

**Reduzierter Titandioxidgehalt:  
Neuburger Kieselerde  
in Straßenmarkierungsfarben  
(wässrig, weiß, dünnsschichtig)**

Verfasser: Susanne Reiter  
Hubert Oggermüller



VM / Dr. Alexander Risch

## **Inhalt**

- 1 Einleitung
  
- 2 Experimentelles
  - 2.1 Basisrezeptur
  - 2.2 Verwendete Füllstoffe und deren Kennwerte
  - 2.3 Herstellung
  
- 3 Prüfmethoden und Ergebnisse
  - 3.1 Viskosität
  - 3.2 Farbwerte
  - 3.3 Trockenzeit
  - 3.4 Frühregenfestigkeit
  - 3.5 Abriebfestigkeit
  - 3.6 Deckvermögen (Kontrastverhältnis)
  - 3.7 Ergiebigkeit und Kosten
  
- 4 Zusammenfassung und Ausblick

# 1 Einleitung

Vorteile von Neuburger Kieselerde zeigten sich bereits in früheren Untersuchungen lösemittelhaltiger und auch wässriger Straßenmarkierungsfarben bezüglich der Erhöhung des Deckvermögens und einer Verbesserung der Abriebbeständigkeit.

In einer weißen, wässrigen Straßenmarkierungsfarbe soll unter Beibehaltung der Pigmentvolumenkonzentration ein Teilersatz von Titandioxid und Calciumcarbonat durch Neuburger Kieselerde erfolgen.

Ziel der Untersuchung war es, die Gebrauchseigenschaften bei dünn-schichtigen Anwendungen zu erhalten bzw. zu verbessern und dabei die Kosten aufgrund des Titandioxidersatzes durch die Neuburger Kieselerde zu reduzieren.

## 2 Experimentelles

### 2.1 Basisrezeptur

Die in Abb. 1 dargestellte Richtrezeptur von der Firma Dow Chemical Company (ehemals Rohm & Haas) diene als Grundlage für die Untersuchung.

		Basisrezeptur *		HOFFMANN MINERAL	
				Gewichtsteile	
EINLEITUNG		Fastrack 53	Bindemittel (Acrylatdispersion)	366,0	
EXPERIMENTELLES		Foamaster 8034	Entschäumer	2,4	
ERGEBNISSE		Triton X 405	Netz-/ Dispergiermittel	2,9	
ZUSAMMENFASSUNG		AS 238	Netz-/ Dispergiermittel	8,2	
		Titandioxid (TiO <sub>2</sub> )	Pigment	96,0	
		Calciumcarbonat (NCC)	Füllstoff	456,0	
		Ethanol	Lösemittel	11,8	
		Foamaster 8034	Entschäumer	0,3	
		Texanol	Koaleszenzmittel	38,0	
		Wasser		18,1	
		<b>Summe</b>		<b>1000</b>	
		* von der Firma Dow Chemical Company (Rohm & Haas)			
		VM-3/1011/09.2014			

Abb. 1

Ausgehend von der Referenz mit 96 Teilen Titandioxid und 456 Teilen Calciumcarbonat wurden 20 bzw. 30 % Titandioxid ersetzt und im ersten Schritt volumengleich durch Calciumcarbonat aufgefüllt. Dies bedeutet bei einem Ersatz von 20 % Titandioxid einen Anteil von 469 Teilen Calciumcarbonat und 77 Teilen Titandioxid, bei einem 30 % Titandioxidersatz resultieren 475 Teile Calciumcarbonat und 67 Teile Titandioxid.

In den Rezepturen mit Neuburger Kieselerde sind die reduzierten Anteile Titandioxid gleich den Vergleichsrezepturen mit Calciumcarbonat. Zusätzlich wurden noch 25 % des ursprünglichen Calciumcarbonatanteiles volumengleich durch zwei Typen der Neuburger Kieselerde ersetzt. Daraus folgen bei dem 20 % Titandioxidersatz ein Anteil von 342 Teilen Calciumcarbonat, 77 Teilen Titandioxid und 122 Teilen Neuburger Kieselerde. Bei dem 30 % Titandioxidersatz sind es 342 Teile Calciumcarbonat, 67 Teile Titandioxid und 128 Teile Neuburger Kieselerde (Abb. 2).

Die einzelnen Rezepturvariationen sind in Abb. 3 dargestellt.

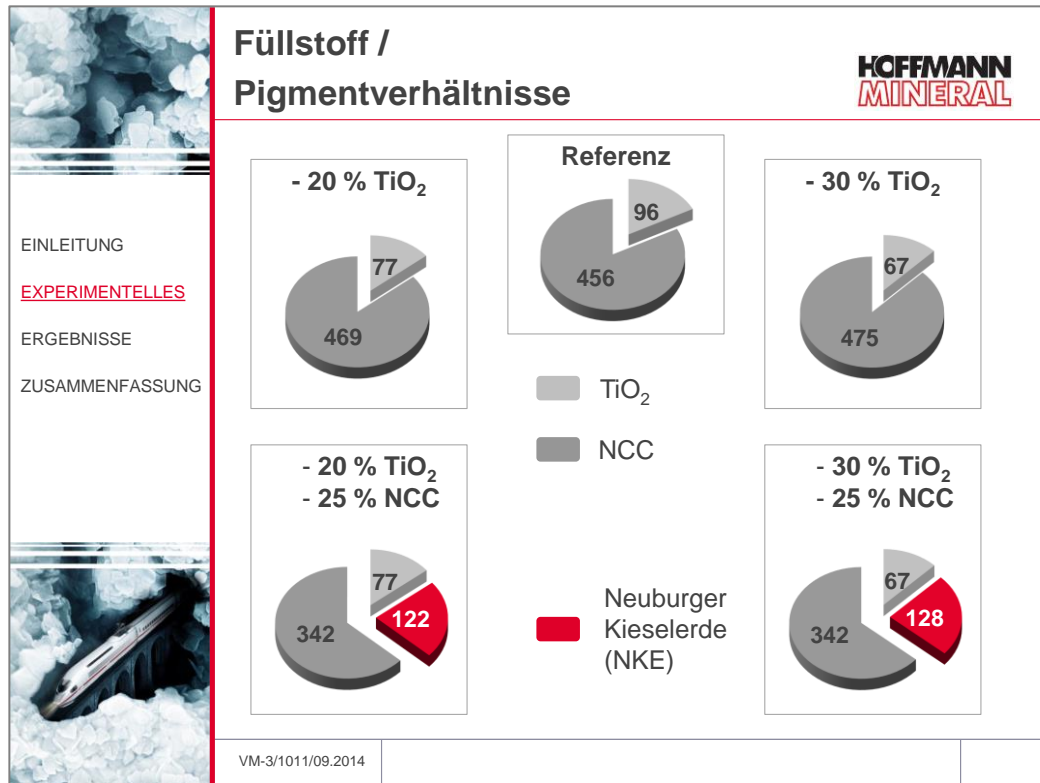
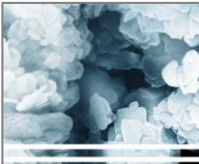



Abb. 2



EINLEITUNG  
**EXPERIMENTELLES**  
ERGEBNISSE  
ZUSAMMENFASSUNG



## Rezepturvariationen

**HOFFMANN MINERAL**

	Referenz	- 20 % TiO <sub>2</sub>			- 30 % TiO <sub>2</sub>		
Fastrack 53	366	366	366	366	366	366	366
Foamaster 8034	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Triton X 405	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
AS 238	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
Titandioxid	96	77	77	77	67	67	67
Calciumcarbonat	456	469	342	342	475	342	342
<b>Sillitin Z 89</b>			<b>122</b>			<b>128</b>	
<b>Silfit Z 91</b>				<b>122</b>			<b>128</b>
Ethanol	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Foamaster 8034	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Texanol	38	38	38	38	38	38	38
Wasser	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
<b>Summe (Gewichtsteile)</b>	<b>1000</b>	<b>994</b>	<b>989</b>	<b>989</b>	<b>990</b>	<b>985</b>	<b>985</b>
<b>PVK [%]</b>							<b>51</b>

VM-3/1011/09.2014

Abb. 3

## 2.2 Verwendete Füllstoffe und deren Kennwerte

Die Neuburger Kieselerde (NKE), 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 Primärpartikeln.

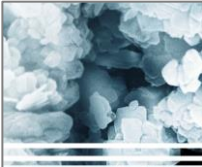

Durch die Kalzination der Kieselerde wird das enthaltene Kristallwasser des Kaolinitanteils ausgetrieben und es bilden sich neue, weitestgehend amorphe Mineralphasen. Der kryptokristalline Kieselsäureanteil bleibt bei der verwendeten Temperatur inert. Über einen integrierten Sichtungsprozess werden Korngrößen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

In Abb. 4 dargestellt sind die Kennwerte des Calciumcarbonates (NCC) und die zwei verwendeten Typen der Neuburger Kieselerde, das Sillitin Z 89 und die Kalzinierte Neuburger Kieselerde, das Silfit Z 91. Gegenüber dem in der Basisrezeptur verwendeten Calciumcarbonat zeichnen sich Sillitin Z 89 und Silfit Z 91 durch eine höhere Ölzahl, eine größere spezifische Oberfläche und einen kleineren Korndurchmesser aus.

		Füllstoffe und Kennwerte		
		NCC	Neuburger Kieselerde	Kalzinierte Neuburger Kieselerde
			Sillitin Z 89	Silfit Z 91
EINLEITUNG <b>EXPERIMENTELLES</b> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG	Morphologie	korpuskular	korpuskular / lamellar	
	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	2,7	2,6	2,6
	Korngröße d <sub>50</sub> [µm]	7,3	1,9	2,0
	Korngröße d <sub>97</sub> [µm]	28	9	10
	Ölzahl [g/100g]	30	55	60
	Spezifische Oberfläche BET [m <sup>2</sup> /g]	1,3	11	7,5
	VM-3/1011/09.2014			

Abb. 4

Die Farbkennwerte wurden mit einem Farbmessgerät mit Messgeometrie d/8° und Lichtart D 65 bestimmt. Typisch für diese Rohstoffgruppe weist das Calciumcarbonat besonders hohe Helligkeitswerte auf. Der leichte Gelbstich des Sillitin Z 89 wird durch den erhöhten b\* Wert deutlich. Das Silfit Z 91 ist durch den Kalzinierprozess heller und farbneutraler, dies ist durch den hohen L\* Wert und den niedrigen b\* Wert ersichtlich (Abb. 5).

 EINLEITUNG <u>EXPERIMENTELLES</u> ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG 	Füllstoffe und Kennwerte			HOFFMANN MINERAL
	Farbe	NCC	Neuburger Kieselerde	Kalzierte Neuburger Kieselerde
			Sillitin Z 89	Silfit Z 91
X	87	81	84	
Y	91	86	89	
Z	94	86	93	
L*	97	94	95,4	
a*	0,1	0,1	-0,2	
b*	2,8	4,1	1,2	

VM-3/1011/09.2014

Abb. 5

## 2.3 Herstellung

Die Herstellung der Ansätze erfolgte am Dissolver (mit Kühlung) bei einer Umfangsgeschwindigkeit von ca. 3 m/s. Nach einer Dispergierzeit von 10 min betrug die Kornfeinheit am Grindometer 15 – 20 µm.

### 3. Prüfmethode und Ergebnisse

#### 3.1 Viskosität

Die Messung der Viskosität vor der Verdünnung erfolgte mit dem Rheometer (Platte/Platte) bei einer Scherrate von  $100 \text{ s}^{-1}$ . Die Ergebnisse sind in Abb. 6 in  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  angegeben. Bei Verwendung von Neuburger Kieselerde als Füllstoff wird die Markierungsfarbe dickflüssiger, wobei Sillitin Z 89 stärker verdickt als Silfit Z 91.

Deshalb wurden die mit Neuburger Kieselerde gefüllten Proben mit deionisiertem Wasser auf die gleiche Auslaufzeit im 6 mm DIN Becher wie die Referenz verdünnt.

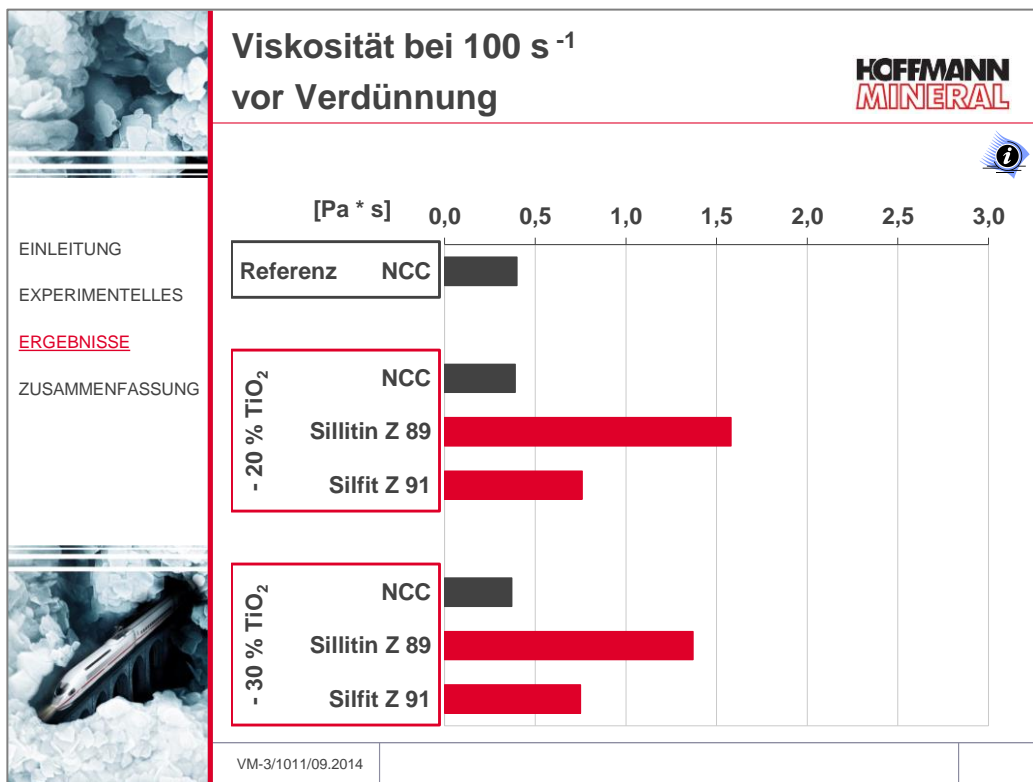


Abb. 6

In Abb. 7 ist die Verdünnung mit deionisiertem Wasser in Prozent dargestellt. Die Rezepturen, die nur Calciumcarbonat enthalten, benötigen kein zusätzliches Wasser, um die Verarbeitungsviskosität von ca. 15 s im 6 mm DIN Becher zu erzielen. Sillitin Z 89 benötigt ca. 4 % Wasser zur Viskositätseinstellung, Silfit Z 91 nur ca. die Hälfte. Die Viskosität der verdünnten Ansätze betrug am Rheometer  $0,4 \pm 0,1 \text{ Pa}^*s$ .

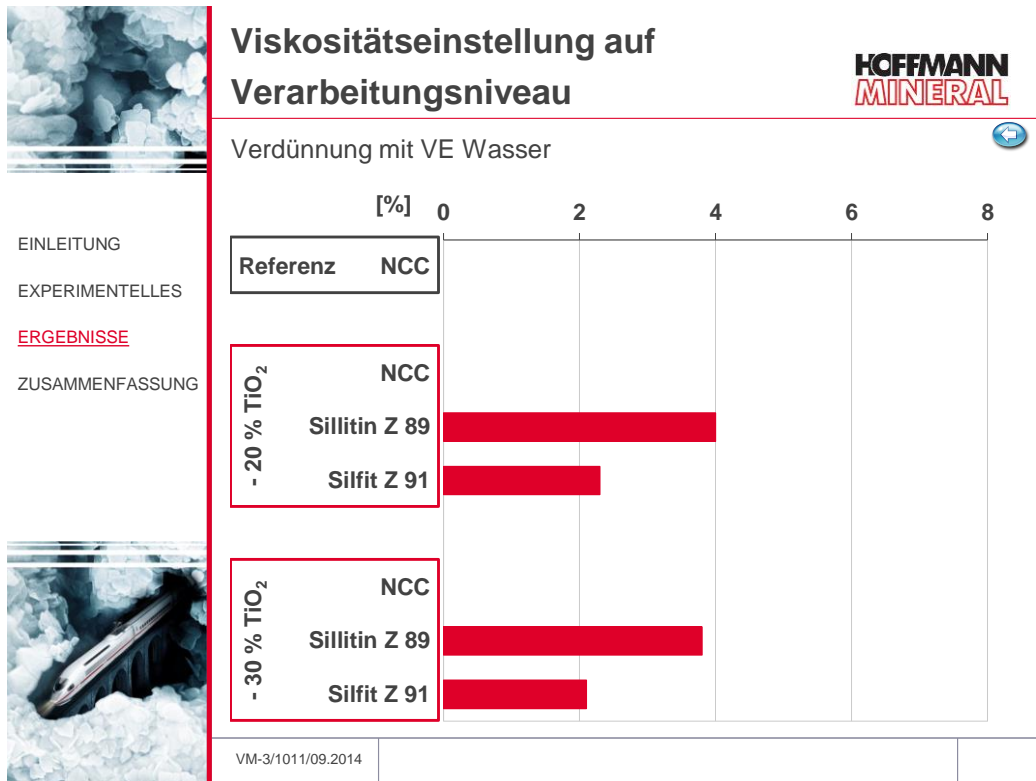


Abb. 7

Der Volumenfestkörper ist in Abb. 8 dargestellt. Durch die Verdünnung mit deionisiertem Wasser haben die mit Neuburger Kiesel Erde gefüllten Rezepturen einen niedrigeren Volumenfestkörper als die unverdünnten Calciumcarbonat Vergleichsrezepturen.

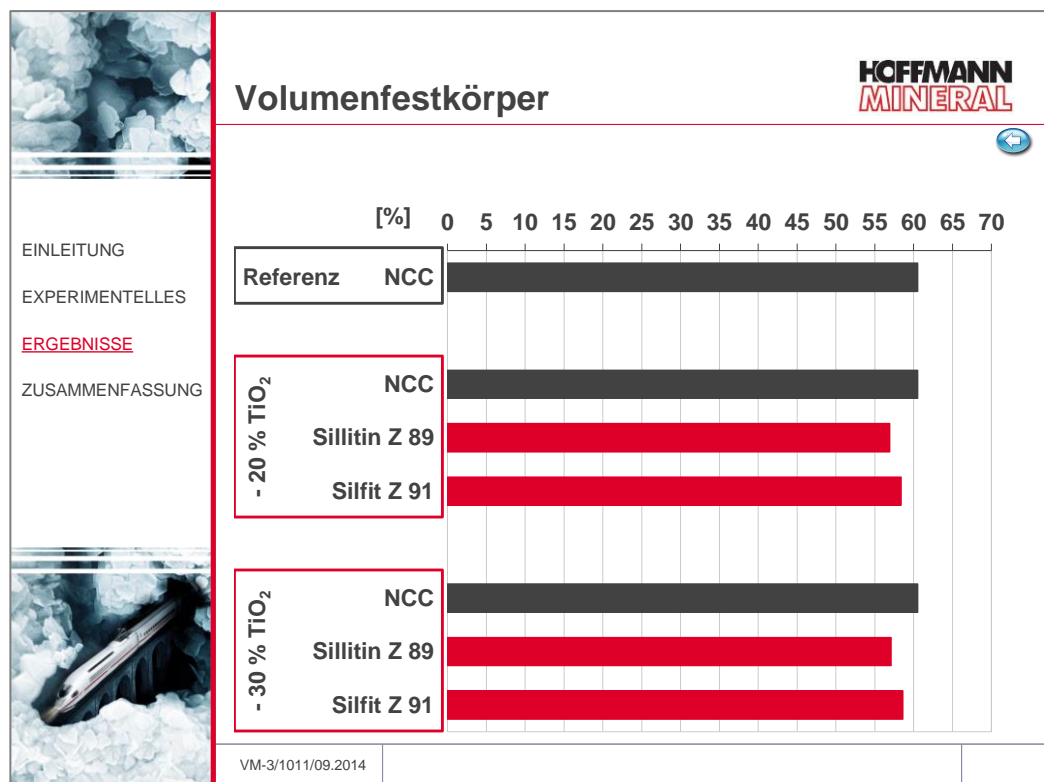


Abb. 8



### 3.2 Farbwerte

Für die Messung der Farbwerte wurden die Ansätze mit einem Filmziehergerät und einem Rakel auf Kontrastkartons aufgezogen. Die Schichtdicke nass betrug 600 µm (entspricht 250 - 270 µm trocken). Die Filme wurden 24 Stunden bei 23°C und 50 % relativer Luftfeuchte getrocknet, anschließend ist die Farbe der Beschichtung mit einem Farbmessgerät mit 45°/0° Geometrie und Lichtart D 65 bestimmt worden.

In *Abb. 9* sind die Farbwerte aufgetragen. Je mehr Titandioxid aus der Rezeptur genommen wird, desto mehr nimmt die Helligkeit ab. Bedingt durch die Eigenfarbe von Sillitin Z 89, wird der Trend zu einem niedrigeren L\* und einem ansteigendem b\* Wert ersichtlich, wobei der a\* Wert praktisch unverändert bleibt. Beim Einsatz des farbneutralen Silfit Z 91 ist keine Änderung der Farbwerte feststellbar, lediglich die Helligkeit nimmt geringfügig ab.

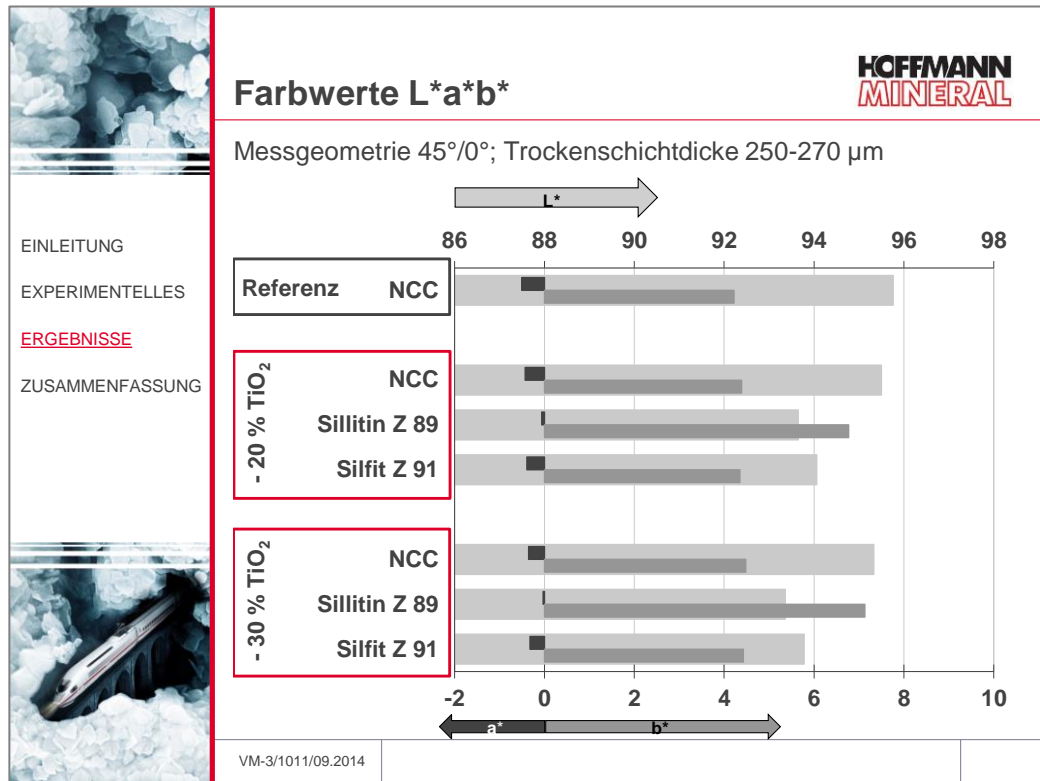


Abb. 9

Aus den ermittelten X, Y und Z Farbwerten lassen sich die Normfarbwertanteile  $x$  und  $y$  berechnen. Die Norm DIN EN 1436 (Ausgabe 2009-01) schreibt durch je vier Koordinaten von  $x$  und  $y$  einen Farbraum für weiße Straßenmarkierungsfarben vor. Alle Varianten liegen im Zentrum innerhalb dieses Farbraumes. Bedingt durch die Eigenfarbe des Sillitin Z 89 liegen die Normfarbwertanteile etwas versetzt von der Referenz. Die Ansätze mit dem farbneutralen Silfit Z 91 weisen wie die Vergleichsproben mit Calciumcarbonat fast identische Werte wie die Referenz auf (Abb. 10).

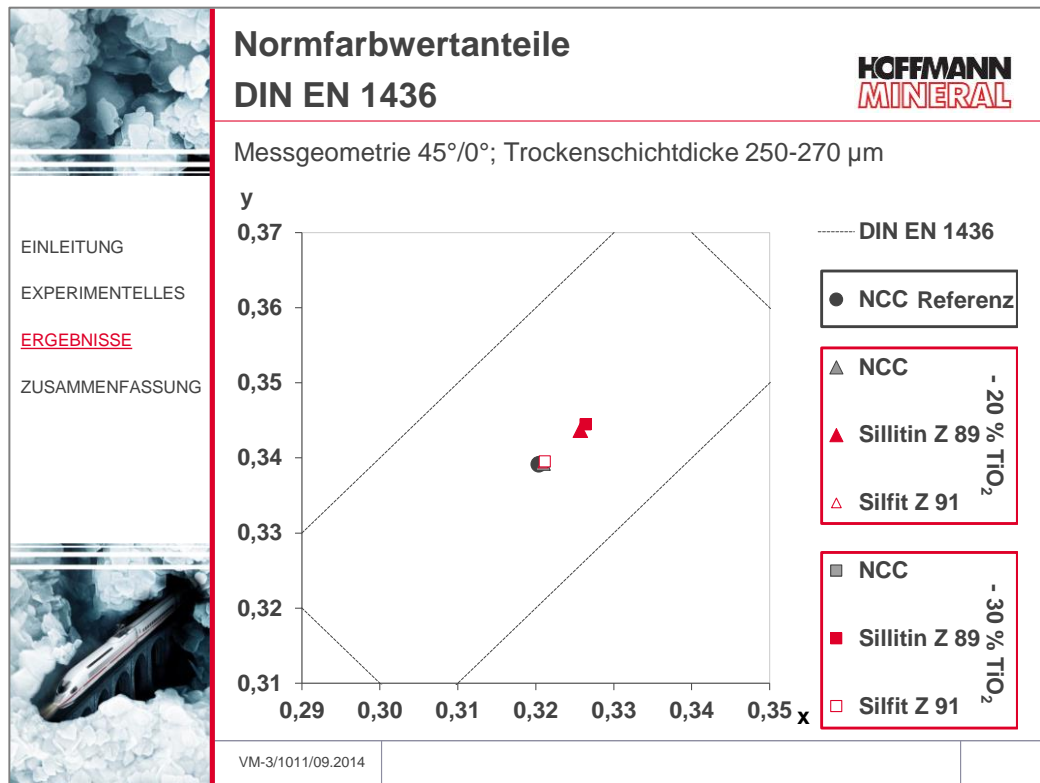


Abb. 10

### 3.3 Trockenzeit

Ein Probeblech wurde mit 600 µm Nassschichtdicke beschichtet. Nach bestimmten Zeitabständen wurde eine Papierscheibe (Ø 26 mm, aus Schreibmaschinenpapier mit 60 - 80 g/m<sup>2</sup>) auf die Beschichtung gelegt und diese für 60 s mit einer Gummischiebe und einem 2 kg Gewicht belastet. Danach wurden Gummischiebe und Gewicht abgenommen und das Blech senkrecht auf eine Holzplatte fallen gelassen. Fiel das Papier ab, so war der Trockengrad 4 in Anlehnung an DIN 53150 erreicht.

In *Abb. 11* ist die Trockenzeit in Minuten bis zum Erreichen von Trockengrad 4 angegeben. Da die Trockenzeiten sehr stark von der Luftströmungsgeschwindigkeit abhängig sind, wurde darauf geachtet, dass kaum, also nahe 0 m/s Luftbewegung, stattfindet. Die ausgewiesenen Trockenzeiten sind Laborwerte, die je nach klimatischen Bedingungen, der Schichtdicke und dem Untergrund differieren können, weshalb die ermittelten Werte auch nur als Anhaltspunkt (bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte) zur möglichen Differenzierung der Rezepturen gesehen werden sollten.

Die Trockenzeiten sind gut miteinander vergleichbar, alle Rezepturen liegen knapp über 100 min. Ein Grund für die marginal erhöhte Trockenzeit mit Neuburger Kieselerde kann der erhöhte Wasseranteil sein. Aufgrund der oben beschriebenen Bedingungen und Faktoren ist jedoch keine weitere Differenzierung möglich, die Trockenzeiten sind alle als gleich zu bewerten.

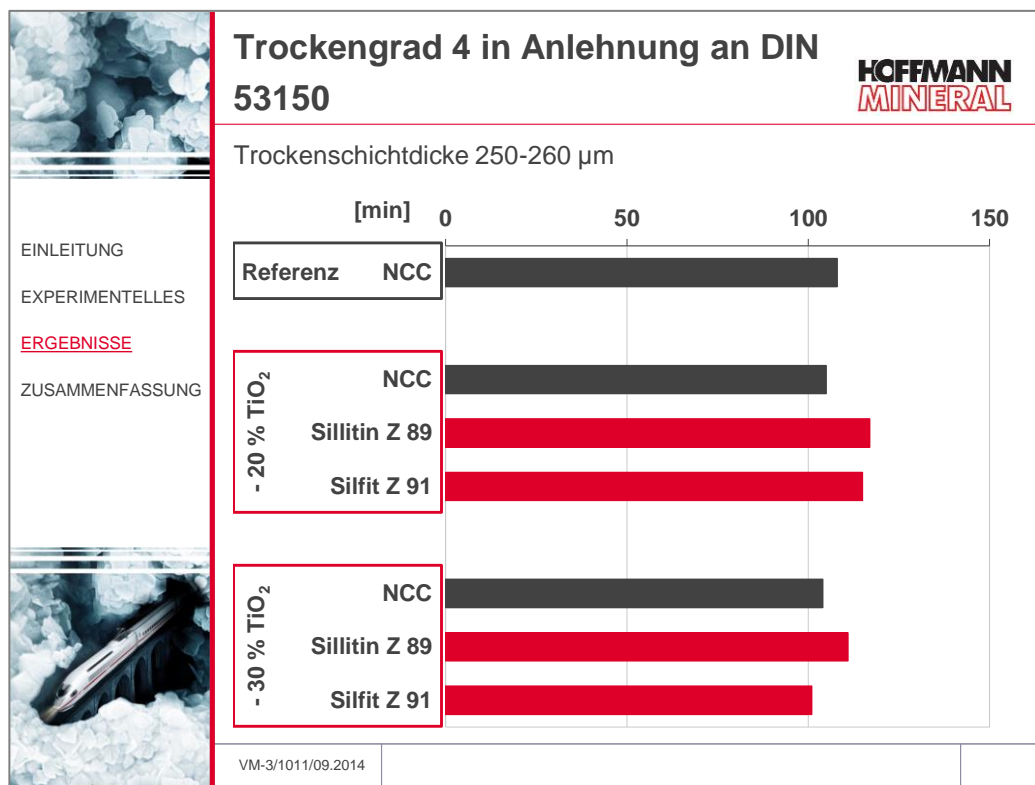


Abb. 11

### 3.4 Frühregenfestigkeit

Straßenmarkierungsfarben sind in ihrem Trocknungsverhalten von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Auftragsstärke (Schichtdicke) abhängig. Je niedriger die Temperatur, je höher die Luftfeuchtigkeit und je größer die aufgetragene Menge an Markierungsfarbe ist, desto länger dauert die Trocknung. Dies bringt Probleme während der kritischen Jahreszeiten mit hoher Niederschlagsmenge mit sich. Wenn eine noch nicht vollständig durchgetrocknete Markierungsfarbe von Regen getroffen wird, läuft diese häufig ab, weil sie noch nicht die erforderliche Wasserfestigkeit besitzt, d.h. "regenfest" genug ist.

Mit dem Begriff "Frühregenfestigkeit" wird somit das Trocknungsverhalten von Straßenmarkierungsfarben bezeichnet, die trotz ungünstiger Witterungsumstände schnell regenfest werden.

Die Prüfung ist in Anlehnung an die Norm ASTM D 7538 durchgeführt worden. Die Straßenmarkierungsfarbe wurde mit Hilfe eines Rakels (Spalthöhe von 500 µm, Breite des Filmes 6 cm) auf Lenetafolie aufgetragen. Nach einer Trocknungszeit von 5 Minuten bei 23 °C und 50 % Luftfeuchte in waagerechter Lage befestigte man die Lenetafolie senkrecht an einer Wand (Abb. 12). Mit Hilfe eines Trigger Sprayers ist in einem Abstand von 30 cm die Markierungsfarbe innerhalb von 5 Sekunden mit 6 Sprayerhüben Stadtwasser besprüht worden (dies entspricht 0,086 l/min bzw. 0,84 l/m<sup>2</sup>). Sofort danach wurde die Lenetafolie von der Wand abgenommen und waagrecht bei Raumtemperatur getrocknet.

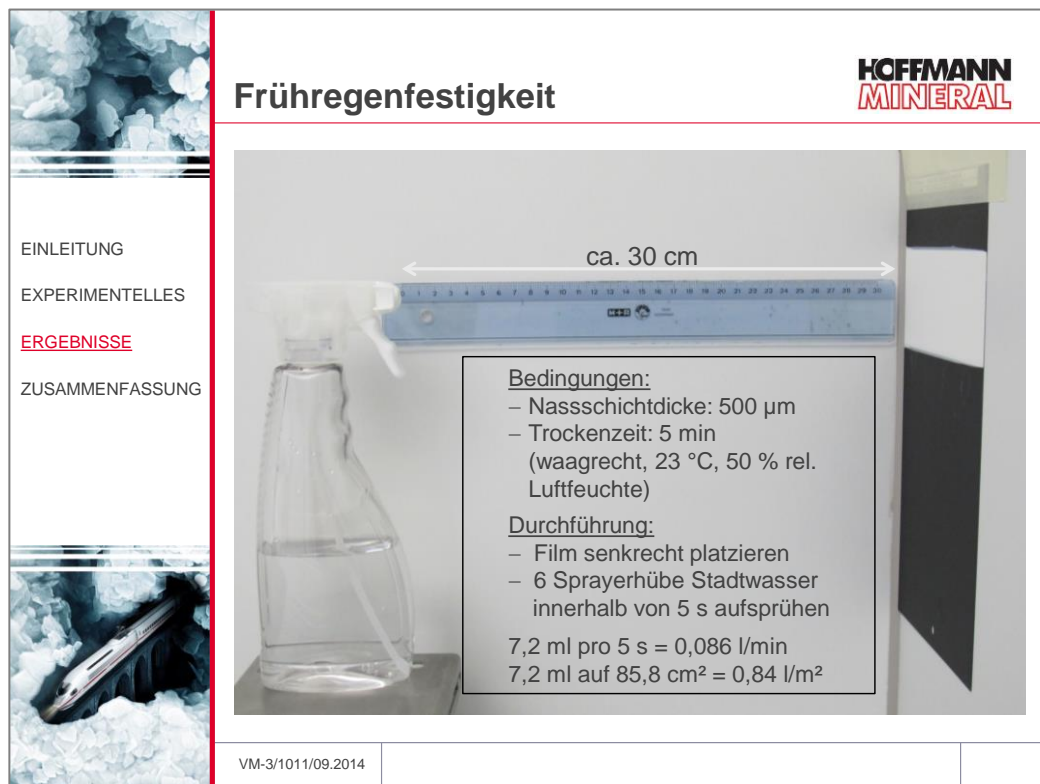


Abb. 12

Die Beurteilung der Frühregenfestigkeit erfolgte am trockenen Film. Die Bewertungsskala ist in Abb. 13 dargestellt, wobei nur die Filmoberfläche optisch beurteilt wurde, nicht die Menge der herausgewaschenen Partikel. Von 5 bis 3 Punkte wird die Filmoberfläche als in Ordnung beurteilt, von 2 bis 0 Punkte als nicht in Ordnung.

		Frühregenfestigkeit			HOFFMANN MINERAL
		Bewertungsskala			
	Punkte	Einteilung	Beschreibung		
i.O.	5 😊	keine Veränderung	– keine sichtbare Veränderung der Oberfläche		
	4 😊	sehr geringe Veränderung	– Oberfläche leicht verschwommen		
	3 😊	geringe Veränderung	– Oberfläche verschwommen, geringes Ablaufen (nur innerhalb der Filmbreite)		
nicht i.O.	2 😐	deutliche Veränderung	– deutliches Ablaufen (nur innerhalb der Filmbreite)		
	1 😐	starke Veränderung	– starkes Ablaufen (nur innerhalb der Filmbreite)		
	0 😐	Zerstörung	– sehr starkes Ablaufen, Substrat sichtbar		
		VM-3/1011/09.2014			

Abb. 13

Anmerkung: Die Frühregenfestigkeit wurde nur bei den Rezepturen mit 20 % Titandioxidsatz geprüft, die Ergebnisse sollten jedoch auch auf die 30 % Substitution übertragbar sein.

Die Formulierung mit Silitin Z 89 läuft sichtbar weniger ab als die Referenz. Wird Silfit Z 91 eingesetzt, so läuft die Farbe nicht mehr ab. Es sind keinerlei Veränderungen an der Filmoberfläche sichtbar. Somit wird eine Straßenmarkierungsfarbe mit Silfit Z 91 trotz ungünstiger Witterungsumstände sehr schnell regenfest.

Die Beurteilung nach der Bewertungsskala ist als Balkengraphik in Abb. 14 dargestellt, Bilder der getrockneten Filmoberfläche nach dem „simulierten“ Regen sind in Abb. 15 zu sehen.

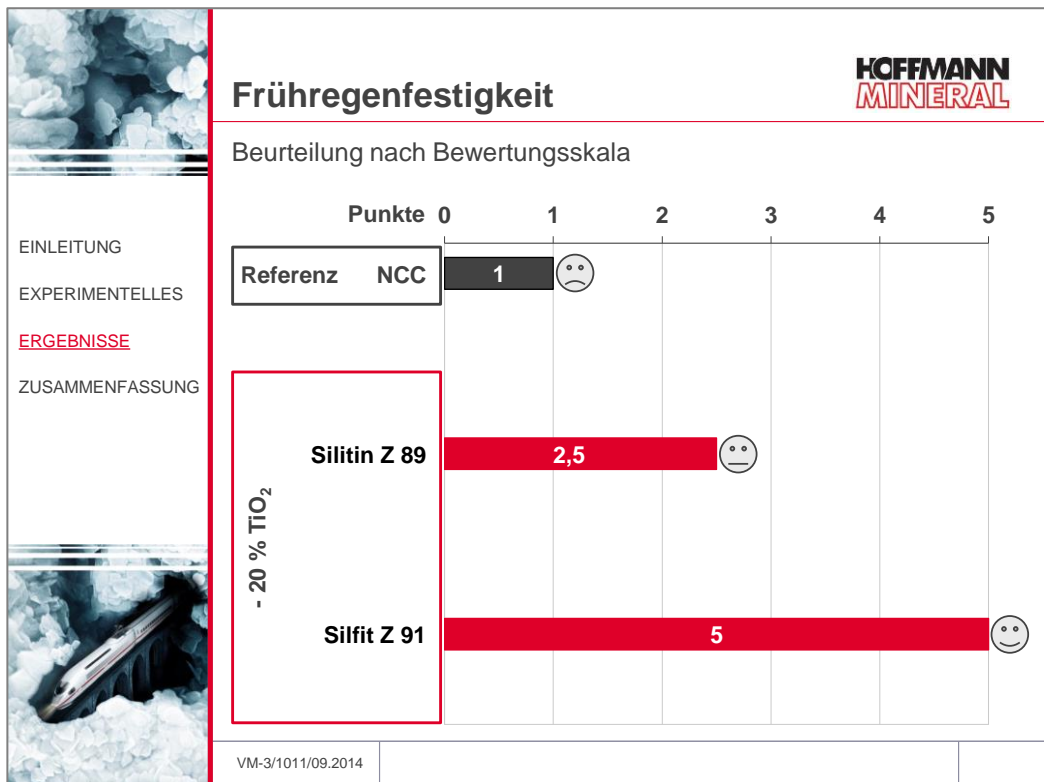


Abb. 14

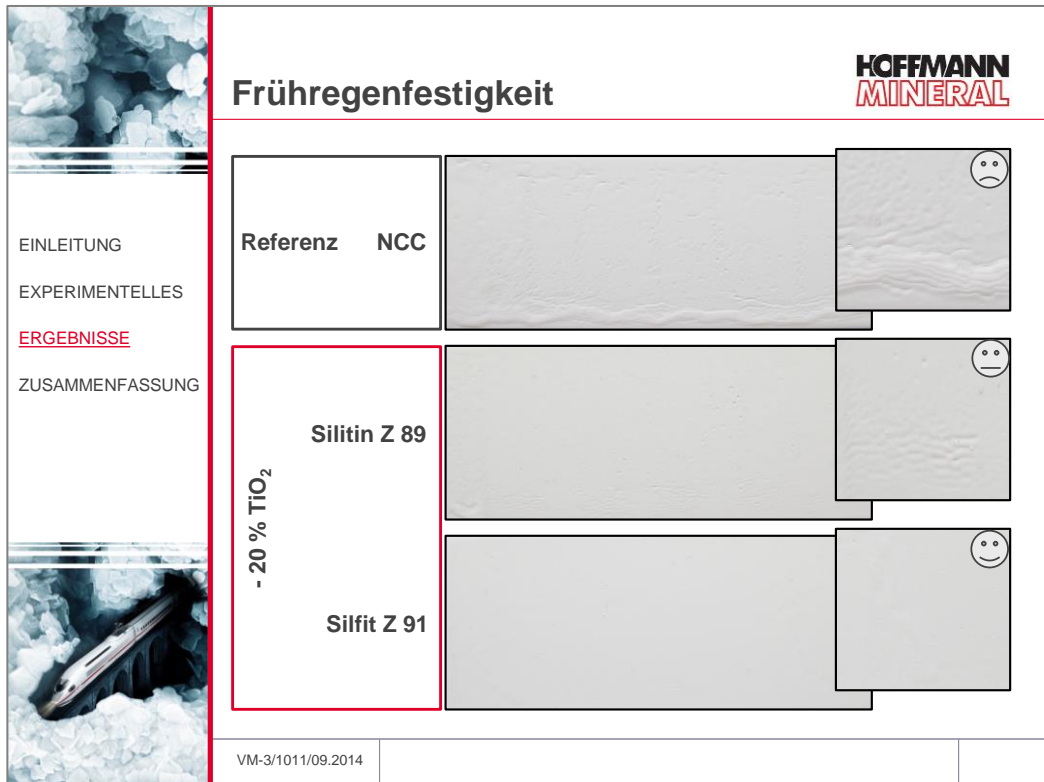


Abb. 15

### 3.5 Abriebfestigkeit

Für die Abriebprüfung wurden Bleche beschichtet und 7 Tage bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte getrocknet. Den Abrieb ermittelte man nach ASTM D 4060 durch Messung des Gewichtsverlustes nach 1000 Umdrehungen mit CS 17 Reibrädern, wobei die Reibräder nach jeweils 500 Umdrehungen immer mit S11 Schleifpapierscheiben gesäubert und regeneriert wurden. In der Graphik (Abb. 16) angegeben ist der durchschnittliche Abrieb nach 1000 Umdrehungen in mg, bei einer Belastung der CS 17 Räder mit 1 kg. Wird Titandioxid und Calciumcarbonat durch die Neuburger Kieselerde ersetzt, so wird die Abriebbeständigkeit deutlich verbessert.

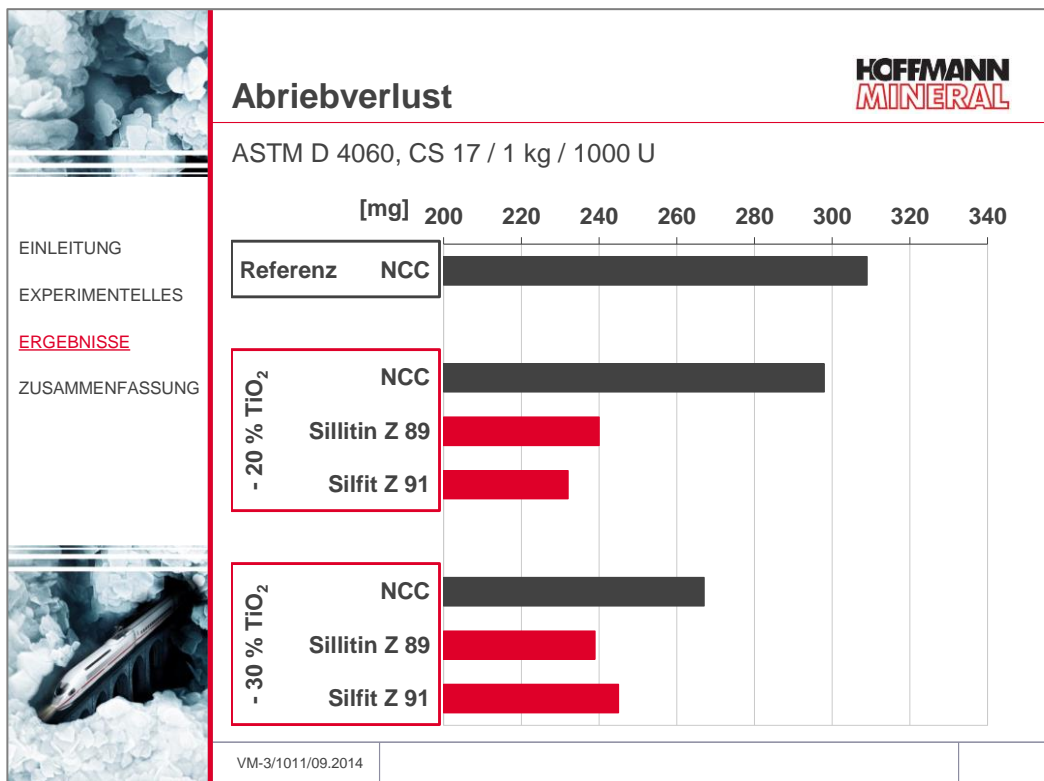


Abb. 16

### 3.6 Deckvermögen (Kontrastverhältnis)

Auf schwarz/weiße Kontrastkartons wurden mit Hilfe eines Filmziehgeräts und einem Rakel verschiedene Nassschichtdicken gezogen. Nach einer Trockenzeit von 48 Stunden bei 23°C und 50% relativer Luftfeuchte wurden die resultierenden Trockenschichtdicken ermittelt und jeweils der Farbwert Y über dem schwarzen und weißen Untergrund gemessen. Der Quotient aus Y schwarz zu Y weiß, multipliziert mit 100 ergibt das Kontrastverhältnis in %. Bei einem Kontrastverhältnis von größer gleich 98 % wird die Straßenmarkierungsfarbe als deckend bewertet.

In Abb. 17 ist die Trockenschichtdicke bei deckender Schicht dargestellt. Die Rezepturen, die nur mit Calciumcarbonat gefüllt sind, benötigen deutlich höhere Schichtdicken, um deckend zu sein. Je mehr Titandioxid durch Calciumcarbonat ersetzt wird, desto schlechter wird das Deckvermögen.

Wird jedoch Sillitin Z 89 oder Silfit Z 91 eingesetzt, so kann die Trockenschichtdicke für eine deckende Beschichtung trotz Titandioxidreduktion deutlich reduziert werden. Am Beispiel des Ersatzes von 20 % Titandioxid und dem Einsatz von Sillitin Z 89 ist dies am deutlichsten zu beobachten. Die benötigte Schichtdicke beträgt, verglichen mit der Referenz, 24 µm bzw. 15 % weniger.

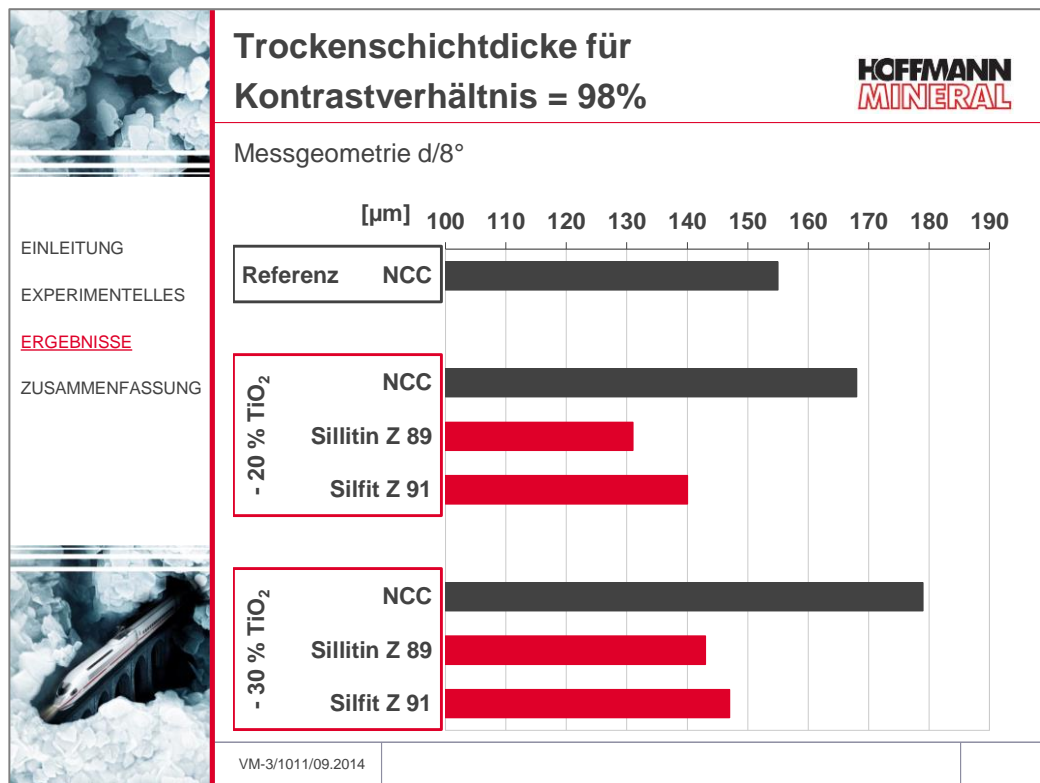


Abb. 17



Ausgehend von der Trockenschichtdicke wurde auf die entsprechende Nassschichtdicke umgerechnet. Die theoretische Nassschichtdicke, die mindestens aufgetragen werden muss, um später eine deckende Schicht zu bekommen ist in *Abb. 18* dargestellt. Je weniger Nassschichtdicke hierfür benötigt wird, desto geringer ist der Materialverbrauch und damit auch die Kosten der Markierung.

Wird 20 % Titandioxid ersetzt, so muss im Falle von Calciumcarbonat mehr Material aufgetragen werden, da die Nassschichtdicke höher als bei der Referenz ist. Im Falle von Sillitin Z 89 oder Silfit Z 91 wird weniger Material benötigt, um eine deckende Schicht zu bekommen, d.h. mit Neuburger Kieselerde können Kosten reduziert werden. Selbst bei einem 30 % Titandioxidersatz sind die Rezepturen mit Neuburger Kieselerde noch leicht besser als die Referenz mit dem vollen Titandioxidanteil, obwohl der Volumenfestkörper (*siehe Abb. 8*) aufgrund der Wasserzugabe geringer ist.

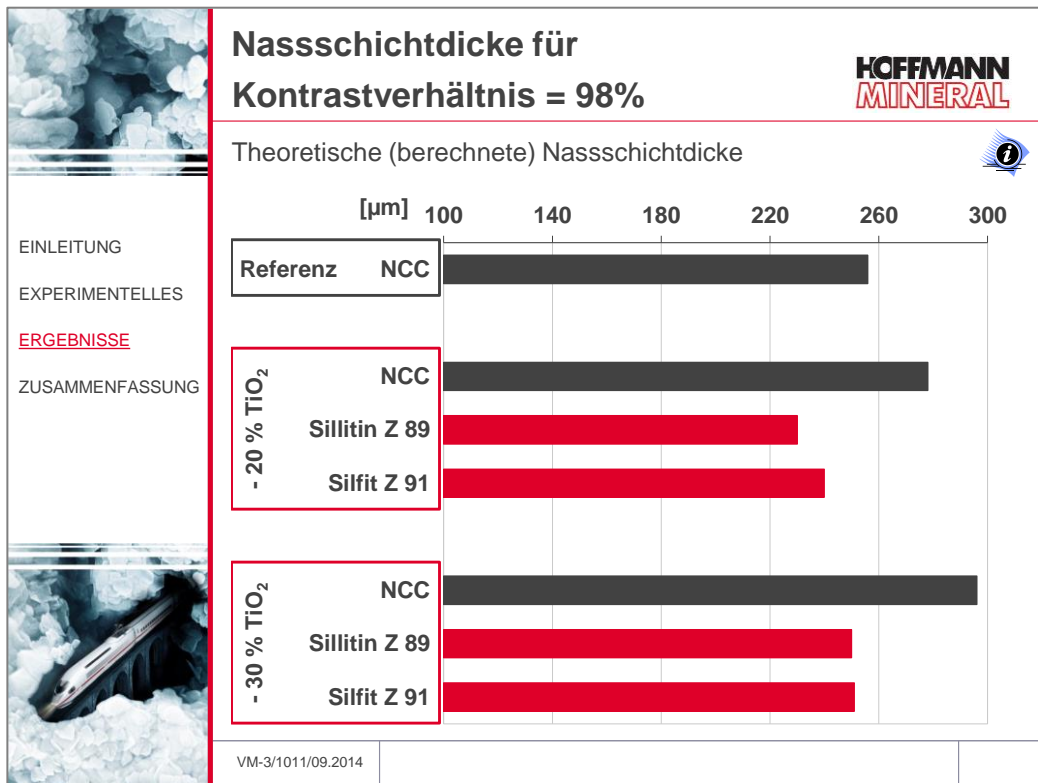


Abb. 18



### 3.7 Ergiebigkeit und Kosten

Umgerechnet auf die theoretische Ergiebigkeit ( $\text{m}^2/\text{L}$ ) ergibt sich bei 20 % Titandioxidersatz mit Neuburger Kieselerde eine deutlich höhere Ergiebigkeit (Abb. 19). Sogar bei 30 % Titandioxidaustausch wird mit Sillitin Z 89 bzw. Silfit Z 91 noch fast die gleiche Ergiebigkeit erreicht, wie mit der Referenz und vollem Titandioxidanteil. Die vergleichbaren, nur mit Calciumcarbonat gefüllten Rezepturen haben eine deutlich schlechtere Ergiebigkeit als die Referenz.

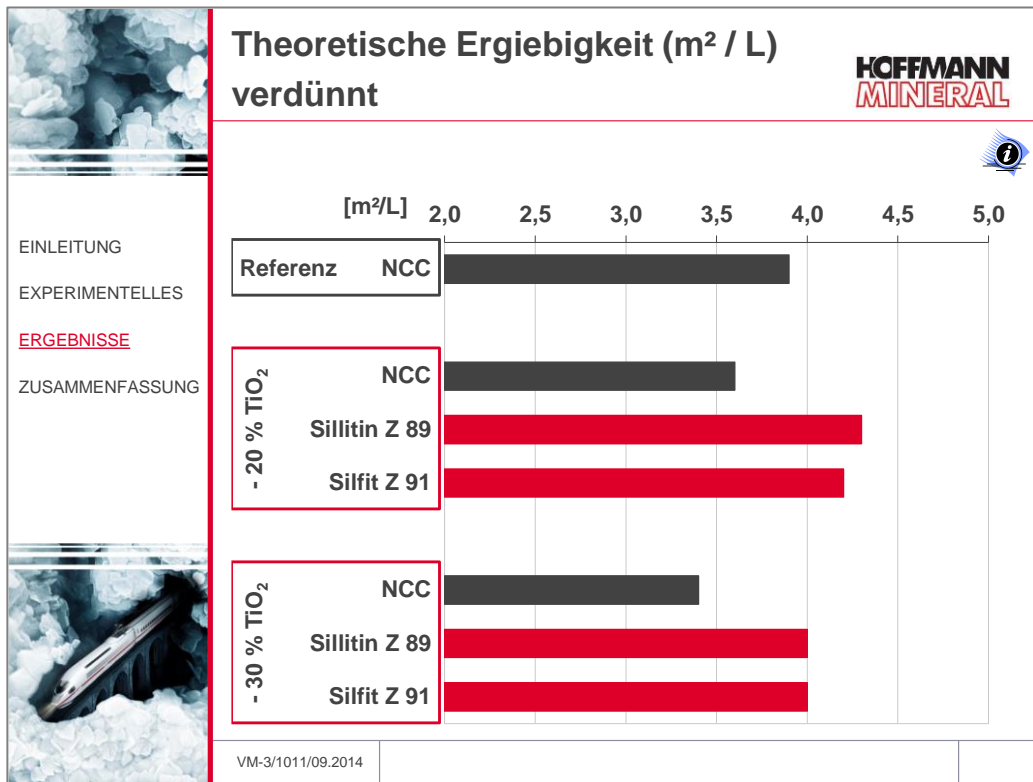


Abb. 19

Diese Feststellung trifft auch auf die massebezogene Ergiebigkeit in  $\text{m}^2/\text{kg}$  zu (Abb. 20).

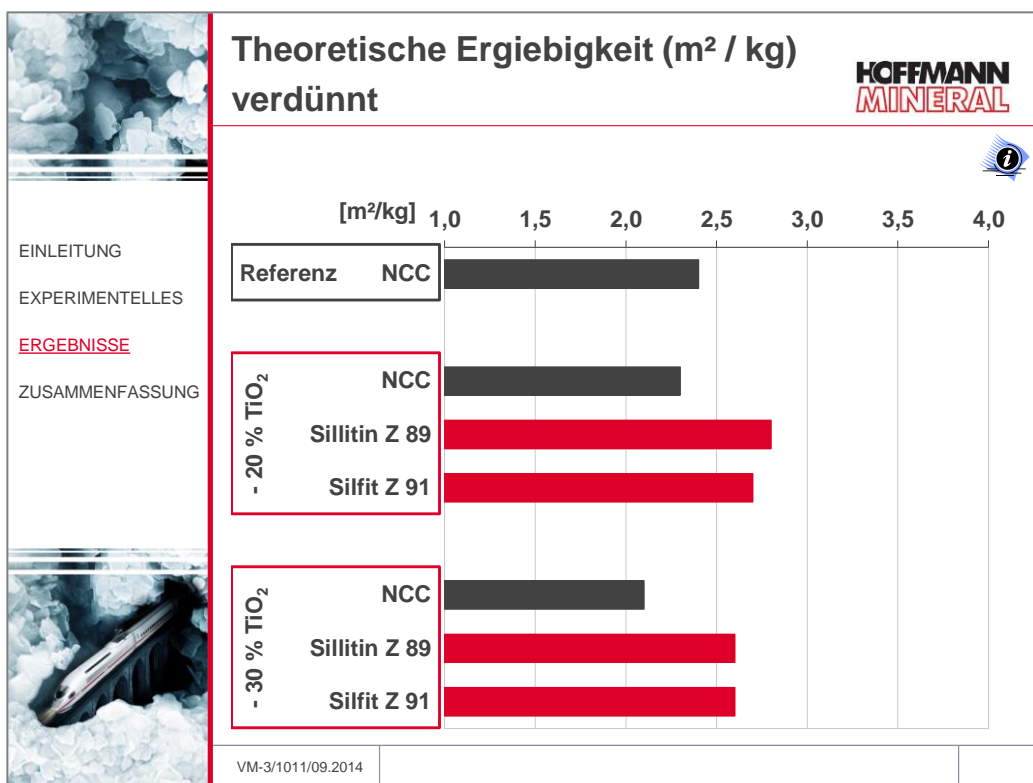


Abb. 20

In Abb. 21 sind die volumenbezogenen Rohstoffkosten der auf Applikationsviskosität verdünnten Rezepturen dargestellt. Neben der geringfügigen Wasserzugabe werden hauptsächlich durch den Ersatz des deutlich teureren Titandioxides (hier 2,40 €/kg) durch die Neuburger Kieselerdetypen die Formulierungen um 2 bis 5 % günstiger als die Referenz.

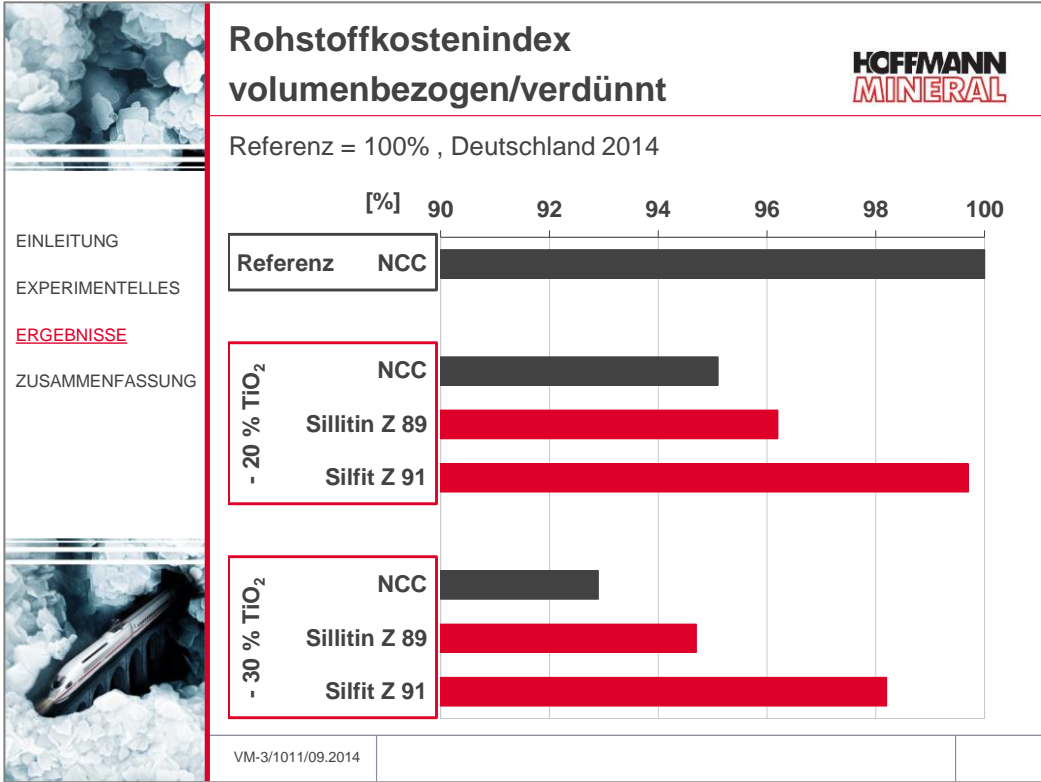


Abb. 21

Betrachtet man die Gesamtsystemkosten (Zusammenführung von Ergiebigkeit bzw. Deckvermögen und Rohstoffkosten) in *Abb. 22*, so zeigt sich deutlich, dass die nur mit Calciumcarbonat gefüllten Rezepturen höher und damit teurer als die Referenz sind. Die mit Neuburger Kieselerde gefüllten Rezepturen sind alle günstiger als die Referenz. Bei 20 % Titandioxidersatz kann mit Sillitin Z 89 sogar eine Kostensenkung für das Gesamtsystem von ca. 14 % erreicht werden. Mit dem sehr farbneutralen Silfit Z 91 beträgt das Einsparpotential bis zu 7 %.

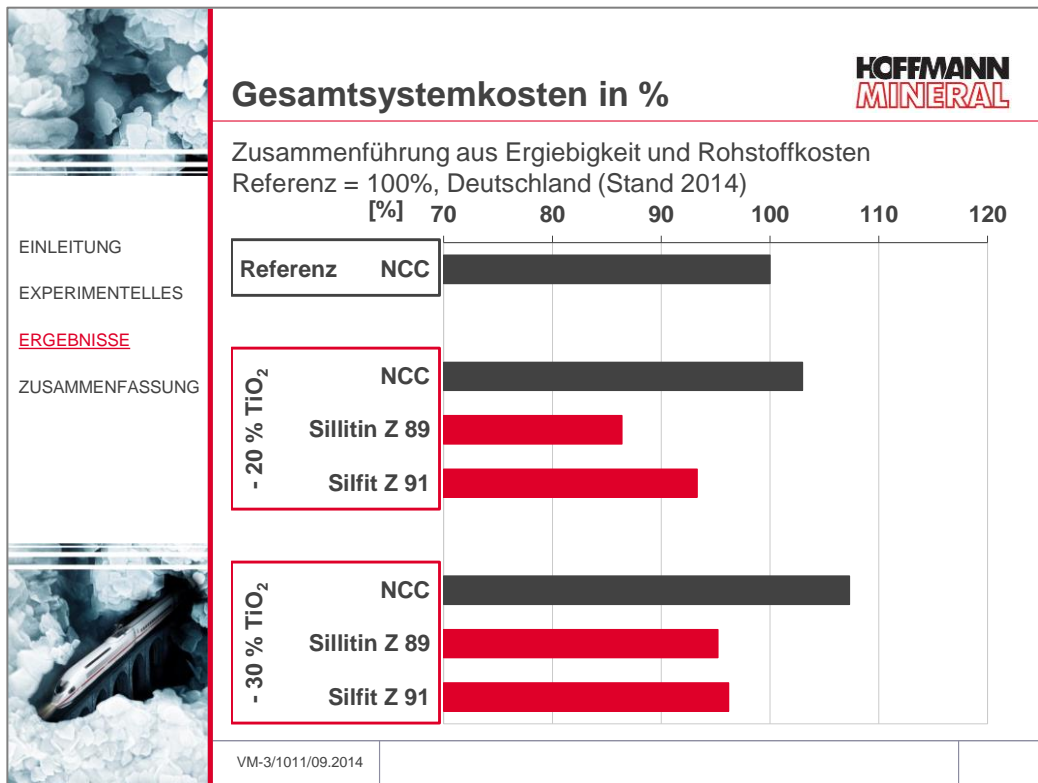


Abb. 22

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

Durch den Einsatz von Neuburger Kieselerde in Straßenmarkierungsfarben:

- wird der Farbraum eingehalten. Die Formulierungen mit Sillitin Z 89 werden etwas dunkler und leicht gelbstichiger, wobei dies jedoch nur eine kleine Parallelverschiebung im zentrumsnahen Bereich der Norm nach sich zieht. Durch den Einsatz von Silfit Z 91 wird die Farbneutralität im Zentrum beibehalten, dies zeigt sich in einer höheren Helligkeit und einem deutlich geringerem Gelbstich
- wird die Frühregenfestigkeit gesteigert. Mit Sillitin Z 89 wird die Markierungsfarbe durch Niederschläge deutlich weniger ausgewaschen als mit Calciumcarbonat. Mit Silfit Z 91 sind nach dem Regen keine Veränderungen an der Filmoberfläche ersichtlich. Ein Verschwimmen der Beschichtung auf der Straße wird verhindert und das Eigenschaftsprofil der Markierungsfarbe bleibt erhalten
- kann die Abriebfestigkeit deutlich verbessert werden
- wird das Deckvermögen stark verbessert, so dass Titandioxid deutlich reduziert werden kann
- bietet sich ein Kostensenkungspotential

### **Empfehlung für weiße Straßenmarkierungsfarben:**

Eine deutliche Verbesserung hinsichtlich Deckvermögen sowie eine potentielle Kosteneinsparung kann durch den Austausch von 20 % Titandioxid und 25 % Calciumcarbonat durch **Sillitin Z 89** erreicht werden.

Bei Verwendung von **Silfit Z 91** können bis zu 30 % Titandioxid und 25 % Calciumcarbonat ersetzt werden ohne dabei an Deckvermögen zu verlieren und trotzdem noch einen Kostenvorteil zu erzielen. Der Farbort der weißen Markierungsfarbe bleibt dabei voll erhalten und die Frühregenfestigkeit kann signifikant verbessert werden.

### **Empfehlung bei geforderter Nassschichtdicke von 600 µm:**

Für den Fall, dass das bessere Deckvermögen mit Neuburger Kieselerde wegen geforderter Nassschichtdicken von 600 µm nicht genutzt werden kann, stehen weitere Informationen zur Verfügung. Im technischen Bericht „[Neuburger Kieselerde in Straßenmarkierungsfarben \(wässrig, weiß, Nassschichtdicke 600µm\)](#)“ wird beschrieben, wie 40 % Titandioxid und 12,5 % Calciumcarbonat durch **Silfit Z 91** ersetzt werden können. Es wird ein deutlicher Kostenvorteil erzielt, ohne dabei an Deckvermögen zu verlieren. Die Frühregenfestigkeit wird zudem merklich gesteigert und die Abriebbeständigkeit um bis zu 25 % verbessert.

### **Empfehlung für gelbe Straßenmarkierungsfarben:**

Speziell für gelbe Straßenmarkierungsfarben eignet sich neben dem **Sillitin Z 89** besonders das **Sillitin Z 86**, da dieses Produkt von Natur aus einen leichten Gelbstich mit sich bringt und noch preisgünstiger ist. Da gelbe Markierungsfarben jedoch einen deutlich geringeren Titandioxidanteil aufweisen, muss die Grenze des Pigment- sowie Füllstoffaustausches individuell geprüft werden.

*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*