

## **Silfit Z 91**

**gegen Na/Al-Silikat und Alumosilikat**

**in preisgünstiger, lösemittelfreier**

**Reinacrylatfarbe**

Verfasser: Bodo Essen  
Hubert Oggermüller



VM / Dr. Alexander Risch

## **Inhalt**

- 1 Einleitung
  
- 2 Experimentelles
  - 2.1 Basisrezeptur
  - 2.2 Rezepturvariationen
  - 2.3 Kennwerte TiO<sub>2</sub>-Extender und Mattierungsmittel
  - 2.4 Herstellung, Applikation und Prüfungen
  
- 3 Ergebnisse
  - 3.1 Verarbeitungseigenschaften und Lagerstabilität
  - 3.2 Nassabriebbeständigkeit
  - 3.3 Glanz
  - 3.4 Farbe
  - 3.5 Deckvermögen
  - 3.6 Preis-Leistungs-Verhältnis
  
- 4 Zusammenfassung

# 1 Einleitung

Ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis mit guten optischen Eigenschaften, ausreichende Strapazierfähigkeit sowie weitgehende Emissions- und Lösemittelfreiheit sind wesentliche Merkmale moderner kostengünstiger Innendispersionsfarben. Als dekorative Beschichtungssysteme enthalten sie einen gewissen Anteil Titandioxid, das als energie- und kostenintensiver Rohstoff zunehmend starken Schwankungen in Preis und Nachfrage unterworfen ist und maßgeblich die Kostenstruktur der jeweiligen Farbformulierung bestimmt.

In Konsequenz wird in jüngerer Zeit häufig der partielle Weißpigmentersatz durch geeignete mineralische  $TiO_2$ -Extender angestrebt. Vertreter dieser Klasse sind oft helle, feinteilige gefällte Calciumcarbonate, Silikate oder auch kalzinierte Kaoline.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist eine Beurteilung der kalzinierten Neuburger Kieselerde Silfit Z 91 als  $TiO_2$ -Extender verglichen zu gefälltem Natriumaluminiumsilikat und einem Alumosilikat in einer derartigen Innendispersionsfarbe.

Im Vordergrund stehen vorrangig optische Kriterien wie Helligkeit, Farbneutralität sowie Deckfähigkeit und insbesondere die Formulierungskosten als Maßstab für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Weitere relevante Aspekte wie Verarbeitungseigenschaften und Nassabriebbeständigkeit werden durch begleitende Prüfungen beurteilt.

## 2 Experimentelles

### 2.1 Basisrezeptur

Als Bewertungsgrundlage dient eine gemäß *Abb. 1* in Europa marktübliche Rezeptur für eine lösemittelfreie Innendispersionsfarbe auf Basis einer Reinacrylat-Dispersion. Die BASF-Richtrezeptur zeichnet sich als preisgünstige Farbe durch einen niedrigen Weißpigment- sowie Bindemittelanteil aus. Als Titandioxidextender sind ein gefälltes Na/Al-Silikat sowie Socal P2 enthalten. Ein spezielles Alumosilikat ist als Mattierungsmittel eingesetzt. Zusätzlich finden sich zwei gebräuchliche Calciumcarbonate und eine Talkumtype in höherer Dosierung.

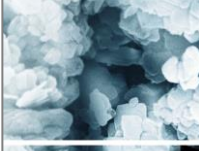

<b>Basisrezeptur</b>		<b>HOFFMANN MINERAL</b>	
		<b>Gewichtsteile [Gt]</b>	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"></div> <div style="margin-bottom: 10px;">EINLEITUNG</div> <div style="margin-bottom: 10px; color: red;">EXPERIMENTELLES</div> <div style="margin-bottom: 10px;">ERGEBNISSE</div> <div style="margin-bottom: 10px;">ZUSAMMENFASSUNG</div> <div style="margin-top: 20px;"></div> </div>	Wasser demineralisiert	-	300
	Natrosol 250 HBR	Verdicker	4
	Natronlauge 20 %	Neutralisationsmittel	2
	Joncryl 8078	Dispergiermittel	9
	Parmetol MBX	Gebindekonservierung	1
	Foamaster MO 2134	Entschäumer	2
	<b>Tronox CR-828</b>	<b><math>TiO_2</math> Pigment</b>	<b>60</b>
	<b>Gefälltes Na/Al-Silikat</b>	<b><math>TiO_2</math>-Extender</b>	<b>20</b>
	<b>Spezielles Alumosilikat</b>	<b>Mattierungsmittel</b>	<b>20</b>
	Socal P2	$TiO_2$ -Extender	50
	Plustalc H15	Füllstoff	90
	Omyacarb 2 GU	Füllstoff	80
	Omyacarb 5 GU	Füllstoff	210
	Foamaster MO 2134	Entschäumer	2
	Acronal ECO 6270 (Reinacrylat)	Bindemittel	84
	Wasser demineralisiert	-	66
	<b>Summe</b>		<b>1000</b>
VM-1/0415/10.2019			

Abb. 1


## 2.2 Rezepturvariationen

Die vorliegende Untersuchung fokussiert auf einen Ersatz der beiden silikatischen Komponenten durch Silfit Z 91. Social P2 bleibt als sehr feinteiliger und preiswerter Extender in dieser Untersuchung unangetastet.

Der Austausch erfolgt entsprechend *Abb. 2* zunächst bei regulärem Titandioxidanteil. Anschließend wird der Anteil Weißpigment im Zuge einer steigenden Dosierung Silfit Z 91 sukzessiv reduziert.

Wie der Datenvergleich zeigt, bleiben die relevanten Kenngrößen der Rezeptur annähernd erhalten.

Kontrolle		Silfit Z 91					
		TiO <sub>2</sub> regulär			TiO <sub>2</sub> reduziert		
					- 10 %	- 15 %	- 20 %
TiO <sub>2</sub>	60	60	54	51	48		
Na/Al-Silikat	20	---					
Alumosilikat	20	---					
<b>Silfit Z 91</b>	---	40	60	80	40	60	80
Festkörper m/m [%]	58,3	58,3	59,2	59,9	59,2	59,2	59,3
PVK [%]	83,5	83,2	83,8	84,3	83,9	83,9	84,0

Kennwerte  
TiO<sub>2</sub>-Extender, Mattierungsmittel 

VM-1/0415/10.2019

Abb. 2

Durch den sehr hohen Anteil an Füllstoffen/Extendern wird in den Formulierungen die relativ hohe PVK von über 80 % erzielt. Eine für Innendispersionsfarben typischerweise angestrebte erhöhte und teils überkritische PVK begünstigt das „Dry Hiding“. Dieser Effekt entsteht infolge einer unvollständigen Einbettung aller festen Bestandteile durch das Bindemittel, wodurch ein Teil der Pigment-/Füllstoffoberflächen zunächst durch Wasser benetzt wird. Im Zuge der Trocknung entstehen an diesen Stellen Luftporen, die durch diffuse Lichtbrechung einen zusätzlichen und gewünschten Beitrag zum Trockendeckvermögen leisten.

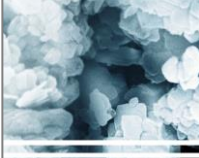
## 2.3 Kennwerte TiO<sub>2</sub>-Extender und Mattierungsmittel


Die Neuburger Kieselerde, die nahe Neuburg an der Donau abgebaut wird, 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 natürliche Entstehung eine runde Kornform auf und besteht aus ca. 200 nm großen, aggregierten, kryptokristallinen Primärpartikel.

Durch die Kalzination der Kieselerde zum Silfit Z 91 wird das enthaltene Kristallwasser des Kaolinitanteils ausgetrieben und es bilden sich neue, weitestgehend amorphe Mineralphasen. Der Kieselsäureanteil bleibt bei der verwendeten Temperatur unverändert. Über einen integrierten Sichtungsprozess werden Korngrößen > 15 µm ausgeschlossen.

Auffällig sind im direkten Vergleich zum Silfit Z 91 in *Abb. 3* die hohen Ölzahlen sowie die relativ geringen vergleichbaren Dichten der beiden Silikate. Beide Typen zeigen untereinander große Unterschiede hinsichtlich Korngrößenverteilung, spezifischer Oberfläche und insbesondere bei den Farbwerten.

Silfit Z 91 weist höhere Feinteiligkeit und eine deutlich niedrigere Ölzahl auf. Gegenüber dem Na/Al-Silikat zeichnet sich die kalzinierte Neuburger Kieselerde durch vergleichbar gute Farbneutralität aus; die Helligkeit liegt etwas niedriger, aber noch deutlich über der des Alumosilikates.

 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG	Korngröße		Ölzahl [g/100g]	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Spezifische Oberfläche BET [m <sup>2</sup> /g]	Farbe		
	d <sub>50</sub> [µm]	d <sub>97</sub> [µm]				L*	a*	b*
	Gefälltes Na/Al-Silikat	5,0	18	140	2,1	95	98,9	-0,1
Spezielles Alumosilikat	28	84	174	2,0	1,6	90,5	1,0	3,3
<b>Silfit Z 91</b>	<b>2,0</b>	<b>10</b>	<b>55</b>	<b>2,6</b>	<b>8</b>	<b>95,5</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,7</b>

zurück 

VM-1/0415/10.2019

Abb. 3

## 2.4 Herstellung, Applikation und Prüfungen


Die Herstellung der Rezepturen erfolgte entsprechend der in der Rezeptur angegebenen Rohstoffreihenfolge am Labordissolver unter Wasserkühlung.


Pigment, TiO<sub>2</sub>-Extender und Füllstoffe wurden vorgemischt und nach Zugabe zum Ansatz für 20 min bei einer Umfangsgeschwindigkeit der Zahnscheibe von 15 m/s dispergiert. Nach Zugabe des Bindemittels und der weiteren Additive wurde eine Reifungszeit von 12 h eingehalten.

Die Beschichtungen wurden unverdünnt und in der Regel per Rakel mittels automatisierten Filmziehgeräts appliziert. Die Trocknung und Konditionierung der Farbfilme sowie die Prüfungen nach 7 d Lagerung (für Nassabrieb 28 d) erfolgten im klimatisierten Labor bei 23 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit. Detaillierte Informationen sind *Abb. 4/5* entnehmbar.

<b>HOFFMANN MINERAL</b>													
 <p>EINLEITUNG</p> <p><b>EXPERIMENTELLES</b></p> <p>ERGEBNISSE</p> <p>ZUSAMMENFASSUNG</p> 	<h3 style="text-align: center;">Herstellung</h3> <table border="1"> <tr> <td><b>Mischen und Dispergieren</b></td> <td>Am Dissolver entsprechend der in der Rezeptur angegebenen Rohstoffreihenfolge. Dispergieren für 20 min mit 15 m/s Umfangsgeschwindigkeit der Zahnscheibe unter Wasserkühlung; T max. = 60°C</td> </tr> <tr> <td><b>Komplettierung</b></td> <td>Mit Bindemittel und weiteren Additiven</td> </tr> <tr> <td><b>Reifung</b></td> <td>Über Nacht</td> </tr> <tr> <td><b>Applikation</b></td> <td>Unverdünnt mit Rakel auf automatisiertem Filmziehgerät oder wie angegeben</td> </tr> <tr> <td><b>Substrat</b></td> <td>Wie angegeben, testabhängig</td> </tr> <tr> <td><b>Konditionierung</b></td> <td>Trocknungsbedingungen vor / während Tests: 23°C / 50% relative Luftfeuchtigkeit Trocknungszeiten: 28 d für Nassabrieb, sonst 7 d</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">VM-1/0415/10.2019</p>	<b>Mischen und Dispergieren</b>	Am Dissolver entsprechend der in der Rezeptur angegebenen Rohstoffreihenfolge. Dispergieren für 20 min mit 15 m/s Umfangsgeschwindigkeit der Zahnscheibe unter Wasserkühlung; T max. = 60°C	<b>Komplettierung</b>	Mit Bindemittel und weiteren Additiven	<b>Reifung</b>	Über Nacht	<b>Applikation</b>	Unverdünnt mit Rakel auf automatisiertem Filmziehgerät oder wie angegeben	<b>Substrat</b>	Wie angegeben, testabhängig	<b>Konditionierung</b>	Trocknungsbedingungen vor / während Tests: 23°C / 50% relative Luftfeuchtigkeit Trocknungszeiten: 28 d für Nassabrieb, sonst 7 d
<b>Mischen und Dispergieren</b>	Am Dissolver entsprechend der in der Rezeptur angegebenen Rohstoffreihenfolge. Dispergieren für 20 min mit 15 m/s Umfangsgeschwindigkeit der Zahnscheibe unter Wasserkühlung; T max. = 60°C												
<b>Komplettierung</b>	Mit Bindemittel und weiteren Additiven												
<b>Reifung</b>	Über Nacht												
<b>Applikation</b>	Unverdünnt mit Rakel auf automatisiertem Filmziehgerät oder wie angegeben												
<b>Substrat</b>	Wie angegeben, testabhängig												
<b>Konditionierung</b>	Trocknungsbedingungen vor / während Tests: 23°C / 50% relative Luftfeuchtigkeit Trocknungszeiten: 28 d für Nassabrieb, sonst 7 d												

Abb. 4






## Prüfungen

EINLEITUNG

**EXPERIMENTELLES**

ERGEBNISSE

ZUSAMMENFASSUNG



Herstellung	
Einarbeitbarkeit Feststoffe, Schaumbildung, Entlüftung	
	Subjektive Beurteilung
Nasslack	
Kornfeinheit	Grindometer 0 – 50 µm
Viskosität	1 d nach Herstellung, Rheometer 23°C, Searle System
Lagerstabilität	Unverdünnt in 1L-Metallgebinde, 6 Monate 23°C
Applikation mit Rakel, Spalthöhe 300 µm auf Lenetafolie, TSD* ~ 120 µm	
Nassabriebbeständigkeit	200 Zyklen auf Scheuerprüfgerät gemäß ISO 11998. Klassifizierung entsprechend DIN EN 13300
Applikation mit Rakel, gestufte Spalthöhe 100 - 400 µm auf Kontrastkarton	
Farbe / Glanz	L*, a*, b* über weiß, 85°-Glanz (Sheen) bei voll deckendem Film mit TSD = 120 µm
Deckvermögen	Messung der Abhängigkeit des Kontrastverhältnisses über schwarz/weiß von der Trockenschichtdicke. Bestimmung der für die jeweilige Klassifizierung gemäß DIN EN 13300 notwendigen TSD mit resultierender Ergiebigkeit

\* Trockenschichtdicke zurück

VM-1/0415/10.2019

Abb. 5

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Verarbeitungseigenschaften und Lagerstabilität

Durch das besonders im wässrigen Medium generell sehr gute Dispergierverhalten der Neuburger Kieselerde erzielt Silfit Z 91 entsprechend schnelle, schaumfreie und sogar bessere Einarbeitbarkeit bei der Formulierungsherstellung als die Kontrollvariante. Die Kornfeinheit der komplettierten Innendispersionsfarben liegt mit Silfit Z 91 nach Grindometerbestimmung bei einheitlich 15 µm. Die geringere Kornfeinheit der Kontrolle von etwa 30 µm resultiert aus dem Einsatz des relativ groben Alumosilikates.

Das Rheologieprofil weist die für Fassadenfarben typische starke Scherverdünnung auf, wobei die deutlich erniedrigte Viskosität von 0,09 bis 0,13 Pas unter höherer Scherbelastung (1000 s<sup>-1</sup>) die leichte Verarbeitbarkeit/Streichbarkeit widerspiegelt. Hohe Viskositätswerte von 8,6 - 10,7 Pas bei geringer Scherbelastung (0,1 s<sup>-1</sup>) signalisieren geringe Ablaufneigung nach der Applikation und ermöglichen die für gutes Deckvermögen notwendigen Filmschichtdicken.

Alle Formulierungen zeigen nach 6 Monaten gute Lagerstabilität. Die Ansätze neigen zu nur geringer Phasentrennung und sind leicht aufrühr- und homogenisierbar.

#### 3.2 Nassabriebbeständigkeit

Unter Ersatz des Na/Al-Silikates und des Alumosilikates durch Silfit Z 91 bleibt das Beständigkeitsniveau erhalten, wie durch die sehr vergleichbaren Ergebnisse in *Abb. 6* angezeigt ist.

Mit einer Einordnung in die Klasse 3 ergibt sich eine gegenüber hochqualitativen Farben allerdings grundsätzlich verminderte Strapazierfähigkeit. Sie ist prinzipiell der sehr hohen PVK geschuldet, wodurch das oberflächliche Auslösen der partikulären Feststoffe aus der umgebenden Polymermatrix erleichtert wird.

Dennoch werden selbst bei höher Dosierung der kalzinierten Neuburger Kieselerde und gleichzeitiger Weißpigmentreduzierung mit Silfit Z 91 waschbeständige Beschichtungen ohne Einbußen in der mechanischen Belastbarkeit erzielt.

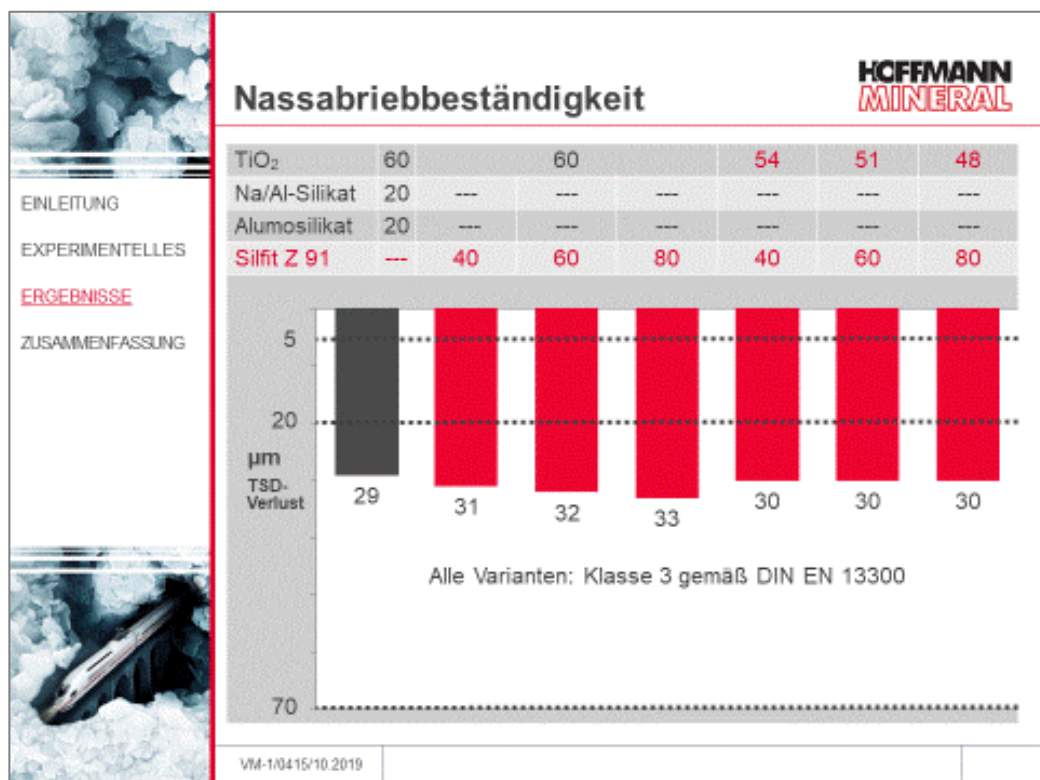


Abb. 6



### 3.3 Glanz

Alle Varianten zeigen infolge der hohen, überkritischen PVK eine leicht mikrorauhe Beschichtungsoberfläche. Unter Einsatz von Silfit Z 91 nimmt der Glanz gemäß Abb. 7 mit zunehmender Dosierung leicht zu; die Oberflächen bleiben allerdings weiterhin im matten Bereich nach DIN EN 13300 mit 85°-Glanzwerten zwischen 5 und 10 Glanzeinheiten.

Stärker mattierte Beschichtungen ähnlich dem Kontrollniveau sind mit Silfit Z 91 durch angepassten Zusatz relativ feinteiliger, natürlicher Cellulosefasern zugänglich (z. B. „Arbocel B 600“, Richtwert: ca. 2 % auf Gesamtformulierung).

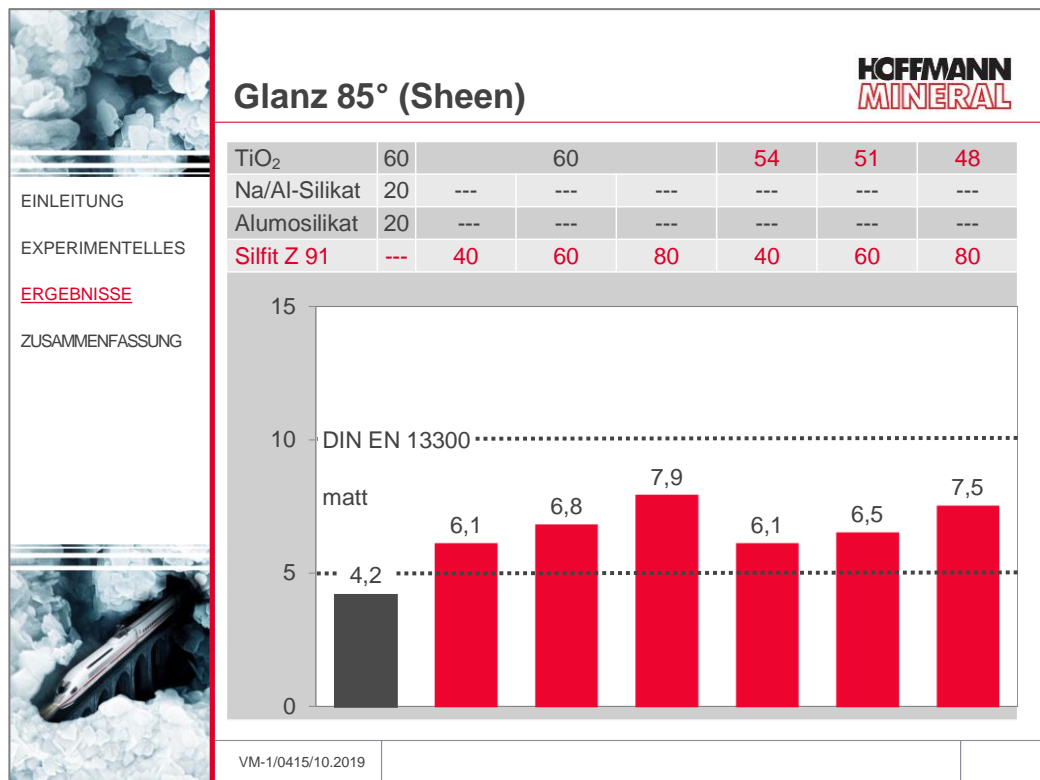


Abb. 7

### 3.4 Farbe

Die Unterschiede in der Helligkeit der beiden untersuchten TiO<sub>2</sub>-Extender beim Pulvermaterial wirken sich in den resultierenden Formulierungen kaum aus: Die diesbezüglich und vordergründig vorteilhaften Eigenschaften des Na/Al-Silikates lassen sich nicht auf die Kontrollformulierung übertragen, da sie durch die deutlich geringere Helligkeit des Alumosilikates kompensiert werden. Infolgedessen fällt in *Abb. 8* das Niveau der Kontrolle tendenziell sogar noch leicht hinter das der Variante mit gewichtsgleichem Einsatz von Silfit Z 91 zurück.

Bedingt durch die guten optischen Eigenschaften der kalzinierten Neuburger Kieselerde kann zusätzlich der ohnehin geringe Titandioxidanteil ohne Einbußen in der Helligkeit weiter reduziert werden. Die Farbneutralität der Innendispersionen bleibt dabei praktisch unverändert.

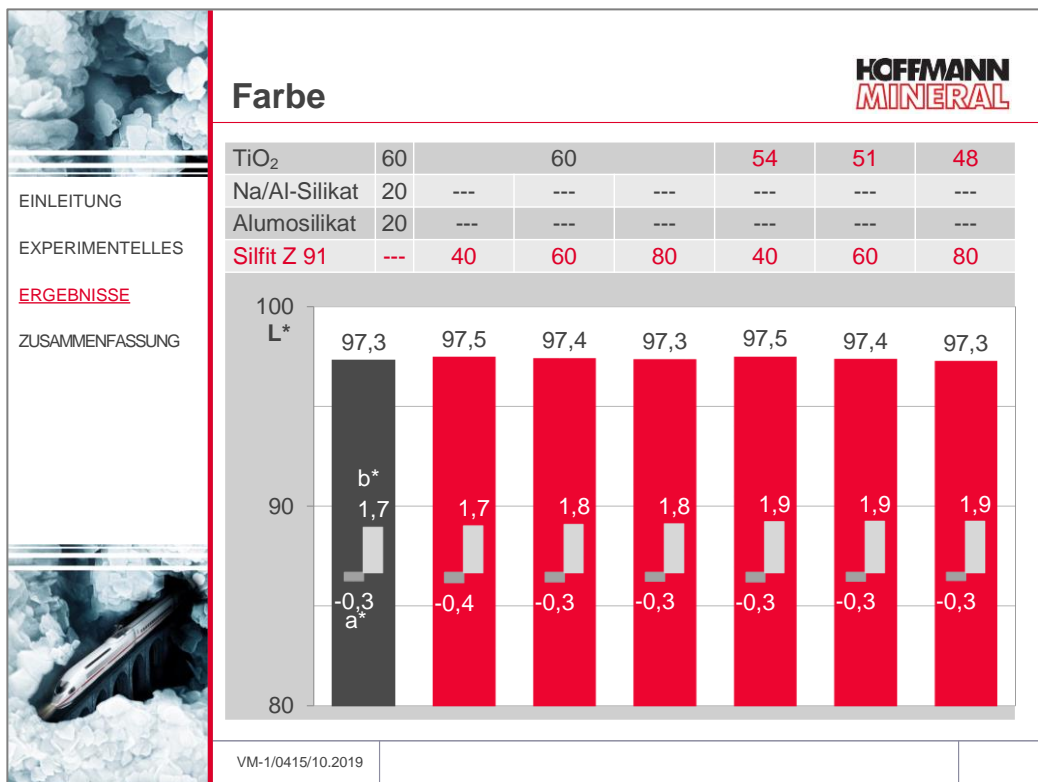


Abb. 8

### 3.5 Deckvermögen

Die kalzinierte Neuburger Kieselerde Silfit Z 91 liefert einen sehr nützlichen Beitrag zum Deckvermögen der Beschichtung. Unter der Bedingung eines gut deckenden Filmes mit einem Kontrastverhältnis von mindestens 98 % resultieren mit Silfit Z 91 gemäß Abb. 9. entsprechend sichtbar höhere Ergiebigkeiten. Hierbei spiegelt sich eine zunehmende Silfit-Dosierung besonders positiv wider.

Analog den Ergebnissen hinsichtlich der Farbwerte kann der Weißpigmentanteil ohne Nachteil gegenüber der Kontrollrezeptur in den entsprechenden Formulierungen ersatzlos gesenkt werden. Die zu erwartende Abnahme im Deckvermögen fällt vergleichsweise gering aus, so dass trotz der TiO<sub>2</sub>-Einsparung noch ein sichtbarer Performancegewinn erreichbar ist.

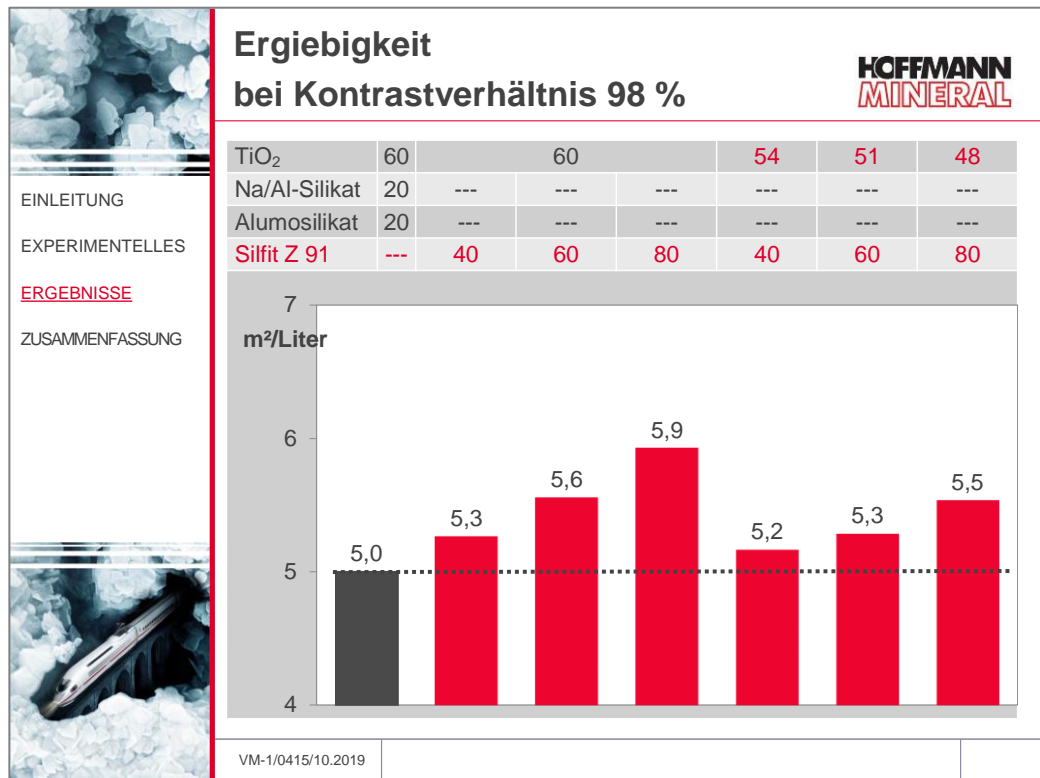


Abb. 9

Die Vorteile in Deckvermögen und Ergiebigkeit nehmen unmittelbar Einfluss auf die zu beurteilende Gesamtleistungsfähigkeit der Farbe, wie im folgenden Abschnitt aufgezeigt wird.

### 3.6 Preis-Leistungs-Verhältnis

Zugrundegelegt und in Beziehung gesetzt sind in *Abb. 10* die volumenbezogenen Rohstoffkosten in Deutschland 2019 (obere Grafik, linke Säule), sowie die aus dem Deckvermögen resultierende volumenbezogene Ergiebigkeit (obere Grafik, rechte Säule). Die Angaben erfolgen als relative Änderung [%] bezogen auf die Kontrollformulierung mit einem Indexwert = 100.

In der unteren Grafik ist die jeweilige additive Zusammenfassung der Veränderungen bei Kosten und Ergiebigkeit als Indikator für die effektive Leistungsfähigkeit wiedergegeben.

Schon ohne Titandioxidersatz empfiehlt sich der Einsatz von Silfit Z 91 wegen Einsparungen bei den Formulierungskosten in Kombination mit zunehmend verbesserter Performance. Die entsprechend TiO<sub>2</sub>-reduzierten Varianten ergeben in der Gesamtbetrachtung ein nahezu vergleichbares Bild, wobei der Vorteil hier durch die Weißpigmenteinsparung vorrangig in einer Senkung der Formulierungskosten zu sehen ist.

Die höheren Ergiebigkeiten bei allen Rezepturen mit Silfit Z 91 korrelieren mit einem flächenbezogen geringeren Materialverbrauch und tragen zusätzlich zur Optimierung der Kostenstruktur bei.

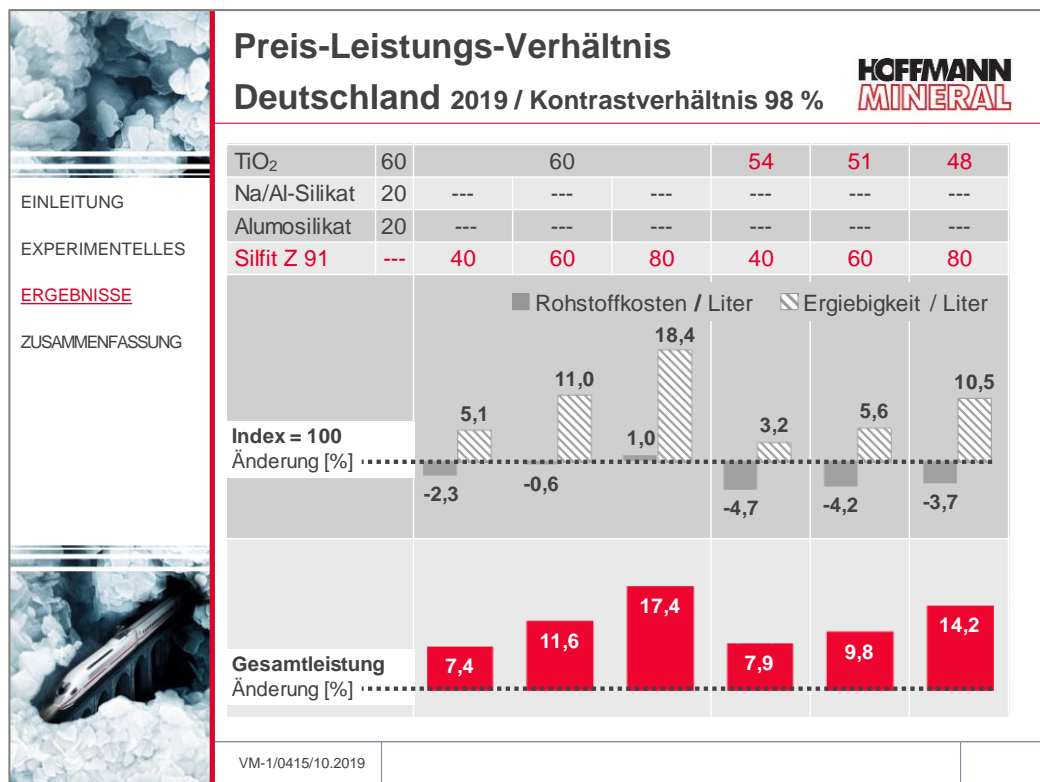


Abb. 10

## 4 Zusammenfassung

Silfit Z 91 erzielt gegenüber einer Kombination aus einem gefällten Na/Al-Silikat/Alumosilikat in der vorliegenden Untersuchung die folgende Performance:

- Praktisch vergleichbare Verarbeitungseigenschaften, Lagerstabilität, Nassabriebbeständigkeit und Farbe
- Leicht erhöhtes Glanzniveau; ggf. weitere Mattierung durch Zugabe von bis zu 2 % feinteiliger Cellulosefasern
- Merklich optimiertes Deckvermögen und höhere Ergiebigkeit bei gleichzeitig reduzierten Formulierungskosten
- Trotz 10 - 20 % geringerem Weißpigmentanteil noch verbesserte Performance mit zusätzlicher Kostensenkung

Die kalzinierte Neuburger Kieselerde Silfit Z 91 bietet mit ihrem Eigenschaftsspektrum damit die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit bestehender preiswerter Innendispersionsfarben deutlich zu verbessern.

Überdies liefert Silfit Z 91 durch hohes Kosteneinsparpotenzial einen merklichen Beitrag zur Formulierung noch kostengünstigerer Beschichtungssysteme und unterstreicht in besonderer Weise seine Eignung als effektiver TiO<sub>2</sub>-Extender für moderne dispersionsbasierte Innenfarben.

Rezepturempfehlungen zur Formulierung mit Silfit Z 91 sind *Abb. 11* entnehmbar.

		<b>HOFFMANN MINERAL</b>			
		<b>Rezepturempfehlungen</b>			
		[1] Höchste Helligkeit und Mattierung * [2] Bestes Deckvermögen [3] TiO <sub>2</sub> -Reduktion mit hoher Kosteneinsparung bei gutem Deckvermögen			
		[1]	[2]	[3]	
EINLEITUNG  EXPERIMENTELLES  ERGEBNISSE  <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	Wasser demineralisiert		300		
	Natrosol 250 HBR		4		
	Natronlauge 20 %		2		
	Joncryl 8078		9		
	Parmetol MBX		1		
	Foamaster MO 2134		2		
	Tronox CR-828	60	60	48 (bis 54)	
	<b>Silfit Z 91</b>	<b>40</b>	<b>80</b>	<b>(40 bis) 80</b>	
	Socal P2		50		
	Plustalc H15		90		
	Omyacarb 2 GU		80		
	Omyacarb 5 GU		210		
	Foamaster MO 2134		3		
	Acronal ECO 6270 (Reinacrylat)		84		
	Wasser demineralisiert		66		
	Festkörper m/m	[%]	58,3	59,9	59,3
	PVK	[%]	83,2	84,3	84,0
* Ggf. Zugabe von +/- 20 GT Arboce B 600					
VM-1/0415/10.2019					

Abb. 11

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