

Optimierung der Korrosionsschutzeigenschaften von wässrigen 2K-Epoxy-Klarlacken mit Neuburger Kieselerde

Verfasser: Hubert Oggermüller
 Susanne Reiter

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Experimentelles
 - 2.1 Basisrezeptur
 - 2.2 Verwendete Füllstoffe und deren Kennwerte
 - 2.3 Formulierungen mit Füllstoff
 - 2.4 Einstellung Applikationsviskosität
 - 2.5 Herstellung, Applikation, Trocknung
 - 2.6 Prüfmethoden
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Farbe
 - 3.2 Glanz
 - 3.3 Pendelhärte
 - 3.4 Flexibilität
 - 3.5 Haftung
 - 3.6 Kondenswassertest
 - 3.7 Salzsprühtest
- 4 Zusammenfassung

1 Einleitung

Korrosionsschutzlacke mit ausreichend schützenden Eigenschaften können nur mit Hilfe von Korrosionsschutzpigmenten hergestellt werden. Bei der Verwendung dieser Pigmente ist jedoch keine Anwendung als Klarlack möglich, da die Brechungsindizes von Bindemittel und Pigmenten sehr unterschiedlich sind.

Die feinteilige Neuburger Kieselerde hat jedoch einen Brechungsindex ähnlich dem Bindemittel, dadurch erscheint der Füllstoff im Lack transparent. Wie schon in früheren Korrosionsschutzuntersuchungen festgestellt wurde, kann die Neuburger Kieselerde als funktioneller Füllstoff aufgrund ihrer einzigartigen mineralogischen Zusammensetzung gezielt die Korrosionsschutzeigenschaften verbessern.

Folgendes Anforderungsprofil des Klarlackes soll durch den Einsatz von Neuburger Kieselerde erfüllt werden:

- Ausreichende Flexibilität und hervorragende Haftung bei der Verwendung von unterschiedlichen Substraten
- Gute Transparenz
- Kein weißes Anlaufen des Klarlackes nach Belastung im Kondenswassertest
- Verbesserung der Korrosionsschutzeigenschaften

2.2 Verwendete Füllstoffe und deren Kennwerte

Die Neuburger Kieselerde, die nahe Neuburg an der Donau abgebaut wird, ist ein in der Natur entstandenes Gemisch aus korpuskularer Kieselsäure und lamellarem Kaolinit: ein loses Haufwerk, das durch physikalische Methoden nicht zu trennen ist. Der Kieselsäureanteil weist durch natürliche Entstehung eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200 nm großen, aggregierten, kryptokristallinen Primärpartikeln, die mit amorpher Kieselsäure opalartig überzogen sind.

Durch die Kalzination der Kieselerde wird das enthaltene Kristallwasser des Kaolinitanteils ausgetrieben und es bilden sich neue, weitestgehend amorphe Mineralphasen. Der kryptokristalline Kieselsäureanteil bleibt bei der verwendeten Temperatur inert. Über einen integrierten Sichtungsprozess werden Korngrößen > 15 µm ausgeschlossen.

In *Abb. 2-4* dargestellt sind die Kennwerte der verwendeten Füllstoffe. Sillitin Z 89 ist eine helle Type der Neuburger Kieselerde. Silfit Z 91 ist kalziniert und dadurch die hellste und farbneutralste Variante. Aktisil AM ist die mit einer amino-funktionellen Gruppe modifizierte Version des Basismateriales Sillitin Z 86 der Neuburger Kieselerde und weist somit die geringste Helligkeit L^* und den höchsten Gelbstich b^* auf. Das Aktisil AM/89 ist die amino-funktionelle Version von Sillitin Z 89 und folglich deutlich farbneutraler als das Aktisil AM.

Da die Neuburger Kieselerde relativ feinteilig vorliegt, ist die Korngrößenverteilung gemessen bei einem mittleren Korndurchmesser d_{50} bei ca. 2 µm, der Top Cut d_{97} liegt bei 7 bis 10 µm.

Die Ölzahl, die als Kenngröße für den Bindemittelbedarf steht, liegt bei den verwendeten Neuburger Kieselerde Typen zwischen 45 und 61 g Leinöl pro 100 g Füllstoff.


		Füllstoffe und Kennwerte			HOFFMANN MINERAL
EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG ANHANG	Füllstoff	Beschreibung	Oberflächen- behandlung		
	Sillitin Z 89	Neuburger Kieselerde d_{50} : 1,8 µm, d_{97} : 7,1 µm	keine		
	Silfit Z 91	Kalzinierte Neuburger Kieselerde d_{50} : 2,0 µm, d_{97} : 8,6 µm	keine		
	Aktisil AM	Neuburger Kieselerde d_{50} : 2,2 µm, d_{97} : 10 µm	amino- funktionalisiert		
	Aktisil AM/89	Neuburger Kieselerde ähnlich Aktisil AM, aber farbneutraler d_{50} : 2,2 µm, d_{97} : 8,3 µm	amino- funktionalisiert		
		VM-1/0416/09.2025			

Abb. 2

Die spezifische Oberfläche BET beträgt bei allen Proben 8 bis 11 m²/g.



	Füllstoffe und Kennwerte		
EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG ANHANG	Füllstoff	Ölzahl [g/100g]	Spezifische Oberfläche BET [m ² /g]
	Sillitin Z 89	55	11
	Silfit Z 91	55	8
	Aktisil AM	45	9
	Aktisil AM/89	61	9
VM-1/0416/09.2025			

Abb. 3



	Füllstoffe und Kennwerte			
EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG ANHANG	Füllstoff	Farbe L*	Farbe a*	Farbe b*
	Sillitin Z 89	94,7	-0,1	3,4
	Silfit Z 91	95,3	-0,2	0,9
	Aktisil AM	93,0	0,5	8,1
	Aktisil AM/89	94,8	-0,1	3,4
VM-1/0416/09.2025				

Abb. 4

2.3 Formulierungen mit Füllstoff

Die ungefüllte Basisrezeptur diente als Kontrolle. Sillitin Z 89, Silfit Z 91 und Aktisil AM wurden mit 15 Gewichtsteilen (GT) geprüft, wodurch sich eine Pigmentvolumenkonzentration (PVK) von 9,9 % ergab. Aktisil AM wurde zusätzlich noch mit 25 GT geprüft, um durch die Festkörper bzw. PVK Erhöhung einen zusätzlich verbesserten Korrosionsschutz zu erhalten. Aktisil AM/89 wurde analog nur in der hohen Dosierung mit 25 GT eingesetzt, um den direkten farbneutralen Vergleich zum Aktisil AM zu haben (Abb. 5).



		Formulierungen 					
		Gewichtsteile					
EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG ANHANG		Kontrolle	Sillitin Z 89 15 GT	Silfit Z 91 15 GT	Aktisil AM 15 GT	Aktisil AM 25 GT	Aktisil AM/89 25 GT
	A-Komponente (Aminhärter)	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1
	+ Füllstoff	0	15	15	15	25	25
	B-Komponente	50	50	50	50	50	50
	Total	111,1	126,1	126,1	126,1	136,1	136,1
	Festkörper [%]	51,4	57,1	57,1	57,1	60,3	60,3
	PVK [%]	0	9,9	9,9	9,9	15,5	15,5
	VM-1/0416/09.2025						

Abb. 5

In Abb. 6 sind die gleichen Formulierungen nochmals in Prozent dargestellt.



		Formulierungen 					
		Prozent					
EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG ANHANG		Kontrolle	Sillitin Z 89 15 GT	Silfit Z 91 15 GT	Aktisil AM 15 GT	Aktisil AM 25 GT	Aktisil AM/89 25 GT
	A-Komponente (Aminhärter)	55	48,45	48,45	48,45	44,90	44,90
	+ Füllstoff	0	11,90	11,90	11,90	18,37	18,37
	B-Komponente	45	39,65	39,65	39,65	36,73	36,73
	Total	100	100	100	100	100	100
	Festkörper [%]	51,4	57,1	57,1	57,1	60,3	60,3
	PVK [%]	0	9,9	9,9	9,9	15,5	15,5
	VM-1/0416/09.2025						

Abb. 6

2.4 Einstellung Applikationsviskosität

Da die Kontrolle als auch die gefüllten Formulierungen zu dickflüssig zum Applizieren waren, wurden sie mit Wasser auf Applikationsviskosität verdünnt. Hierzu wurde zuerst die A- und B- Komponente im entsprechenden Verhältnis gemischt und danach sofort mit Wasser verdünnt.

Die angestrebte Applikationsviskosität sollte bei einer Scherrate von 25 s^{-1} im Bereich von 1,8 bis 2,0 Pa*s liegen, konnte jedoch nicht immer genau erreicht werden. Aus diesem Grund ist die Verdünnung mit Wasser in Prozent mit „Soll“ (entspricht der angestrebten Viskosität) und dem „Ist“ Zustand (entspricht der resultierenden Viskosität) angegeben (siehe Abb. 7). Die Viskositätsmesswerte wurden von der jeweiligen Aufwärtskurve entnommen.

Der Festkörper ist hier schon inklusive der angegebenen „Ist Verdünnung“ dargestellt.


		Einstellung		HOFFMANN MINERAL				
		Applikationsviskosität						
EINLEITUNG		Komponente A und B gemischt plus Wasser zur Verdünnung						
EXPERIMENTELLES			Kontrolle	Sillitin Z 89 15 GT	Silfit Z 91 15 GT	Aktisil AM 15 GT	Aktisil AM 25 GT	Aktisil AM/89 25 GT
ERGEBNISSE								
ZUSAMMENFASSUNG		Wasser [%]	Soll ~ 3,0 Ist 3,8	4,7	5,0	Soll ~ 5,0 Ist 6,8	Soll ~ 7,5 Ist 5,6	Soll ~ 7,5 Ist 4,9
ANHANG		resultierende Viskosität bei 25 s^{-1} [Pa*s] ^{*1}	1,5	1,9	1,8	1,4	2,6	2,4
		Festkörper [%]	49,5	54,6	54,4	53,5	57,1	57,5
		*1 Angestrebte Applikationsviskosität bei 25 s^{-1} : 1,8 – 2,0 Pa*s						
		VM-1/0416/09.2025						

Abb. 7

2.5 Herstellung, Applikation, Trocknung

Die Ansätze wurden am Dissolver mit Perlmühle (APS 1000) mit Hilfe von Glasperlen (Durchmesser 2 mm) und Wasserkühlung hergestellt. Die Ansatzgröße der A-Komponente betrug ca. 350 g. Die Batches wurden jeweils 10 Minuten bei 2000 UpM angedreht, dies entsprach einer Umfangsgeschwindigkeit von 7,9 m/s.

Anschließend wurden A und B-Komponente im entsprechenden Verhältnis zusammen vermischt und mit VE Wasser verdünnt.

Die Applikation erfolgte mit einer Walther Pilot Spritzpistole mit einem Düsendurchmesser von 2 mm und einer angeschlossenen Druckluft von ca. 1,7 bar.

Es wurden zwei unterschiedliche Substrate verwendet, beide ohne Vorbehandlung:

- Aluminium: Gardobond F
- Stahl: Gardobond OC

Die Trocknung der Bleche erfolgte forciert bei 60 °C für 30 Minuten. Danach lagerten diese noch weitere sieben Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte, um die vollständige Aushärtung zu erreichen. Die Trockenschichtdicke betrug 50 bis $80 \text{ }\mu\text{m}$, jedoch wurden innerhalb einer Prüfung immer ähnliche Schichtdicken herangezogen.

2.6 Prüfmethoden

Farbwerte

Die Farbwerte CIE L* a* b* wurden mit einem Spektralphotometer, Messgeometrie d/8° und Lichtart D 65, bestimmt.

Glanz

Der Glanz wurde mit dem Micro-Tri-Gloss der Firma BYK bestimmt.

Pendelhärte (König)

Die Pendelhärte wurde nach DIN EN ISO 1522 bestimmt. Als Maß für die Härte einer Beschichtung gilt die Dämpfungsdauer, ausgedrückt durch die Zeit in Sekunden, in der das König Pendel von 6° auf 3° Auslenkung zurückgeht.

Flexibilität (Tiefungsprüfung)

Bei der Tiefungsprüfung nach DIN ISO 1520 wurde eine Halbkugel mit konstanter, Geschwindigkeit langsam von der Rückseite in die Beschichtung gedrückt. Dabei wird auf entstehende Risse in der Beschichtung geachtet. Angegeben wurde hier die maximal mögliche Tiefung als Länge in Millimeter, bei der gerade noch keine Risse sichtbar waren.

Haftung (Gitterschnitt 1mm)

Bei der Gitterschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409 wurde mit Hilfe eines Gitterschnittmessers im 90° Winkel die Beschichtung eingeschnitten. Je nach Abplatzungsgrad der sich überschneidenden Schnitte wurde der Gitterschnittkennwert laut Norm festgelegt. Bei GT 0 sind die Schnittländer vollkommen glatt und keines der Quadrate ist abgeplatzt, bei GT 5 ist mehr als 65 % der Beschichtung abgeplatzt.

Kondenswassertest

Der Kondenswassertest ist für 240 Stunden nach DIN EN ISO 6270-2 CH auf Aluminium und Stahlsubstraten durchgeführt worden. Anschließend wurde an den Blechen der verbleibende Glanz, der Blasengrad nach DIN EN ISO 4628-8, der Rostgrad nach DIN EN ISO 4628-3, der Gitterschnitt als Kennwert für die Haftung und die Transparenz bzw. das milchige Anlaufen durch Farbmessung und Ermittlung von Delta E bestimmt.

Salzsprühtest

Der neutrale Salzsprühtest ist ebenfalls für 240 Stunden nach DIN EN ISO 9227 durchgeführt worden. Vor Belastung wurden pro Substrat (Stahl, Aluminium) je zwei beschichtete Bleche mit einem Ritzstichel nach van Laar (Längsritz) angeritzt. Nach der Verweildauer im Salzsprühnebel wurde der verbleibende Glanz und die Enthftung am Ritz nach DIN EN ISO 4628-8 beurteilt.

3. Ergebnisse

3.1 Farbe

Aufgrund der Filmtransparenz wird bei der Farbmessung eigentlich hauptsächlich die Farbe des Substrates gemessen. Jedoch können aufgrund des Einsatzes von Füllstoffen gewisse Farbverschiebungen entstehen, die dann mit der ungefüllten Kontrolle verglichen und beurteilt werden können.

Der a^* -Wert, welcher die rot-grün Anteile darstellt, befand sich bei allen Rezepturen auf einem vergleichbaren Niveau von -0,1 bis 0,2. Somit ist kein Unterschied durch den Füllstoffeinsatz erkennbar.

Die Helligkeit L^* war bei der Kontrolle mit 67,6 am höchsten. Bei den Varianten mit Füllstoff lag der L^* Wert weiterhin auf einem Niveau von etwa 64 bis knapp 66 (Abb. 8). Dies bestätigt die weiterhin gute Transparenz des Klarlackes trotz des Füllstoffeinsatzes.

Der Farbwert b^* , welcher die gelb-blau Anteile beschreibt, war mit der Kontrolle bei 1,1 am neutralsten, gefolgt von Sillitin Z 89 und Silfit Z 91 mit 3,8 bzw. 3,7. Wird das etwas gelbstichige Aktisil AM eingesetzt, so war der höhere b^* Wert von 7,5 bereits bei der geringen Dosierung von 15 GT erkennbar. Erhöhte man den Füllstoffanteil auf 25 GT, so stieg der b^* Wert auf 9,6 an. Das Aktisil AM/89 war deutlich farbneutraler. Trotz der hohen Dosierung mit 25 GT hatte es nur einen b^* Wert von 5 (Abb. 9). Somit ist beim b^* Wert die einzige, jedoch kaum wahrnehmbare Farbverschiebung durch den Füllstoffeinsatz erkennbar.

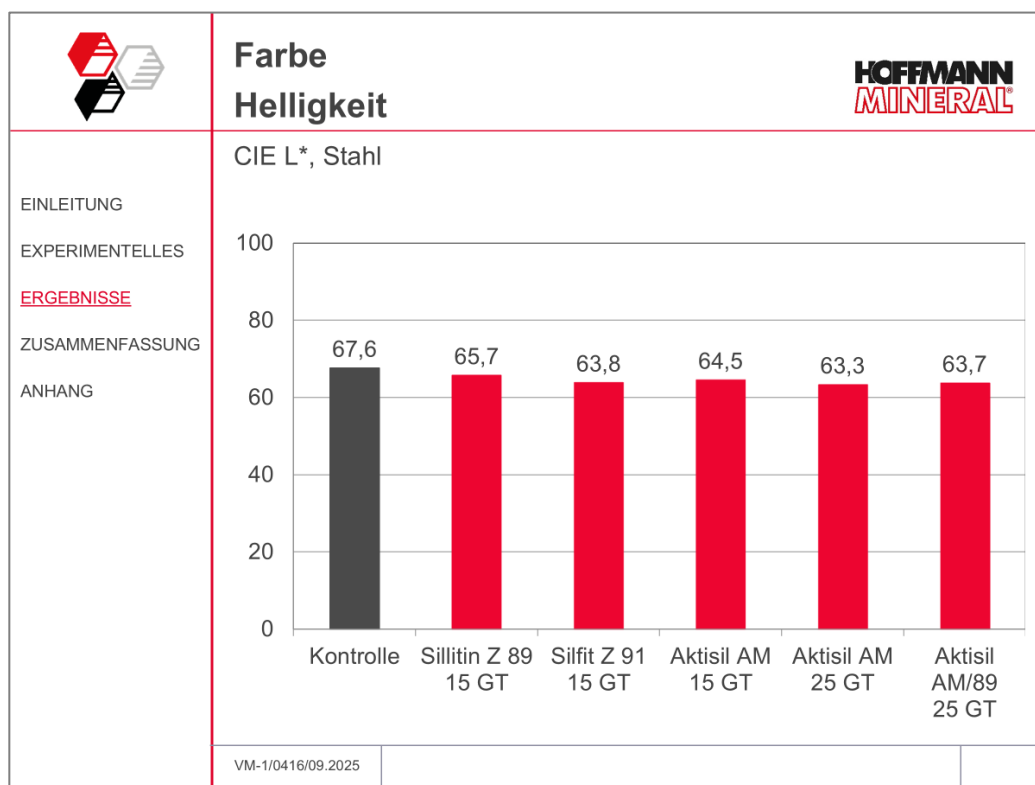


Abb. 8

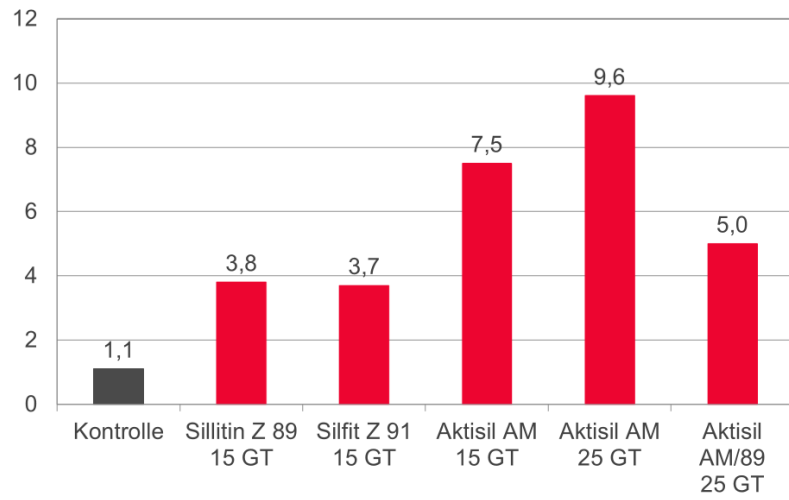


Farbe Gelb/blau Anteil

**HOFFMANN
MINERAL**

EINLEITUNG
EXPERIMENTELLES
ERGEBNISSE
ZUSAMMENFASSUNG
ANHANG

CIE b*, Stahl



VM-1/0416/09.2025

Abb. 9

3.2 Glanz

In Abb. 10 ist der 60° Glanz dargestellt. Der erste Balken in der Graphik zeigt den Glanz gemessen auf Stahluntergrund, der zweite auf Aluminium. Es ist ersichtlich, dass durch die Transparenz des Klarlacks das Substrat mitgemessen wird, wobei die Aluminiumoberfläche stärker reflektiert. Darüber hinaus kann dies auch als deutlicher Hinweis auf volle Transparenz interpretiert werden.

Die ungefüllte Kontrolle hatte den höchsten Glanz, aber die Filme mit Neuburger Kieselerde Produkten konnten, zumindest in der niedrigen Dosierung von 15 GT, den Glanz sehr gut halten.

Wurden 25 GT der Neuburger Kieselerde eingesetzt, so nahm der Glanz durch die Erhöhung der Pigmentvolumenkonzentration moderat ab.

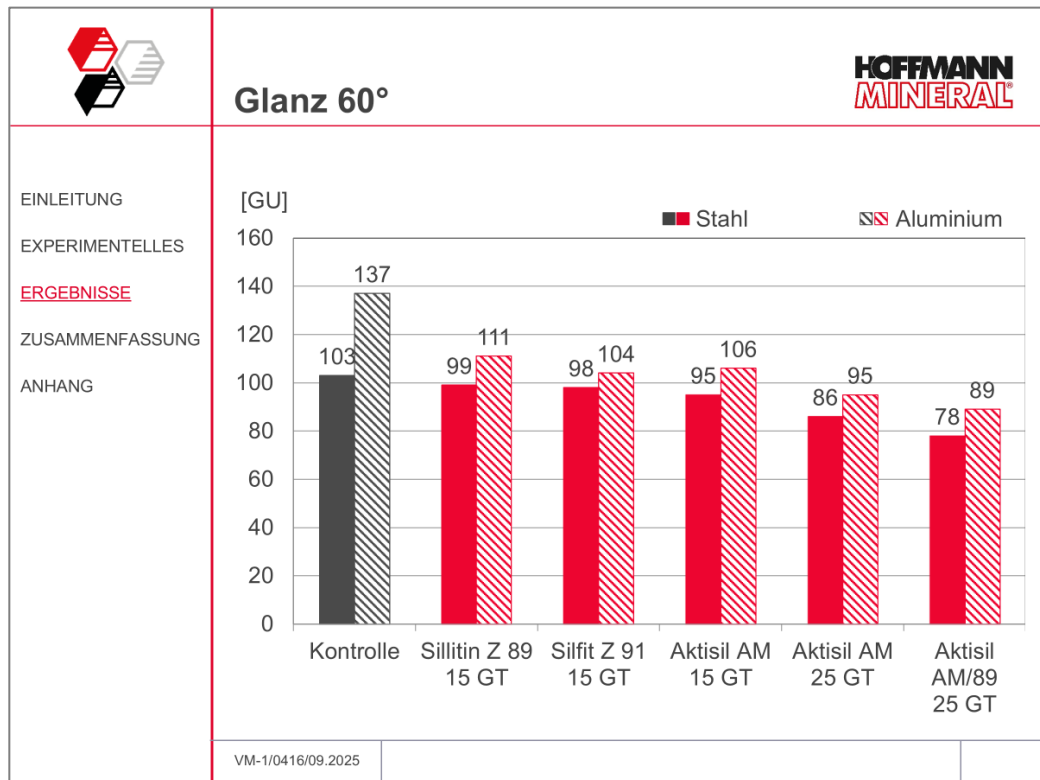


Abb. 10

3.3 Pendelhärte

Die Pendelhärte wurde auf Stahluntergrund nach drei bzw. sieben Tagen Lagerung bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte bestimmt. Der erste Balken in Abb. 11 zeigt die Pendelhärte nach drei Tagen, der zweite nach sieben Tagen.

Abgesehen von der zeitbedingten Härtezunahme konnten keine größeren Einflüsse der Füllstoffe festgestellt werden, auch nicht gegenüber der ungefüllten Kontrolle.

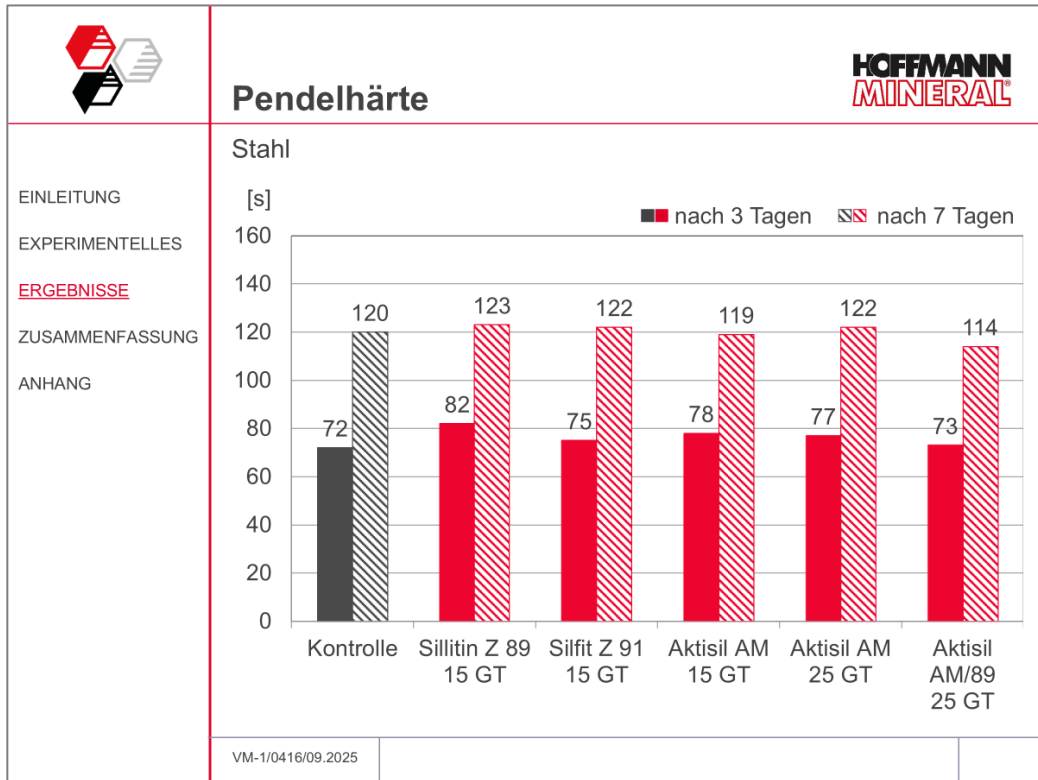


Abb. 11

3.4 Flexibilität

Die Flexibilität wurde durch die Erichsen Tiefungsprüfung nach sieben Tagen Lagerung bei Raumtemperatur bestimmt. Die Kontrolle hatte einen hervorragenden Tiefungswert von 10 mm. Durch den Einsatz der Füllstoffe wird die Beschichtung geringfügig spröder, bei 15 GT Füllstoff liegt der Tiefungswert bei ca. 8 mm, bei den beiden PVK erhöhten Varianten mit 25 GT liegt der Wert mit Aktisil AM bei etwas über 6 mm, mit dem Aktisil AM/89 bei 7,4 mm. Fazit ist, dass alle Varianten eine gute Flexibilität mit Tiefungswerten von 6 bis 8 mm aufweisen (Abb. 12).

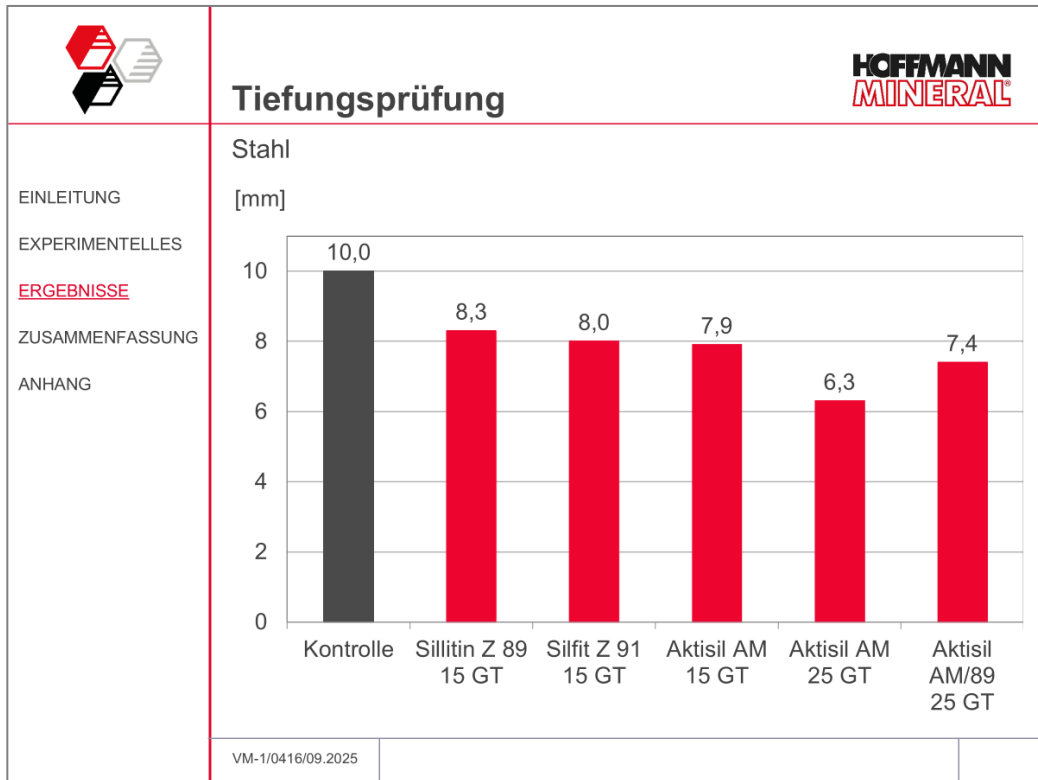


Abb. 12

3.5 Haftung

Die Haftung des Klarlackes auf unbehandelten Substrat (Stahl und Aluminium) wurde mittels Gitterschnitt geprüft. Die ungefüllte Kontrolle und die Ansätze mit Füllstoff zeigten auf beiden Substraten eine ausgezeichnete Haftung mit einem Gitterschnittkennwert von 0 (Abb. 13).

	Gitterschnittprüfung (1mm) 
EINLEITUNG EXPERIMENTELLES <u>ERGEBNISSE</u> ZUSAMMENFASSUNG ANHANG	Stahl und Aluminium  <p>Alle Formulierungen zeigen exzellente Haftung zum Substrat Gitterschnittkennwert 0</p> <p>VM-1/0416/09.2025</p>

Abb. 13

3.6 Kondenswassertest

Der Kondenswassertest wurde für 240 Stunden durchgeführt. Anschließend wurde der verbleibende Glanz, der Blasen- und Rostgrad, die Transparenz bzw. das weiße Anlaufen über die Farbmessung und Ermittlung von Delta E sowie der Gitterschnitt als Kennwert für die Haftung gemessen.

Abb. 14 visualisiert den 60° Glanz. Der erste Balken stellt den Glanzmesswert dar, der zweite Balken zeigt den verbleibenden Glanz in Prozent vom Ausgangswert. Je höher dieser Wert ist, desto besser ist die Glanzhaltung über die Belastungsdauer. Somit war die Kontrolle mit nur 86 % verbleibendem Glanz am schlechtesten. Sillitin Z 89 konnte die Glanzhaltung schon auf 92 % verbessern. Durch den Einsatz von Silfit Z 91 oder Aktisil AM war der Glanz nach 240 Stunden Kondenswassertest fast der gleiche wie vor der Belastung. Aktisil AM/89 war hinsichtlich der Glanzhaltung über die Belastungsdauer am besten. Somit kann durch den Füllstoffeinsatz die Glanzhaltung des Klarlackes deutlich verbessert werden.

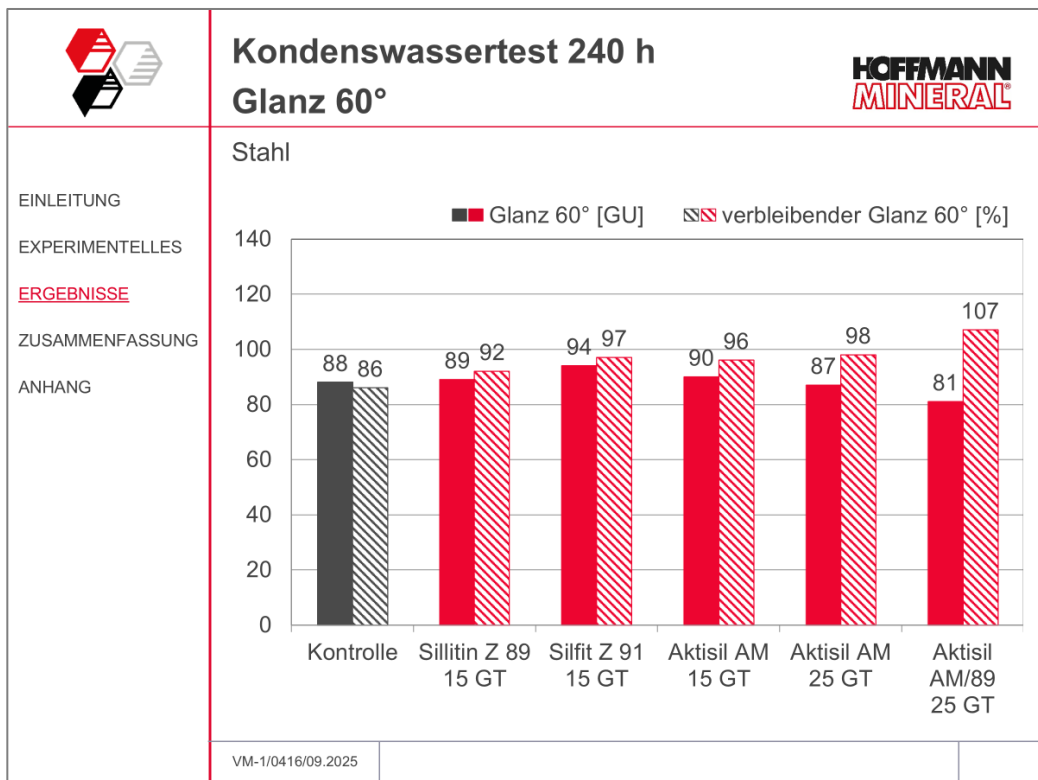


Abb. 14

In Abb. 15 ist ein Blech nach den 240 Stunden Kondenswassertest zu sehen. Dieses Bild steht als Referenz für alle geprüften Substrate und Formulierungsvarianten, es waren keinerlei Blasenbildung und kein Rost zu erkennen. Dies entspricht Ri 0 laut Norm.



	<h2 style="text-align: center;">Kondenswassertest 240 h</h2> <h3 style="text-align: center;">Blasengrad und Rostgrad</h3> <div style="text-align: right;">HOFFMANN MINERAL</div>	
<p>EINLEITUNG</p> <p>EXPERIMENTELLES</p> <p><u>ERGEBNISSE</u></p> <p>ZUSAMMENFASSUNG</p> <p>ANHANG</p>	<p style="text-align: center;">Stahl und Aluminium</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Alle Formulierungen</p> <p>keine Blasenbildung</p> <p>und kein Rost, alle Ri 0</p> </div> </div>	
	<p>VM-1/0416/09.2025</p>	

Abb. 15

Abb. 16 zeigt die Transparenz nach 240 Stunden Kondenswassertest, gemessen als Delta E Wert. Je höher der Delta E Wert ist, desto mehr Trübung (entspricht dem milchig-weißen Anlaufen) hatte der Klarlack nach der Belastung.

Die Kontrolle hatte mit 6,6 den höchsten Delta E Wert und war somit am stärksten weiß angelaufen. Der Einsatz von Sillitin Z 89 und Aktisil AM mit 15 GT verbesserte den Klarlack mit einer Senkung der Delta E Werte auf 4,7 und 4,2. Wurde Aktisil AM oder Aktisil AM/89 mit 25 GT eingesetzt, so konnte die Transparenz nochmals verbessert werden (Delta E Wert 3,1 und 3,6). Das eindeutig beste Ergebnis wurde mit Silfit Z 91 erzielt, hiermit konnte fast die volle Transparenz über die Belastungsdauer im Kondenswassertest erhalten bleiben. Dies ist auf dem Bild in Abb. 17 auch deutlich zu erkennen.

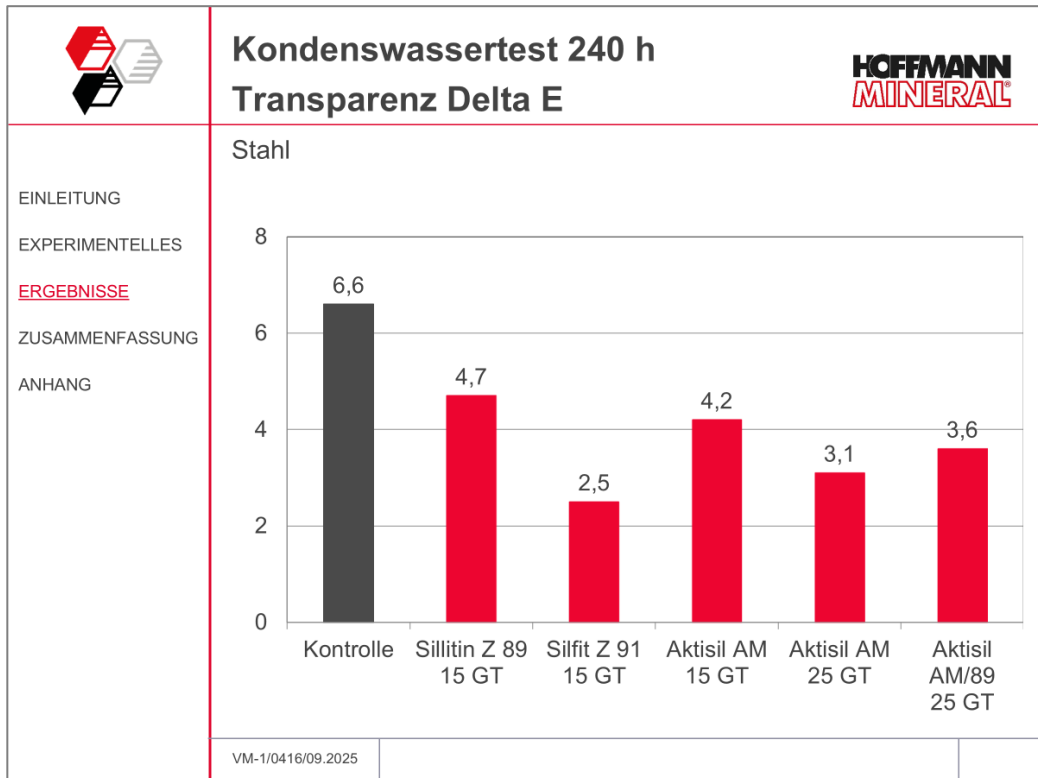


Abb. 16



Abb. 17

Zur Prüfung der Haftung des Klarlackes auf Stahlsubstrat wurde der Gitterschnitt sofort nach Ende der 240 Stunden Kondenswassertest geprüft (entspricht dem erstem Balken in *Abb. 18*). Nach einer Stunde Regenerationszeit bei Raumtemperatur wurde ein zweites Mal geprüft, siehe zweiter Balken in der Graphik. Der Gitterschnittkennwert war bei allen Formulierungen zwischen 0 und 1, deshalb ist hier der Mittelwert mit 0,5 angegeben. Dieser Kennwert entspricht einer ausgezeichnet guten Haftung des Klarlackes.

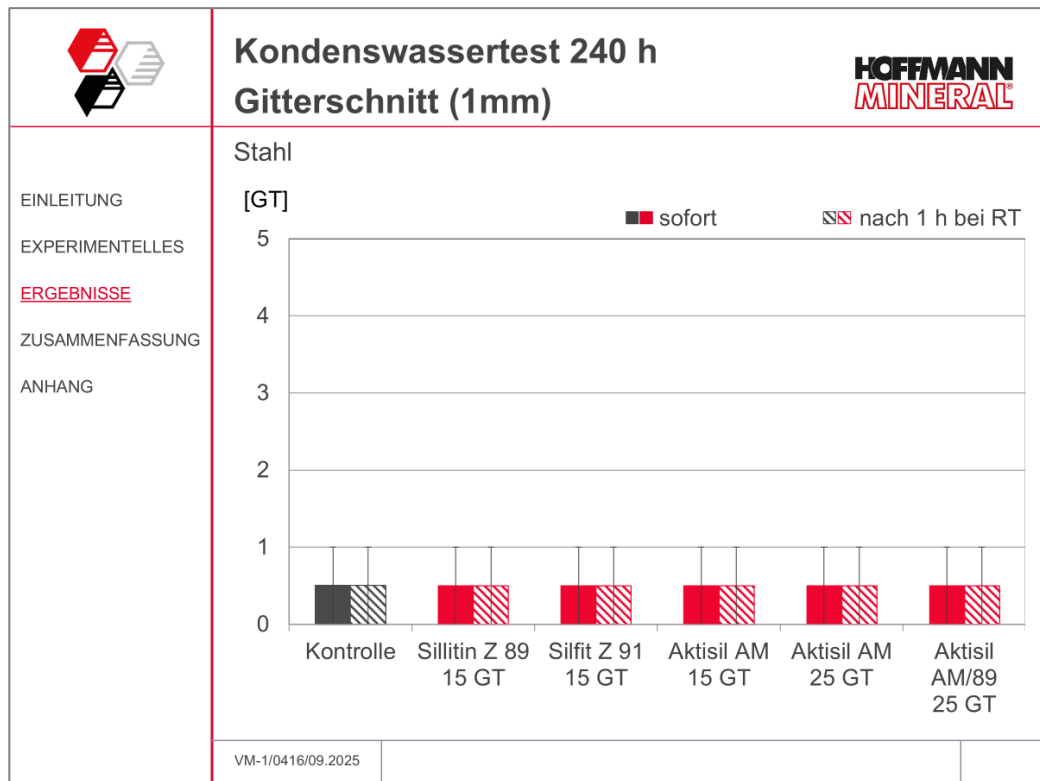


Abb. 18

Auf Aluminiumsubstrat konnte das Ergebnis bestätigt werden, der Gitterschnittkennwert betrug bei allen Formulierungen 0.

3.7 Salzprühtest

Nach 240 Stunden neutralem Salzprühtest wurden der verbleibende Glanz und die Enthaftung am Ritz beurteilt.

Abb. 19 visualisiert den 60° Glanz nach Belastung. Der erste Balken stellt den Glanzmesswert dar. Der zweite Balken zeigt den verbleibenden Glanz in Prozent vom Ausgangswert. Je höher dieser Wert ist, desto besser ist die Glanzhaltung über die Belastungsdauer. Somit war die Kontrolle mit nur 95 % verbleibendem Glanz an letzter Stelle positioniert. Wurde Neuburger Kieselerde eingesetzt, so konnte der Glanz zu 100 % beibehalten werden. Die funktionalisierten Produkte Aktisil AM und Aktisil AM/89 mit 25 GT waren am besten und stehen an der Spitze der Reihung.

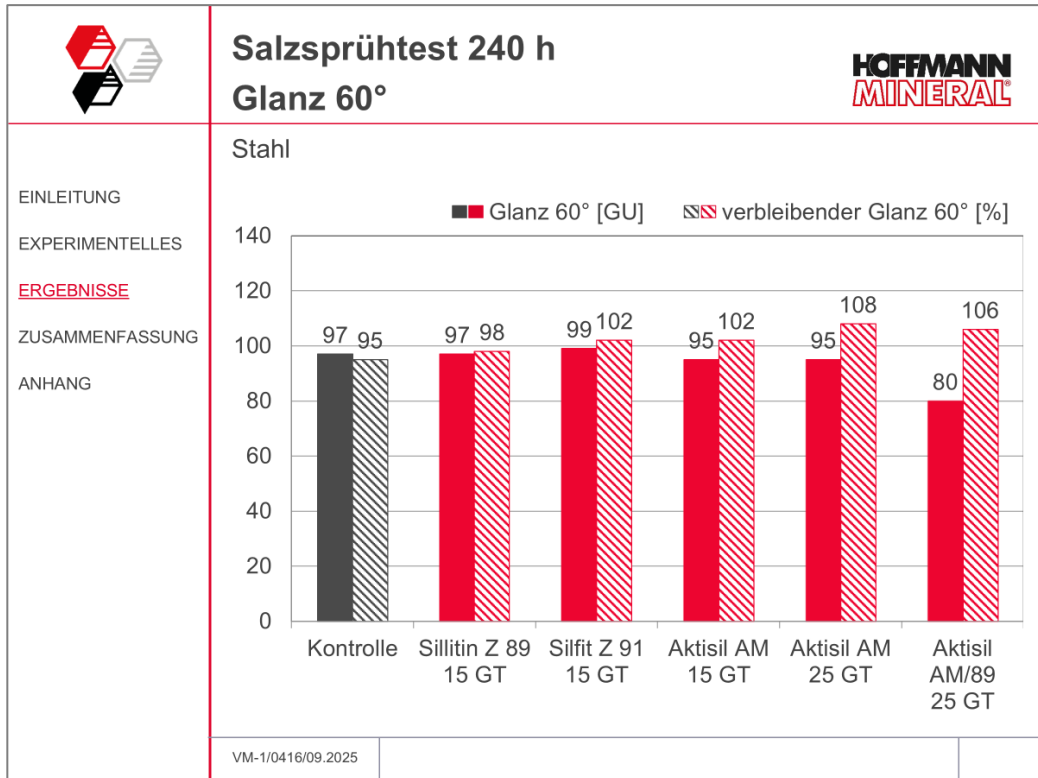


Abb. 19

Die Enthftung wurde nach Norm ermittelt, indem versucht wird, mit Hilfe eines Cuttermessers die Beschichtung vom Ritz ausgehend weiter abzulösen. Wie auf dem Bild in *Abb. 20* zu erkennen ist, konnte im Falle des Aluminiumsubstrates die Beschichtung nicht abgelöst werden. Somit ist die Enthftung bei allen Formulierungen 0 mm.


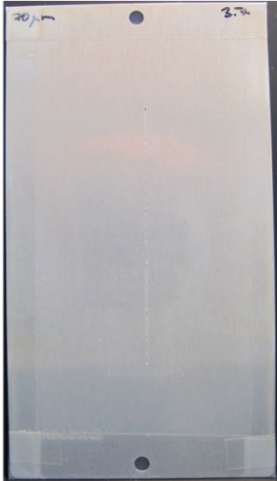
	<h2 style="text-align: center;">Salzsprühtest 240 h Enthftung</h2> <div style="text-align: right;">HOFFMANN MINERAL</div>
<p>EINLEITUNG</p> <p>EXPERIMENTELLES</p> <p><u>ERGEBNISSE</u></p> <p>ZUSAMMENFASSUNG</p> <p>ANHANG</p>	<p style="text-align: center;">Aluminium</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Alle Formulierungen keine Enthftung = 0 mm</p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 20px;">VM-1/0416/09.2025</p>

Abb. 20

Auf Stahlsubstrat gibt es deutliche Unterschiede zwischen der ungefüllten Kontrolle und den füllstoffhaltigen Klarlacken. *Abb. 21* zeigt die enthfteten Bereiche der einzelnen Rezepturen. Die Kontrolle haftete sehr schlecht, die Beschichtung ließ sich, vom Ritz ausgehend, bis fast zum Blechrand ablösen. Wurde das Sillitin Z 89 mit 15 GT eingesetzt, so konnte der Bereich der Enthftung deutlich verbessert werden, die Beschichtung löste sich nur noch wenige Millimeter ab. Ähnlich verhielt sich das farbneutrale Silfit Z 91. Setzte man jedoch einen funktionalisierten Füllstoff wie beispielsweise Aktisil AM ein, so konnte schon mit 15 GT im Vergleich zum unbehandelten Sillitin Z 89 oder Silfit Z 91 eine Verbesserung erzielt werden. Erhöhte man den Füllstoffanteil von 15 auf 25 GT, so war eine weitere Optimierung erkennbar, die Enthftung geht gegen Null. Das Aktisil AM/89, welches die gleiche amino-funktionelle Gruppe wie Aktisil AM hat (das Basismaterial ist nur farbneutraler) und mit 25 GT geprüft wurde, ist vergleichbar gut wie Aktisil AM mit 25 GT.

In *Abb. 22* ist die Enthftung laut Norm in Millimeter angegeben. Die beiden Balken stellen die Ergebnisse der Doppelbestimmung auf den zwei geprüften Stahlblechen dar. Es waren bis auf die Kontrolle keine größeren Schwankungen erkennbar. Somit kann von einem fundierten Ergebnis ausgegangen und die Aussage belegt werden, dass die Enthftung durch den Einsatz des funktionellen Füllstoffes auf ein Minimum reduziert werden kann.

Darüber hinaus wird auch die Rostbildung auf der Metalloberfläche im Bereich der enthfteten Fläche verringert und damit eindeutig verbessert.

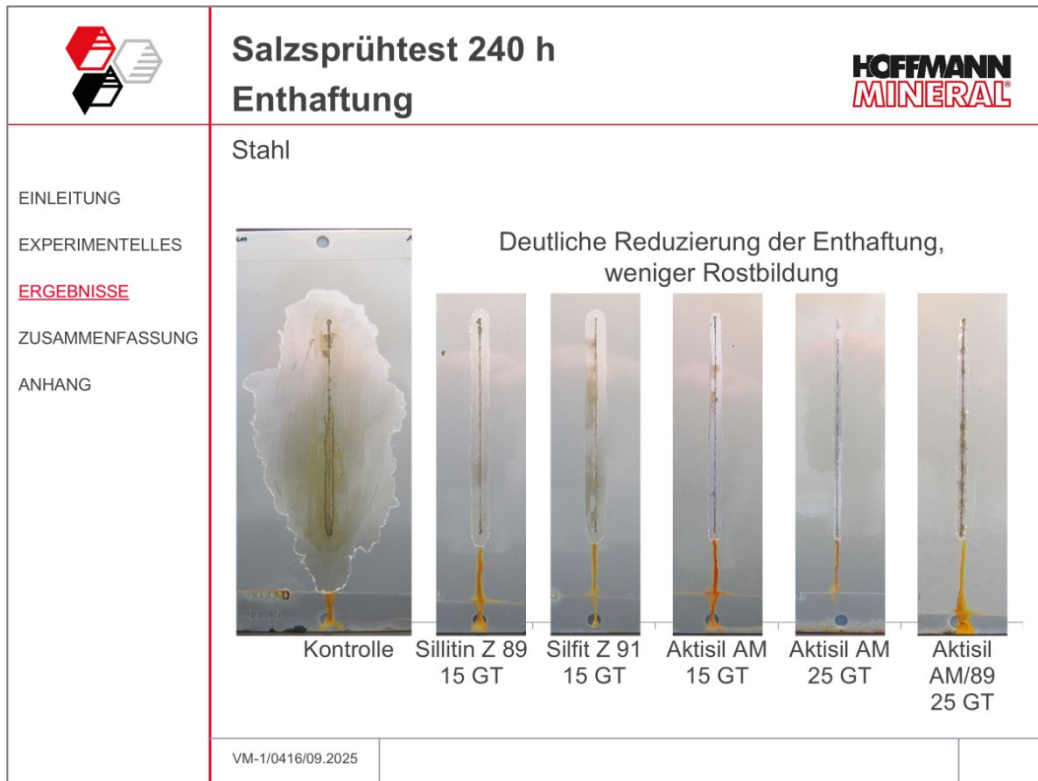


Abb. 21

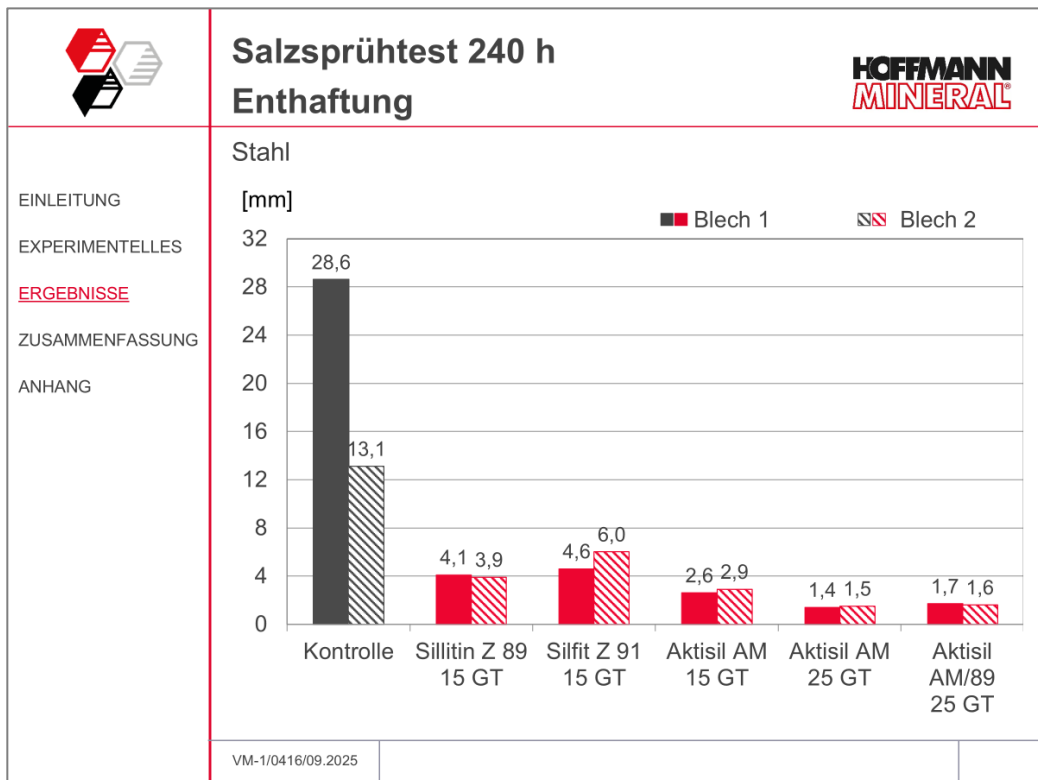


Abb. 22

4 Zusammenfassung

Ein wässriger 2K-Epoxy-Klarlack gefüllt mit Neuburger Kieselerde bietet folgendes Eigenschaftsprofil:

- ✓ Transparenz und Farbneutralität, besonders bei Verwendung von Silfit Z 91
- ✓ hohen Glanz (60° Winkel ~ 80 GU)
- ✓ ausgezeichnete Haftung auf Substrat (Gitterschnittkennwert 0-1)
- ✓ gute Flexibilität (Tiefungsprüfung 6-8 mm)
- ✓ bestes Preis-Leistungsverhältnis, besonders bei Verwendung von Sillitin Z 89
- ✓ kein weißes Anlaufen des Klarlackes nach Belastung im Kondenswassertest, vollständiger Erhalt von Transparenz und Farbneutralität über die Zeitspanne, besonders bei der Verwendung von Silfit Z 91 mit 15 GT
- ✓ signifikante Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit:
 - wird das Aktisil AM oder das farbneutralere Aktisil AM/89 eingesetzt, so lässt sich die Enthftung am Ritz minimieren. Diese Optimierung ist besonders in der PVK erhöhten Variante mit 25 GT deutlich sichtbar
 - verringerte Rostbildung

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