

Polysafe GmbH  
Raiffeisenstr. 2-4  
86508 Rehling

Kiwa GmbH  
Polymer Institut  
Quellenstraße 3  
65439 Flörsheim

T: +49 (0) 6145 597 - 10  
F: +49 (0) 6145 597 - 19  
E: [polymer-institut@kiwa.de](mailto:polymer-institut@kiwa.de)

[www.kiwa.de](http://www.kiwa.de)



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

## Prüfbericht

Projekt: **P 10328-2**

Untersuchungsauftrag: Prüfung des Beschichtungssystems  
**Emallith**  
als Beschichtung für Innenbeschichtungen  
für Stahlbetonbehälter zur Lagerung von Jauche, Gülle und  
Silagesickersäften gemäß DIN 11622-2  
- Bericht nach 2-jähriger Chemikalienlagerung der  
Probekörper -

Probenbeschreibung: Beschichtung für Innenbeschichtungen  
für Stahlbetonbehälter zur Lagerung von Jauche, Gülle und  
Silagesickersäften

Werk: Rehling

Auftragsdatum: 09.12.2016

Probeneingangsdatum: 30.06.2016

Prüfzeitraum: April 2017 – Juni 2019

Dieser Prüfbericht umfasst: 11 Seiten

Flörsheim-Wicker, 13.09.2019



i. V. Dipl.-Ing. (FH) N. Machill  
Standortleiterin



i. A. T. Weis  
Sachbearbeiter

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



Geschäftsführer: Prof. Dr. Roland Hüttl  
Amtsgericht Hamburg, HRB 130568, St.Nr.: 46/736/03268

## INHALTSVERZEICHNIS

1	VORGANG .....	3
1.1	Umfang der Prüfungen:.....	3
2	PROBENEINGANG .....	4
3	PRÜFUNGEN .....	5
3.1	Probenherstellung.....	5
3.2	Prüfungen an Verbundkörpern.....	5
3.2.1	Bestimmung der Trockenschichtdicke auf Beton.....	6
3.2.2	Oberflächenbeschaffenheit .....	6
3.2.3	Dehnfähigkeit.....	6
3.2.4	Beständigkeit und Undurchlässigkeit .....	7
3.2.5	Prüfung der Haftung auf Beton .....	8
4	ERGEBNISSE .....	8
5	ZUSAMMENFASSUNG .....	11
5.1	Systemprüfung.....	11



## 1 VORGANG

Das Polymer Institut wurde von der Polysafe GmbH, Rehling, beauftragt, das Beschichtungssystem

### **Emaillith** <sup>a)</sup>

als Beschichtung für Innenbeschichtungen für Stahlbetonbehälter zur Lagerung von Jauche, Gülle und Silagesickersäften gemäß DIN 11622-2 „Gärfuttersilos und Güllebehälter – Teil 2: Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit – Gärfuttersilos und Güllebehälter aus Stahlbeton, Stahlbetonfertigteilen, Betonformsteinen und Betonschalungssteinen“ zu prüfen.

Der vorliegende Prüfbericht beinhaltet die Ergebnisse nach 2-jähriger Chemikalienlagerung der Probekörper (Auslagerung Mai 2019).

### 1.1 Umfang der Prüfungen:

Der durchgeführte Prüfumfang entspricht dem „Prüfprogramm für Innenbeschichtungen für Stahlbetonbehälter zur Lagerung von Jauche, Gülle und Silagesickersäften zur Erfüllung der Anforderungen nach der DIN 11622-2“, Prüfprogramm des DIBt, Heft 1a, S. 1-7, Stand Oktober 1999.

#### Übersicht 1: ausgeführte Prüfungen

Prüfung	nach Prüfnorm	nach PP	Kapitel im Bericht
Aufbau und Verbrauch	--	<b>Abschnitt 3.2</b>	3.1
Schichtdicke	<b>DIN EN ISO 2808:05-2007 **</b>	Abschnitt 3.4	3.2.1
Oberflächenbeschaffenheit	DIN EN ISO 4628:07-2016	<b>Abschnitt 3.3</b>	3.2.2
Dehnfähigkeit / Rissaufhaltung *	--	<b>Abschnitt 3.6</b>	3.2.3
Dichtheit und Chemikalienbeständigkeit nach 2-jähriger Lagerung - Gülle - Silagesickersäfte	DIN EN ISO 4628:07-2016	<b>Abschnitt 3.7</b>	3.2.4
Prüfung der Haftung (Abreißversuch)	<b>DIN EN ISO 4624:08-2016</b>	Abschnitt 3.5	3.2.5

\* wurde zusätzlich zum Prüfprogramm durchgeführt

\*\* akkreditiertes Prüfverfahren



<sup>a)</sup> Angaben des Auftraggebers.

Übersicht 2: bereits ausgeführte Prüfungen aus dem Bericht P10328-1 vom 12.12.2016

Prüfung	nach Prüfnorm	nach PP
Aufbau und Verbrauch	--	<b>Abschnitt 3.2</b>
Schichtdicke	<b>DIN EN ISO 2808:05-2007 **</b>	Abschnitt 3.4
Oberflächenbeschaffenheit	DIN EN ISO 4628:07-2016	<b>Abschnitt 3.3</b>
Dehnfähigkeit	--	<b>Abschnitt 3.6</b>
Dichtheit und Chemikalien- beständigkeit nach 3-monatiger Lagerung - Gülle - Silagesickersäfte	DIN EN ISO 4628:07-2016	<b>Abschnitt 3.7</b>
Prüfung der Haftung (Abreißversuch)	<b>DIN EN ISO 4624:08-2016</b>	Abschnitt 3.5
Reinigungsfähigkeit	--	<b>Abschnitt 3.8</b>

\*\* akkreditiertes Prüfverfahren

Die fett markierten Stellen geben die angewendete Norm/Prüfvorschrift wieder.

Beanspruchungsstufe

Die zu prüfende Rissbreite betrug **0,2 mm**.

Die Prüfung der Beständigkeit erfolgte mit den im Abschnitt 3.2 genannten Prüflüssigkeiten.

Das Beschichtungssystem soll innerhalb geschlossener Gebäude bei der Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten verwendet werden.

## 2 PROBENEINGANG

Am 30.06.2016 sind folgende Stoffe im Werk Rehling durch einen Mitarbeiter des Polymer Instituts entnommen worden.

Tabelle 1: Probeneingang

Nr.	Stoff <sup>a)</sup>	Komponente <sup>a)</sup>	Chargen- Nr. <sup>a)</sup>	Menge [kg]
10328/1	Emallith	A	keine	1 x 1,0

### Beschreibung der Beschichtungsstoffe <sup>a)</sup>

Emallith ist ein einkomponentiger Polyurethan-Kunststoff mit sehr hoher Eindringtiefe für zementgebundene Untergründe, schnelltrocknend, hochabriebfest und dauerhartelastisch.



<sup>a)</sup> Angaben des Auftraggebers.

### 3 PRÜFUNGEN

#### 3.1 Probenherstellung

Die Probekörperherstellung erfolgte durch einen Mitarbeiter des Polymer Instituts bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291:2008-08 „Kunststoffe – Normalklimate für Konditionierung und Prüfung“ nach Vorgaben des Auftraggebers.

##### Grundkörper

Das Beschichtungssystem wurde auf folgende Grundkörper gemäß DIN 11622-2 Abschnitt 3.1 horizontal aufgebracht:

- einkerbige Stahlbetonplatten-Schalungsseite oben (glatt) (200 x 300 x 40) mm<sup>3</sup> aus Beton MC (0,45), mit Zuschlag der Korngröße 0 bis 8 mm, gemäß EN 1766:2000-03 in den Dimensionen (200 x 300 x 40) mm<sup>3</sup> horizontal aufgebracht. Es wurden 2 Probekörper hergestellt.

##### Mischungsverhältnis

In der folgenden Tabelle sind die Mischungsverhältnisse angegeben.

Der Stoff wurde vor der Verarbeitung mit einem Rührspatel bis zur Homogenität (ca. 3 min)<sup>a)</sup> gemischt.

##### Verarbeitung

Die folgende Tabelle gibt die Verbrauchsmengen wieder.

Tabelle 2: Verbrauchsmengen

Aufbau / Stoff	Verbrauch in g/m <sup>2</sup>
	Emallith
Grundkörper / Applikation	
Stahlbetonplatten auf Schalungsseite oben	ca. 3 x 100
Applikationsgerät	Rolle
Wartezeit	je Lage 1 Tag

#### 3.2 Prüfungen an Verbundkörpern

Soweit nicht anders angegeben, wurden alle Prüfungen bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291 durchgeführt.

Die Schichtdicke, Haftung, Rissüberbrückung, Dichtheit und Beständigkeit des Beschichtungssystems wurde nach Ablauf der Härtingszeit (14 Tage bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291) geprüft.



<sup>a)</sup> Angaben des Auftraggebers.

Aus der Medienliste, Liste 7 des DIBt, Ausgabe Mai 2017, wurden für die Beständigkeitsprüfungen folgende Prüfflüssigkeiten verwendet:

Übersicht 3: Prüfflüssigkeiten

Mediengruppe		Prüfflüssigkeit
1	Jauche und Gülle	7 %ige Diammonium-hydrogenphosphat $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ Lösung, mit pH-Wert ~ 8,5 bis 9 eingestellt
2	Silagesickersäfte	Gärsäure-Mischung aus: 95 % Wasser 3 % Milchsäure 1,5 % Essigsäure 0,5 % Buttersäure, mit pH-Wert ~ 2,0 eingestellt

### 3.2.1 Bestimmung der Trockenschichtdicke auf Beton

Nach Abschluss der Prüfungen nach Kap. 3.2.4 und 3.2.5 des vorliegenden Prüfberichts wurde die Schichtdicke des Beschichtungssystems gemäß der DIN EN ISO 2808 „Beschichtungsstoffe - Bestimmung der Schichtdicke“, Kapitel 5.4.4.2 „Optisches Verfahren“ (Verfahren 6A, Variante 2, Querschnitt) mikroskopisch mit 20-facher Vergrößerung gemessen. Es wurde ein Olympus Mikroskop SZH mit angeschlossenen Messtisch RSF-Electronic Z 502 verwendet. Die Schichtdicke wurde an einem Probekörper mit jeweils 10 Einzelmesswerten ermittelt. Die 3-Lagen aus *Emaillith* wurden als Gesamtschichtdicke angegeben.

### 3.2.2 Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit wurde an Probekörpern gemäß Kapitel 3.1 nach Mindesthärtezeit visuell gemäß Abschnitt 3.3 der DIN 11622-2, in Bezugnahme der Kennwertebeurteilung gemäß DIN EN ISO 4628.

### 3.2.3 Dehnfähigkeit

#### Dehnfähigkeit

Die Probekörper lagerten 14 Tage bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291. Danach wurden gemäß Abschnitt 3.6 der DIN 11622-2 Risse in jeder Stahlbetonplatte erzeugt.

Dabei erfolgte die Beanspruchung der Probekörper im Dreipunkt-Biegeversuch, wobei als unteres Auflager ein Rundstahl mit 20 mm Durchmesser diente.

Nach dem Entlasten betrug die bleibende Rissbreite mindestens 0,05 mm.

Für die Messung der Rissbreite wurden Wegaufnehmer „DD1“ der Firma Hottinger mit einer Auflösung von 1 µm verwendet.

#### Rissaufhaltung

Nach der Dehnfähigkeit wurden die Risse fixiert und über einen Zeitraum von 16 Stunden offengehalten.



### 3.2.4 Beständigkeit und Undurchlässigkeit

#### Beständigkeit

Die Prüfung der chemischen Beständigkeit wurde gemäß DIN 11622-2 Abschnitt 3.7 an Probekörper gemäß Kapitel 3.1 des vorliegenden Prüfberichts nach der Prüfung der Dehnfähigkeit nach Kap. 3.2.3 bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291 durchgeführt. Es wurden die Prüfflüssigkeiten aus der Übersicht 3 verwendet.

Es wurde über jedem Riss, das heißt je Prüfflüssigkeit wurde 1 Probekörper verwendet, ein Drucktopf mit 100 mm Innendurchmesser aufgespannt und mit Prüfflüssigkeit ca. 5 mm hoch gefüllt. Die Prüfung wurde ohne Überdruck bei Raumtemperatur für 2 Jahre durchgeführt. Nach Ablauf der Expositionszeit wurde die Beschichtung auf die Beständigkeit der Prüfflüssigkeit untersucht.

Dabei wurden

- die Beständigkeit gegen die visuellen Veränderungen der Oberfläche (Glanz, Farbe, Rissbildung, Blasenbildung, Quellung, Schrumpfung und Haftungsverlust) und
- die Dichtheit des Systems gegenüber der Prüfflüssigkeit geprüft.

Es wurden die Kennwerte gemäß DIN EN ISO 4628:07-2016 ff. „Beschichtungsstoffe – Beurteilung von Beschichtungsschäden – Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen“ zur Beurteilung herangezogen:

*Teil 1: Allgemeine Einführung und Bewertungssystem -  
Bewertung der Intensität von Veränderungen  
(Glanz, Farbe, Quellung, Schrumpfung)  
0 = nicht verändert und 5 = sehr starke Veränderung*

*Teil 2: Bewertung des Blasengrades  
0(S0) = keine Blasen und 5(S5) = viele und große Blasen (Größe maximal)*

*Teil 4: Bewertung des Rissgrades  
0(S0) = keine Risse und 5(S5) = sehr viele und breite Risse*

Eine messtechnische Bestimmung der Shore- oder Buchholzhärte war aufgrund der geringen Schichtdicke nicht möglich.

#### Abreißversuch

Nach einer Rückkonditionierung der Probekörper nach Beendigung der chemischen Belastung wurde nach 7 Tagen bei Normklima 23/50 gemäß DIN EN ISO 291 die Haftung gemäß DIN 11622-2 Abschnitt 3.5 unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 4624 durch den Abreißversuch durchgeführt. Die Durchführung des Abreißversuchs sind im Kapitel 3.2.5 beschrieben und die Ergebnisse sind im Ergebniskapitel 4 in diesem Prüfbericht aufgeführt.



### 3.2.5 Prüfung der Haftung auf Beton

Die Prüfung der Haftung auf Stahlbeton erfolgte nach DIN EN ISO 4624 „Abreißversuch zur Beurteilung der Haftfestigkeit“ an unbelasteten Probestellen und an chemisch belasteten Probenstellen an jeweils 3 Messstellen mit folgenden Prüfparametern:

Prüfgerät: Firma Freundl, Typ Easy M 10  
 Prüfungsgeschwindigkeit: 15 N/s  
 Stempeldurchmesser: 20 mm  
 Stempelhöhe: 32 mm  
 Kleber: 2-Komponenten Epoxidharzkleber

Die Ergebnisse an chemisch belasteten Probenstellen sind als Einzelwerte und Mittelwerte mit dem jeweiligen Bruchbild und die belasteten Probestellen sind als Mittelwert aus 3 Einzelwerte im Ergebniskapitel 4 in diesem Prüfbericht aufgeführt.

## 4 ERGEBNISSE

### Schichtdicke

Tabelle 3: Schichtdicken der Lagen des Beschichtungssystems auf den Stahlbetonplatten – Schalungsseite oben

Lage / Schicht	Schichtdicke in $\mu\text{m}$ <sup>1)</sup>				
	Einzelwerte		MW	kEW	gEW
Beschichtung aus: <b>Emallith</b>	300	290	<b>280</b>	180	400
	280	200			
	270	210			
	180	400			
	200	300			
<b>Gesamtschichtdicke ist</b>			<b>280</b>	-	

<sup>1)</sup> auf 2 wertanzeigende Ziffern gerundet

### Legende:

MW Mittelwert  
 kEW kleinster Einzelwert  
 gEW größter Einzelwert

### Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit wurde an Probekörpern mit einer Fläche von jeweils ca. 1 m<sup>2</sup> visuell gemäß Abschnitt 3.3 der DIN 11622-2 beurteilt.

Die Verbindung der 3 Schichten von *Emallith* ist homogen. Hinweise auf Hohllagen und benetzungsfreie Stellen sind nicht zu detektieren.





Die Oberfläche der Probekörper ist geschlossen und gleichmäßig. Fehlstellen wie Blasen oder Risse gemäß DIN EN ISO 4628 Teil 1 und Teil 2 sind mit unbewehrtem Auge nicht zu detektieren. Auch unter 10-facher Vergrößerung sind keine Fehlstellen zu erkennen.

- Blasen 0(S0)
- Risse 0(S0)

#### Dehnfähigkeit

Nach der Dehnfähigkeit von *Emallith* auf 0,2 mm Rissbreite wurden keine An- oder Durchrisse der Beschichtungen festgestellt.

#### Rissaufhaltung

Nach der Rissaufhaltung für 16 Stunden bei 0,2 mm von *Emallith* wurden keine An- oder Durchrisse der Beschichtungen festgestellt.

#### Beständigkeit und Undurchlässigkeit

Tabelle 4: *Beständigkeit von Emallith - auf Stahlbetonplatten mit der Schalungsseite oben*

<b>Prüf­flüssigkeit</b> <b>Art der Veränderung</b>	<b>Silagesickersäfte</b> <b>3 % Milchsäure,</b> <b>1,5 % Essigsäure und</b> <b>0,5 % Buttersäure</b>	<b>Jauche und Gülle</b> <b>7 %ige Diammonium-</b> <b>hydrogenphosphat</b> <b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>-Lösung</b>
Expositionszeit	2 Jahre	
<b>Art der Veränderung unmittelbar nach Ende der Medienbeaufschlagung (ca. 1 h)</b>		
Glanz	4	0
Farbe	1	0
Quellung	0	0
Schrumpfung	0	0
Rissbildung	0(S0)	0(S0)
Blasengrad	0(S0)	0(S0)
Haftungsverlust	nein	nein
Dichtheit	ja	ja
Erweichung	keine	keine

Eine messtechnische Bestimmung der Shore- oder Buchholzhärte war aufgrund der geringen Schichtdicke nicht möglich.

Das Beschichtungssystem erwies sich am Ende der Expositionszeit als undurchlässig gegenüber den in der o. g. Tabelle genannten Prüf­flüssigkeiten.



Abreißversuch

Legende Tabellen 5 und 6:

A: Kohäsionsversagen im Beton

A/B: Adhäsionsversagen zwischen 1. Lage Beschichtung und Beton

Tabelle 5: *Haftfestigkeit auf Stahlbeton – Schalungsseite im Anlieferungszustand*

Probe Nr.	Haftfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	Bruchbild
1	3,2	100 % A
2	2,7	80 % A / 20 % A/B
3	3,0	100 % A
<b>Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	<b>90 % A / 10 % A/B</b>
kleinster Einzelwert	2,7	

Tabelle 6: *Haftfestigkeit auf Stahlbeton - nach chemischer Belastung und Rekonditionierung von 7 Tagen*

Prüflüssigkeit	Probe Nr.	Haftfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	Bruchbild
Silagesicker- säfte	1	2,9	10 % A / 90 % A/B
	2	2,7	100 % A
	3	3,1	10 % A / 90 % A/B
	<b>Mittelwert</b>	<b>2,9</b>	
	kleinster Einzelwert	2,7	
	<b>unbelastete Stelle - Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	90 % A / 10 % A/B
	<b>Veränderung in % <sup>1)</sup></b>	<b>- 3,3</b>	
Jauche und Gülle	1	3,3	100 % A
	2	3,6	100 % A
	3	3,7	90 % A / 10 % A/B
	<b>Mittelwert</b>	<b>3,5</b>	
	kleinster Einzelwert	3,3	
	<b>unbelastete Stelle - Mittelwert</b>	<b>3,0</b>	90 % A / 10 % A/B
	<b>Veränderung in % <sup>1)</sup></b>	<b>+ 16,7</b>	

<sup>1)</sup> unter Bezug auf den Mittelwert der unbelasteten Stellen

Anforderung:

Die Haftfestigkeit gemäß DIN 11622-2 muss auf Beton mindestens 1,5 N/mm<sup>2</sup> betragen.

Bei der Haftfestigkeit darf die Veränderung 7 Tage nach der Chemikalienbeanspruchung im Vergleich zur unbelasteten Probe **maximal -15 %** sein.



## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Durch das Polymer Institut wurden an dem Beschichtungssystem

### **Emaillith**

Prüfungen gemäß dem Prüfprogramm nach DIN 11622-2 „Gärfuttersilos und Güllebehälter – Teil 2: Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit – Gärfuttersilos und Güllebehälter aus Stahlbeton, Stahlbetonfertigteilen, Betonformsteinen und Betonschalungssteinen“ durchgeführt.

### 5.1 Systemprüfung

Der vorliegende Prüfbericht fasst die Ergebnisse mit der Medienbeständigkeit nach 2-jähriger Lagerung zusammen. Die geprüften Proben erfüllen die Anforderungen einer Beschichtung für Innenbeschichtungen für Stahlbetonbehälter gemäß der DIN 11622-2 bezüglich Haftung, der Rissüberbrückung (Rissbreite 0,2 mm), Schichtdicken und der Beständigkeit.

Die Ergebnisse sind dem vorherigen Kapitel zu entnehmen.



Flörsheim-Wicker, 13.09.2019

