

Verfasser: Hubert Oggermüller

Freigabe: Mai 2008



VM / Dr. Alexander Risch

**Effekte der
Neuburger Kieselerte
in UV-härtenden
Holzbeschichtungen**

INHALTSVERZEICHNIS

1	Füller auf Basis von Epoxyacrylat
1.1	Grundlagen
1.2	Füllstoffkennwerte
1.3	Basisrezeptur
1.4	Applikation, Prüfungen und Parameter
1.5	Ergebnisse Füller
1.5.1	Viskosität über Volumenteile Füllstoff
1.5.2	Viskosität und Fließgrenze
1.5.3	Farbverschiebung auf weißem Untergrund
1.5.4	Transparenz auf schwarzem Untergrund
1.5.5	Abrieb Taber S 42
1.5.6	Rohstoffkosten
2	Topcoat auf Basis eines aliphatischen Urethanacrylates
2.1	Grundlagen
2.2	Füllstoffkennwerte und Versuchsplan
2.3	Basisrezeptur
2.4	Applikation, Prüfungen und Parameter
2.5	Ergebnisse Topcoat
2.5.1	Viskosität
2.5.2	Farbverschiebung auf weißem Untergrund
2.5.3	Glanz 60°
2.5.4	Abrieb Taber S 42
2.5.5	Rohstoffkosten
2.6	Vergleich der Ergebnisse Topcoat
3	Zusammenfassung

1 Füller auf Basis von Epoxyacrylat

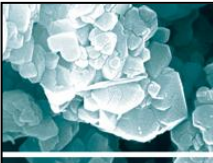
1.1 Grundlagen

Ziel dieser Untersuchung war es, den Einfluss von verschiedenen Füllstofftypen auf wichtige Eigenschaften von Parkettbodenfüller aufzuzeigen. Als weitverbreitete Füllstoffe für diesen Bereich wurden zwei verschiedene Talkumtypen, ein gefälltes Bariumsulfat und zum Vergleich drei Produkte auf Basis Neuburger Kieselerde ausgewählt.


1.2 Füllstoffkennwerte

In *Abb. 1* sind die Füllstoffkennwerte dargestellt. Die Kornform ist primär durch den jeweiligen Mineraltyp definiert, wobei sich die beiden Talkumtypen in ihrer Struktur (stark lamellar zu lamellar gestapelt) als auch in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden. Die Korngrößen sind mit Ausnahme von Talkum 1 und Sillitin Z 89 vergleichbar. Talkum 1 ist gröber und Sillitin Z 89 feiner. Als oberflächenbehandeltes Material wurde Aktisil MAM verwendet, das auf Sillitin V 88 basiert und mit Methacrylsilan gecoatet ist.

Als Auswahlkriterien dienten Kornform, Korngröße und Oberflächenbehandlung.



Füllstoffkennwerte



	Neuburger Kieselerde					
	Talkum 1	Talkum 2	Blanc Fixe	Sillitin Z 89	Sillitin V 88	Aktisil MAM
Mineralische Beschreibung	Talkum + andere	Talkum + andere	gef. Bariumsulfat	Kieselsäure/Kaolinit	Kieselsäure/Kaolinit	Kieselsäure/Kaolinit
Chemische Zusammensetzung	55 % SiO ₂ 32 % MgO 5 % Al ₂ O ₃	32 % SiO ₂ 31 % MgO 22 % Al ₂ O ₃	99 % BaSO ₄	83 % SiO ₂ 11 % Al ₂ O ₃	91 % SiO ₂ 5 % Al ₂ O ₃	91 % SiO ₂ 5 % Al ₂ O ₃
Kornform	lamellar	lamellar, mehr Stapel	rhomboidrisch	korpuskular aggregiert und lamellar	korpuskular aggregiert und lamellar	korpuskular aggregiert und lamellar
Korngröße d ₅₀ µm	7,8	3,2	4,4	1,8	3,3	3,3
Korngröße d ₉₇ µm	27	17	16	7	17	17
Ölzahl g/100g	47	42	17	50	40	40
Dichte g/cm ³	2,8	2,8	4,4	2,6	2,6	2,6
Oberflächenbehandlung	keine	keine	keine	keine	keine	Methacrylsilan

[TEIL 1: FÜLLER](#)

INDEX

[EINLEITUNG](#)

EXPERIMENTELLES

ERGEBNISSE

TEIL 2: TOPCOAT

ZUSAMMENFASSUNG




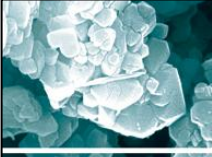
Abb. 1

Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit der Firma UCB Chemie durchgeführt. Für die geleistete Unterstützung danken wir der UCB Chemie (inzwischen Cytec Surface Specialties).


1.3 Basisrezeptur

Als Basisrezeptur diente eine Richtrezeptur der Firma UCB (inzwischen Cytec Surface Specialties).

Der Füllstoff wurde additiv zu 100 Gewichtsteilen der Ausgangsformulierung dosiert (Abb. 2). Aufgrund der stark unterschiedlichen Dichte der verwendeten Füllstoffe sind im folgenden Volumenteile Füllstoff angegeben, um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten.



Basisrezeptur



Gew.-Teile	
Ebecryl 6040	42,4
OTA 480	50,8
Benzophenon	3,4
Irgacure 651	3,4
Füllstoff	variabel X
Gesamt	100 + X

TEIL 1: FÜLLER
INDEX
EINLEITUNG
EXPERIMENTELLES
ERGEBNISSE
TEIL 2: TOPCOAT
ZUSAMMENFASSUNG




Abb. 2

1.4 Applikation, Prüfungen und Parameter

Viskositätsmessung:

Rotationsviskosimeter MC 1 der Fa. Physica, 23 °C, Aufzeichnung von Fließkurven bei aufsteigender Schergeschwindigkeit von 0 bis 100 s⁻¹. Der angegebene Wert entspricht der gemessenen Viskosität bei 100 s⁻¹.

Fließgrenzenmessung:

Rotationsviskosimeter MC 1 der Fa. Physica, 23 °C. Ermittelt durch Schubspannungsversuch (kontinuierlich ansteigende Schubspannung bis zum Erreichen einer kontinuierlichen Fließbewegung der Substanz).

Härten des Füllers:

Eine Quecksilber-UV-Lampe mit 80 W/cm; Härtungsgeschwindigkeit 15 m/min. Zwei Durchläufe zur Härtung.

Farbverschiebung b*:

Der Lack wurde auf weißen Karton aufgebracht und gehärtet. Mit einem Farbmessgerät (Luci 100) wird der Farbwert b^* der Beschichtung über dem weißen Untergrund gemessen. Der Δb^* Wert ist die Differenz (Farbverschiebung) zwischen Basisrezeptur und der jeweiligen Modifikation. Je höher der Wert, desto stärker der Gelbstich. Die Trockenschichtdicke betrug $40\ \mu\text{m}$.

Transparenz:

Der Lack wurde auf schwarzen Karton aufgebracht und gehärtet. Mit einem Farbmessgerät (Luci 100) wird der Farbwert L^* der Beschichtung über dem schwarzen Untergrund gemessen. Der ΔL^* Wert ist die Differenz (Helligkeitsänderung) zwischen Basisrezeptur und der jeweiligen Modifikation. Je geringer die Differenz, desto besser ist die Transparenz. Die Trockenschichtdicke betrug $40\ \mu\text{m}$.

Abrieb:

Als Substrat wurden MDF-Platten verwendet. Die Prüfung erfolgte mit dem Taber Abraser mit S 42 Schmirgelstreifen und einer Belastung von $0,5\ \text{kg}$. Der Abrieb wurde bei einer Drehzahl von 55 Umdrehungen pro Minute nach 100 Umdrehungen durch Wägung des Probekörpers und Umrechnung auf das entsprechende Volumen bestimmt.

1.5 Ergebnisse Füller

1.5.1 Viskosität über Volumenteile Füllstoff

Die Füllstoffe unterscheiden sich sowohl durch die maximal herstellbaren Dosierungen als auch in ihrem Verdickungseffekt. Da für die Anwendung als Füller hauptsächlich der Viskositätsbereich zwischen 10 und 15 Pascalsekunden (siehe schwarzes Rechteck in *Abb. 3*) von Interesse ist, ergeben sich unterschiedliche Füllstoffdosierungen. Talkum 1 erreicht bereits bei ca. 24 Volumenteilen die Grenze der Herstellbarkeit, wogegen mit Talkum 2 ca. 30 Volumenteile darstellbar sind. Blanc fixe kann am höchsten dosiert werden, erzielt aber nur einen geringen Viskositätsanstieg. Mit den Neuburger Kieselerde-Typen lassen sich hohe Füllgrade sowie hohe Viskositäten realisieren. Für die folgenden Versuche wurden die Füllstoffkonzentrationen aus dem Rechteck in *Abb. 3* ausgewählt.

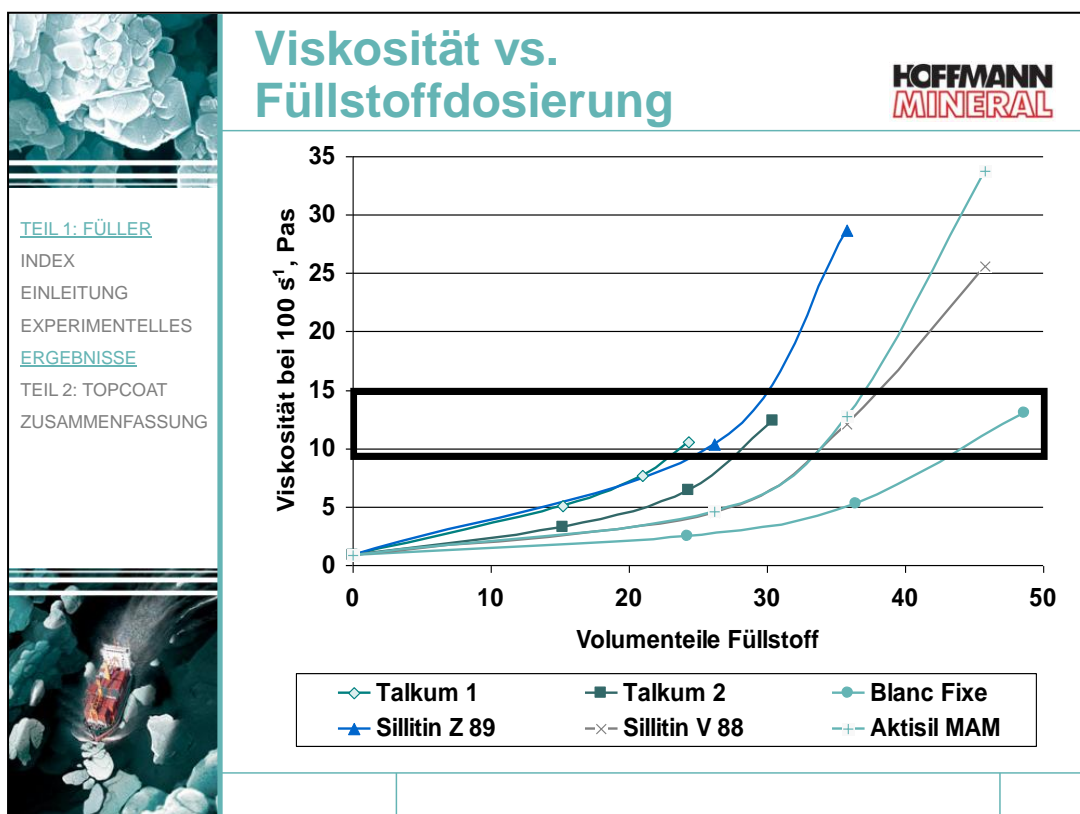


Abb. 3

1.5.2 Viskosität und Fließgrenze

In Abb. 4 ist die Viskosität (bei 100 s^{-1}) in Pascalsekunden bei entsprechenden Volumenteilen Füllstoff durch die dunklen Säulen dargestellt. Die hellen Säulen zeigen die Fließgrenze in Pascal. Die Fließgrenze gibt den subjektiven Eindruck der „Pastenkonsistenz“ einer Formulierung als Messwert wieder. Die Werte variieren zwischen 3 und 16 Pascal, wobei Sillitin Z 89 die höchste und Aktisil MAM die niedrigste Fließgrenze aufweist. Besonders interessant erscheint, dass Sillitin V 88 und Aktisil MAM bei gleicher Viskosität stark differierende Fließgrenzen haben. Darum wurde auch eine Kombination (1:1) geprüft. Mittels Kombinationen beider Materialien kann somit die Fließgrenze ohne Einfluss auf die Viskosität eingestellt werden.

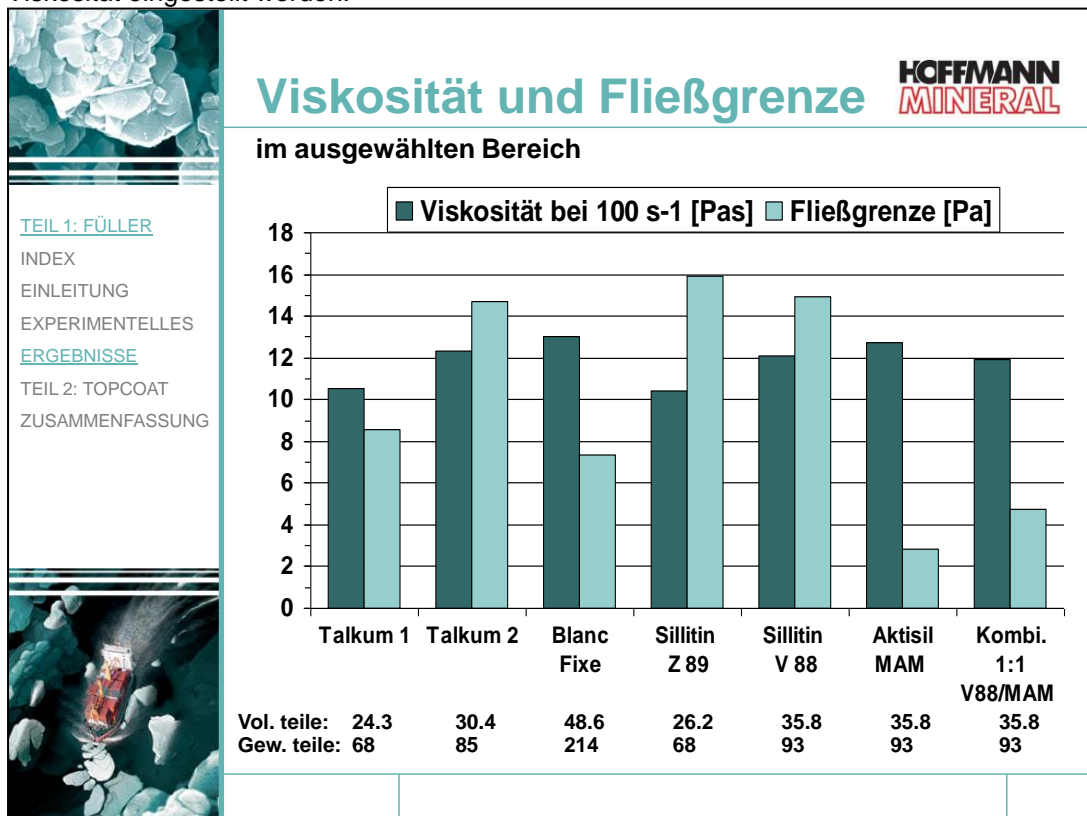


Abb. 4

1.5.3 Farbverschiebung auf weißem Untergrund

Alle Füllstoffe bewirken eine Farbänderung gegenüber der Basisrezeptur, wobei vor allem der Gelbstich der Beschichtung zunimmt. Dies zeigt die Zunahme des b^* -Wertes (nach CIE-LAB-System) gegenüber der ungefüllten Rezeptur und ist in *Abb. 5* als Δb^* dargestellt. Alle Kieselerte-Typen weisen im Vergleich zu den anderen Füllstoffen höhere Werte auf. Auf Buchenholz als Substrat wirkt sich der Gelbstich nicht negativ aus; es zeigt sich sogar eine „anfeuernde“ Wirkung durch die Kieselerdeprodukte.

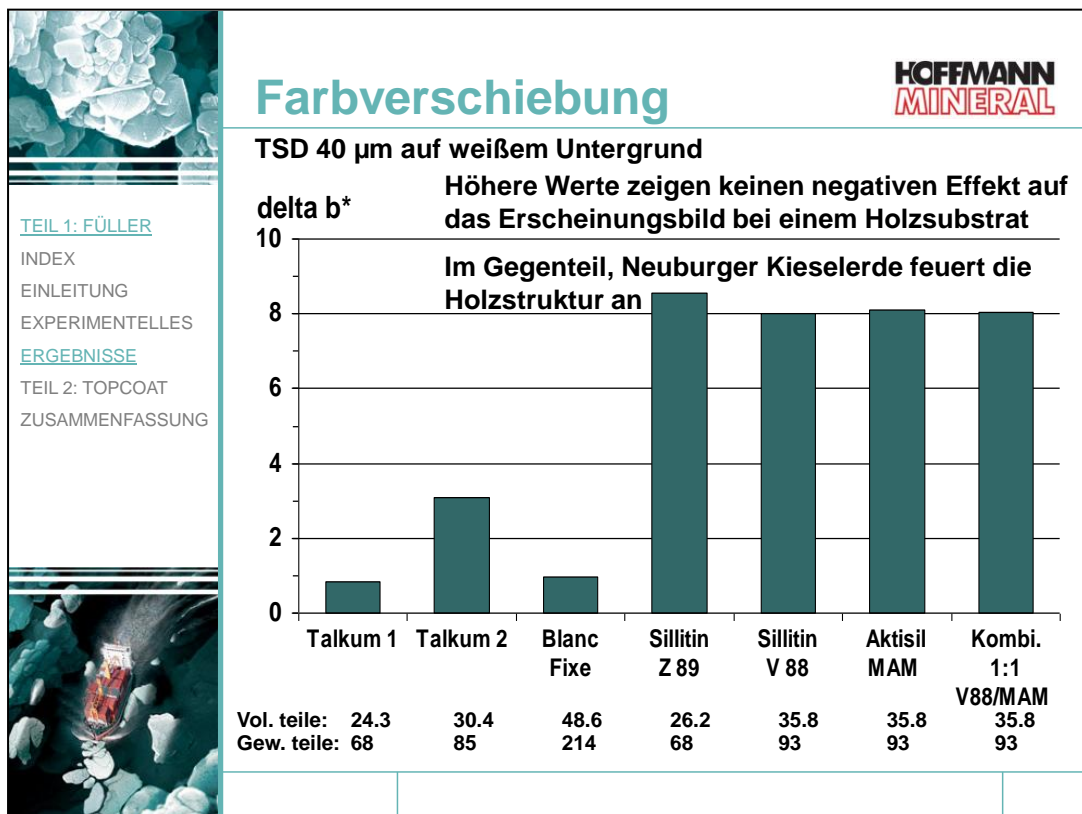


Abb. 5

1.5.4 Transparenz auf schwarzem Untergrund

In Abb. 6 ist die Helligkeitsänderung als delta L* Wert angegeben. Alle Füllstoffe bewirken eine Verschiebung des L* Wertes, wobei der Blanc fixe aufgrund des höheren Brechungsindex und der hohen Dosierung die schlechteste Transparenz aufweist. Die Talkumtypen und die Kieselerde Variationen zeigen alle eine bessere Transparenz.

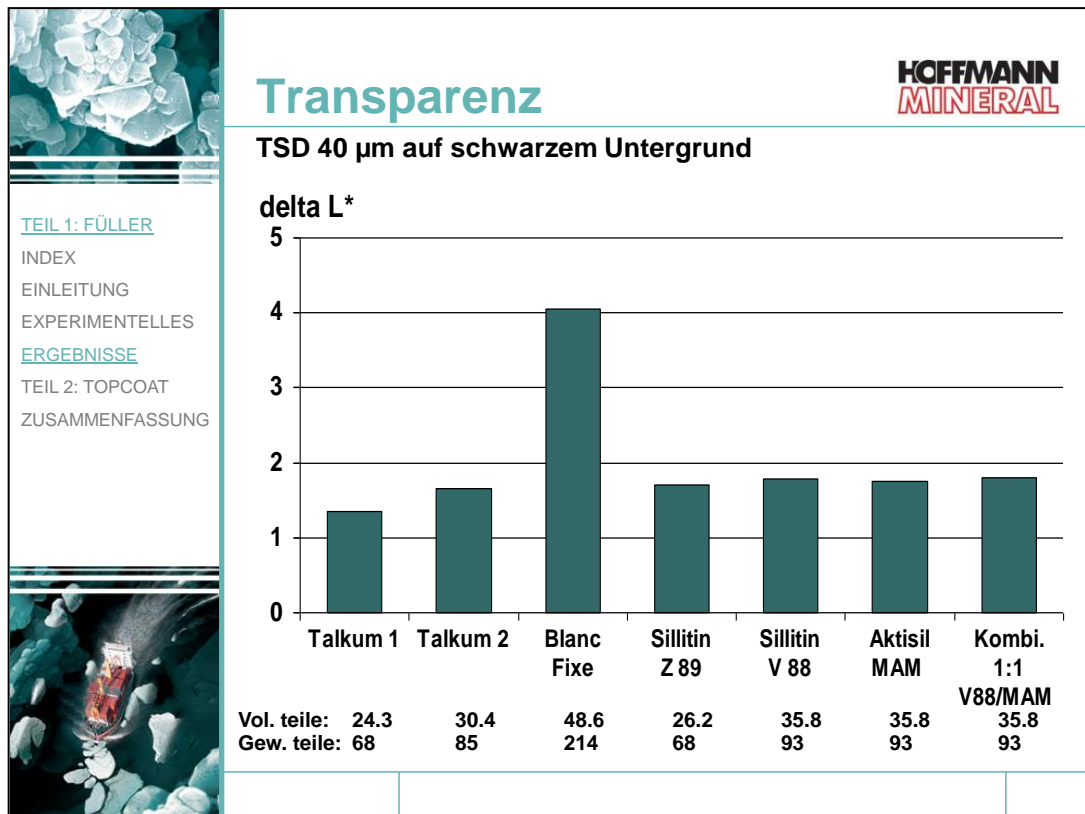


Abb. 6

1.5.5 Abrieb Taber S 42

Da sich die Beschichtungen in ihrer Dichte unterscheiden, ist in *Abb. 7* der Volumenabrieb in Kubikmillimeter dargestellt. Die ungefüllte Basisrezeptur hat einen Abrieb von 110 mm³. Die Talkumtypen erzielen stark unterschiedliche Resultate, wobei Talkum 1 den höchsten Abrieb im Vergleichsspektrum aufweist. Talkum 2 und das gefällte Bariumsulfat liegen etwa auf gleichem Niveau im Mittelfeld. Die besten Werte erreichen die Kieselerde-Typen mit nur 60 bis 70 mm³.

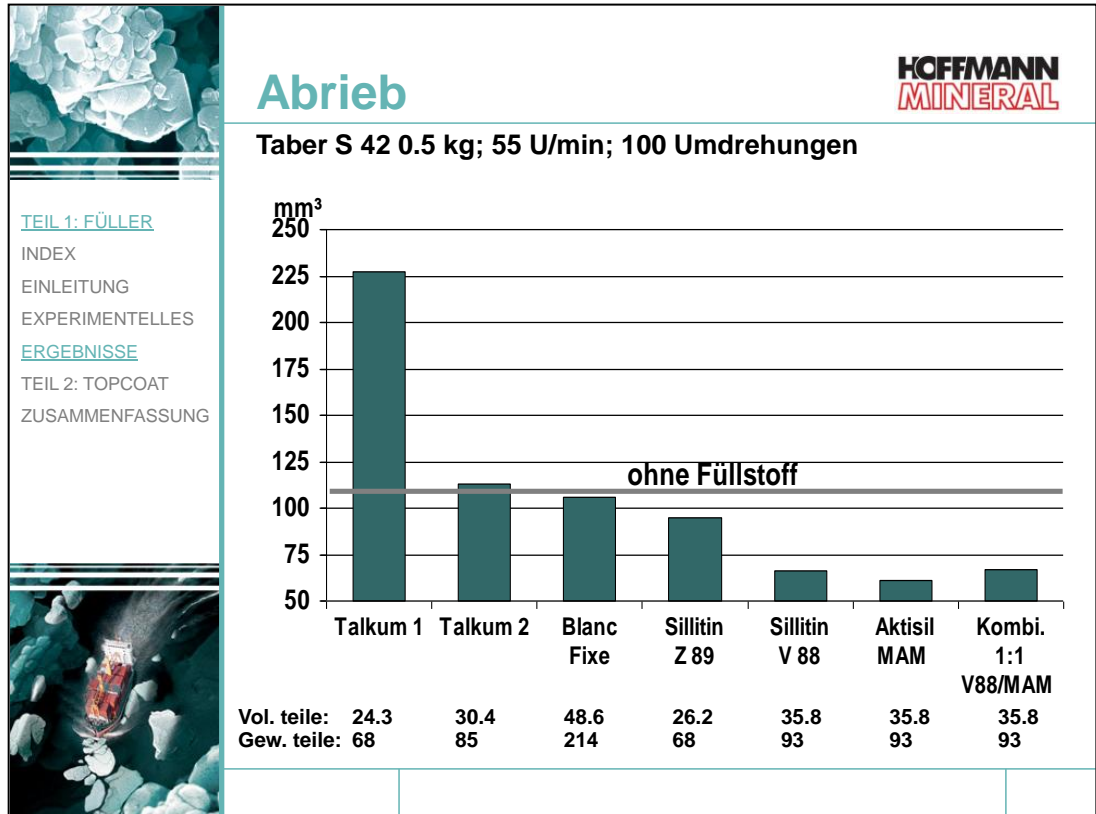


Abb. 7

Abb. 8 zeigt den Abrieb nochmals differenzierter. Mit Aktisil MAM ist der beste Wert erreichbar, gefolgt von Sillitin V 88 und der Kombination aus beiden. Deutlich schwächer stellt sich Sillitin Z 89 dar, was allerdings auch durch den niedrigeren Füllgrad erklärbar ist.

Die maschinelle Schleifbarkeit der mit Kieselerde gefüllten Formulierungen wurde mit gut beurteilt, wobei der Abtrag geringer ist als bei den anderen Füllstoffen.

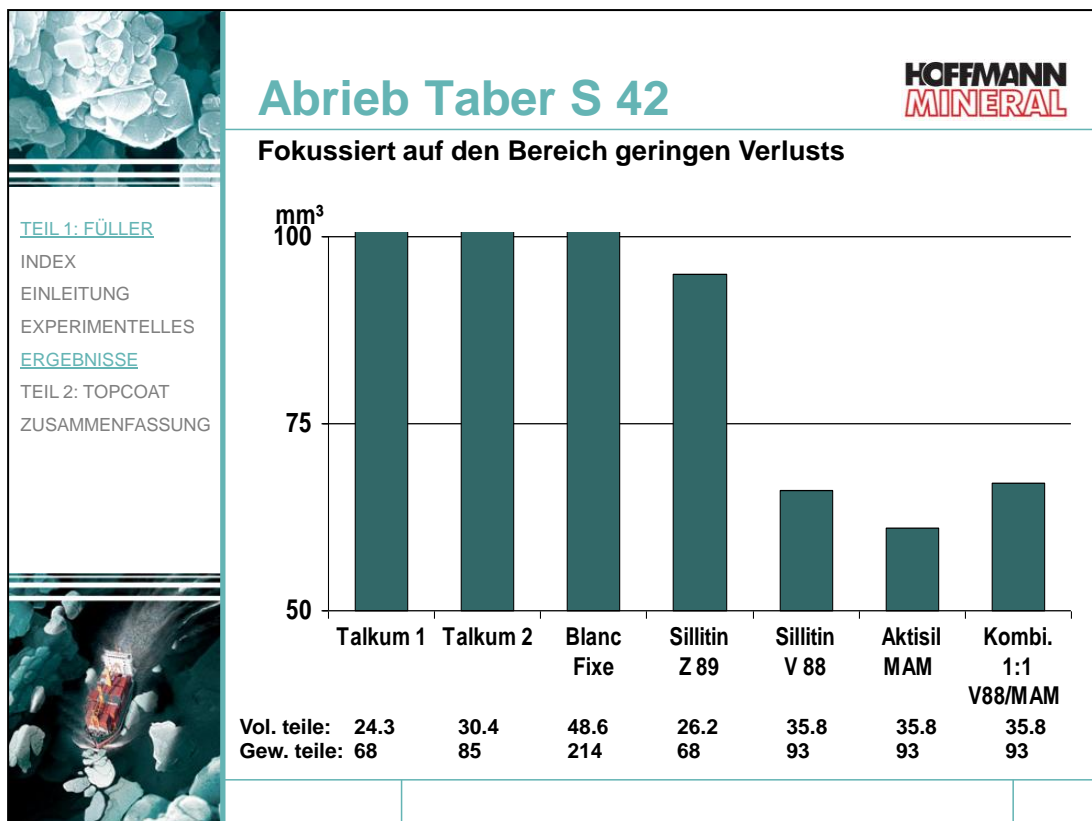


Abb. 8

1.5.6 Rohstoffkosten

In Abb. 9 ist der Formulierungskostenindex pro Liter für Deutschland aufgetragen. Die „Bezugslinie“ bei 100 % entspricht der Rezeptur ohne Füllstoff. Die niedrigsten Rohstoffkosten lassen sich mit Sillitin V 88 realisieren, wogegen Aktisil MAM etwa auf dem Niveau von Talkum 1 liegt. Interessant erscheint die Kombination von Sillitin V 88 mit Aktisil MAM, die sich etwas über dem Blanc fixe, aber unterhalb der beiden Talkumtypen platziert.

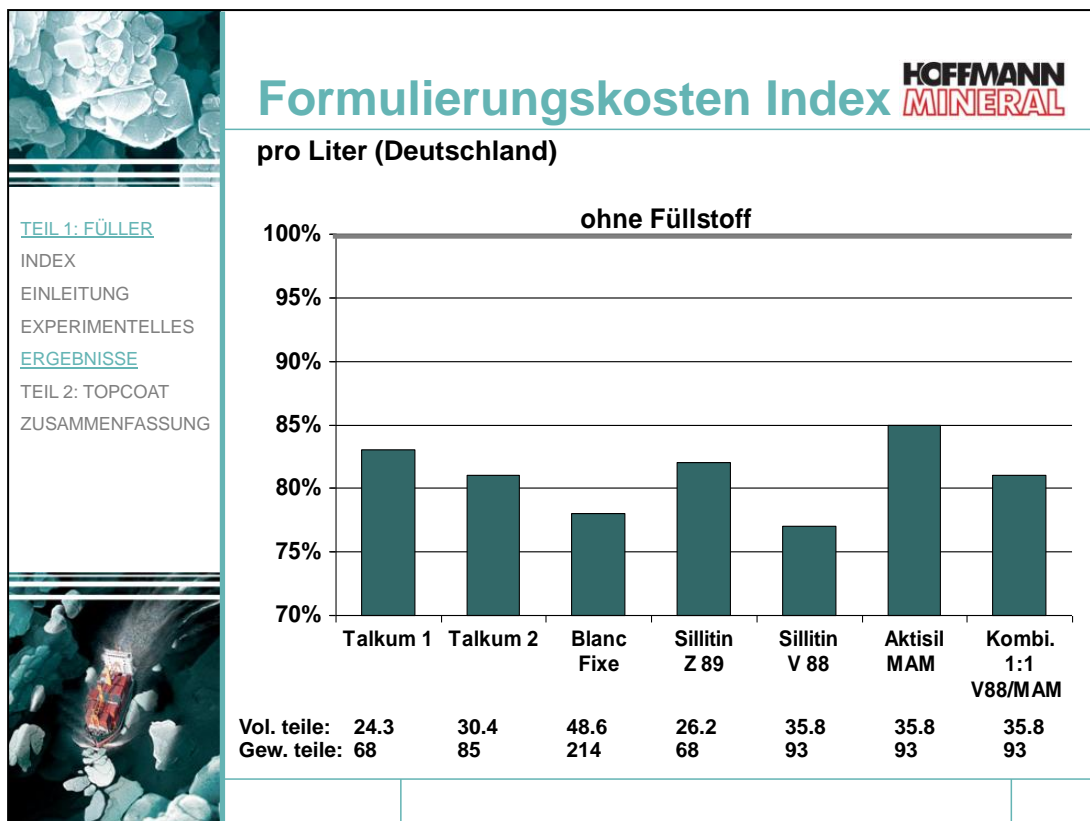


Abb. 9

2 Topcoat auf Basis eines aliphatischen Urethanacrylates

2.1 Grundlagen

UV-Lacke mit 100 % Festkörperanteil sind aufgrund fehlender flüchtiger Bestandteile schwierig zu mattieren. Ziel war es, eine gute Mattierung bei möglichst niedrigem Viskositätsanstieg zu erreichen und zusätzlich auch den Abrieb weitestgehend zu minimieren. Somit wird im Folgenden der Einfluss eines handelsüblichen Mattierungsmittels bzw. von Aktisil MAM und Kombinationen beider Materialien untersucht.

2.2 Füllstoffkennwerte und Versuchsplan

Als Mattierungsmittel wurde eine für 100 % UV-Systeme empfohlene Type ausgewählt. Neben der Zusammensetzung und Kornform unterscheiden sich die mineralischen Additive in der BET-Oberfläche und der Oberflächenbehandlung. Die Korngrößenverteilungen dagegen sind sich sehr ähnlich (Abb. 10).

		HOFFMANN MINERAL	
		Füllstoffkennwerte	
		Mattierungsmittel	Aktisil MAM
Mineralbeschreibung		Silicagel	Neuburger Kieselerde
Zusammensetzung (ca.)		SiO ₂	91 % SiO ₂ 5 % Al ₂ O ₃
Kornform		korpuskular aggregiert, hoch porös	korpuskular aggregiert und lamellar
Korngröße d ₅₀ µm		4	3
Korngröße d ₉₇ µm		12	15
BET Oberfläche m ² /g		400	11
Oberflächenbehandlung		keine	Methacrylsilan

Abb. 10

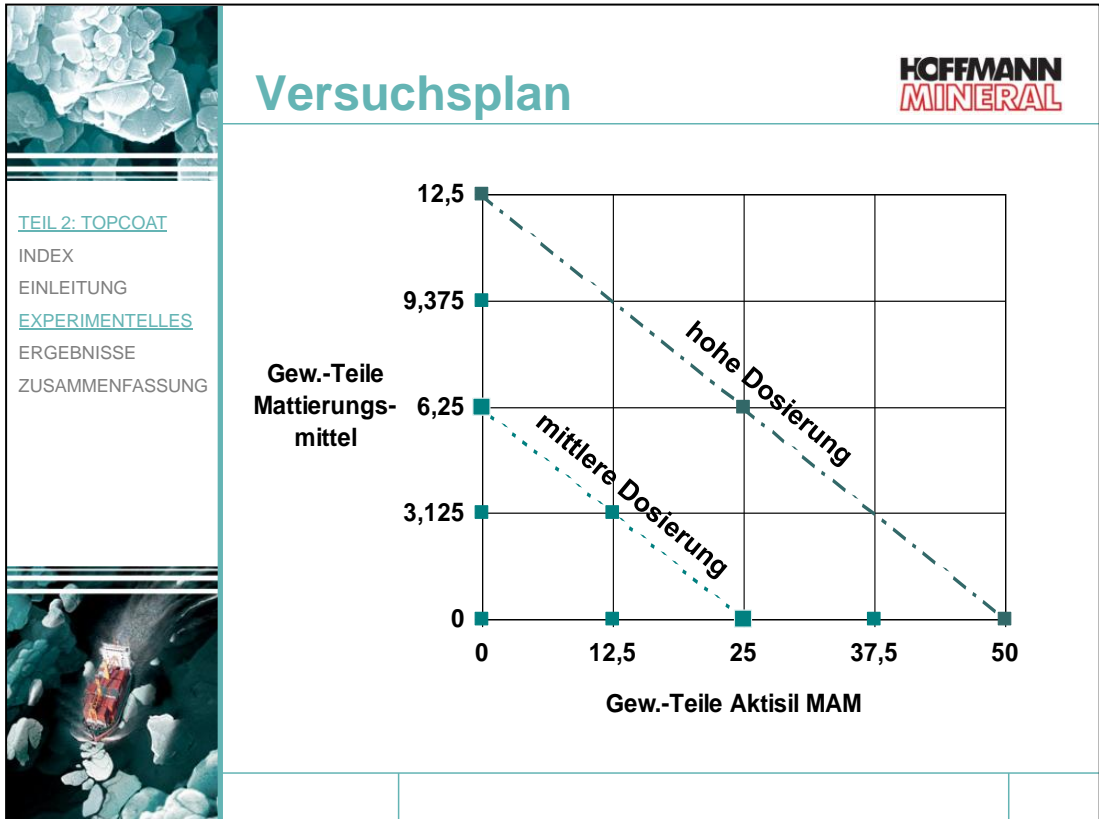



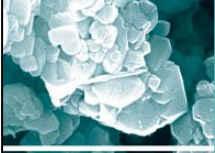
Abb. 11

Zur Abdeckung des ganzen Versuchsraumes, bot sich ein statistischer Versuchsplan an. Abb. 11 zeigt das Versuchsdesign. Jedes Quadrat stellt eine Rezeptur dar.

2.3 Basisrezeptur

Als Basisrezeptur wurde eine Empfehlung der Firma UCB (inzwischen Cytec Surface Specialties) verwendet.

Die Dosierung von Mattierungsmittel und Aktisil MAM erfolgte additiv zu 100,3 Gewichtsteilen der Ausgangsformulierung (Abb. 13).



Gew.-Teile	
Ebecryl 294	65,0
HDDA	30,0
Benzophenon	3,0
Darocur 1173	2,0
Byk 088	0,3
Mattierungsmittel	variabel X
Aktisil MAM	variabel X
Gesamt	100,3 + X

Basisrezeptur

HOFFMANN MINERAL

[TEIL 2: TOPCOAT](#)
INDEX
EINLEITUNG
[EXPERIMENTELLES](#)
ERGEBNISSE
ZUSAMMENFASSUNG

Abb. 13

2.4 Applikation, Prüfungen und Parameter

Viskositätsmessung:

Rotationsviskosimeter MC 1 der Fa. Physica, 23 °C, Aufzeichnung von Fließkurven bei aufsteigender Schergeschwindigkeit von 0 bis 500 s⁻¹. Der angegebene Wert entspricht der gemessenen Viskosität bei 500 s⁻¹.

Härten des Lackes:

Eine Quecksilber-UV-Lampe mit 80 W/cm; Härtungsgeschwindigkeit 15 m/min.

Glanzmessung:

Der Lack wurde auf weißen Karton aufgebracht und gehärtet. Mit dem Mini-Glossmaster (Fa. Erichsen) wird der Glanzgrad bei einem Messwinkel von 60° bestimmt. Die Trockenschichtdicke betrug 40 µm.

Farbverschiebung b*:

Der Lack wurde auf weißen Karton aufgebracht und gehärtet. Mit einem Farbmessgerät (Luci 100) wird der Farbwert b* der Beschichtung über dem weißen Untergrund gemessen. Der delta b* Wert ist die Differenz (Farbverschiebung) zwischen Basisrezeptur und der jeweiligen Modifikation. Je höher der Wert, desto stärker der Gelbstich. Die Trockenschichtdicke betrug 40 µm.

Abrieb:

Als Substrat wurden Sperrholzplatten (Buche) verwendet. Die Prüfung erfolgte mit dem Taber Abraser mit S 42 Schmirgelstreifen und einer Belastung von 0,5 kg. Der Abrieb wurde bei einer Drehzahl von 55 Umdrehungen pro Minute nach 100 Umdrehungen durch Wägung des Probekörpers und Umrechnung auf das entsprechende Volumen bestimmt.

2.5 Ergebnisse Topcoat

2.5.1 Viskosität

Der in *Abb. 14* dargestellte Effekt der untersuchten Stoffe auf das Viskositätsverhalten kann für die jeweiligen puren Materialien als gleich bezeichnet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass Aktisil MAM immer um den Faktor 4 höher dosiert ist als das Mattierungsmittel.

Die Kombination zeigt ein abweichendes Verhalten von den puren Stoffen. Ab der mittleren Dosierung steigt die Viskosität stärker an. Eine Erklärung dieses Phänomens könnte in der Packungsdichte liegen.

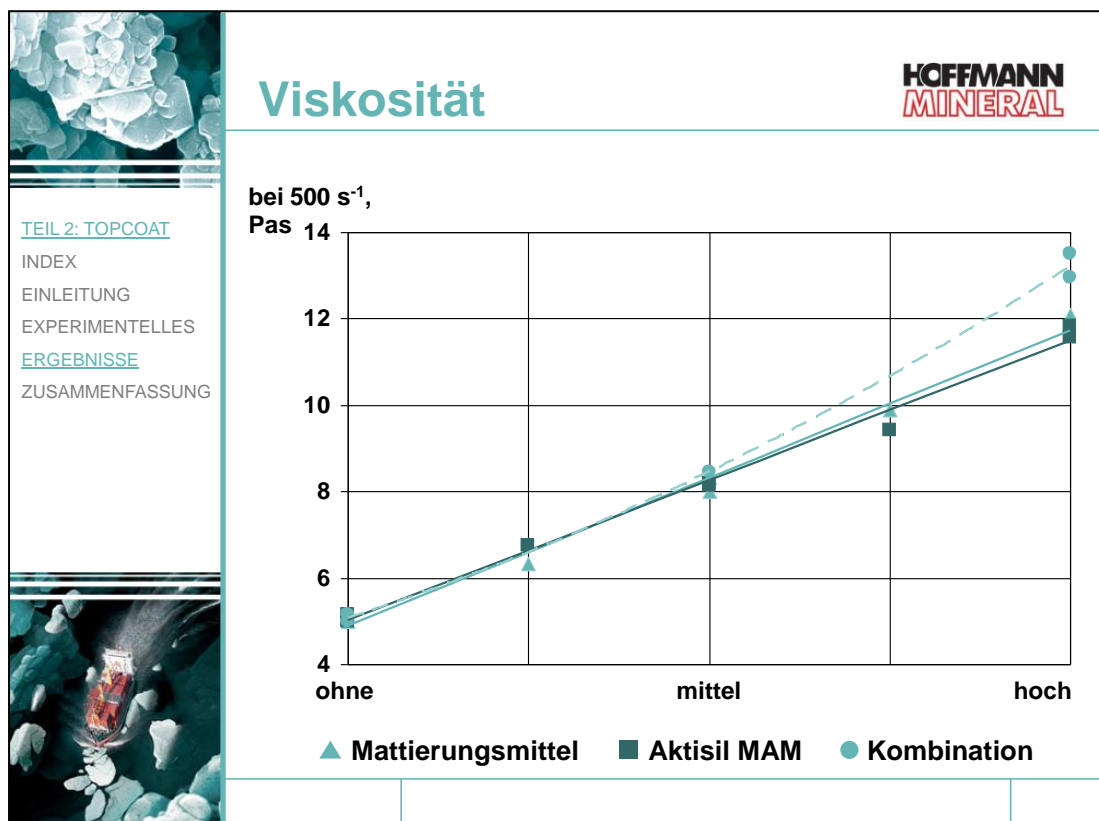


Abb. 14

2.5.2 Farbverschiebung auf weißem Untergrund

Der Gelbstich, ausgedrückt als delta b*-Wert gegenüber der Basisformulierung, steigt durch Aktisil MAM an, wogegen das Mattierungsmittel keinen signifikanten Einfluss ausübt (Abb. 15). Die Kombination tendiert im Bereich niedriger Dosierungen mehr zum Verhalten von Aktisil MAM, in der hohen Dosierung nivelliert es sich.

Auf Buchenholz als Substrat wirkt sich der Gelbstich nicht negativ aus; es zeigt sich eine „anfeuernde“ Wirkung durch die Kieselerdeprodukte.

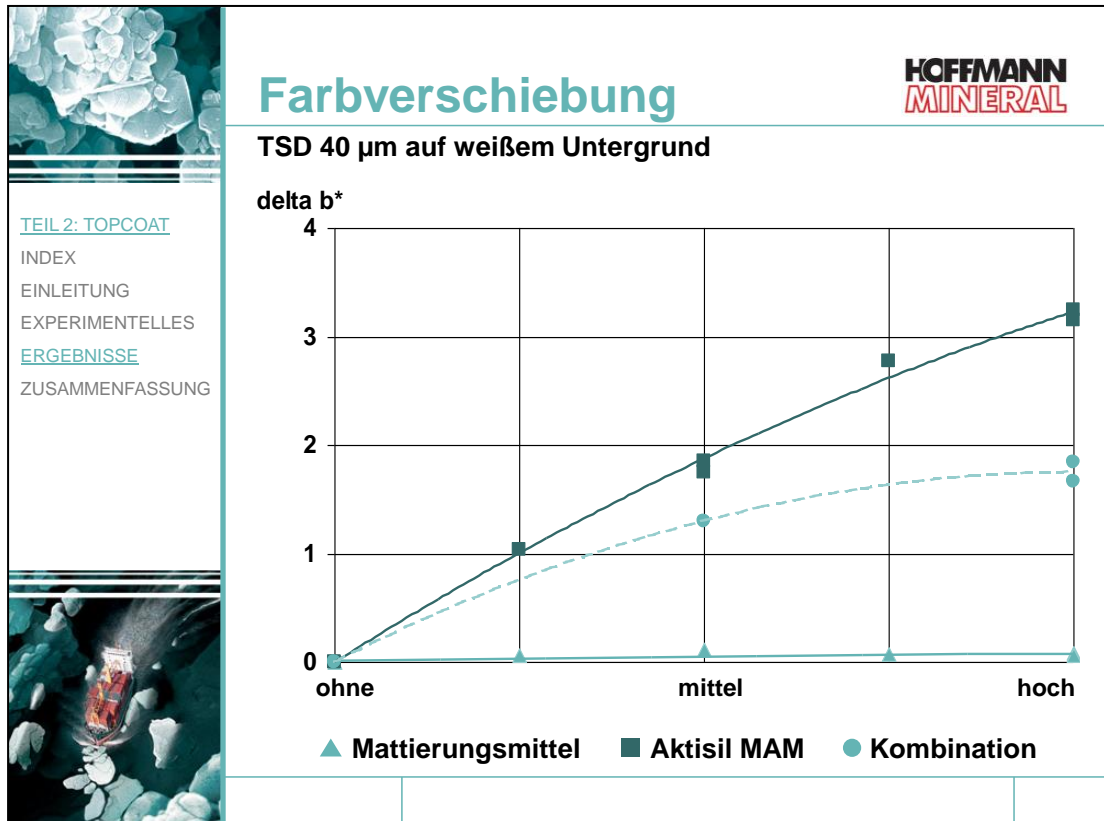


Abb. 15

2.5.3 Glanz 60°

Durch Zugabe von Mattierungsmittel bzw. Aktisil MAM reduzieren sich die Glanzwerte deutlich (Abb. 16). Der Effekt kann im Fall des Mattierungsmittels als lineare Funktion der Dosierung bezeichnet werden und die maximal erreichbare Mattierung muss als mäßig gewertet werden. Aktisil MAM erreicht deutlich niedrigere Werte, wobei sich der Effekt im Bereich zwischen mittlerer und hoher Dosierung etwas abschwächt. Die Kombination tendiert im niedrigen Dosierungsbereich zum Verhalten von Aktisil MAM, wogegen sie im höheren Bereich sich bis an den Wert des puren Mattierungsmittels annähert.

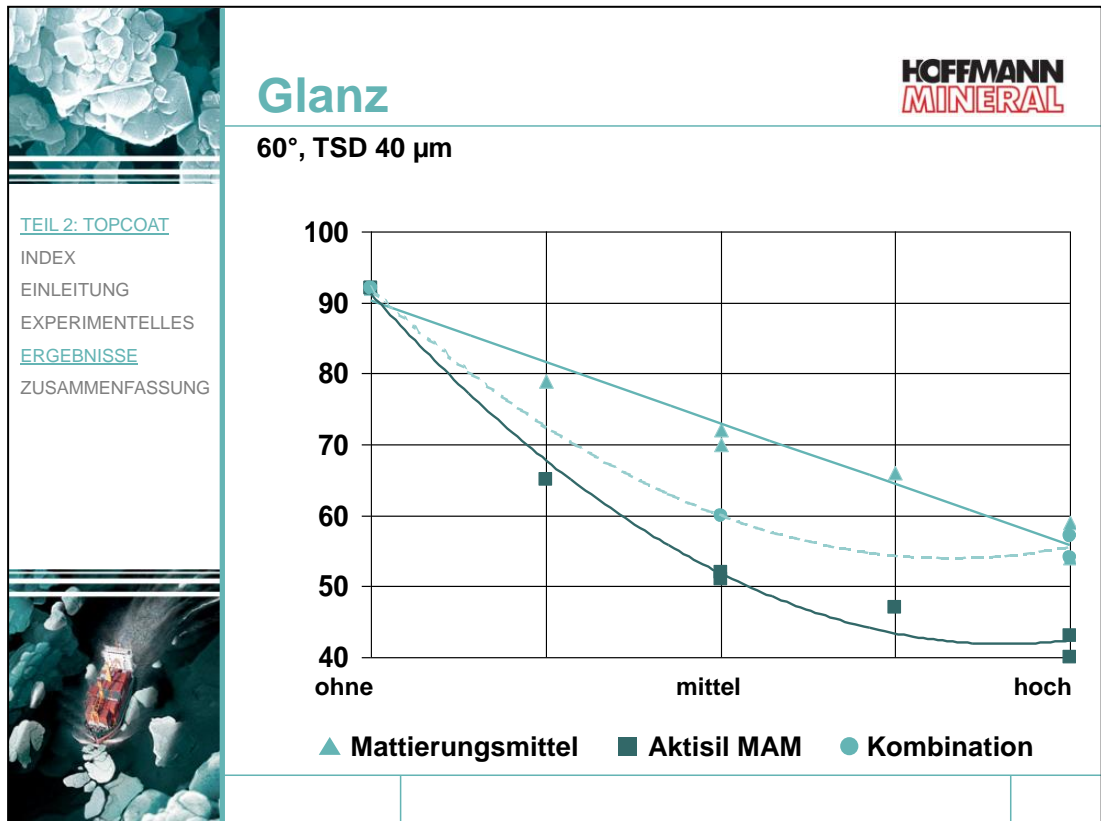


Abb. 16

2.5.4 Abrieb Taber S 42

In Abb. 17 ist der Volumenabrieb in Kubikmillimeter dargestellt. Beide Materialien verringern den Abrieb, wobei das Mattierungsmittel nur bei der hohen Dosierung den Wert von Aktisil MAM erreicht. Letzteres zeigt bereits bei niedrigen Dosierungen einen starken Effekt und ab der mittleren Dosierungshöhe bildet sich ein Plateau aus. Die Kombination tendiert weitgehend zum Verhalten des Mattierungsmittels, wobei sie im Bereich der hohen Dosierung den geringsten Abrieb erzielt.

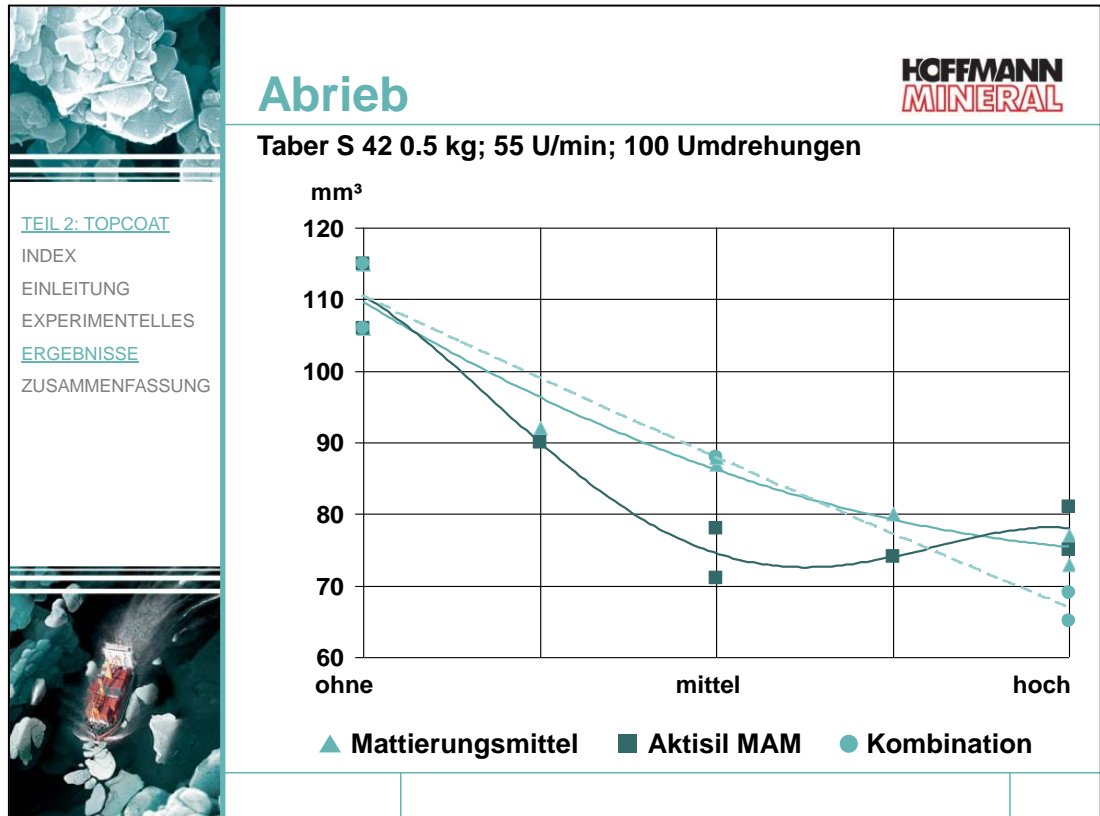


Abb. 17

2.5.5 Rohstoffkosten

Wie *Abb. 18* entnommen werden kann, beeinflusst das Mattierungsmittel (Silicagel) die Kosten kaum. Im Gegensatz dazu bewirkt Aktisil MAM eine deutliche Kostenreduzierung von mehr als 10 %. Die Kombination liegt dazwischen.

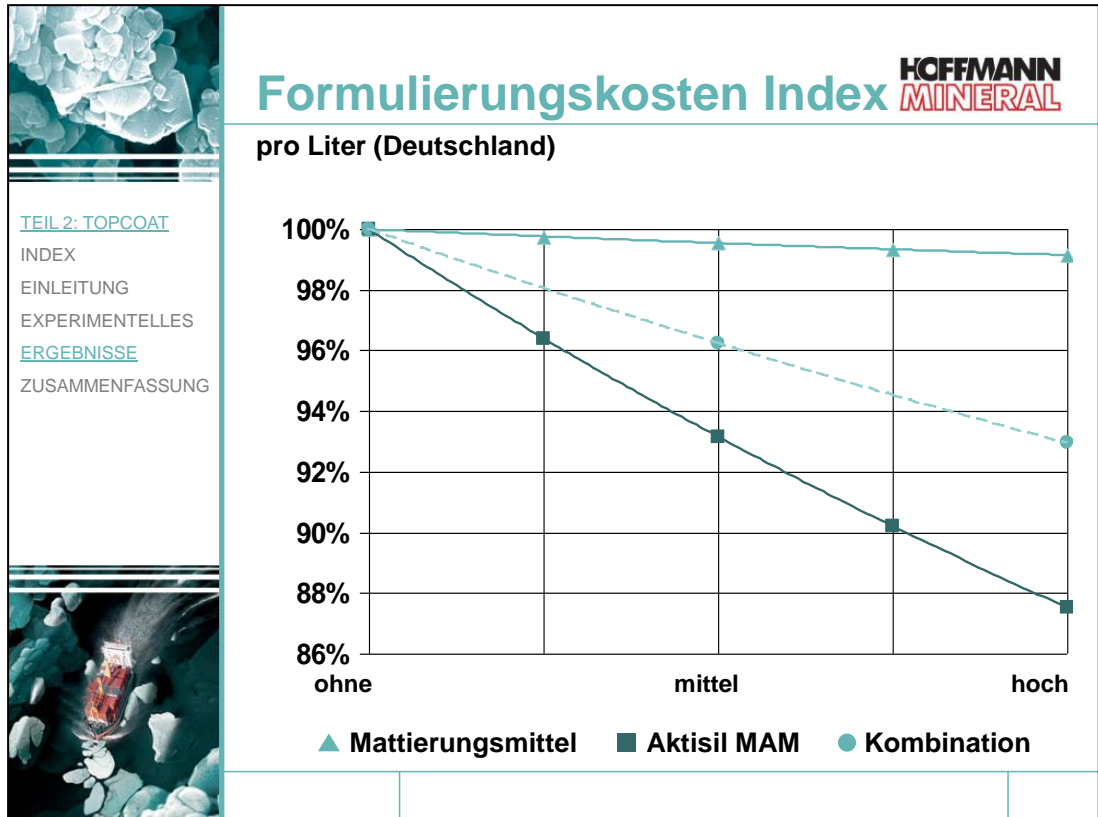


Abb. 18

2.6 Vergleich der Ergebnisse Topcoat

In Abb. 19 sind die Rezepturen ohne Füllstoff, mit 12,5 Teilen Mattierungsmittel und mit 25 Teilen Aktisil MAM in Bezug auf Viskosität, Glanz, Abrieb und Kosten dargestellt. Die Mattierungswirkung und Abriebbeständigkeit von Aktisil MAM sind sehr gut mit denen des Mattierungsmittels vergleichbar. Aktisil MAM bewirkt jedoch deutlich weniger Viskositätserhöhung. Ebenso können die Formulierungskosten beim Einsatz von Aktisil MAM stark reduziert werden.

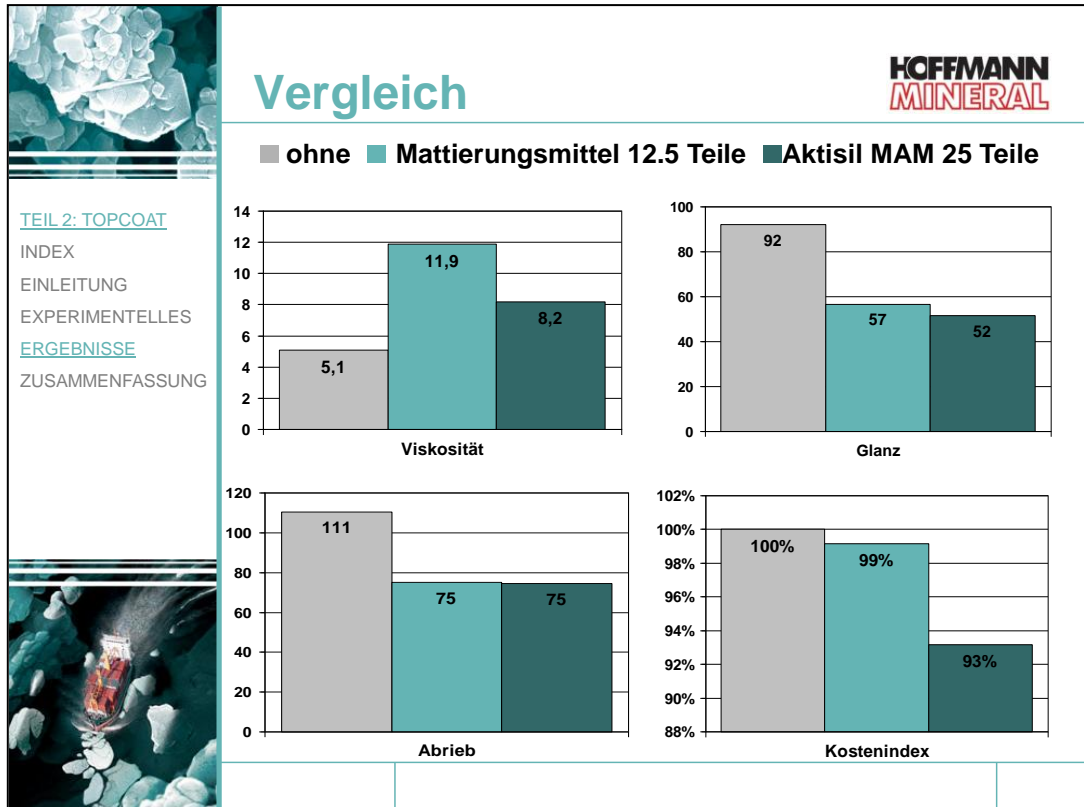


Abb. 19

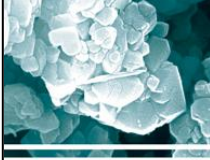


	<h2>Zusammenfassung</h2> 
<p>TEIL 2: TOPCOAT INDEX EINLEITUNG EXPERIMENTELLES ERGEBNISSE ZUSAMMENFASSUNG</p>	<p>Die Neuburger Kieselerde (Sillitin V 88, Sillitin Z 89 und Aktisil MAM) zeigt in UV-Lacksystemen hervorragende mechanische und optische Eigenschaften:</p> <p>Füller: Mit Neuburger Kieselerde lassen sich Füller mit minimalem Abrieb ohne Beeinträchtigung der maschinellen Schleifbarkeit herstellen. Das rheologische Verhalten (Fließgrenze) kann durch eine Kombination von Sillitin V 88 mit Aktisil MAM gezielt gesteuert werden.</p> <p>Topcoat: Mit Aktisil MAM erzielt man gute Mattierung bei moderatem Viskositätsanstieg und niedrigem Abriebverlust. Das hervorragende Preis/Leistungsverhältnis ergänzt das Gesamtergebnis.</p>
	

Abb. 20

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.