8
4.1.2	Dichte	8
4.1.3	Thermogravimetrische Analyse.....	8
4.1.4	Dynamische Viskosität.....	9
4.1.5	Aminzahl.....	9
4.1.6	Epoxidäquivalent.....	9
4.1.7	Isocyanatgehalt.....	9
4.2	Prüfungen an den angemischten Stoffen	10
4.2.1	Entwicklung der Shore-Härte A bzw. D	10
4.2.2	Topfzeit.....	10
4.2.3	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen / Festkörpergehalt.....	11
4.2.4	Aschegehalt	11
4.3	Prüfungen an den Verbundkörpern	11
4.3.1	Abreißversuch.....	11
4.3.2	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM) im Vergleich zur unbeanspruchten Probe.....	12
4.3.3	Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung.....	12
4.3.4	Dynamische Rissüberbrückung.....	13
4.3.5	Brandverhalten nach Aufbringung	14
4.3.6	Schichtdicke.....	14
5	ERGEBNISSE.....	15
5.1	Prüfungen an den Ausgangsstoffen	15
5.2	Prüfungen an den Verbundkörpern	17
5.2.1	Abreißfestigkeit	17
5.2.2	Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM) im Vergleich zur unbeanspruchten Probe.....	17
5.2.3	Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung.....	18
5.2.4	Dynamische Rissüberbrückung.....	19
5.2.5	Brandverhalten.....	19
5.2.6	Schichtdicke.....	20

1 VORGANG

Die Kiwa GmbH Polymer Institut wurde durch die VA-Coating GmbH, Duisburg, beauftragt, mit der Prüfung des Beschichtungssystems

VA-Coating System OS 10

bestehend aus den Komponenten

VA Coating P 13

VA Coating S 30

im Systemaufbau gemäß

OS 10
Beschichtung als Dichtungsschicht mit hoher Rissüberbrückung
unter Schutz- und Deckschichten für begeh- und befahrbare
Flächen
 - Rissüberbrückungsklasse IV_{T+V} (-20 °C) nach ZTV-BEL-B 3 –

der „Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb), Okt. 2001 beauftragt.

Gemäß den Angaben des Auftraggebers besteht dieses Beschichtungssystem aus den folgenden Stoffen bzw. aus den folgendem Systemaufbau:

Übersicht 1: Beschreibung der Stoffe und des Systemaufbaus ^{a)}

Systemaufbau	Stoffbezeichnung ^{a)}	Beschreibung ^{a)}
Grundierung	VA Coating P 13	2-komponentiges, lösemittelfreies Epoxidharzsystem
Abstreuerung	Quarzsand 0,4 – 0,8mm	Quarzsand
Dichtungsschicht	VA Coating S 30	2-komponentiger, lösemittelfreier Flüssigkunststoff auf Polyurea-Basis
Versiegelung/ Overspray	VA Coating S 30	

Umfang der Prüfungen

Die „Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb), Okt. 2001, gibt für ein *Oberflächenschutzsystem der Klasse OS 10* die Rissüberbrückungsklasse IV_{T+V} (ZTV-BEL B 3) vor.

Aus diesem Grund wird die Prüfung der Rissüberbrückung gemäß den TP-BEL-B Teil 3, „Technischen Prüfvorschriften für Baustoffe zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton mit Dichtungsschicht nach ZTV-BEL-B, Teil 3“ (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton, Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff) durchgeführt.

Da die Anwendungsbereiche des zu prüfenden Oberflächenschutzsystems und die Anwendungsbereiche des Oberflächenschutzsystems der Klasse OS 11 (OS F) weitgehend kongruent sind, wurden die Prüfungen

- an den Ausgangsstoffen,
- an den angemischten und erhärteten Stoffen und
- an den Verbundkörpern

dem Prüfkatalog dieser Klassen von Oberflächenschutzsystemen entnommen. Folgende Übersicht gibt einen Überblick über die nach o.g. Richtlinien geforderten Prüfungen und Anforderungen an den Verbundkörpern.

Übersicht 2: Prüfungsumfang

Art der Prüfung	Prüfverfahren	Stand
Prüfungen an den Ausgangsstoffen		
Infrarotspektrum	DIN EN 1767	09-1999
Dichte	DIN EN ISO 2811-2	06-2011
Thermogravimetrische Analyse	DIN EN ISO 11358-1	07-2022
Dynamische Viskosität	DIN EN ISO 3219-2	08-2021
Aminzahl	DIN EN 1877-2	12-2000
Epoxidäquivalent	DIN EN 1877-1	12-2000
Isocyanatgehalt	DIN EN 1242	05-2013
Prüfungen an den angemischten Stoffen		
Entwicklung der Shore-Härte A bzw. D	DIN EN ISO 868	10-2008
Topfzeit	DIN EN ISO 9514	07-2005
Flüchtige und nichtflüchtige Anteile	DIN EN ISO 3251	09-2019
Aschegehalt	DIN EN ISO 3451-1	11-2008
Prüfungen an den Verbundkörpern		
Abreißversuch	DIN EN 1542	07-1999
Haftzugfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit, Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM)	DIN EN 13687-1 und DIN EN 13687-2*	05-2002 05-2002
Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung	DIN EN 13036-4* sowie in Anlehnung an DIN EN 660-1*	12-2011 06-1999
Dynamische Rissüberbrückung [Klasse IV _[T+V]] im Anschluss an die Konditionierung	TP-BEL B Teil 3* DIN EN 1062-11	1995 09-2005
Brandverhalten nach Aufbringung/ Klassifizierung	DIN EN ISO 11925-2** DIN EN 13501-1**	07-2020 05-2019
Schichtdicke	DIN EN ISO 2808	12-2019

* nicht akkreditiertes Prüfverfahren

** diese Methode ist durch einen akkreditierten Unterauftragnehmer analysiert worden

Übersicht 3: Prüfungen und Anforderungen OS 10

Prüfung	Norm	Anforderung OS10
Haftfestigkeit nach Prüfung der Temperaturwechselverträglichkeit Gewitterregenbeanspruchung und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff	EN 13687-2 und EN 13687-1	keine Risse, Blasen, Ablösungen und Abreißfestigkeit im Mittel $\geq 1,5$ (kl. Einzelw. $\geq 1,0$) N/mm ²
Dynamische Rissüberbrückungsfähigkeit Vorher Konditionierung: 7d 70°C	TP-BEL B 3 bzw. EN 1062-11	IV _{T+V} (ZTV-BEL B3) bei -20°C zusätzlich Aufdehnen auf 1 mm (7d 70°C) und Bestimmung der maximalen, einmaligen Aufdehnung des Systems
Abreißfestigkeit	EN 1542	im Mittel $\geq 1,5$ (kl. Einzelw. $\geq 1,0$) N/mm ²
Brandverhalten	EN 13501-1	mind. Klasse E
Griffigkeit/Rutschfestigkeit	EN 13036-4	≥ 60 [Skt]
Schichtdicke	EN ISO 2808	Dichtungsschicht mind. 2 mm

2 PROBENEINGANG

Die Kiwa GmbH erhielt vom Auftraggeber die in der folgenden Übersicht aufgeführten Proben.

Tabelle 1: Probeneingang Ausgangsstoffe ^{a)}

Stoffbezeichnung ^{a)}	Komponente	Charge	Menge [kg]
VA Coating P 13	A	D23122519Z0424	1,56
	B	D 2404148	0,94
VA Coating S 30	A	F 368O8C009	27,0
	B	F 368O7G000	30,0
Quarzsand 0,4 – 0,8 mm	-	-	25

Tabelle 2: Probeneingang Probekörper ^{a)}

Bezeichnung ^{a)}	Probenbeschreibung	Anzahl	Abmessungen [cm]
VA-Coating System OS 10	MC (0,40) Platten beschichtet	4	30 x 30 x ca. 6,5
	Faserzementplatte beschichtet	1	50 x 50 x ca. 1,0

^{a)} Angaben des Auftraggebers. ^{k)} Änderung. ^{z)} Die Konformitätsaussage erfolgt entsprechend der Anforderungen der genannten Spezifikationen und nach der ersten binären Kiwa-Entscheidungsregel mit dem dazugehörigen Vertrauensniveau. Diese Beurteilung ist eine reine Konformitätsaussage der Prüfstelle. Sie ersetzt nicht die anschließende Beurteilung und Bewertung der Zertifizierungsstelle bzw. die Konformitätsbestätigung.

3 HERSTELLUNG DER PROBEKÖRPER

Übersicht 4: Mischungsverhältnisse ^{a)}

Stoffbezeichnung	Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen	
	Komponente A	Komponente B
VA Coating P 13	10	6

Übersicht 5: Mischungsverhältnisse ^{a)}

Stoffbezeichnung	Mischungsverhältnis in Volumenteile	
	Komponente A	Komponente B
VA Coating S 30	1	1

Übersicht 6: Verwendete Grundkörper

Prüfung	Substrat	Abmessungen (l x b x h)
Abriebfestigkeit	Faserzementplatten	100 mm x 100 mm x 8 mm
Haftzug- und Schlagfestigkeit	Betonplatten MC (0,40)	gemäß DIN EN 1766
Dynamische Rissüberbrückung (Verfahren B)	Mörtelprismen herausgesägt aus einem Prismenblock	gemäß DIN EN 1062-7 Anhang C, 3.2 (siehe Abbildung 1)
Griffigkeit/Rutschfestigkeit	Faserzementplatten	200 mm x 200 mm x 8 mm

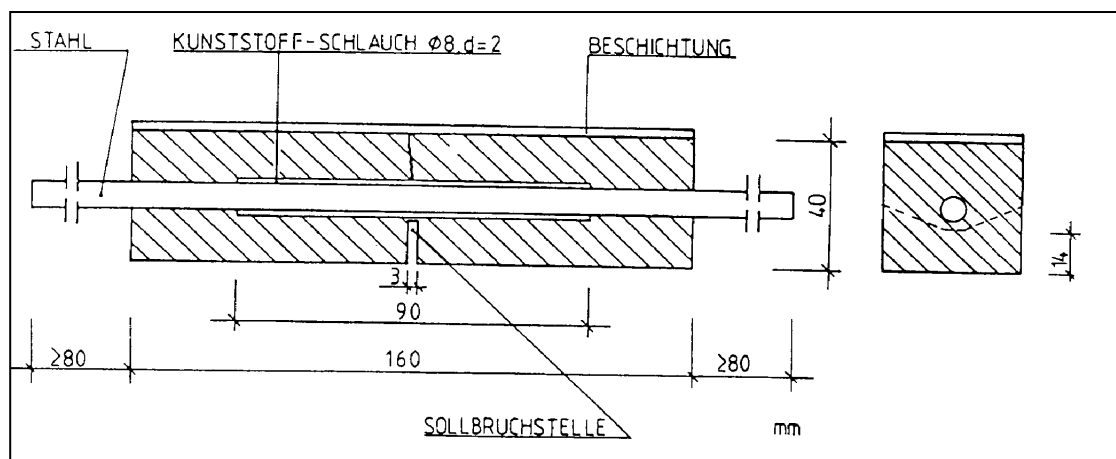


Abbildung 1: Probekörper gemäß DIN EN 1062-7

Die o.a. Grundkörper wurden bei Normbedingungen (T_{NORM}) gemäß DIN 23270 oder bei T_{MAT} ($= 8^\circ\text{C}/ 85\% \text{ r. F.}$) von einem Mitarbeiter des Auftraggebers in den Räumlichkeiten der Kiwa GmbH und vom Kunden beschichtet.

Übersicht 7: Verbrauchsmengen - Beschichtung der Grundkörper ^{a)}

	Verbrauch in [g/m ²] - Mittelwerte -	
	1	2
Lage / Schicht	<i>Grundierung</i>	<i>Dichtungsschicht/ Versiegelung (Overspray)</i>
Grundkörper	VA Coating P 13 + <i>Abstreuerung</i> Quarzsand 0,4 - 0,8 mm	VA Coating S 30 ¹⁾
Betonplatten, MC 0,40, Faserzementplatte	ca. 250 - 400 + lose Abstreuerung	ca. 2.800
Applikationsgerät	Pinzel + von Hand	Heißspritzverfahren
Wartezeiten [h]	24	

¹⁾ Applikation durch Heißspritzverfahren

Übersicht 8: Gerätedaten der Spritzapparatur ^{a)}

Parameter	Heißspritz-Equipment
Misch,-Spritzgerät	NUAIR
Modell	SILTEK + HERKULES CE
Code	B2BE104AFA556
Arbeitstemperatur	ca. 75 °C
Verarbeitungsdruck	ca. 150 bar
Schlauch	doppelt, beheizt, Länge: ca. 20 m

4 PRÜFUNGEN

Soweit nicht anders angegeben, erfolgte die Lagerung der Geräte und Probekörper sowie die Durchführung der Prüfungen bei Normbedingungen gemäß DIN EN 23270.

4.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen

Die Durchführung der Prüfungen erfolgte gemäß den in der nachfolgenden Übersicht aufgeführten Prüfverfahren an den Stoffen gemäß Probeneingang.

4.1.1 Infrarotspektrum

Die Infrarotspektren wurden unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen aufgenommen.

Norm:	DIN EN 1767 „ <i>Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren – Infrarotanalyse</i> “
Prüfgerät:	FTIR-Spektrometer, ALPHA (Fa. Bruker)
Messsystem:	Platinum ATR - High Pressure
Aufnahmetechnik:	horizontale ATR-Technik/ Probenträger: Diamant
Wellenzahlenbereich:	4000 - 400 cm ⁻¹
Darstellung:	Transmission
Auflösung:	4 cm ⁻¹

4.1.2 Dichte

Die Dichte wurde nach DIN EN ISO 2811-2 „*Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Dichte - Teil 2: Tauchkörper-Verfahren*“ in je zwei Einzelversuchen mit einer Dichtekugel (10 cm³) bei 23 °C ermittelt.

4.1.3 Thermogravimetrische Analyse

Die thermogravimetrische Analyse wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen durchgeführt.

Norm:	DIN EN ISO 11358-1 „ <i>Kunststoffe-Thermogravimetrie von Polymeren - Allgemeine Grundlagen</i> “
Prüfgerät:	Thermoanalysestation TG 209 F3 Tarsus, Fa. Netzsch
Temperaturbereich:	35 °C bis 900 °C
Aufheizrate:	10 K/min
Kalibriersubstanz:	Al, Zn, Ga, In, Sn, Bi
Vorbehandlung:	keine
Probenhalterung:	Aluminiumoxid, Außendurchmesser 6,7 mm
Temperaturfühler:	Thermoelement innerhalb der Probenhalterung
Atmosphäre:	N ₂ , 30 ml/min

4.1.4 Dynamische Viskosität

Die dynamische Viskosität wurde unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen in einer Doppelbestimmung durchgeführt.

Norm:	DIN EN ISO 3219 „Kunststoffe-Polymere/Harze in flüssigem, emulgiertem oder dispergiertem Zustand – Bestimmung der Viskosität mit einem Rotationsviskosimeter bei definiertem Geschwindigkeitsgefälle“
Prüfgerät:	Rotationsviskosimeter der Fa. Anton Paar (Typ MCR 51)
Messsystem:	CP 50-1
Scherrate:	konstant
Auswertung/ Messzeit:	automatische Interpolation

4.1.5 Aminzahl

Die Aminzahl wurde in einer Doppelbestimmung gemäß DIN 1877-2 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen - Teil 2: Bestimmung der Aminzahl anhand des Totalbasizitätsgrades“ ohne weitere Vorbehandlung der Proben durch potentiometrische Titration ermittelt.

4.1.6 Epoxidäquivalent

Das Epoxidäquivalent wurde in einer Doppelbestimmung gemäß DIN EN 1877-1:2000 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Reaktive, funktionelle Gruppen von Epoxidharzen - Teil 1: Bestimmung des Epoxid-Äquivalents“ durch potentiometrische Titration ermittelt.

4.1.7 Isocyanatgehalt

Der Isocyanatgehalt wurde ohne weitere Vorbehandlung der Stoffe gemäß DIN EN 1242 „Klebstoffe - Bestimmung des Isocyanatgehaltes“ titrimetrisch in einer Doppelbestimmung bestimmt.

4.2 Prüfungen an den angemischten Stoffen

Die Durchführung der Prüfungen erfolgte gemäß den in der nachfolgenden Übersicht aufgeführten Prüfverfahren an den angemischten Stoffen.

4.2.1 Entwicklung der Shore-Härte A bzw. D

Der Härtingsverlauf wurde durch die Prüfung der Shore-Härte nach DIN EN ISO 868 „Kunststoffe und Hartgummi - Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)“ ermittelt. Es wurde eine automatische Prüfeinrichtung Typ 38210 der Karl Frank GmbH verwendet. Bestimmt wurde dabei die Shore-Härte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen. Die Messzeit betrug 3 Sekunden.

Bestimmt wurden dabei:

- die *Härtingszeit* (Zeitintervall bis zum Erreichen von 50 % der Endhärte)
- die *Endhärte* (Härtegrad nach 7-tägiger Lagerung)

Die Härteprüfung erfolgte an dem Prüfkörper mit einer Schichtdicke von 6 mm bzw. an einem freien Film.

4.2.2 Topfzeit

Die Bestimmung der Topfzeit erfolgte unter Einhaltung nachfolgender Prüfbedingungen.

Norm:	in Anlehnung an DIN EN ISO 9514:07-2005 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Verarbeitungszeit von Mehrkomponenten-Beschichtungssystemen - Vorbereitung und Konditionierung von Proben und Leitfaden für die Prüfung“
Prüfgerät:	OMB-DAQ-56, Fa. Omega mit Thermoelement Fe-CuNi
Auswertung:	Dasy-Lab 6.0 - Software
Messintervall:	10 s
Ausgangstemperatur:	23 °C
Homogenisierung:	1 min mit Holzspatel gemischt
Prüfvolumen:	100 cm ³
Temperaturentwicklung:	adiabatisch, im allseitig wärmedämmten Reaktionsgefäß
Anzahl der Bestimmungen:	2

Aus der Aufzeichnung der Temperatur-/Zeit-Kurve wurden folgende Größen ermittelt:

- *Topfzeit*
Zeit zwischen dem Anmischen mehrkomponentiger Reaktionsharze bei der angegebenen Ausgangstemperatur und dem Erreichen einer Temperatur von 40 °C
- *Maximaltemperatur* der Mischung
- *Reaktionszeit*
Intervall bis zum Erreichen der *Maximaltemperatur* ($T_{\max}$) der Mischung

4.2.3 Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen / Festkörpergehalt

Der Festkörpergehalt wurde am im o.a. Mischungsverhältnis angerührten Probenmaterial unter Einhaltung der nachfolgenden Prüfbedingungen in einer Dreifachbestimmung durchgeführt.

Norm:	DIN EN ISO 3251 „Bestimmung des nichtflüchtigen Anteils von Lacken, Anstrichstoffen und Bindemitteln für Lacke und Anstrichstoffe“
Wärmeschrank:	Umluftwärmeschrank
Vorlagerung:	24 h gemäß DIN EN 23270
Trocknungszeit:	3 h
Trocknungstemperatur:	105 °C
Verwendete Schale:	Blechdeckel Ø 74 mm

4.2.4 Aschegehalt

Der Aschegehalt der gemäß dem vorgegebenen Mischungsverhältnis angemischten Stoffe wurde gemäß DIN EN ISO 3451-1:11-2008 „Kunststoffe; Bestimmung der Asche; Teil 1: Allgemeine Grundlagen“ bei einer Temperatur von $(550 \pm 25) ^\circ\text{C}$ ermittelt. Die Glühzeit betrug 3 Stunden.

4.3 Prüfungen an den Verbundkörpern

4.3.1 Abreißversuch

Die Prüfung der Haftzugfestigkeit wurde nach DIN EN 1542 „Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch“: Juli 1999, durchgeführt. Hierbei wurden Stahlstempel ($\varnothing 50 \pm 0,5$ mm und Dicke 30 mm) mit einem lösemittelfreien 2K-Epoxydharzkleber auf die Beschichtung aufgeklebt. Die Abreißprüfungen wurden mit einem kalibrierten Zugprüfgerät der Firma Freundl, Typ Easy-M, unter konstantem Lastanstieg von 300 N/s durchgeführt.

Die Applikation und die Lagerung bis zur Prüfung erfolgte unter Normbedingungen (T_{NORM}) gemäß DIN EN 23270. Die Beschichtung der Probekörper erfolgte in horizontaler Lage.

4.3.2 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM) im Vergleich zur unbeanspruchten Probe

Die Applikation des Beschichtungssystems erfolgte bei 8 °C und 75 % relativer Feuchtigkeit (T_{MAT}) in horizontaler Lage. Nach dem Probeneingang im Polymer Institut erfolgte die Konditionierung der Probekörper bis zur Prüfung unter Normbedingungen (T_{NORM}) gemäß DIN EN 23270.

Die Gewitterregensimulation erfolgte gemäß DIN EN 13687-2 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Temperaturwechselverträglichkeit - Teil 2: Gewitterregen-beanspruchung (Temperaturschock)*“: Mai 2002 und die anschließende Temperaturwechsellagerung mit Tausalzeinfluss nach DIN EN 13687-1 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren; Bestimmung der Wärmeverträglichkeit – Teil 1: Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff*“: Mai 2002. Während Unterbrechungen der Wechsellagerung lagerten die Probekörper im Wasser.

Zur Beurteilung von Rissen, Blasen oder Ablösungen wurden die Kennwerte gemäß DIN EN ISO 4628 ff „*Beschichtungsstoffe - Beurteilung von Beschichtungsschäden - Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen*“ herangezogen.

Die Prüfung der Haftzugfestigkeit wurde nach DIN EN 1542 „*Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch*“: Juli 1999, an unbelasteten (Referenzprobe) und belasteten Proben durchgeführt. Hierbei wurden Stahlstempel ($\varnothing 50 \pm 0,5$ mm und Dicke 30 mm) mit einem lösemittelfreien 2K-Epoxydharzkleber auf die Beschichtung aufgeklebt. Die Abreißprüfungen wurden mit einem kalibrierten Zugprüfgerät der Firma Freundl, Typ Easy-M, unter konstantem Lastanstieg von 300 N/s durchgeführt.

4.3.3 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung

Die Griffigkeitsmessung erfolgte an den gemäß Kapitel 3 dieses Prüfberichtes beschichteten Faserzementplatten. Aus den Faserzementplatten wurden zwei Probekörper mit den Abmessungen 200 mm x 200 mm herausgesägt und für die Dauer von 7 Tagen einer künstlichen Alterung bei 70 °C im Wärmeumluftschrank unterworfen.

Die Prüfung der Griffigkeit wurde nach DIN EN 13036-4 „*Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen- Prüfverfahren - Teil 4: Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest*“: Dezember 2003, Anhang D mit folgenden Prüfparametern durchgeführt:

Pendelgerät:	Skid-Resistance-Tester nach BS 812
Skalierung:	C-Skala
Reiblänge:	126 mm
Gleitkörper:	SRT-Gleitkörper (Slider 57)
Prüffläche:	nass

Anschließend wurde die Verschleißfestigkeitsprüfung mit folgenden Prüfparametern durchgeführt:

a) Angaben des Auftraggebers. k) Änderung. z) Die Konformitätsaussage erfolgt entsprechend der Anforderungen der genannten Spezifikationen und nach der ersten binären Kiwa-Entscheidungsregel mit dem dazugehörigen Vertrauensniveau. Diese Beurteilung ist eine reine Konformitätsaussage der Prüfstelle. Sie ersetzt nicht die anschließende Beurteilung und Bewertung der Zertifizierungsstelle bzw. die Konformitätsbestätigung.

Norm:	in Anlehnung an DIN EN 660-1:06-1999 „Ermittlung des Verschleißverhaltens, Teil 1: Stuttgarter Prüfung“.
Prüfgerät:	Verschleißprüfmaschine gemäß DIN EN 660-1
Gummi-sohlenmaterial:	Härte Shore A 90 ± 2 Dicke $2,5 \pm 0,1$ mm; Profil der Profilhöhe $0,9 \pm 0,1$ mm
Belastung:	17 kg
Belastungsart:	Dreh-Walk-Bewegung
Kontrolle:	nach 1000 und 2000 Doppelhüben

Es wurden zunächst 50 Doppelhübe ausgeführt, um lockere Körner herauszulösen. Nach 50, 1000 und 2000 Doppelhüben (DH) wurde eine visuelle Beurteilung vorgenommen sowie der Massenverlust mit einer Genauigkeit von 0,01 g zwischen einzelnen Doppelhüben bestimmt. Danach erfolgte erneut die Griffigkeitsmessung. Als Ergebnis sind jeweils die Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen pro Probekörper angegeben.

4.3.4 Dynamische Rissüberbrückung

Die Prüfung der dynamischen Rissüberbrückung erfolgte an den beschichteten Prismen (Prismenblock).

Künstliche Alterung

Die beschichteten Prismen wurden für die Dauer von 7 Tagen einer künstlichen Alterung bei 70 °C im Wärmeumluftschrank unterworfen.

Prüfung der dynamischen Rissüberbrückung

Die Rissüberbrückungsprüfung am Verbundkörper wurde gemäß TP-BEL-B „Technische Prüfvorschriften für Baustoffe zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton mit Dichtungsschicht nach ZTV-BEL-B, Teil 3“:1995, Abs. 3.5.2, mit folgenden Prüfparametern durchgeführt:

Rissüberbrückungsklasse:	Klasse IV_T + V
Prüftemperatur:	- 20°C
Prüfgerät:	Hydropulsanlage Fa. Schenck, S 59
Temperaturbeanspruchung:	Trapezfunktion
	untere Rissbreite: 0,20 mm
	obere Rissbreite: 0,40 mm
	Rissbreitenänderung: 0,20 mm
	Risswechsel: 1.000
	Frequenz: 0,03 Hz
Verkehrsbeanspruchung:	Sinusschwingung
	Rissbreitenänderung: $\pm 0,05$ mm
	Risswechsel: 100.000
	Frequenz: 5 Hz

Die Prüfung untergliedert sich nach dem o.a. Regelwerk in einen dynamischen (Abs. 3.5.2.1) und einen statischen (Abs. 3.5.2.2) Teil.

Es wurden drei Probekörper geprüft. Vor Beginn der Prüfung der dynamischen Rissüberbrückung wurde in der Prüfeinrichtung bei Raumtemperatur ein Riss $< 100 \mu\text{m}$ im Substrat erzeugt.

Die dynamische Teilprüfung wurde mit einer weggesteuerten, servohydraulischen Prüfmaschine mit temperierbarer Prüfeinrichtung bei -20°C durchgeführt. Zur Erfassung und Steuerung der Rissbreite wurden induktive Wegaufnehmer am Probekörper angebracht. Die am Probekörper wirkenden Kräfte wurden über die Versuchsdauer aufgezeichnet. Die statische Teilprüfung und maximale Dehnung erfolgten bei Normtemperatur gemäß DIN EN 23270: 09-1991.

Nach Abschluss der dynamischen Teilprüfung wurde der Probekörper im fixierten Risszustand bei 1 mm Aufweitung 7 Tage bei 70°C gelagert. Anschließend erfolgte eine visuelle Kontrolle der Dichtungsschicht auf evtl. aufgetretene Schäden. Augenscheinlich konnte kein Durchriss der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) festgestellt werden. Dies wurde durch eine abschließende Prüfung auf Wasserdichtigkeit bestätigt.

4.3.5 Brandverhalten nach Aufbringung

Die Prüfung zur Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten“ erfolgte in einer vom Auftraggeber beauftragten Brandprüfstelle.

4.3.6 Schichtdicke

Die Schichtdicken der einzelnen Lagen des Oberflächenschutzsystems wurden gemäß DIN EN ISO 2808 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke“ an einer Schnittfläche vertikal geschnittener Betonplatte im Auflichtmikroskop unter 10-facher Vergrößerung gemessen.

Es wurden jeweils die Mittelwerte aus 10 Einzelmessungen des Probekörpers, gerundet auf 0,1 mm und der Gesamtmittelwert angegeben.

Oberflächenschutzsystem der Klasse OS 10

Die Mindestschichtdicke der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht ist gemäß Kapitel 5.2 der o. g. Richtlinie Teil 2, Ausgabe Oktober 2001, unter Beachtung folgender Kriterien ermittelt worden:

- Angabe der festgestellten mittleren Schichtdicke bei den Temperaturwechselbeanspruchungsplatten
- Geringste Schichtdicke, mit der die geforderte Rissüberbrückung nachgewiesen wurde

Der jeweils größte Wert ist anzugeben. Mindestens ist jedoch die in Tabelle 5.2 des Teils 2 der o. g. Richtlinie, Ausgabe Oktober 2001, aufgeführte Dicke als Mindestschichtdicke $d_{\min}$ der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht anzusetzen.

5 ERGEBNISSE

5.1 Prüfungen an den Ausgangsstoffen

Tabelle 3: Ergebnisse von VA Coating P 13

Art der Prüfung / Prüfgröße	Parameter		Prüfungsergebnis	
			Einzelwerte	Mittelwert
Prüfungen an den Ausgangsstoffen				
IR-spektroskopische Analyse Komponente A Komponente B	Lieferzustand Lieferzustand		(B1) (B2)	
Dichte [g/cm³] Komponente A Komponente B	Dichtekugel Dichtekugel		1,135 / 1,134 0,990 / 0,990	1,135 0,990
Thermogravimetrische Analyse [%] Gesamtmasseverlust Komponente A Komponente B	Rückstand bei 600 °C 2,8 0,7	Einwaage [mg] 9,9 26,1	97,2 (B3) 99,3 (B4)	
Dyn. Viskosität [mPa*s] Komponente A Komponente B	Messsystem CP50-1 CP50-1	Scherrate 500 s ⁻¹ 1500 s ⁻¹	870 / 860 350 / 370	870 (B5) 360 (B6)
Epoxidäquivalent Komp. A [g/mol EE]	Lieferzustand		182 / 184	183
Aminzahl Komp. B [mg KOH/g]	Lieferzustand		323 / 322	323
Prüfungen an den angemischten bzw. erhärteten Stoffen				
Entwicklung der Shore-härte [Skt]	MV (MT) 10:6		1 Tag 3 Tag 7 Tag	73 Shore D 81 Shore D 82 Shore D
Topfzeit [min] max. Temperatur [°C] Reaktionszeit [min]			40 / 40 159 / 155 72 / 71	(B7) 40 157 72
Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen [Gew.-%]			98,6 / 98,6 / 98,9	98,7
Aschegehalt [Gew.-%]			0,1 / 0,1 / 0,1	0,1

B Bild in der Anlage/ MV: Mischungsverhältnis

Tabelle 4: Ergebnisse von VA Coating S 30

Art der Prüfung / Prüfgröße	Parameter		Prüfungsergebnis	
			Einzelwerte	Mittelwert
Prüfungen an den Ausgangsstoffen				
IR-spektroskopische Analyse Komponente A Komponente B	getr. Dichlormethanextrakt Lieferzustand		(B8) (B9)	
Dichte [g/cm³] Komponente A Komponente B	Dichtekugel Dichtekugel	- -	1,001 / 1,001 1,113 / 1,114	1,001 1,114
Thermogravimetrische Analyse [%] Gesamtmasseverlust Komponente A Komponente B	Rückstand bei 600 °C 0 2,9	Einwaage [mg] 28,9 13,7	100 (B10) 97,1 (B11)	
Dyn. Viskosität [mPa*s] Komponente A Komponente B	Messsystem CP50-1 CP50-1	Scherrate 500 s ⁻¹ 500 s ⁻¹	420 / 420 1300 / 1300	420 (B12) 1300 (B13)
Aminzahl Komp. B [mg KOH/g Probe]	Lieferzustand		209 / 207	208
Isocyanatgehalt Komp. B [M.-%]	Lieferzustand Per Hand titriert		15,1 / 14,9	15,0
Prüfungen an den angemischten bzw. erhärteten Stoffen				
Entwicklung der Shorehärte [Skt]	MV (VT) 1 : 1	Ein Ergebnis konnte nicht ermittelt werden, da die Probe beim Anmischen zu schnell aushärtet.		
Topf-/Verarbeitungszeit [min] Max. Temperatur [°C] Reaktionszeit [min]				
Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen [Gew.-%]				
Aschegehalt [Gew.-%]		0,0 / 0,0/ 0,0	0,0	

B Bild in der Anlage

5.2 Prüfungen an den Verbundkörpern

5.2.1 Abreißfestigkeit

Tabelle 5: Haftfestigkeit im Abreißversuch

Stempel Nr.	Haftfestigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]		
	Einzelwerte	A	A/B	B/C
1	4,1	-	20	80
2	1,9	-	-	100
3	4,1	50	20	30
4	3,3	30	30	40
5	2,2	30	50	20
Mittelwert	3,1	Anforderung: Mittelwert: $\geq 1,5$ MPa kleinster Einzelwert: $\geq 1,0$ MPa		
kleinster Einzelwert	1,9			

Legende:

A: Kohäsionsbruch im Beton

A/B: Adhäsionsbruch zwischen Beton & VA Coating P 13

B/C: Adhäsionsbruch zwischen VA Coating P 13 & VA Coating S 30

5.2.2 Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM) im Vergleich zur unbeanspruchten Probe

Tabelle 6: Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM); Referenzprobekörper

Stempel Nr.	Haftfestigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]	
	Einzelwerte	A	B/C
1	3,8	-	100
2	2,8	10	90
3	3,6	10	90
4	3,7	10	90
5	3,1	10	90
Mittelwert	3,4	Anforderung: Mittelwert: $\geq 1,5$ MPa kleinster Einzelwert: $\geq 1,0$ MPa	
kleinster Einzelwert	2,8		

Legende:

A: Kohäsionsbruch im Beton

B/C: Adhäsionsbruch zwischen VA Coating P 13 & VA Coating S 30

Tabelle 7: Haftzugfestigkeit nach Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalzeinfluss (TWBM); belastete Probekörper

Stempel Nr.	Haftfestigkeit [MPa]	Bruchfläche [%]	
	Einzelwerte	A	B/C
1	2,2	-	100
2	2,5	20	80
3	1,9	10	90
4	2,3	10	90
5	2,2	-	100
6	2,3	-	100
7	2,2	-	100
8	2,1	-	100
9	1,9	-	100
10	2,0	-	100
Mittelwert	2,2	Anforderung: Mittelwert: $\geq 1,5$ MPa kleinster Einzelwert: $\geq 1,0$ MPa	
kleinster Einzelwert	1,9		

Legende:

A: Kohäsionsbruch im Beton

B/C: Adhäsionsbruch zwischen VA Coating P 13 & VA Coating S 30

Durch Inaugenscheinnahme nach Beendigung der Temperaturwechselbeanspruchung konnten keine Risse, Blasen oder Ablösungen festgestellt werden (Risse "0", Blasengrad "0S(0)").

5.2.3 Griffigkeit und Verschleißfestigkeit nach künstlicher Alterung

Tabelle 8: Bestimmung der Masse und des Masseverlustes

Probekörper	Masse [g]			Masseverlust [g]	
	0 DH	1000 DH	2000 DH	1000 DH	2000 DH
1	722,73	722,65	722,59	0,08	0,14
2	713,21	713,15	713,11	0,06	0,10
				0,07	0,12

Aus der Beschichtungsoberfläche wurden keine Bestandteile herausgelöst.

Tabelle 9: Griffigkeitsprüfung – vor und nach der Verschleißprüfung

VA Coating S 30	Griffigkeit [Skt] Mittelwert
vor Verschleißprüfung	56
nach Verschleißprüfung	68

[Skt]: Skalenteile des SRT-Wertes

a) Angaben des Auftraggebers. k) Änderung. z) Die Konformitätsaussage erfolgt entsprechend der Anforderungen der genannten Spezifikationen und nach der ersten binären Kiwa-Entscheidungsregel mit dem dazugehörigen Vertrauensniveau. Diese Beurteilung ist eine reine Konformitätsaussage der Prüfstelle. Sie ersetzt nicht die anschließende Beurteilung und Bewertung der Zertifizierungsstelle bzw. die Konformitätsbestätigung.

5.2.4 Dynamische Rissüberbrückung

Künstliche Alterung

Tabelle 10: Optische Bewertung nach Beendigung der künstlichen Alterung (P 12421)

Konditionierung:	7 Tage bei 70 °C im Umluftofen
	Art der Veränderung unmittelbar (ca. 1 h) nach Ende der Lagerung
Glanz	0
Farbe	0
Rissbildung	0(S0)
Blasengrad	0(S0)

Teil 1: Bewertung der Intensität von Veränderungen

(Glanz, Farbe) 0 = nicht verändert und 5 = sehr starke Veränderung

Teil 2: Bewertung des Blasengrades

0(S0) = keine Blasen und 5(S5) = viele Blasen (Größe maximal)

Teil 4: Bewertung des Rissgrades

0(S0) = keine Risse und 5(S5) = sehr viele und breite Risse

Dynamische Rissüberbrückung

Tabelle 11: Dynamische Rissüberbrückung

Dynamisch (Aufweitung zwischen 0,2 bis 0,4 mm)	statisch (Aufweitung bis 1 mm)	Bemerkung
Rissüberbrückungsprüfkörper 1 - wasserdicht		Kleine Risse (< 200µm) in der Dichtungsschicht mit Versiegelung (Overspray) erkennbar, hwO intakt ^{b)}
Rissüberbrückungsprüfkörper 2 - wasserdicht		
Rissüberbrückungsprüfkörper 3 - wasserdicht		

^{b)} Gemäß DIN EN 14224 wurde die Wasserdichtigkeit durch Aufsetzen einer Wassersäule von 10 cm bestätigt.

5.2.5 Brandverhalten

Ergebnis Brandverhalten nach Aufbringung

Der Kiwa GmbH liegen bislang noch keine Ergebnisse der Prüfung zur Klassifizierung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1: 05-2019 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten“ vor.

Tabelle 12: Schichtdicken der Stoffe auf den Betonplatten

Schicht	Schichtdicke [mm]			Mittelwert
	Lagerung bei			
	T _{NORM} ¹⁾	T _{MAT} ²⁾	T _{WBM} ³⁾	
VA Coating P 13	0,3	0,3	0,3	0,3
VA Coating S 30 ⁴⁾	2,5	3,5	3,2	3,1
Gesamtaufbau				3,4

1) Beschichtet bei 23 °C, Lagerung bei T_{NORM}

2) Beschichten bei 8 °C, Lagerung bei T_{NORM}

3) Beschichten bei 8 °C, Temperaturwechselbeanspruchung mit Tausalz

4) Inklusive Overspray „optische Trennung zwischen der Dichtungsschicht & Deckversiegelung (Overspray) unter dem Mikroskop nicht erkennbar“.

5.2.6 Schichtdicke

Tabelle 13: Schichtdicken auf Prismen [mm] für die Rissüberbrückung

Schicht	Schichtdicke [mm]
	Mittelwert
VA Coating S 30 ¹⁾	3,0

1) Inklusive Overspray „optische Trennung zwischen der Dichtungsschicht & Deckversiegelung (Overspray) unter dem Mikroskop nicht erkennbar“.

Oberflächenschutzsystem der Klasse OS 10

Die **Mindestschichtdicke** gemäß ZTV-BEL B3 für den Aufbau OS 10 beträgt für die hauptsächlich wirksame Oberflächenschutzschicht

VA Coating S 30: **d_{min} = 3,2mm** (gemäß der Schichtdicke aus der T_{WBM} – Prüfung)

- Ende des Prüfberichtes -

