

**Neuburger Kieselerde in
wässrigem Korrosionsschutz
Acrylat Primer rot**

Verfasser: Bodo Essen
Hubert Oggermüller

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Experimentelles
 - 2.1 Basisrezeptur und Füllstoffvariation
 - 2.2 Füllstoffkennwerte
 - 2.3 Herstellung, Applikation und Prüfungen
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Verarbeitungseigenschaften
 - 3.2 Optik Trockenfilm
 - 3.3 Haftfestigkeit
 - 3.4 Kondenswassertest
 - 3.4.1 Haftfestigkeit
 - 3.4.2 Schutz in der Fläche
 - 3.5 Salzprühtest
 - 3.5.1 Haftfestigkeit
 - 3.5.2 Schutz in der Fläche
 - 3.5.3 Schutz nach Ritzverletzung
 - 3.5.4 Performance im Einschichter
- 4 Zusammenfassung

1 Einleitung

Lösemittelhaltige Beschichtungen sind seit jeher die erste Wahl beim Korrosionsschutz von Metall durch organische Überzüge. Legislativer Druck zur Reduktion flüchtiger organischer Bestandteile (VOC) und steigende Nachfrage der Verbraucher erfordern allerdings die Entwicklung lösemittelreduzierter, umweltfreundlicher Formulierungen. Beschichtungssysteme auf wässriger Basis gewinnen daher vermehrt an Bedeutung, sollen gleichzeitig aber das gewohnte Eigenschaftsprofil und hohe Leistungsniveau klassischer Systeme erfüllen. Hierzu zählen nicht nur einfache technische Herstellbarkeit und leichte Verarbeitbarkeit, sondern speziell die technische Leistungsfähigkeit nach Applikation.

Als erste Schutzschicht soll der Primer insbesondere durch gute Haftfestigkeit zum Substrat die Grundlage für ausgezeichneten Korrosionsschutz legen. Zusätzlich bedingt der gegenüber lösemittelhaltigen Lacken abweichende Filmbildungsprozesses nicht nur die Entwicklung neuer Bindemittel, sondern stellt gerade im Korrosionsschutz zunehmend höhere Anforderungen an den Einsatz moderner funktioneller Füllstoffe.

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, flüssigen 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.

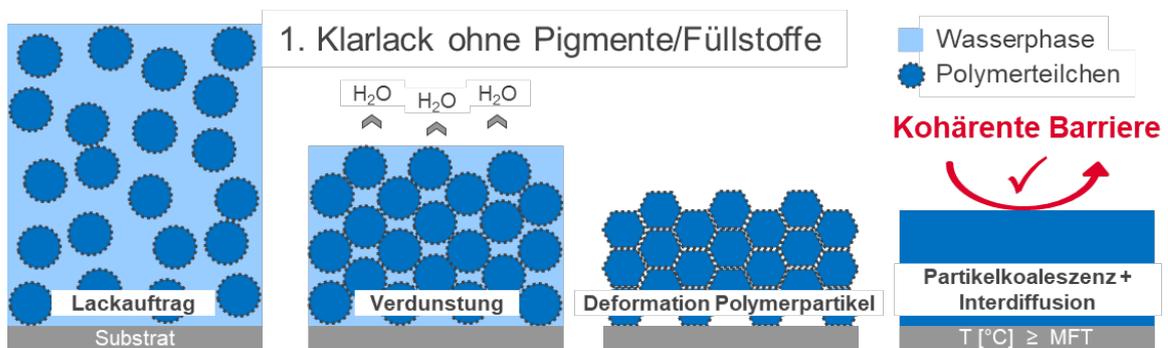


Abb. 1

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.

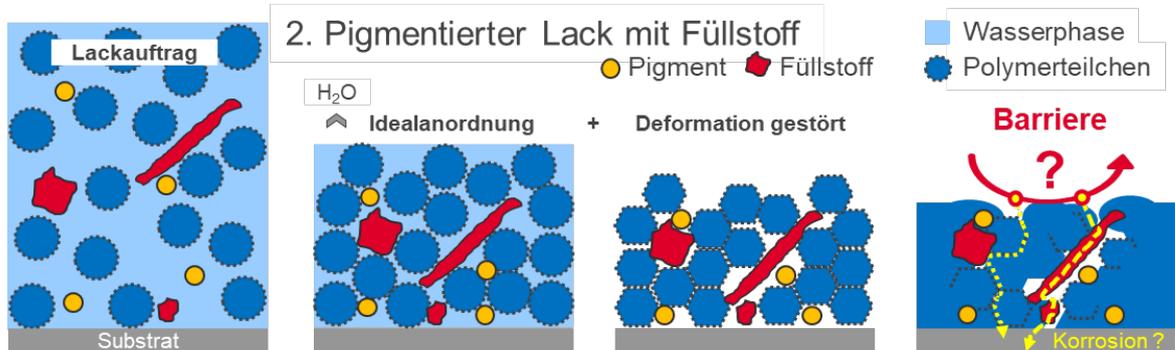


Abb. 2

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 vorliegende Bericht folgt diesem Ansatz mit dem Ziel, die Performance eines wässrigen Korrosionsschutzprimers durch den Einsatz von Neuburger Kieselerde zu optimieren.

2 Experimentelles

2.1 Basisrezeptur und Füllstoffvariation

Abb. 3 zeigt die zugrundeliegende Basisrezeptur (Kontrolle), angelehnt an die Formulierung FP 48- 02 der Fa. Alberdingk Boley.

Acrylat-Dispersionsbindemittel und Formulierungsgerüst bilden die Basis eines rot pigmentierten Primers, wie er im klassischen Beschichtungsaufbau für den Korrosionsschutz häufig Verwendung findet. Auf die üblicherweise folgende Deck- und / oder Zwischenbeschichtung wurde bewusst verzichtet um die Leistungsfähigkeit der getesteten Füllstoffe bereits im Primer maximal differenziert herauszustellen.

Neben einer Aktivpigmentierung für den Korrosionsschutz sowie dem farbgebenden Eisenoxidpigment enthält die basierende Kontrollformulierung 10,5 % natürliches Calciumcarbonat und 3 % Talkum. Diese Füllstoffkombination wird in der vorliegenden Studie gewichtsgleich durch die Neuburger Kieselerde „Aktifit PF 115“ ersetzt. Alle anderen Formulierungsbestandteile bleiben unverändert erhalten. Lediglich ein Teil des Wassers in der Variante mit Neuburger Kieselerde (NKE) wird aus der Auflackung in die Pigmentpräparation vorgezogen, um vergleichbare Bedingungen bei Füllstoffearbeitung und folgendem Dispergierprozess zu gewährleisten.

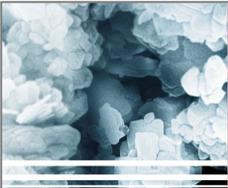
				Kontrolle	NKE	
 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG 	Rezepturvarianten			HOFFMANN MINERAL		
	Pigmentpräparation	1	Wasser demineralisiert		7,0	15,0
		2	Edaplan 490	Dispergieradditiv	0,8	
		3	Byk 024	Entschäumer	0,1	
		4	Butylglykol	Colöser	3,0	
		5	Bayferrox 130 M	Pigment, rot	8,9	
		6	Füllstoff	Calciumcarbonat nat.	10,5	
				Talkum	3,0	
				Aktifit PF 115		13,5
		7	Heucophos ZPO	Korrosionsschutzpigment	7,0	
	8	Heucorin RZ	Korrosionsinhibitor, org.	1,0		
	9	Alberdingk SC 48	Acrylatdispersion	39,7		
	Auflackung	10	Wasser demineralisiert		10,9	2,9
		11	Optifilm Enhancer 300	Colöser	1,0	
		12	Byk 024	Entschäumer	0,4	
		13	Byk 349	Netzmittel	0,1	
		14	Ascotran H10	Flugrostinhibitor	0,5	
		15	Ammoniak (25 %)	Neutralisationsmittel	0,8	
16		Resydrol AX 237w/70BG	Epoxid-Alkydharz	4,0		
17		Borchi OXY-Coat 1101	Trockner	0,1		
18		Tafigel PUR 41	Verdicker	1,2		
Summe [%]				100,0		
Festkörper m/m [%]				56		
Pigmentvolumenkonzentration [%]				31		
VM-0/1219/12.2019						

Abb. 3

2.2 Füllstoffkennwerte

Bei den eingesetzten Füllstoffen der Kontrollformulierung handelt es sich um ein sehr feines natürliches Calciumcarbonat und einen geringeren Teil gröberem Talkum (Abb. 4). Die etwas höhere Ölzahl des Talkums wirkt sich anteilsbedingt nur gering auf die durchschnittliche Ölzahl der Füllstoffkombination aus, die mit 41 g/100g nahe beim Wert des reinen Calciumcarbonats liegt.

Aktifit PF 115 stellt eine kalzinierte und mit einer speziellen amino-funktionellen Gruppe oberflächenbehandelte, hydrophobe Type der Neuburger Kieselerde dar. Die 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 eine relativ hohe spezifische Oberfläche und die im vorliegenden Fall höhere Ölzahl von 60 g/100g. Bezüglich der Korngröße ordnet sich das Aktifit PF 115 im Bereich zwischen den beiden Kontrollfüllstoffen ein, liegt jedoch näher bei dem sehr feinen Calciumcarbonat.

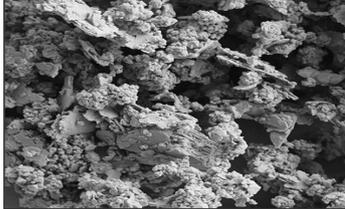
		Füllstoffe und Kennwerte		
		Calcium-carbonat	Talkum	Aktifit PF 115
 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG 	Korngröße d ₅₀ [µm]	1,1	8,0	2,3
	Korngröße d ₉₇ [µm]	3,5	24,1	8,5
	Ölzahl [g/100g]	39	47	60
		Ø 41 Füllstoffpaket		
	Oberflächenbehandlung	-	-	amino-funktionalisiert, hydrophob
VM-0/1219/12.2019				7

Abb. 4

2.3 Herstellung, Applikation und Prüfungen

Die Herstellung erfolgte an einem Hochleistungs-dissolver gemäß *Abb. 5* mit einer Zahnscheibe des Typs „Cowles Blade“ entsprechend der angegebenen Rohstoffreihenfolge in den Rezepturen.

Nach Vorlage der Rohstoffe 1 bis 4 werden die separat vorgemischten Ingredients 5 bis 8 bei 5 m/s Umfangsgeschwindigkeit eingearbeitet und als Pigmentpräparation für 10 min bei 10 m/s unter Eiswasserkühlung dispergiert.

Zur Auflackung wird das Bindemittel vorgelegt, mit Wasser verdünnt und die Pigmentpräparation unter Rühren bei 5 m/s zugegeben. Die weiteren Additive 11 bis 18 werden im Abstand von je 5 min sukzessive eingearbeitet. Nach Zugabe des Verdickers wird für weitere 5 min final homogenisiert, wobei ein Lufteintrag in den Ansatz möglichst zu vermeiden ist. Die Herstelldauer beträgt insgesamt ca. 60 Minuten.



Quelle: VMA-GETZMANN GMBH

Abb. 5

Zur Vermessung der rheologischen Daten des Nasslackes wurde ein Rheometer MCR 300 der Fa. Paar Physica bei 23°C Messtemperatur und mit Zylinder-Messgeometrie verwendet.

Nach 28 Tagen Reifezeit erfolgte die Beschichtung kaltgewalzter Stahlprüfbleche des Typs Q- Panel R 48. Für einheitliche Trockenschichtdicken und Ausschluss von Korrosionsschäden bedingt durch Poren und Defektstellen im Film wurden die Formulierungen zunächst unverdünnt zweischichtig mittels Filmziehrahmen und automatischem Filmziehgerät aufgetragen. Die Zwischentrocknungszeit betrug jeweils 4 Stunden, die Gesamttrockenschichtdicke lag bei ca. 150 µm. Für die geplanten Korrosionsschutztests wurden die Nasslacke zusätzlich nach Verdünnung auf vergleichbare Viskosität auch als Einschichter mit ca. 80 µm Trockenschichtdicke spritzappliziert (Druckluftdüse 3 mm, 2 bar).

Die Trocknung und Konditionierung der Lackfilme erfolgten im klimatisierten Labor bei 23 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit (*Abb. 6*) und sahen im Anschluss folgende Prüfungen vor:

Nach 7 Tagen

- Glanzmessung, DIN EN ISO 1522
- Lichtmikroskopische Beurteilung der Lackoberfläche

Nach 28 Tagen

- Gitterschnittprüfung, DIN EN ISO 2409
- Kondenswassertest, DIN EN ISO 6270-2 CH
- Salzsprühtest, DIN EN ISO 9227 NSS



Abb. 6

Im Kondenswasserklima und unter Salznebelbelastung (*Abb. 7*) wurde jeweils die Beständigkeit der beschichteten Prüfbleche gegenüber Blasenbildung bzw. Korrosionserscheinungen in bzw. unter der Beschichtung ermittelt. Zudem wurde unmittelbar vor Beginn des Salzsprühtestes separiert vom unverletzten Bereich eine Ritzspur mit 1 mm Breite angebracht, um Auswirkungen dieser Schichtverletzung auf das Korrosionsschutzverhalten zu untersuchen.

Während den Zwischenbewertungen wurde parallel die Haftfestigkeit nach kurzer Regenerationszeit der Beschichtungen bestimmt.



Abb. 7

3 Ergebnisse

3.1 Verarbeitungseigenschaften

Beide Füllstoffvarianten können entsprechend der Rezepturvorgabe problemlos in die Pigmentpräparationen eingearbeitet werden. Die hergestellten Korrosionsschutzlacke enthüllen dabei im Rheometer gemäß *Abb. 8* stark scherverdünnendes Fließverhalten. Größere Unterschiede ergeben sich bei Betrachtung in der rheologischen Stabilität der beiden Formulierungen. Mit den Kontrollfüllstoffen Calciumcarbonat und Talkum kommt es unter Lagerung zu merklichem Viskositätsanstieg über den gesamten Scherratenbereich.

Dieses Verhalten wird bei Einsatz von Aktifit PF 115 nicht beobachtet: Die Viskosität liegt sowohl auf einem niedrigeren als auch konstanten Niveau. Diese Stabilität vereint von Anfang an sowohl gleichbleibend guten Verlauf für Streich- oder Spritzapplikation als auch eine ausreichend gute Lagerstabilität des Nasslackes.

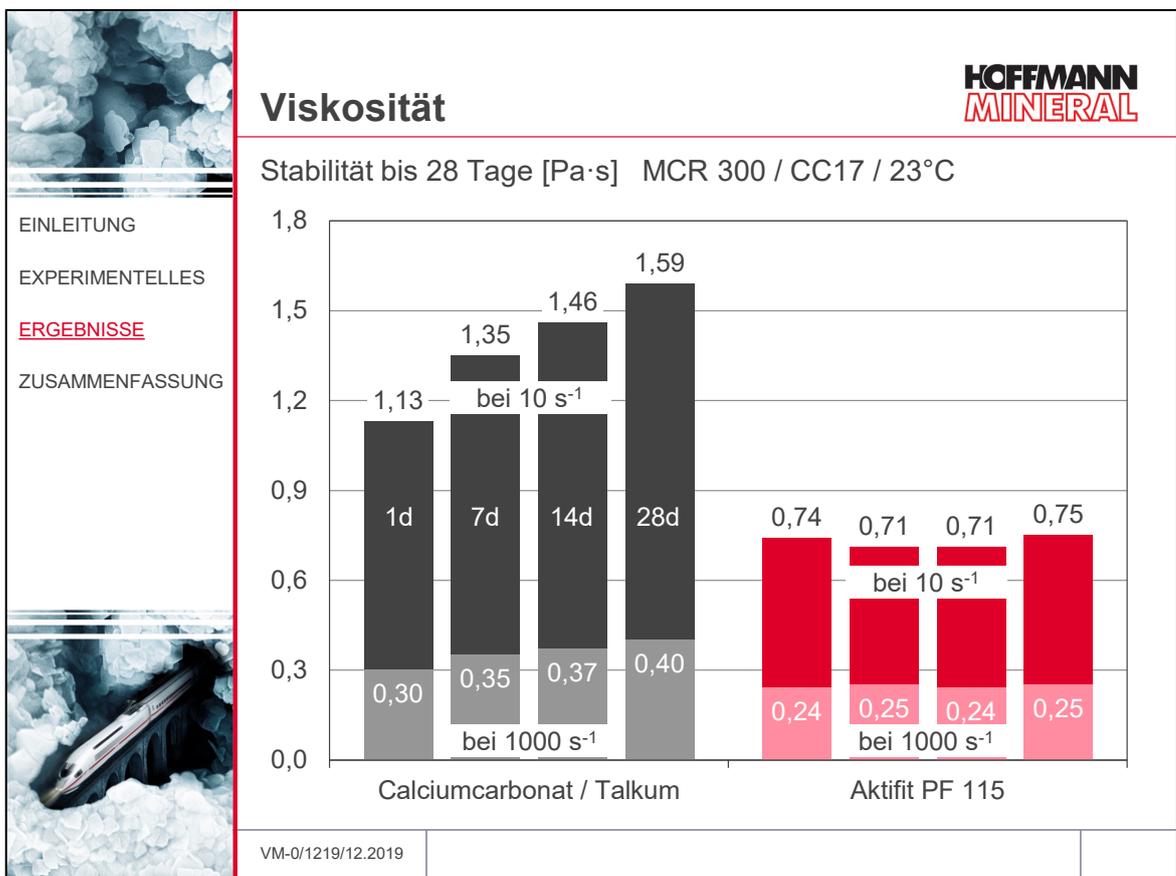


Abb. 8

3.2 Optik Trockenfilm

Die Variation der Füllstoffe zeigt in der vorliegenden Primer-Rezeptur keinen Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit und Härteausbildung, verändert aber auf mikroskopischer Ebene die Textur der Beschichtungsflächen (Abb. 9).

Bei Einsatz von Aktifit PF 115 begünstigt das engere Kornverteilungsspektrum des Füllstoffes gegenüber der Kontrollkombination ein deutlich homogeneres Erscheinungsbild. Obwohl an die reguläre Filmoberfläche des Primers im Mehrschichtaufbau prinzipiell keine optischen Ansprüche gestellt werden, bringt das mattere Aussehen der Beschichtung mit Aktifit PF 115 Vorteile mit sich. Die oberflächlich zahlreichen, sehr gut eingebetteten Füllstoffpartikel bilden hafttechnisch eine optimale Basis für die mechanische Verankerung einer Folgebeschichtung.

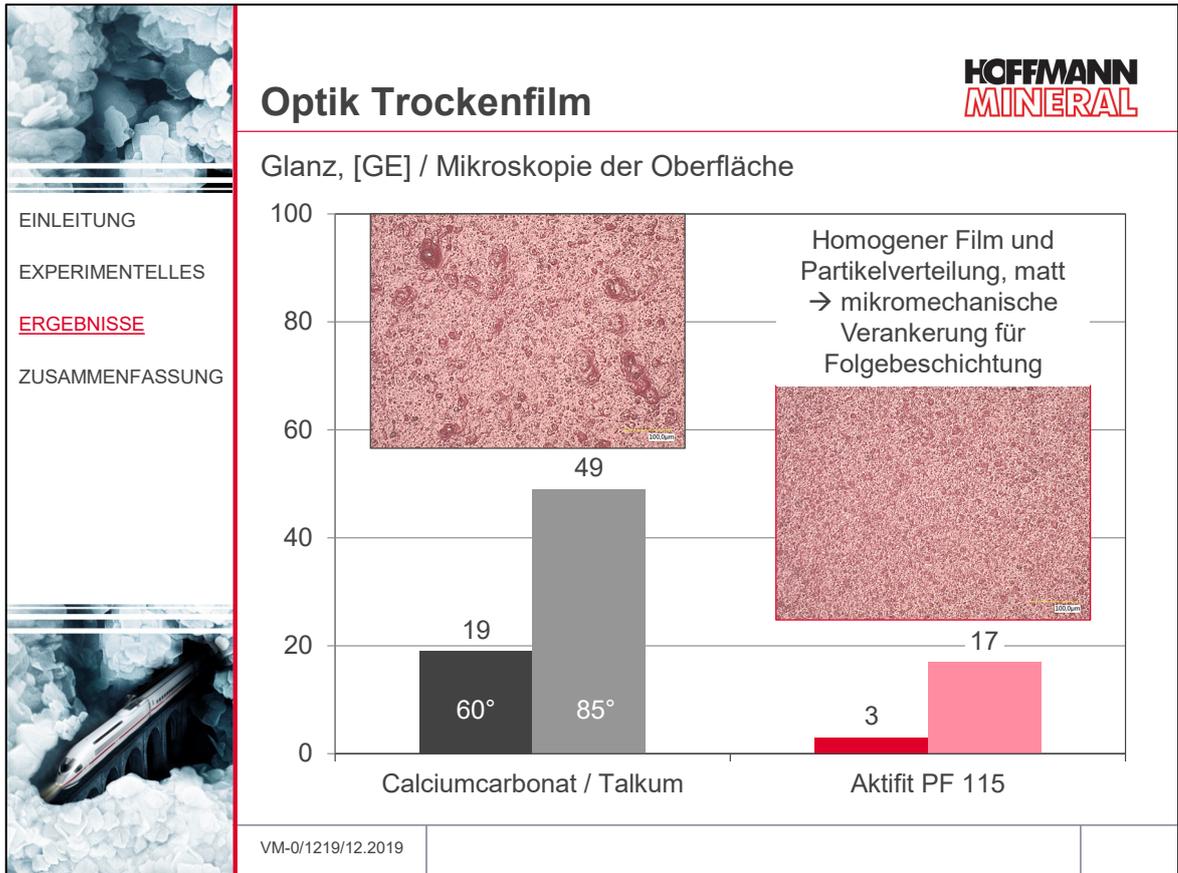


Abb. 9

3.3 Haftfestigkeit

Abb. 10 gibt die Ergebnisse der Haftungsprüfung 4 Wochen nach Applikation wider. Vor Beginn der Korrosionsschutztests zeigt die Gitterschnittprüfung nach Klebebandabriss für beide Rezepturvarianten ein perfektes Ergebnis und damit die für Primer geforderte sehr gute Haftfestigkeit.

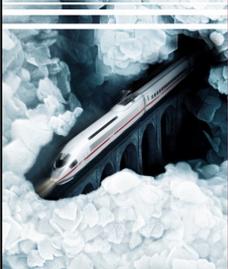
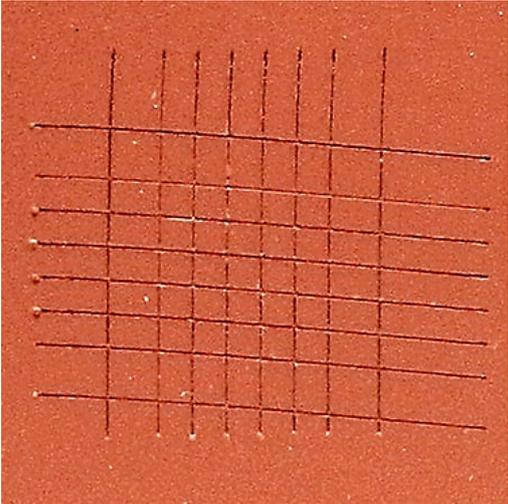
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG 	<h2>Haftung</h2>  <p>Gitterschnitt 2 mm, Klebebandabriss</p> <p>Beide Rezepturen Kennwert: 0</p> 
	VM-0/1219/12.2019

Abb. 10

3.4 Kondenswassertest

3.4.1 Haftfestigkeit

Der Gitterschnitt wurde bereits eine Stunde nach Belastungsende durchgeführt. Die kurze Trocknungsphase genügt zum Aufbau ausreichender Adhäsion für den Klebebandabriss und gestattet in diesem frühen Stadium noch eine Aussage zur Nasshaftfestigkeit der Beschichtung.

In *Abb. 11* sind die Ergebnisse jeweils nach 480 h Kondenswasserbelastung dargestellt. Das Fehlen eines Decklackes setzt die Lackoberfläche in direkter Weise dem Kondenswasser aus, welches dem osmotischen Prinzip folgend die Beschichtungen sichtbar aufquillt.

Im Falle der Kontrollfüllstoffe treten unter dieser kritischen Belastung merkliche Einbußen in der Nasshaftfestigkeit auf. Im Bereich des Schnittbildes kommt es partiell zu vollständigem Abzug des Beschichtungsfilmes und Freilegung des Metallsubstrates. Teilweise gibt sich zudem eine unzureichende Zwischenschichthaftung durch Klebebandabriss der oberen Schichtlage zu erkennen.

Aktifit PF 115 reduziert bereits aufgrund seines hydrophoben Charakters das Eindringen von Wasser in die Beschichtung und beugt vorzeitigem Haftverlust vor. Sehr gute Zwischenschichthaftung und Haftung zum Substrat bleiben trotz des Quelleffektes intakt und führen zu einem Gitterschnittkennwert von GT 0.

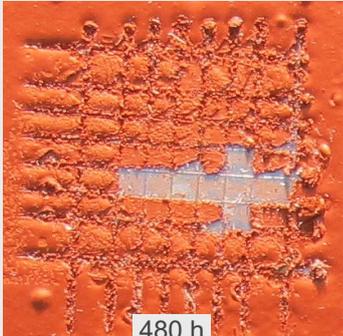
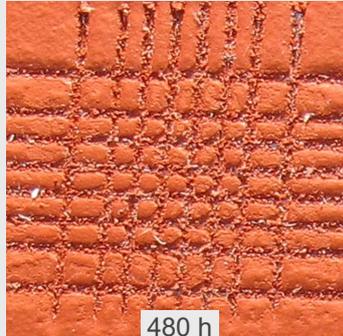
Kondenswassertest Haftung		HOFFMANN MINERAL	
Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115		
		480 h	480 h
GT 3	GT 0		
Gitterschnitt 2 mm nach 1h 23°C / 50% RF und Klebebandabriss			
VM-0/1219/12.2019			

Abb. 11

3.4.2 Schutz in der Fläche

In der Fläche neigt die Füllstoffkombination Calciumcarbonat / Talkum bereits nach 240 h zur Blasenbildung, die sich bis 480 h mit einsetzender Unterrostung sichtbar verstärkt. Die Korrosionsschäden im linken, unteren Bildteil der *Abb. 12* deuten vorrangig auf reduktive Rostbildung in Form von Magnetit hin; lokal bilden sich bereits erste Rotrostzellen aus.

Wird hingegen Aktifit PF 115 eingesetzt, ist die Barrierewirkung in der Prüffläche vorteilhaft verstärkt und nicht nur der organischen Lackfilm, sondern auch das Metallsubstrat vor Defekten geschützt. Die höhere Leistungsfähigkeit reicht aus, um Schutzfunktion und Beschichtungshaltbarkeit allein durch Verwendung des optimierten Füllstoffs zeitlich gesehen praktisch zu verdoppeln.

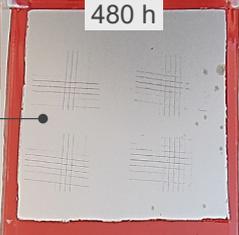
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG		Kondenswassertest Fläche 	
		Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115
			
		480 h 	480 h 
		Blasenbildung ab 240 h Korrosion stark	blasenfrei praktisch korrosionsfrei
		abgebeizt	abgebeizt
VM-0/1219/12.2019			

Abb. 12

3.5 Salzsprühtest

3.5.1 Haftfestigkeit

Die Gegebenheiten im neutralen Salzsprühtest legen die Notwendigkeit zur richtigen Füllstoffwahl noch deutlicher dar. Bedingt durch den hohen NaCl-Elektrolytgehalt des Testmediums unterbleiben starke Wasseraufnahme und sichtbare Quellung des Beschichtungsfilms.

Für die Kontrollformulierung führt die Haftungsprüfung mit Beurteilung des Gitterschnittwertes von GT 4-5 zu einem unzureichenden Ergebnis (Abb. 13, links). Probleme einer schlechten Zwischenschichthaftung sind nicht erkennbar, hingegen ist der schützende Beschichtungsfilm leicht und fast vollständig durch das Klebeband entfernenbar.

Dagegen widersteht die Variante mit Aktifit PF 115 dem mechanischen Abzugstest weitaus besser und erzielt in der Bewertung maximale Haftfestigkeit.

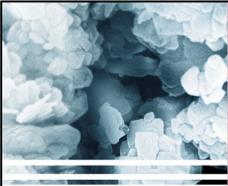
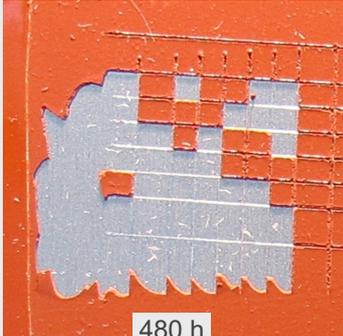
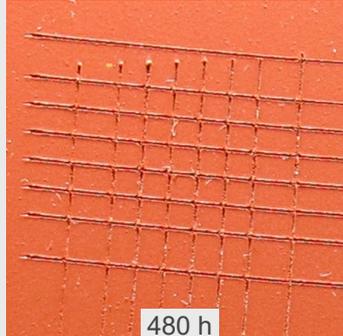
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG 	Salzsprühtest Haftung		HOFFMANN MINERAL
	Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115	
	 480 h	 480 h	
	GT 4 - 5	GT 0	
	Gitterschnitt 2 mm nach 1h 23°C / 50% RF und Klebebandabriss		
VM-0/1219/12.2019			

Abb. 13

3.5.2 Schutz in der Fläche

Im korrosiven Salzsprühnebel erweist sich die Leistungsfähigkeit unverletzter Beschichtungen sichtbar beständiger als unter Kondenswasserbetauung.

Zu ersten Einbußen in der Performance kommt es in der Kontrollrezeptur nach 480 h in Form lokaler Blasenbildung, die sich rasch verstärkt. Nach 800 h Testdauer liegt entsprechend *Abb. 14* das Schadensbild bereits ganzflächig vor. Erste Korrosionsbereiche auf dem abgebeizten Substrat belegen die Schwächung und Schädigung der Barriere gegenüber eintretenden korrosionsfördernden Stoffen.

Mit Aktifit PF 115 bleibt die Beschichtung selbst nach 800 h optisch wie auch funktionell völlig intakt. Dieser hydrophobe Füllstoff auf Kieselerdebasis verhindert die Blasenbildung und das metallische Substrat ist nach Ablauf der Testdauer noch optimal vor Korrosion geschützt.

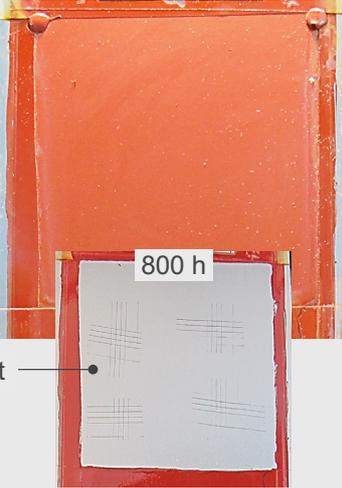
 Einleitung Experimentelles <u>Ergebnisse</u> Zusammenfassung		Salzsprühtest Fläche 	
		Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115
			
		800 h	800 h
			
		abgebeizt	
		Blasenbildung ab 480 h	blasenfrei
		Korrosion punktuell	korrosionsfrei
		VM-0/1219/12.2019	

Abb. 14

3.5.3 Schutz nach Ritzverletzung

Ganz andere Bedingungen ergeben sich, wenn der Beschichtungsfilm mechanischen Verletzungen ausgesetzt ist, was im Labor durch Anbringen eines definierten Ritzes simuliert wird. Mit einem Stichel nach Sikkens wurden die Lackfilme daher auf einer Länge von 6 cm bis zum Metallsubstrat geritzt und die Schutzwirkung des zuvor flächig geschlossenen Lackfilms damit lokal aufgehoben.

Die Auswirkungen auf die Beständigkeit zeigen sich im Salzsprühtest als signifikant abhängig von der Auswahl des geeigneten Füllstoffes:

In der mit Calciumcarbonat und Talkum gefüllten Variante wird der Ritz frühzeitig zum Ausgangspunkt schnell fortschreitender, massiver Blasenbildung. Dieser Umstand untergräbt vorzeitig die Barrierefunktion der gesamten benachbarten Fläche, die unverletzt zu diesem Zeitpunkt noch gegeben wäre. Die schlechte Haftfestigkeit dürfte mitverantwortlich sein für das Eindringen weiteren Wassers und von Korrosionsprodukten der elektrochemischen Reaktion ausgehend vom Ritz entlang der Grenzfläche Beschichtung/Substrat. Entsprechend resultieren Teilbereiche mit starker Korrosion des unterliegenden metallischen Substrates, wie das abgebeizte Prüfblech in *Abb. 15* erkennen lässt.

Die Ausbildung eines separaten Delaminationsbereiches durch Haftverlust am Ritz konnte bei keinem der Prüfbleche beobachtet werden.

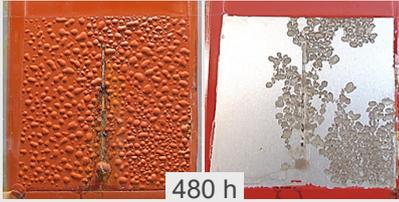
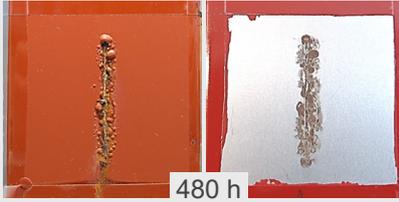
 EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG		Salzsprühtest Ritz			
		Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115	Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115
		 240 h	 240 h	Keine Delamination am Ritz	
		 480 h	 480 h		
		Blasenbildung früh, lateral + stark		reduziert und begrenzt auf Ritzbereich	
		Korrosion lokal stark, flächig			
		VM-0/1219/12.2019			

Abb. 15

Aktifit PF 115 wirkt sowohl der starken Blasenbildung als auch deren lateralem Fortschritt entgegen und begrenzt den Korrosionsschaden auf den eigentlichen Ritzbereich. Die Barriere Wirkung der Umgebungsfläche bleibt weiterhin erhalten und das Substrat vor fortschreitender Korrosion geschützt.

Die sehr positiven Ergebnisse mit dem funktionellen Füllstoff Aktifit PF 115 führten zur Entscheidung, dass weitere Versuche auch in spritzlackierten Einschichtern mit reduzierter Schichtdicke durchgeführt werden sollten.

3.5.4 Performance im Einschichter

Im hinsichtlich Schutzwirkung deutlich kritischeren Einschichter bestätigten sich die bereits vorab beschriebenen Effekte in beiden Korrosionsschutztests. Beispielhaft und anschaulich sind im Folgenden die Ergebnisse im Salzprühtest dargestellt.

Die annähernde Halbierung der Trockenschichtdicke auf 80 µm wirkt sich bei den Kontrollfüllstoffen in *Abb. 16* diametral auf die Beständigkeit und zeitliche Schutzwirkung aus. Folglich wird ein dem Zweischichter vergleichbares Schadensbild mit starker Blasenbildung und Korrosion bereits frühzeitig nach 120 h sichtbar. In analoger Weise versagt die nicht verletzte Prüffläche vorzeitig unter der Salznebelbelastung.

Aktifit PF 115 bietet selbst nach verlängerter Belastungszeit ein weitaus besseres Ergebnis als das der Kontrollfüllstoffe. Da die Leistungsfähigkeit mit Aktifit PF 115 trotz stark reduzierter Schichtdicke kaum abnimmt, liegt sie im Einschichter sogar noch höher als die ursprüngliche Performance der Kontrolle im Zweischichter (s. *Abb. 15*, Seite zuvor). Blasenbildung tritt abermals nur im unmittelbaren Bereich der Ritzverletzung auf. Die umgebende Beschichtungsfläche wird durch den gut integrierten Füllstoff und dessen Hydrophobie in ihrer Schutzfunktion für das metallische Substrat derart gestärkt, dass die technische Lebenszeit der Beschichtung mehr als verdoppelt werden kann.

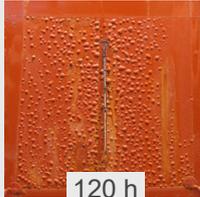
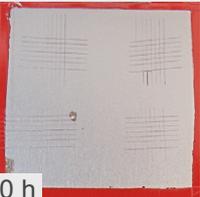
		Salzprühtest Einschichter, 80 µm TSD		HOFFMANN MINERAL	
		Calciumcarbonat / Talkum	Aktifit PF 115		
EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG					
		120 h	240 h	Keine Delamination am Ritz	
					
		120 h	240 h	Barriere geschädigt	intakt
		VM-0/1219/12.2019			

Abb. 16

4 Zusammenfassung

Geeignete, oberflächenbehandelte Neuburger Kieselerde verbessert die Leistungsfähigkeit des vorliegenden Acrylat-Korrosionsschutzprimers. Gegenüber einer Füllstoffkombination aus feinem, natürlichem Calciumcarbonat und Talkum empfiehlt sich die kalzinierte und hydrophobe Neuburger Kieselerde Aktifit PF 115 vorzugsweise durch folgende Eigenschaften:

- Niedrigere Viskosität und bessere Stabilität unter Lagerung
- Höhere Nasshaftfestigkeit und Zwischenschichthftung in feuchter und ionischer Umgebung
- Deutliche Beständigkeitsverbesserung gegenüber Blasenbildung und Korrosion in der Fläche
- Stark gehemmter Korrosionsfortschritt nach Beschichtungsverletzung

Die optimierten Barriereigenschaften mit Aktifit PF 115 bieten

- VOC-konformen Korrosionsschutz auf Basis nur eines Füllstoffes
- Verdopplung der Schutzdauer ohne technischen Leistungsverlust
- Schichtdickenreduktion für mehr Material-, Zeit-, Energie- und Kosteneinsparung
- Schichtverzicht: Starke Performance selbst für ökonomischen, merklich kritischeren Einschichter

Aktifit PF 115 zeigt sich als idealer Partner innerhalb des komplexen Filmbildungsprozesses, welcher schon vorab die Basis für guten Korrosionsschutz legt. Ohne die Notwendigkeit einer Füllstoffkombination, aber ausgestattet mit der Synergie hoher Hydrophobie und guter Hafteigenschaften kann Aktifit PF 115 die in wässrigen Lacken noch auftretenden Schwächen beim Einsatz klassischer Füllstoffe mehr als kompensieren. Das Plus an Performance bietet nachhaltig nicht nur verbesserten, längeren Korrosionsschutz, sondern gleichfalls einen Beitrag zu mehr umweltfreundlicher, materialsparender und wirtschaftlicherer Beschichtungsweise im Metallschutz.

Ob sich vorab beschriebene Füllstoffeffekte auch vorteilhaft auf den vielbeachteten Bereich des DTM-Korrosionsschutzes ausweiten lassen, wurde anhand weiterer Untersuchungen beleuchtet. Die bekannten Schutzanforderungen des klassischen Mehrschichtersystems müssen in derartigen Anwendungen in einer einzelnen Lackschicht gebündelt werden und zudem mitunter noch ästhetischen Anforderungen genügen. Die Ergebnisse hierzu sind Gegenstand des technischen Berichtes „*Neuburger Kieselerde in wässrigem Korrosionsschutz Acrylat Einschichtsystem weiß*“. In diesem deutlich unterschiedlichen Bindemittel- und Rezepturaufbau erzielt das ebenfalls hydrophobe Aktifit Q die besten Resultate.

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.