

# Neuburger Kieselerte in wässrigem Korrosionsschutz Acrylat Einschichtsystem weiß

Verfasser: Barbara Mayer  
Hubert Oggermüller



VM / Dr. Alexander Risch

## **Inhalt**

- 1 Einleitung
  
- 2 Experimentelles
  - 2.1 Basisrezeptur
  - 2.2 Füllstoffe und Kennwerte
  - 2.3 Präparatives
  
- 3 Ergebnisse
  - 3.1 Rheologie
  - 3.2 Farbe
  - 3.3 Glanz
  - 3.4 Haftung
  - 3.5 Kondenswassertest
    - 3.5.1 Haftung
    - 3.5.2 Blasengrad
    - 3.5.3 Flächenkorrosion
  - 3.6 Salzsprühtest
    - 3.6.1 Haftung
    - 3.6.2 Blasengrad & Flächenkorrosion
    - 3.6.3 Blasenbildung am Ritz
    - 3.6.4 Enthftung & Unterrostung am Ritz
  
- 4 Zusammenfassung
  
- 5 Anhang

# 1 Einleitung

Korrosionsschutz ist ein großer Bereich der Beschichtungsindustrie und wird seit jeher von lösemittelhaltigen Formulierungen dominiert. Die Lacke gelten, trotz ihres hohen Gehalts an Lösungsmitteln und den damit verbundenen Arbeitsschutzauflagen, als erste Wahl bei hohen Anforderungen an die Beständigkeit.

Aufgrund internationaler Umweltvorschriften, die sich auf die Begrenzung von VOC konzentrieren, und die steigende Nachfrage der Verbraucher nach umweltfreundlichen Lösungen, gelten wasserbasierte Systeme als die Zukunft auch für diesen Beschichtungssektor.

Um Beschichtungssysteme auf wässriger Basis ebenso leistungsfähig zu formulieren wie auf Lösemittelbasis, bedarf es speziell entwickelter Rohstoffe. Zumeist weisen diese einen hydrophoben Charakter auf, mit Hilfe dessen der entstehende Film eine Barriere gegen Feuchtigkeit bilden kann.

Eine weitere Möglichkeit Korrosion zu verhindern ist die Diffusion von Wasser, Ionen und Sauerstoff an die Metalloberfläche zu unterbinden. Dies kann mit Hilfe eines geeigneten Füllstoffes realisiert werden.

## Korrosionsschutzanforderungen

Die Einarbeitung von Pigmenten oder Füllstoffen in lösemittelhaltige Korrosionsschutzlacke stellt üblicherweise kein Problem dar. Das Bindemittel liegt molekular gelöst vor und die Feststoffe werden ggfs. mit Hilfe zusätzlicher Additive benetzt. Nach Lackapplikation verdunstet das Lösungsmittel, die frei beweglichen Polymerketten des Bindemittels verschlaufen während des Trocknungsvorganges untereinander und betten Pigmente und Füllstoffe homogen und fest verankert in die Polymermatrix ein.

Ganz entgegengesetzt hierzu beinhaltet die Filmbildung in Wasserlacken (Abb. 1) einen kritischen Phasenwechsel, bei dem das im hydrophilen Milieu unlösliche, feindispers emulgierte Bindemittel in eine möglichst vergleichbare mechanisch-feste und beständige Polymerschicht überführt werden muss. Voraussetzung hierfür ist das Überschreiten der Mindestfilmbildungstemperatur, damit die zunächst isolierten polymeren Bindemittelteilchen nach Aneinanderrücken und Deformation über ihre Grenzen hinweg miteinander verfließen können (Interdiffusion). Idealerweise bildet sich auf diese Weise ein kompakter Verbund, der für den Korrosionsschutz als zusätzliche Barrierefunktion bereits rohstoffseitig hohe Hydrophobie mitbringt.

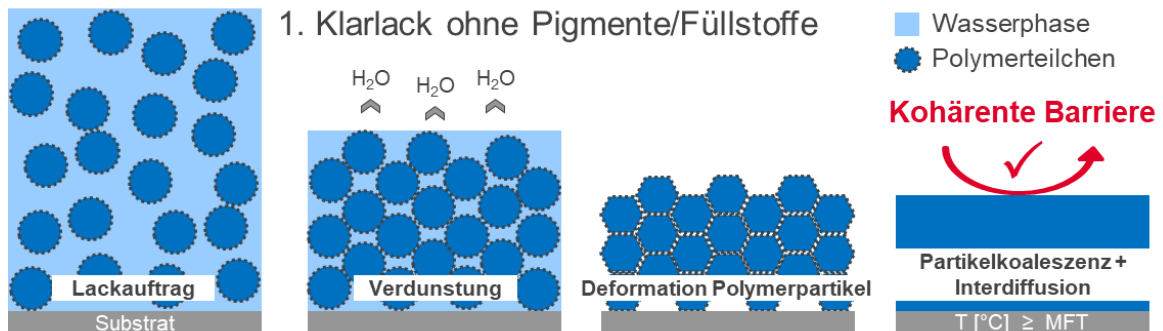


Abb. 1

Eingebrachte Füllstoffe und auch Pigmente unterliegen gleichsam diesem Prozess, der einen vollständigen Übergang aus der wässrigen Phase in die Polymerphase erfordert (Abb. 2). Die eigentliche Benetzung durch das Bindemittel ist allerdings erst bei den letzten beiden Teilschritten des Filmbildungsprozesses merklich möglich. Gerade hier stören sie als partikuläre, meist größere heterogene Feststoffe jedoch grundsätzlich den geordneten Ablauf der weiteren Filmbildung. Zusätzlich ergeben sich neue Grenzflächen zwischen Polymer und Füllstoff, welche dem internen Spannungsaufbau nach volumenmäßigen Filmschrumpf von oftmals mehr als 50 % dauerhaft standhalten müssen.

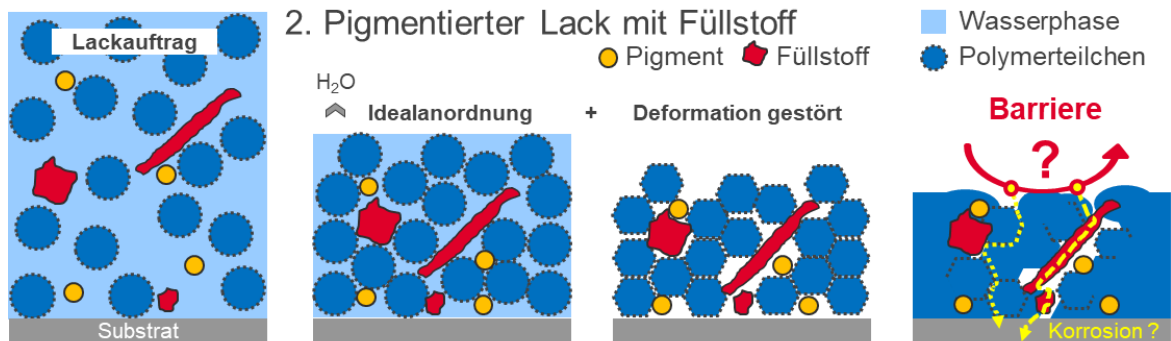


Abb. 2

Beide Effekte beeinflussen die Ausbildung des homogenen Gefüges innerhalb der Beschichtung. Sie müssen bei Füllstoffeinsatz nicht zwangsweise negativ in Erscheinung treten, sind in wässrigen Lacken aber mit steigender Teilchenanzahl und -größe sowie abnehmender Benetzbarkeit bzw. Kompatibilität zum Polymer als zunehmend kritischer zu sehen. Der meist eintretende Viskositätsanstieg wirkt sich zusätzlich kinetisch ungünstig auf Teilchenbeweglichkeit und Idealanordnung aus. Bei höherem Pigment/Füllstoffgehalt kann die Einbettung in die Polymermatrix und die homogene Verfilmung derart beeinträchtigt werden, dass eine massive Schwächung der Barrierschicht eintritt. Korrosionsstimulatoren dringen folglich leichter über Bereiche ungeordneter Zwickelphasen (Abb. 2, linker gelber Pfeil) ein oder direkt über Defekt-Poren oder die unbenetzte Füllstoffoberfläche (rechter gelber Pfeil) bis zum Metallsubstrat vor.

Genau diesen Nachteil zu kompensieren ist die Mindestaufgabe eines guten Füllstoffes. Besser noch: Der Füllstoff bringt eine Leistungsfähigkeit mit, von der die finale Beschichtung zusätzlich profitiert.

Der folgende Bericht folgt diesem Ansatz mit dem Ziel, die Performance eines wässrigen Korrosionsschutzlacks im besonders herausfordernden Einschichtaufbau durch den Einsatz von Neuburger Kieselerde zu optimieren.

Eine klassische Korrosionsschutzbeschichtung besteht aus mehreren, nacheinander applizierten Schichten. Fehlstellen in einer Schicht, wie beispielsweise Krater, Luftporen und Nadelstiche, werden durch die nächste Schicht meist vollständig egalisiert. Bei Einschichtsystemen (DTM) verbleibt jedoch jede Fehlstelle als solche in der Beschichtung erhalten. Über diese Stellen können Korrosionsstimulatoren wie Wasser, Wasserdampf und Ionen gelöster Salze in die Beschichtung eindringen und bis zum Substrat wandern. Über einen längeren Zeitraum entstehen an diesen Stellen Blasen und Korrosion.

## 2 Experimentelles

### 2.1 Basisrezeptur

Die vorliegende Rezeptur basiert auf der Richtformulierung FP 2403-44 der Fa. Alberdingk Boley (Abb.3). Der Lack ist weiß pigmentiert und als Einschichtsystem (DTM) verwendbar. Die Basis bildet ein hydrophob eingestelltes Acrylatbindemittel mit guten Korrosionsschutzeigenschaften, alle übrigen Rohstoffe sind auf das Bindemittel abgestimmt. Es ist kein aktives Korrosionsschutzpigment enthalten, sondern ein organischer Korrosionsinhibitor. Die gute Korrosionsschutzleistung dieser Rezeptur kommt unter anderem vom hydrophoben Charakter der Formulierung.

Der Feststoffgehalt der Formulierung liegt bei ca. 56 %, die Pigmentvolumenkonzentration (PVK) bei ca. 21 %.

Ziel ist es die bereits gute Korrosionsschutzbeständigkeit der Richtrezeptur mit den Neuburger Kieselerdeprodukten Sillitin Z 89 und Aktifit Q noch weiter zu verbessern. Dazu wurde das feine, natürliche Calciumcarbonat (Pos. 7 Füllstoff) gewichtsgleich ausgetauscht.

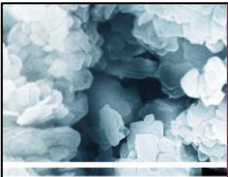
		<b>Basisrezeptur</b>		<b>HOFFMANN MINERAL</b>		
EINLEITUNG	EXPERIMENTELLES	ERGEBNISSE	ZUSAMMENFASSUNG			
	Pigmentpräparation	1	Wasser demineralisiert		5,90	
		2	Edaplan 490	Dispergieradditiv	1,20	
		3	AMP 90	Neutralisationsmittel	0,02	
		4	Byk 024	Entschäumer	0,10	
		5	Byk 349	Netzmittel	0,18	
		6	Kronos 2190	Pigment, weiß	17,70	
		7	<b>Füllstoff</b>		<b>7,50</b>	
		8	Wasser demineralisiert		2,90	
	Auflackung	9	Alberdingk AC 2403	Acrylatdispersion	57,90	
		10	Byk 024	Entschäumer	0,15	
		11	premix	Asconium 142DA	Org. Korrosionsinhibitor	1,90
		12		AMP 90	Neutralisationsmittel	0,15
		13		Wasser demineralisiert		1,90
		14	Optifilm Enhancer 300	Colöser	1,50	
		15	Ascotran H10	Flugrostinhibitor	0,50	
		16	Tafigel PUR 60 Lösung (10 % PUR 60; 20 % DPM; 70 % Wasser)	Verdicker	0,50	
<b>Summe</b>				<b>100,00 %</b>		
Festkörper m/m				56 %		
Pigmentvolumenkonzentration (PVK)				21 %		
VM-0/1219/12.2019						

Abb. 3

## 2.2 Füllstoffe und Kennwerte

Abb. 4 gibt eine Übersicht über die wichtigsten Kennwerte der verwendeten Füllstoffe. Bei dem in der Kontrollrezeptur verwendeten natürlichen Calciumcarbonat handelte es sich um eine sehr feine Type mit einem mittlerem Korndurchmesser  $d_{50}$  von 1,1  $\mu\text{m}$ . Die Ölzahl lag bei 39 g/100, als spezifische Oberfläche (BET) wurde 10  $\text{m}^2/\text{g}$  ermittelt. Sowohl Ölzahl als auch spezifische Oberfläche liegen für ein gemahlenes Calciumcarbonat recht hoch.

Mit Sillitin Z 89 und Aktifit Q wurden zwei Produkte aus derselben Kornfraktion mit einem mittlerem Korndurchmesser  $d_{50}$  von rund 2  $\mu\text{m}$  gewählt. Sillitin Z 89 ist eine sehr helle und farbneutrale Type der klassischen Neuburger Kieselerde.

Die klassische Neuburger Kieselerde ist ein in der Natur entstandenes Gemisch aus korpuskularer Neuburger Kieselsäure und lamellarem Kaolinit, ein loses Haufwerk, das durch physikalische Methoden nicht zu trennen ist. Der Kieselsäureanteil weist durch die natürliche Entstehung eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200 nm großen, aggregierten Primärpartikeln. Durch diese einmalige Struktur ergeben sich die relativ hohe spezifische Oberfläche und Ölzahl.

Mit Aktifit Q wurde ein Produkt aus der Reihe kalzinierter Neuburger Kieselerde gewählt, die höchste Helligkeit und Farbneutralität bietet. Nach dem kalzinieren wird das Produkt mit Methacrylsilan oberflächenbehandelt, wodurch es seinen hydrophoben Charakter erhält, welcher die Korrosionsschutzleistung des Lackes noch weiter verbessern soll.

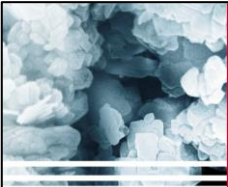

		<b>HOFFMANN MINERAL</b>		
		<b>Füllstoffe und Kennwerte</b>		
		Calcium- carbonat	Sillitin Z 89	Aktifit Q
EINLEITUNG				
<b>EXPERIMENTELLES</b>				
ERGEBNISSE				
ZUSAMMENFASSUNG				
		Farbe L*	96	94
		Farbe a*	-0,1	0,1
		Farbe b*	-0,1	4,0
		Korngröße $d_{50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	1,1	1,9
		Korngröße $d_{97}$ [ $\mu\text{m}$ ]	3,5	9
		Ölzahl [g/100g]	39	55
		Spez. Oberfläche BET [ $\text{m}^2/\text{g}$ ]	10	11
		Oberflächen- behandlung	---	---
				Methacryl- silan
		VM-0/1219/12.2019		

Abb. 4

## 2.3 Präparatives

Die Bedingungen zur Herstellung und Applikation der Lacke sowie Konditionierung der Bleche vor den Prüfungen sind aus *Abb. 5* zu entnehmen.

Die Herstellung der Korrosionsschutzlacke erfolgte an einem Dissolver mit Zahnscheibe unter Wasserkühlung. Für den Lack wurde zunächst eine Pigmentpräparation hergestellt, die 10 min bei 10,0 m/s dispergiert wurde. Diese wurde in der Auflackung zum vorgelegten Bindemittel gegeben und die übrigen Komponenten hinzugefügt, alles bei 5,0 m/s. Nach der Verdickerzugabe wurde bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit nochmals für 5 min gemischt, anschließend in Metall Dosen abgefüllt.

Die Kornfeinheit des fertigen Lacks, gemessen mit einem Grindometer, betrug bei allen Rezepturen weniger als 15 µm. Weitere Details zur Herstellung befinden sich im Anhang.

Die Applikation erfolgte nach 35 Tagen Reifezeit bei Raumtemperatur. Auf kaltgewalztem Stahl (Q-Panel Typ R 48) wurden die Lacke mit einer Walther Druckluft Spritzpistole bei 1 bar Druck und einem Düsendurchmesser von 3 mm gespritzt. Um einen guten Verlauf und defektfreien Film zu erzielen, wurden vor dem Spritzen alle Rezepturen mit 10 % deionisiertem Wasser verdünnt. Alle Prüfungen wurden an einschichtig gespritzten Blechen mit einer Trockenschichtdicke um die 70 µm durchgeführt.

Konditioniert wurden alle Bleche bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte. Sieben Tage nach Applikation wurde die Optik (Farbe und Glanz) sowie die Haftung mittels Gitterschnitttest geprüft. Nach 28 Tagen wurden die Korrosionsschutzprüfungen gestartet.

 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG	<b>HOFFMANN MINERAL</b>	
	<h3>Präparatives</h3>	
	Herstellung	<u>Pigmentpräparation:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dissolver mit Zahnscheibe</li> <li>• 10 min bei 10,0 m/s</li> </ul> <u>Auflackung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlage Bindemittel</li> <li>• Zugabe übriger Komponenten bei 5,0 m/s</li> <li>• Nach Verdickerzugabe final 5 min 5,0 m/s</li> </ul>
	Applikation	Nach 35 d Reifezeit Substrat: kaltgewalzter Stahl, Q-Panel Typ R 48 Spritzen: 10 % verdünnt mit Wasser, Düsendurchmesser 3 mm Trockenschichtdicke: ~ 70 µm, <u>einschichtig</u>
Konditionierung	Trocknungsbedingungen 23 °C / 50 % relative Feuchte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optik, Haftung: 7 d</li> <li>• Korrosionsschutztests: 28 d</li> </ul>	
		VM-0/1219/12.2019

Abb. 5

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Rheologie

Die Viskosität wurde in einem MCR 300 Rheometer mit Zylindersystem CC17 über eine logarithmische Scherrampe bestimmt. In Abb. 6 sind die Viskositätswerte nach 35 Tagen Lagerung dargestellt, dies entspricht dem Applikationszeitpunkt. Ausgewertet wurde bei Scherraten von  $0,1 \text{ s}^{-1}$  und  $100 \text{ s}^{-1}$ . Bei beiden Scherraten wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Füllstoffen gefunden.

Die Lagerstabilität, unverdünnt bei Raumtemperatur geprüft, ist bei allen Varianten vergleichbar gut.

Für die Spritzapplikation wurden alle Formulierungen mit 10 % deionisiertem Wasser verdünnt, um ein besseres Oberflächenergebnis, insbesondere Verlauf, zu erreichen. Die Viskositäten der Formulierungen lagen dann bei der niedrigen Scherrate um  $1,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ , bei der hohen Scherrate um  $0,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ .

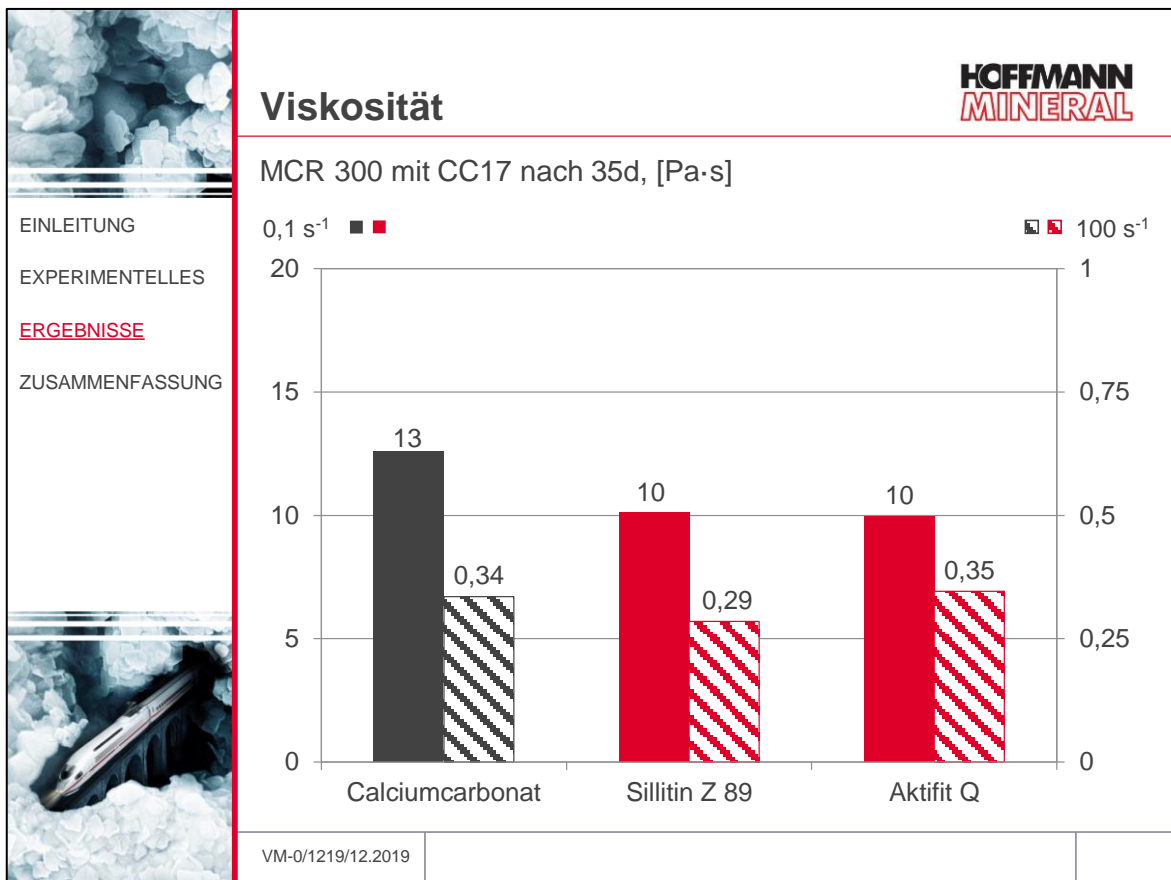


Abb. 6



## 3.2 Farbe

Die Farbe wurde mit einem X-Rite Gerät und Geometrie d/8° gemessen (Abb. 7). Die Helligkeiten L\* liegen sehr hoch mit Werten zwischen 96 und 97. Die a\*-Werte bleiben unverändert bei rund -1. Die b\*-Werte liegen im leicht gelben Bereich mit Sillitin Z 89 an der Spitze, was ein leichten Anstieg gegenüber dem hier verwendeten Calciumcarbonat bedeutet. Dagegen erreicht Aktifit Q den niedrigsten Wert und damit die beste Farbneutralität.

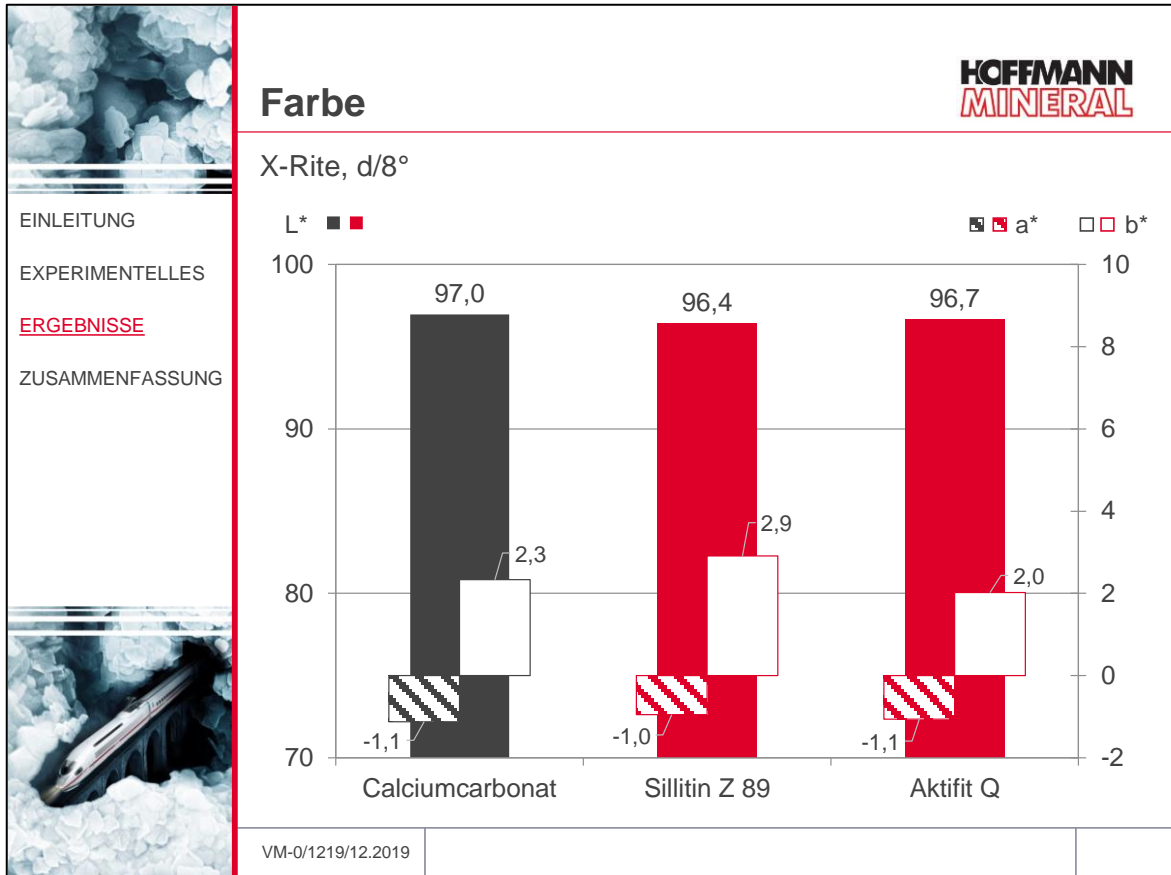


Abb. 7

### 3.3 Glanz

Der Glanz wurde mit einem micro-TRI-gloss Gerät der Firma Byk Gardner bestimmt (Abb. 8). Die Werte der Korrosionsschutzlacke liegen bei allen Formulierungen im seidengänzenden Bereich. Die leichte Verschiebung im 60° Glanz mit den Neuburger Kieselerde-Produkten ist auf die etwas höhere Partikelgröße und spezielle Morphologie zurückzuführen.

Im 85° Messwinkel sind die Unterschiede weniger ausgeprägt, hier hat das Calciumcarbonat 93 GE, Sillitin Z 89 liegt bei 87 GE und Aktifit Q bei 82 GE.

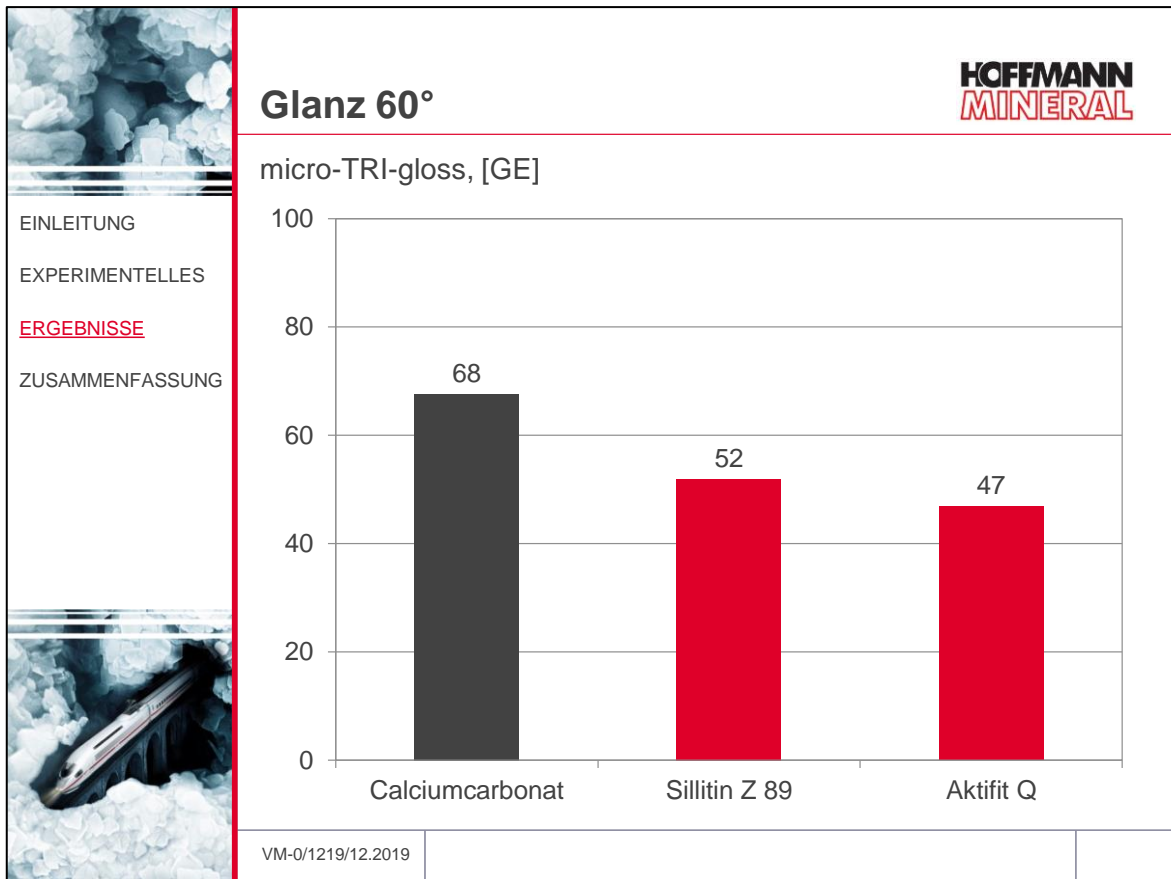


Abb. 8

### 3.4 Haftung

Die Haftung der Beschichtung zum Substrat im unbelasteten Zustand wurde mittels Gitterschnittprüfung mit Klebeband gemäß DIN EN ISO 2409 getestet.

Wie in *Abb. 9* zu sehen, erzielten alle Varianten den Gitterschnittkennwert 0 und somit hervorragende Haftung zum Substrat kaltgewalzter Stahl.

 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG 	<h2>Haftung</h2> <p>Gitterschnitt 2 mm mit Klebeband</p> <p>Alle Rezepturen zeigen exzellente Haftung zum Substrat, Gitterschnittkennwert: GT 0</p> 	
	VM-0/1219/12.2019	

Abb. 9

### 3.5 Kondenswassertest

Die Prüfbleche wurden nach 28 Tagen Trocknung bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte für 1000 Stunden im Kondenswasser-Konstantklima (CH) bei 40 °C nach DIN EN ISO 6270-2 belastet. Geprüft wurden zwei Bleche ohne Ritz. In Vorversuchen war an Blechen mit Ritz keine Blasenbildung, Korrosion oder Enthftung vorhanden, deshalb wurde in den Hauptversuchen auf das anbringen solch definierter Verletzungen verzichtet. An der unverletzten Beschichtung wurde die Haftung mittels Gitterschnitt und der Blasengrad bewertet. Anschließend wurde die Beschichtung abgebeizt, um die Metalloberfläche auf Flächenkorrosion untersuchen zu können.

#### 3.5.1 Haftung

Nach Ende der Kondenswasserprüfung folgte eine Konditionierung für 24 h bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte, bevor die Haftung mittels Gitterschnitt und Klebebandabriss geprüft wurde. Wie auf den Bildern in *Abb. 10* zu sehen, platzte bei der Calciumcarbonat enthaltenden Beschichtung entlang der Schnittlinie ein Teil des Lacks ab. Anhand der Norm DIN EN ISO 2409 konnte das Ergebnis mit Gitterschnittkennwert 1 bis 2 eingestuft werden. Eine gute Haftung des Lacks zum Substrat, und damit eine dauerhafte Schutzschicht für das Metall, muss auch nach langer Feuchteeinwirkung noch gewährleistet sein. Nur so kann bei erneutem Kontakt mit Feuchte oder auch Salzen das Metall weiter optimal geschützt werden. Mit Sillitin Z 89 und Aktifit Q wurde ein Kennwert von 0 bis 1 erreicht und somit gegenüber Calciumcarbonat die Haftung zum Metall und die Erwartung der Lebensdauer verbessert.




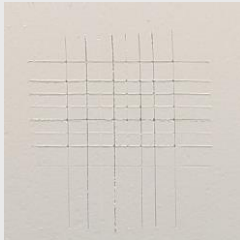
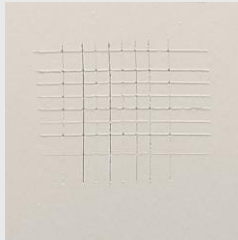
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG	<b>Kondenswassertest 1000 h</b> <b>Haftung</b>		
	Gitterschnitt 2 mm, nach 24 h bei 23 °C und 50 % rel. Feuchte		
	Calciumcarbonat	Sillitin Z 89	Aktifit Q
			
	Kennwert GT 1 - 2	Kennwert GT 0 - 1	
	VM-0/1219/12.2019		

Abb. 10

### 3.5.2 Blasengrad

Die Bewertung des Blasengrades erfolgte nach DIN EN ISO 4628-2. Wie in Abb. 11 dargestellt waren alle Rezepturen blasenfrei und damit einer Bewertung von 0-0(S0) zuzuordnen. Dies weist auf eine defektfreie Beschichtung hin und unterstreicht somit deren besondere Leistungsfähigkeit.

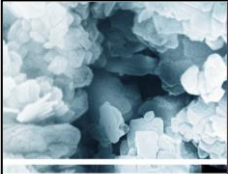


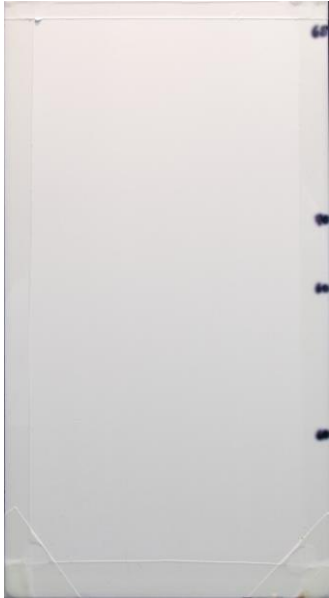
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <b>ERGEBNISSE</b> ZUSAMMENFASSUNG 	<h2>Kondenswassertest 1000 h Blasengrad</h2> 	
	DIN EN ISO 4628-2  Alle Rezepturen Blasenfrei → 0 – 0(S0) 	
	VM-0/1219/12.2019	

Abb. 11

### 3.5.3 Flächenkorrosion

Nach der Gitterschnittprüfung und beurteilen des Blasengrades wurde die Beschichtung mit Hilfe eines Abbeizers entfernt, so dass die Metalloberfläche freigelegt war. Beim Calciumcarbonat sind Verfärbungen und damit Anzeichen einer beginnenden Korrosion ersichtlich (Abb. 12). Unter der Beschichtung mit Sillitin Z 89 und Aktifit Q war blankes Metall ohne Veränderungen oder Korrosion zu sehen. Somit liegt der Schluss nahe, dass die Beschichtungen mit den beiden Kieselerdeprodukten eine sehr starke Barriere gegen Wasser und Wasserdampf aufweisen und diese nach der Prüfzeit von 1000 Stunden noch vollständig intakt war.





 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <b>ERGEBNISSE</b> ZUSAMMENFASSUNG 	<b>Kondenswassertest 1000 h Flächenkorrosion</b>		<b>HOFFMANN MINERAL</b>
	nach Abbeizen		
	Calciumcarbonat	Sillitin Z 89 & Aktifit Q	
			
	beginnende Korrosion	keine Korrosion	
	VM-0/1219/12.2019		

Abb. 12

### 3.6 Salzprühtest

In die neutrale Salzsprühnebelprüfung (NSS) nach DIN EN ISO 9227 wurden die Prüfbleche nach 28 Tagen Trocknung bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte für 1000 Stunden gegeben. Je Rezepturvariante wurden drei Bleche geprüft, davon Eines ohne Ritz, an dem die Blasenbildung, die Haftungsprüfung mittels Gitterschnitt und die Flächenkorrosion nach dem Abbeizen beurteilt wurde. Auf den anderen beiden Blechen wurde mittig ein 10 cm langer Ritz mit Ritzstichel nach Sikkens (Durchmesser 1 mm) angebracht. Bewertet wurde hier die Blasenbildung so wie Enthftung und Unterrostung am Ritz.

#### 3.6.1 Haftung

Nach Ende der Salzsprühprüfung wurden die Bleche ohne Verletzung für eine Stunde bei 23 °C und 50 % relativer Feuchte konditioniert. Danach folgte die Gitterschnittprüfung mit Klebebandabriss. Dieser frühe Zeitpunkt der Prüfung stellt oft eine Herausforderung für Beschichtungen auf wässriger Basis dar. In *Abb. 13* sind die Resultate dargestellt. Calciumcarbonat wurde mit Kennwert 0 bis 1 bewertet, da an den Kreuzungspunkten der Gitterschnittlinien sich teilweise die Beschichtung ablöste. Sillitin Z 89 und Aktifit Q erhielten Kennwert 0 und die beste Bewertung.

Die beiden Neuburger Kieselerdeprodukte konnten somit bei der Hafffestigkeit im Kondenswassertest und Salzprühtest mit hervorragenden Ergebnissen überzeugen.

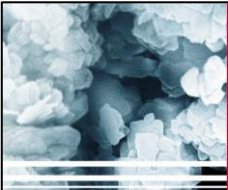


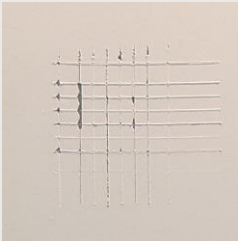
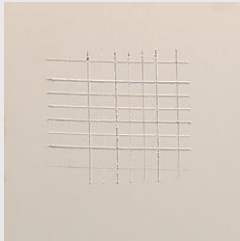
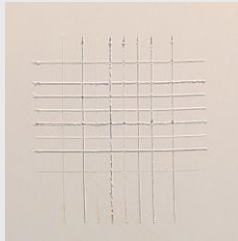
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <b>ERGEBNISSE</b> ZUSAMMENFASSUNG  	<h2>Salzprühtest 1000 h</h2> <h3>Haftung</h3>		
	Gitterschnitt 2 mm, nach 1 h bei 23 °C und 50 % rel. Feuchte		
	Calciumcarbonat	Sillitin Z 89	Aktifit Q
			
Kennwert GT 0 - 1	Kennwert GT 0		
VM-0/1219/12.2019			

Abb. 13

### 3.6.2 Blasengrad und Flächenkorrosion

Wie in *Abb. 14* zu sehen waren alle Formulierungen nach 1000 Stunden neutraler Salzsprühnebelprüfung blasenfrei und somit nach DIN EN ISO 4628-2 mit 0 – 0(S0) zu bewerten. Um das Substrat auf Flächenkorrosion untersuchen zu können wurden alle Beschichtungen abbeizt. Bei allen Rezepturvarianten war die Metalloberfläche frei von Korrosion, sie bieten somit einen hervorragenden Schutz.

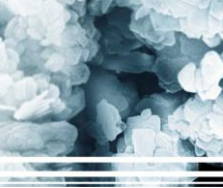
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG 	<h2>Salzsprühstest 1000 h</h2> <h3>Blasengrad &amp; Flächenkorrosion</h3> <p>DIN EN ISO 4628-2</p>  <p>Alle Rezepturen keine Blasen- oder Rostbildung auf der Fläche.</p>	
	VM-0/1219/12.2019	

Abb. 14



### 3.6.3 Blasenbildung am Ritz

Die Beschichtung muss die mechanische Verletzung bestmöglich kompensieren und so das freigelegte Metall vor Korrosion und Blasenbildung schützen. Außerdem muss ein Haftungsabbau (Enthaftung) zur umgebenden Fläche möglichst vermieden werden.

In dieser Untersuchung wurde zum Nachstellen einer mechanischen Verletzung ein 10 cm langer Ritz nach Sikkens mit einer Breite von 1 mm mittig auf den Blechen angebracht. Wie in *Abb. 15* zu sehen bildete sich bei der Calciumcarbonat enthaltenden Beschichtung viel Rost am Ritz und ein breiter Bereich mit Blasen. Mit Sillitin Z 89 konnte die Rostbildung und der Blasenbereich reduziert werden. Mit Aktifit Q wurde der Rost am Ritz weiter minimiert und eine Blasenbildung konnte vollständig verhindert werden. Somit erreichte Aktifit Q eindeutige das beste Ergebnis.




Salzprühtest 1000 h Blasenbildung am Ritz		HOFFMANN MINERAL	
EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <b>ERGEBNISSE</b> ZUSAMMENFASSUNG	Calciumcarbonat	Sillitin Z 89	Aktifit Q
			
	VM-0/1219/12.2019		

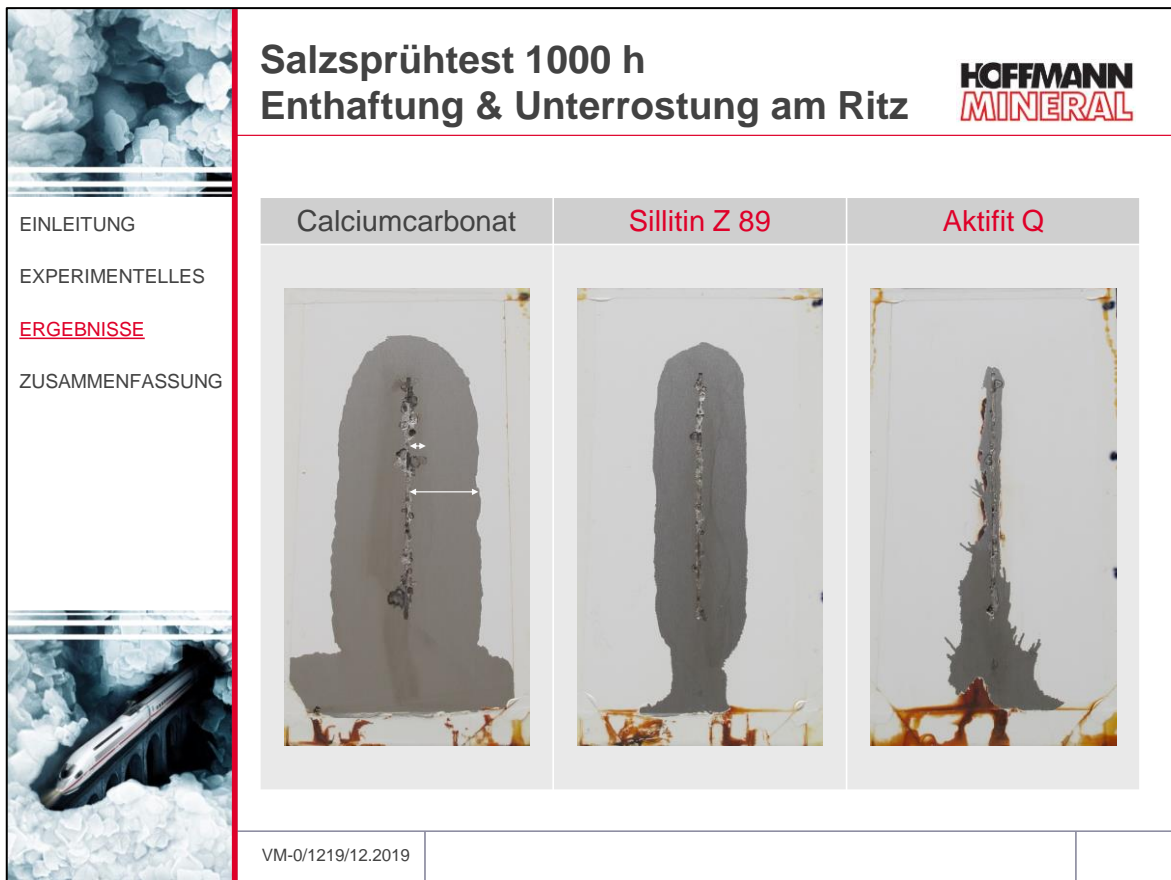
Abb. 15

### 3.6.4 Enthftung und Unterrostung am Ritz

Nach Beenden des Salzsprhtests wurde die enthftete Beschichtung mechanisch mit Hilfe eines Cuttermessers entfernt. Abgetragen wurde dabei nur die lose Beschichtung bis zur Grenze, an der wieder Haftung zum Substrat vorhanden war.

Wie in *Abb. 16* dargestellt war bei der Calciumcarbonat enthaltenden Beschichtung der enthftete Bereich sehr breit (siehe langer weiBer Pfeil in der Mitte des entsprechenden Fotos). Mit Sillitin Z 89 lssst sich dieser schon deutlich reduzieren. Mit Aktifit Q konnte die Enthftung auf ein Minimum reduziert werden, wodurch ein Maximum an Schutz erreicht wird.

Daneben wurde die Unterrostung am Ritz bewertet (siehe kurzer weiBer Pfeil in der Mitte des linken Fotos). Hier zeigt sich, wie weit die Korrosion am Ritz bereits fortgeschritten und das Substrat geschdigt worden ist. Die Fotos der Testbleche zeigen, dass bei Calciumcarbonat als Fllstoff die Unterrostung deutlich breiter als mit Sillitin Z 89 oder Aktifit Q war.



*Abb. 16*

Zusätzlich wurde nach DIN EN ISO 4628-8 die Enthftung und Korrosion der Bleche ausgewertet. Dazu wurde an 9 Positionen im Abstand von 1 cm die Enthftungsgrenze bzw. Rostbreite gemessen. Von diesen Werten wurde der Mittelwert berechnet und die Breite des Ritzstichels von 1 mm abgezogen und anschließend durch zwei geteilt. So erhält man den Wert für die Enthftung und Korrosion auf einer Ritzseite. Im Diagramm angegeben ist der Mittelwert der beiden geprüften Bleche, der Fehlerindikator in den Balken repräsentiert die Spannweite der beiden Bleche.

Für die Beschichtung mit Calciumcarbonat konnte eine durchschnittliche Enthftung von 26,3 mm bestimmt werden, wogegen mit Sillitin Z 89 bereits eine Verbesserung mit einem Wert von 17,9 mm feststellbar war. Das klar beste Ergebnis erzielte jedoch Aktifit Q mit nur 4,8 mm. Für die Praxis bedeutet das, dass eine verletzte Beschichtung mit Aktifit Q eine deutlich längere Lebensdauer als mit Calciumcarbonat hat.

Die Unterrostung von 1,4 mm beim Calciumcarbonat konnte mit den beiden Neuburger Kieseelerde Produkten auf etwa die Hälfte reduziert werden, mit Sillitin Z 89 auf 0,7 mm und mit Aktifit Q auf 0,6 mm. In den *Abb. 17* und *18* sind die Werte für Enthftung und Unterrostung graphisch dargestellt.

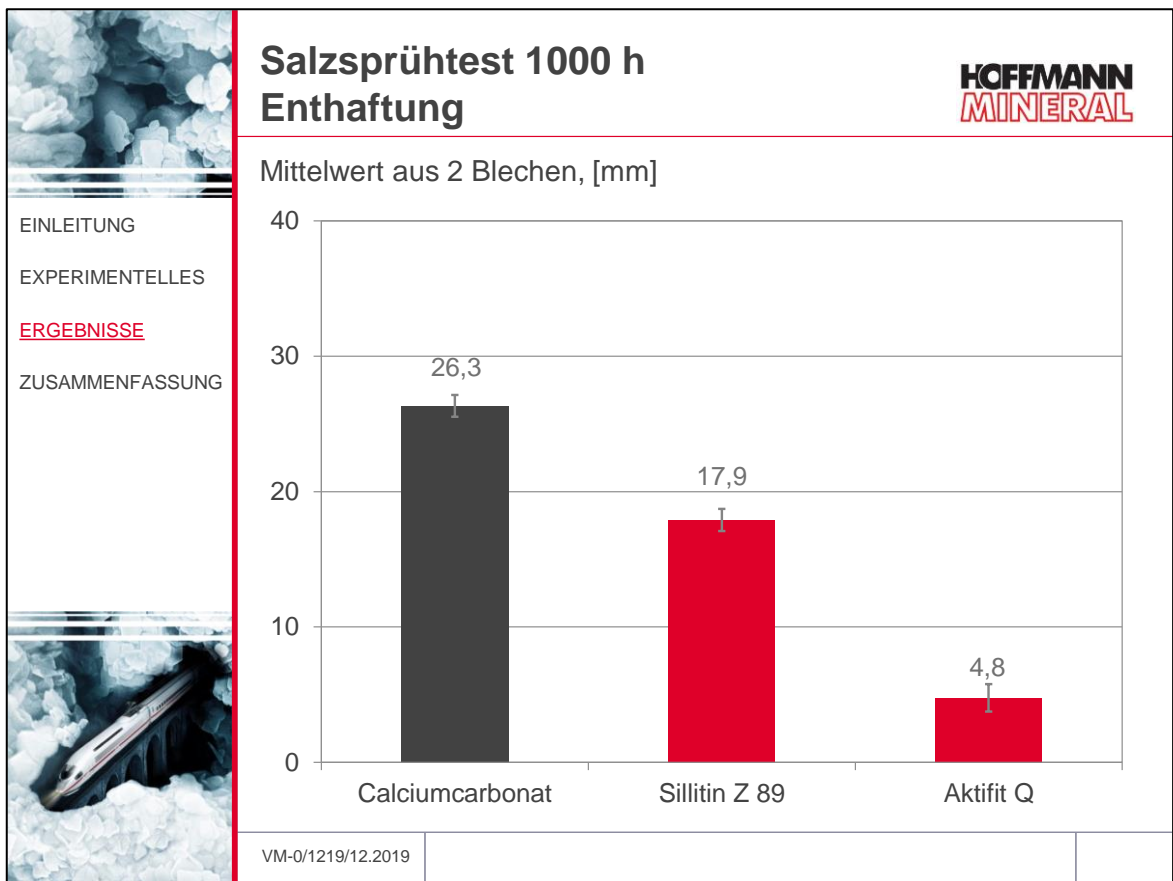


Abb. 17

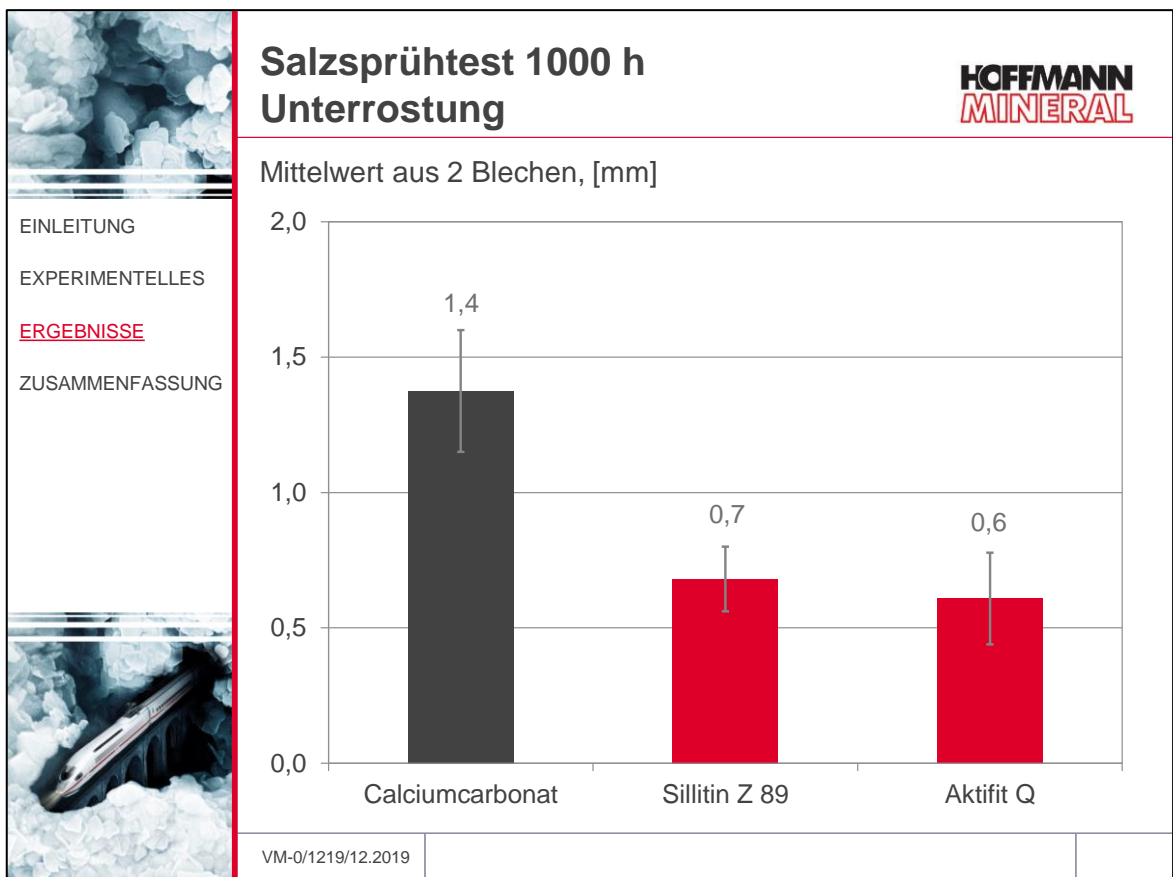


Abb. 18

## 4 Zusammenfassung

Im hier vorgestellten wässrigen Acrylat-Korrosionsschutzlack, verwendet im Einschichtsystem (DTM), konnte mit Neuburger Kieselerde ein zusätzlicher Leistungsgewinn gegenüber feinem Calciumcarbonat realisiert werden. Folgendes wurde dabei im Einzelnen erreicht:

Sillitin Z 89 und Aktifit Q

- Verbesserung der Haftung nach Kondenswasser- und Salzsprühtest
- Vermeidung von Flächenkorrosion auf der Metalloberfläche im Kondenswassertest

Sillitin Z 89

- Verringerte Blasenbildung am Ritz im Salzsprühtest
- Geringere Enthftung und Unterrostung am Ritz

Aktifit Q

- Vermeidung von Blasenbildung am Ritz im Salzsprühtest
- Minimierung der Enthftung und Unterrostung am Ritz

Mit den hier vorgestellten Neuburger Kieselerde Produkten kann die Korrosionsschutzleistung der Beschichtung deutlich erhöht und somit die Lebensdauer des Bauteils verlängert werden. Auch kann das hohe Niveau ästhetischer Anforderungen im DTM-Bereich, wie hier die Farbe weiß, gehalten werden. Zusätzlich zeichnen sich die vorgestellten Produkte durch einfache und kennzeichnungsfreie Verarbeitung aus.

Ob sich vorab beschriebene Füllstoffeffekte auch vorteilhaft auf den Bereich des klassischen Primers ausweiten lassen wurde anhand weiterer interner Untersuchungen beleuchtet. Die Ergebnisse hierzu sind Gegenstand des technischen Berichtes „*Neuburger Kieselerde in wässrigem Korrosionsschutz Acrylat Primer rot*“.

## 5 Anhang

### Mischvorschrift

Die Herstellung der Rezeptur erfolgte an einem Dissolver mit Zahnscheibe unter Wasserkühlung. Für die Pigmentpräparation wurden die Rohstoffe aus Pos. 1 bis 5 vorgelegt und die Feststoffe Pos. 6 bis 7 eingerührt (Abb. 19). Anschließend wurde für 10 min bei 10,0 m/s dispergiert, danach mit Pos. 8 vervollständigt. Bei der Auflackung wurde das Bindemittel Pos. 9 vorgelegt, die Pigmentpaste unter rühren bei 5 m/s zugegeben. Die übrigen Rohstoffe wurden ebenso hinzugefügt. Aus Pos. 11 bis 13 wurde eine Vormischung erstellt, die als klare Mischung innerhalb von 10 min zur Auflackung gegeben wurde. Falls die Vormischung eintrübte war die Mischung zu verwerfen. Die Verdickerkomponenten der Pos. 16 ebenfalls vorab zusammenmischen. Nach Verdickerzugabe nochmals 5 min bei 5 m/s final mischen, dann abfüllen.

				%
Pigmentpräparation	1	Wasser demineralisiert		5,90
	2	Edaplan 490	Dispergieradditiv	1,20
	3	AMP 90	Neutralisationsmittel	0,02
	4	Byk 024	Entschäumer	0,10
	5	Byk 349	Netzmittel	0,18
	6	Kronos 2190	Pigment, weiß	17,70
	7	<b>Sillitin Z 89 oder Aktifit Q</b>	<b>Füllstoff</b>	<b>7,50</b>
	8	Wasser demineralisiert		2,90
Auflackung	9	Alberdingk AC 2403		57,90
	10	Byk 024		0,15
	11	premix	Asconium 142DA	1,90
	12		AMP 90	0,15
	13		Wasser demineralisiert	
	14	Optifilm Enhancer 300		1,50
	15	Ascotran H10		0,50
	16	Tafigel PUR 60 Lösung (10 % PUR 60; 20 % DPM; 70 % Wasser)		0,50
<b>Summe</b>				<b>100,00 %</b>
Festkörper m/m				56 %
Pigmentvolumenkonzentration (PVK)				21 %

Abb. 19

Unsere anwendungstechnische Beratung und die Informationen in diesem Bericht beruhen auf Erfahrung und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, gelten jedoch nur als unverbindlicher Hinweis ohne jede Garantie. Außerhalb unseres Einflusses liegende Arbeits- und Einsatzbedingungen schließen einen Anspruch aus der Anwendung unserer Daten und Empfehlungen aus. Außerdem können wir keinerlei Verantwortung für Patentverletzungen übernehmen, die möglicherweise aus der Anwendung unserer Angaben resultieren.