

# FARBE **UND** LACK

03.2025 // 131. Jahrgang // [www.farbeundlack.de](http://www.farbeundlack.de)

Quelle: peterschreiber.media - stock.adobe.com





# Füllstoff mit funktionaler Fülle

**FUNKTIONALE FÜLLSTOFFE //** CALCIUMSILIKATHYDRATE WIE TOBERMORIT KÖNNEN ALS MULTIFUNKTIONALE FÜLLSTOFFE DIE PERFORMANCE VON INNENDISPERSIONSFARBEN VERBESSERN. DIES KONNTE ANHAND EINES SYSTEMATISCHEN AUSTAUSCHS MATTIERENDER FÜLLSTOFFE IN BASISFORMULIERUNGEN DES STUMPFMATTEN FARBBEREICHS MIT ÜBERKRITISCHEN PIGMENTVOLUMENKONZENTRATIONEN GEZEIGT WERDEN.

Dr. Reiner Sälker und Dr. Dennis Lewing, Cirkel

**M**ultifunktionale Füllstoffe sind seit Jahren integrale Rezeptbestandteile moderner Dispersionsfarben für Innen- und Außenanwendungen.

Calciumsilikathydrate (CSH) auf der Basis von Xonotlit mit der chemischen Zusammensetzung  $6 \text{ CaO} \cdot 6 \text{ SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  und Tobermorit mit der chemischen Zusammensetzung  $5 \text{ CaO} \cdot 6 \text{ SiO}_2 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$  gehören zu dieser Gruppe. Für viele Formulierungen bilden sie ein vorteilhaftes Füllstoffpaket, das bei einem Teilaustausch von kostenintensivem Titandioxid für ein hohes Deckvermögen sorgt [1, 2].

Der Fokus der vorliegenden Studie lag auf einem Vergleich des Einflusses von Tobermorit und weiteren ausgewählten Füllstoffen auf die Mattierbarkeit und die Nassabriebbeständigkeit in konservierungsmittelfreien, alkalisch eingestellten Formulierungen von Innendispersionsfarben. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern die Eigenfärbung der untersuchten Füllstoffe die Koloristik in nichtgetönten und getönten Wandfarben beeinflusst.

### Einfache Basisformulierungen für die Substitutionstests

In allen Basisformulierungen wurde ausschließlich gemahlene Calciumcarbonat (GCC) mit einem  $d_{50}$ -Wert von  $5 \mu\text{m}$  eingesetzt. Auf sonst übliche Abmischungen mit GCC ( $d_{50} = 2 \mu\text{m}$ ) wurde absichtlich verzichtet, um dessen möglichen Einfluss auf die Effekte durch die untersuchten Füllstoffe nicht zu beeinflussen. Als CSH-Füllstoff wurde Tobermorit verwendet. Daneben fanden in den Rezeptvarianten handelsübliche, in Wandfarben häufig anzutreffende Füllstoffe Verwendung, die für eine gute Mattierung bzw. Nassabriebbeständigkeit ausgelobt werden (Tab. 1)

Es wurden absichtlich einfache, im Hinblick auf das Deckvermögen nicht optimierte Formulierungen gewählt, die es jedoch ermöglichten, die Effekte auf die Mattierung und die Resistenz gegenüber Nassabrieb durch einfachen, wechselnden Füllstoffaustausch zu ermitteln. Darüber hinaus sind sie für die Abtönung mit Farbpasten geeignet (Tab. 2). Dem als Bindemittel verwendeten alkalibeständigen Styrol-Acrylat wurden in allen Formulierungen bewährte Anteile einer Xonotlit-Slurry (50%ige Suspension) zugesetzt, die den auf 11,4 eingestellten pH-Wert puffern. Die Basisformulierungen sind konservierungsmittelfrei rezeptiert. Wie Tab. 2 zu entnehmen, wurden die Füllstoffvariationen ausschließlich unter Substitution von 10% der GCC-Anteile vorgenommen.

### Tobermorit senkt den Glanzgrad

Abb. 1 zeigt die Ergebnisse der Glanzgradbestimmung nach DIN EN ISO 2813 im  $85^\circ$ -Win-

kel von getrockneten Beschichtungen auf Schwarzweiß-Kontrastkarten (Filmaufzüge:  $200 \mu\text{m}$  Nass). Es stellte sich heraus, dass schon aufgrund des grundsätzlich hohen Füllgrads (Pigmentvolumenkonzentrationen, PVK von  $> 71\%$ ) sämtliche Varianten stumpfmatt Glanzgrade im  $85^\circ$ -Winkel aufweisen, was auf eine jeweilige Überschreitung der kritischen PVK (kPVK), die angestrebt wurde, hindeutet. Dabei war die nichtmodifizierte Basisformulierung (1) graduell matter als die Talkum-modifizierte Formulierung (5). Die speziell modifizierten Calciumcarbonate MCC 1 (Formulierung (6)) und MCC 2 (Formulierung (7)) senkten den Glanzgrad merklich ab. Ähnliches Potenzial zeigte das Kaolin 1 (Formulierung (3)). Kaolin 2 (Formulierung (4)) senkte den Glanzgrad am stärksten ab, während Tobermorit (Formulierung (2)) die zweitbeste Wirkung erzielte.

Im Gegensatz zu Kaolin 1 handelt es sich bei Kaolin 2 um ein aufwändiger produziertes, speziell für die Mattierung modifiziertes, kalziniertes Kaolin. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Tobermorit und den übrigen Füllstoffen besteht in der bei gleichen Füllstoffanteilen deutlich höheren PVK des Calciumsilikat-

hydrats. Prinzipiell stellt es einen Leichtfüllstoff dar, der durch seine charakteristische Porosität eine Rohdichte von ca.  $0,7 \text{ g/cm}^3$  aufweist, was bei der PVK-Berechnung berücksichtigt werden muss. Die Aussagefähigkeit der klassischen Ölzahl in der Bestimmung nach DIN EN ISO 787-5 muss für das Tobermorit im Zusammenhang mit wässrigen Dispersionsfarben kritisch betrachtet werden. Die großen Dispersionsbindemittelmoleküle sind im Wesentlichen nicht zu einer Aufnahme in die inneren Poren befähigt, denn aufgrund der Art des Fertigungsprozesses von Wandfarben durch Suspendierung der Füllstoffe in einer wässrigen Vorlage sind diese bereits durch Wassermoleküle gesättigt.

Bei der Bindemittel-Auflackung der überkritisch formulierten Farben wurde die PVK sukzessive abgesenkt. Es wurde festgestellt, dass sich der Bindemittelanteil tendenziell erst leicht glanzanhebend auswirkt, nachdem die kPVK deutlich unterschritten wurde. Dies war in den vorliegenden Formulierungen aber erst bei ca. 30% Styrol-Acrylat-Dispersionszusatz der Fall (Abb. 2). Sämtliche Formulierungen erwiesen sich als recht resistent gegen eine Glanzanhebung durch Bindemittelzugabe.

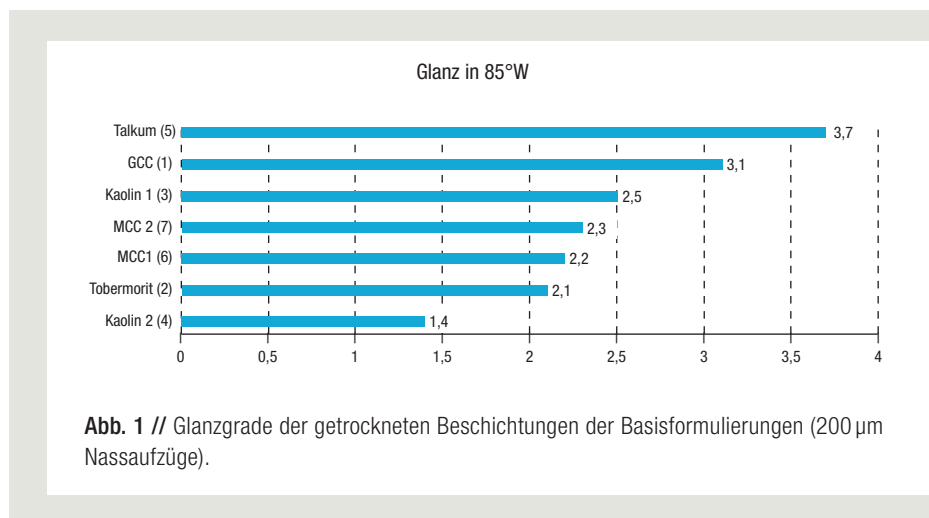


Abb. 1 // Glanzgrade der getrockneten Beschichtungen der Basisformulierungen ( $200 \mu\text{m}$  Nassaufzüge).

## Ergebnisse auf einen Blick

- Als Füllstoff hat Tobermorit einen positiven Einfluss auf das Glanzgradverhalten stumpfmatter Innendispersionsfarben.
- Die morphologischen Eigenschaften von Tobermorit begünstigen eine Erhöhung des Deckvermögens.
- Tobermorit wirkt aufhellend, was in Farbabtönungen berücksichtigt werden muss.
- Tobermorit verbessert die Nassabriebbeständigkeit, ein wichtiges Kriterium für Innendispersionsfarben.

Tab. 1 // Untersuchte Füllstoffe.

	GCC	Tobermorit	Kaolin 1	Kaolin 2	Talkum	MCC 1	MCC 2
Substanzklasse	Calciumcarbonat (gemahlen)	Calciumsilikat-hydrat	Aluminiumsilikat (kalz.)	Aluminiumsilikat (kalz., spez. mod. f. Mattierung)	Magnesiumsilikat-hydrat	Calciumcarbonat (mod.)	Calciumcarbonat (mod.)
Hauptteilchenform	nodular	plättchenförmig (irregulär)	plättchenförmig (geschichtet)	plättchenförmig (geschichtet)	plättchenförmig (geschichtet)	plättchenförmig (irregulär, kugelig)	plättchenförmig (irregulär, kugelig)
Partikelgrößenverteilung* ( $d_{50}$ ) in $\mu\text{m}$	5	12	5	12	6	25	18
Reindichte* in $\text{g/cm}^3$	2,7	2,4	2,5	2,3	2,7	2,7	2,7
Ölzahl*	19	112	60	58	25	45	45

\* lt. Herstellerangaben

### Günstig für die Opazität

Interessant ist, wie die Art des Füllstoffs die Opazität der jeweiligen Formulierung (1) bis (7) beeinflusst. Abb. 3 zeigt das Kontrastverhältnis der Beschichtungen von jeweils 11 Farbe auf  $8\text{ m}^2$  Fläche (spektralphotometrische Bestimmung nach DIN EN ISO 6505-3 mit Auswertung nach VdL- RL 09). Dieses etwas komplexere Verfahren der Deckvermögensbestimmung wurde gegenüber einer vergleichenden Beurteilung einfacher Kontrastkartenaufzüge gleicher Nassschichtdicke bevorzugt, da vergleichbare, einheitliche Trockenschichtdicken bei den verschiedenen

Formulierungen hierbei nicht zu generieren waren. Erwartungsgemäß zeigte die gemahlene GCC-Type aufgrund ihres Morphologie-bedingten geringeren Lichtstreuvermögens das schwächste Deckvermögen, während sich die übrigen Füllstoffe auf höherem Niveau relativ ähnlich verhielten. Das Tobermorit in der Formulierung (2) und das Kaolin in der Formulierung (3) erzielten die besten Werte.

### Leicht veränderter Farbort

Bei einem Füllstoffaustausch in den Formulierungen variieren die Farbeigenschaften der Beschichtungen (Abb. 4). Um einen Eindruck von der Art und Stärke des Füllstoffeinflusses zu erlangen, wurde die Formulierung (5), die neben GCC, Talkum als Füllstoff enthielt und daher eine typische Basisformulierung darstellt, willkürlich als Referenz für die Bestimmung der Farbabstandswerte ( $\Delta E^*$ ) herangezogen. Abb. 4 stellt die Ergebnisse mit abnehmendem Farbabstandswert dar, also zunehmender koloristischer Übereinstimmung mit der Referenz. Im Falle der Kaolin 1 enthaltenden Beschichtung (Formulierung (3)) wurde der Farbabstand im Wesentlichen durch den größeren Gelbstich ( $\Delta b^*$ ) verursacht, während die GCC-Beschichtung ((Formulierung (1)) durch ihren Blaustich und die geringere Helligkeit ( $\Delta L^*$ ) auffiel. Die Tobermorit-haltige Beschichtung (Formulierung (2)) wich vornehmlich aufgrund ihres Farbortes ab, der ins Rot-Gelbliche tendierte, weniger durch die Helligkeit. Die modifizierten Calciumcarbonate MCC1 und MCC 2 sowie das Kaolin 2 führten zu den in Bezug auf die Referenz farbneutralsten Beschichtungen. Insgesamt war allerdings festzustellen, dass selbst die größeren Farbabstände der Beschichtungen visuell nur durch Farbmusterung bei direktem Kontakt der Farbflächen mit der Referenzfläche differenzierbar waren.

### Merkliche Aufhellung beim Abtönen

Füllstoffe für Innendispersionsfarben können zwar zum Deckvermögen durch partikelgrößengesteuerte Abstandhaltung von Titandioxid-Teilchen beitragen, um Weißpigment zu sparen, sollen jedoch möglichst keinen intrinsischen koloristischen Effekt auf die Endformulierung ausüben, d. h. sie sollten idealerweise bei Farbtonungen nicht aufhellend wirken. Im Segment der automatisierten Farbmisch-Technologie ist man auch bei weißpigmentierten Basen auf eine gleichbleibende Farbstärke angewiesen. Im Falle von Reformulierungen bei Austausch von Füllstoffen muss in der Realität jedoch berücksichtigt werden, dass Füllstoffe eine Eigenfärbung besitzen, die sich insbesondere durch ein spezifisches Aufhellvermögen ausdrückt. Dieser Umstand kann einen angestrebten 1:1-Rohstoffaustausch ohne erhöhten Reformulierungsaufwand zunichtemachen.

Durch exemplarische Abmischungen der Basisformulierungen im Gewichtsverhältnis 10:1 mit im Handel erworbenen Vollton- und Abtönpasten in Schwarz, Blau und Rot wurden vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der jeweiligen Füllstoffe auf den resultierenden

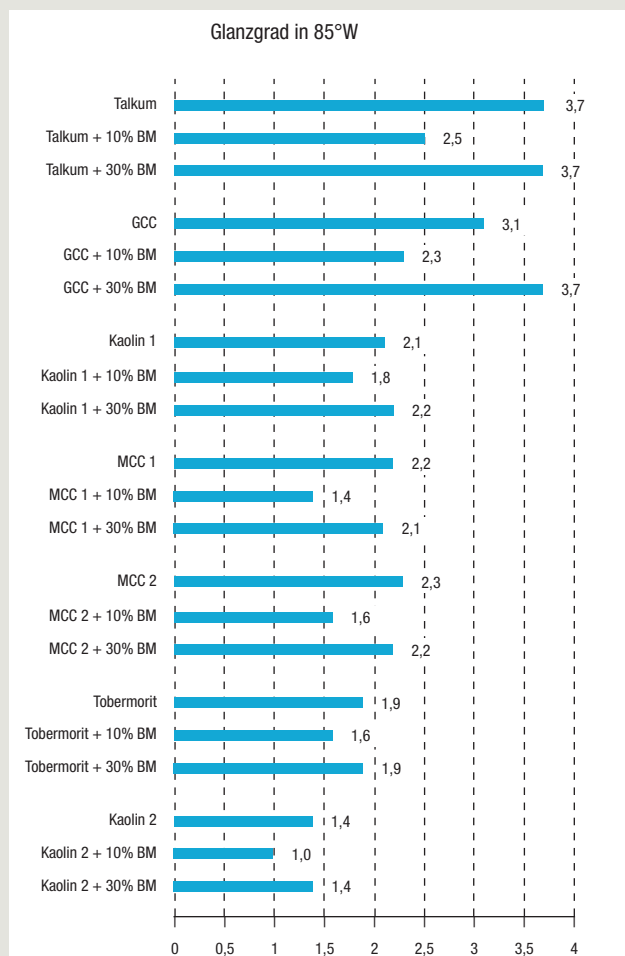


Abb. 2 // Glanzgrade nach Auflackung mit 10% und 30% Bindemittel.

Tab. 2 // Basisformulierungen für die Prüfungen.

Basisformulierung	1	2	3	4	5	6	7
Bezeichnung	GCC	Tobermorit	Kaolin 1	Kaolin 2	Talkum	MCC 1	MCC 2
Rohstoffbezeichnung				Anteile (Gew.-%)			
Demin. Wasser	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Hydroxyethylcellulose	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
NaOH-Lsg (1 %ig)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Dispergieradditiv (Acrylat-Polymer; Na-Salz)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Entschäumer (silikonfrei)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Titandioxid (Rutil)	15	15	15	15	15	15	15
GCC	30	20	20	20	20	20	20
Tobermorit (CSH)		10					
Kaolin 1			10				
Kaolin 2				10			
Talkum					10		
MCC 1						10	
MCC 2							10
Xonotlit-Slurry (50 %)	9	9	9	9	9	9	9
Styrol-Acrylat-Dispersion (50 %)	15	15	15	15	15	15	15
Summe	100	100	100	100	100	100	100
Dichte in g/cm <sup>3</sup>	1,51	1,47	1,50	1,49	1,49	1,51	1,51
Feststoff-Gehalt in Gew.-%	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
PVK in % berechnet	71,3	80,3	71,6	72,0	71,3	71,3	71,3

Farbort vorgenommen (Abb. 5 bis 7). Als Referenzfarbe zur Ermittlung der Farbabstände wurde wiederum die Talkum-basierte Formulierung (5) in ihrer jeweiligen Farbabmischung herangezogen. Die Sortierung der Ergebnisse erfolgte aufsteigend von der Abmischung mit geringster zur größten Helligkeit ( $\Delta L^*$ ) gegenüber der Referenz.

Unabhängig vom verwendeten Farbton der Abtönpaste ergaben sich für die Formulierungen auf Basis der Kaoline (3) und (4) und der modifizierten Calciumcarbonate (6) und (7) die geringsten Farbtonabweichungen gegenüber der Referenzformulierung. Erwartungsgemäß wiesen die Abmischungen mit der nichtmodifizierten GCC-basierten Farbe (1) die vergleichsweise größten Farbtonsättigungen auf, da das Aufhellvermögen des verwendeten GCC am geringsten ausfiel. Die Abmischungen mit der Tobermorit enthaltenden Formulierung (2) zeigten jeweils den größten Farbabstand aufgrund der merklichen Aufhellung ( $\Delta L^*$ ) der Abmischungen.

Die Tatsache, dass Tobermorit einen relevanten Anteil zum L\*-Wert beiträgt, lässt sich vorteilhaft nutzen, wenn die zugrundeliegende Weißpigment-Konzentration von 15 % entsprechend reduziert wird. Daher wurde zusätzlich eine als (2)\* bezeichnete Formulierung mit einer um 1/3 auf 10 % verringerten Titandioxid-Menge bei unveränderter Tobermorit-Menge und kompensatorisch um 5 % erhöhten GCC-Menge abgemischt. Wie aus Abb. 5 ersichtlich, wies diese Titandioxid-reduzierte Formulierung in der Schwarzabmischung den geringsten  $\Delta E^*$ -Wert auf. Farbtonabhängig (Abb. 6, 7) wurden etwas stärkere Abweichungen festgestellt. Durch

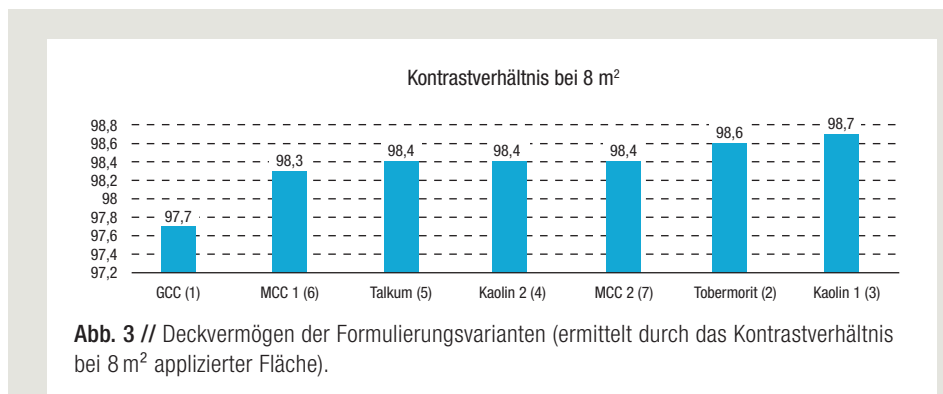


Abb. 3 // Deckvermögen der Formulierungsvarianten (ermittelt durch das Kontrastverhältnis bei 8 m² applizierter Fläche).

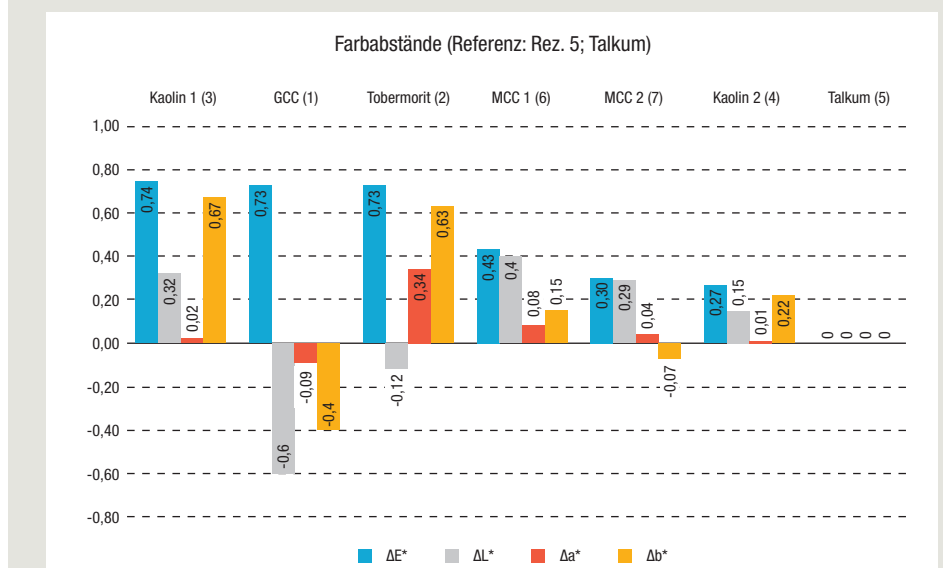
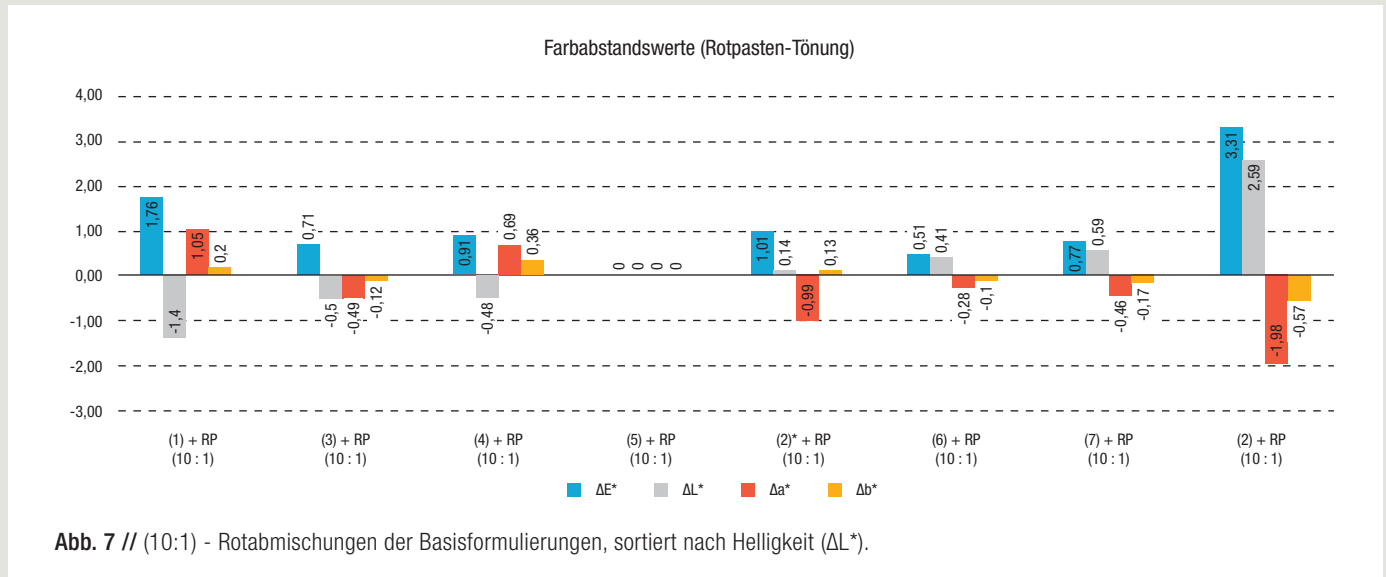
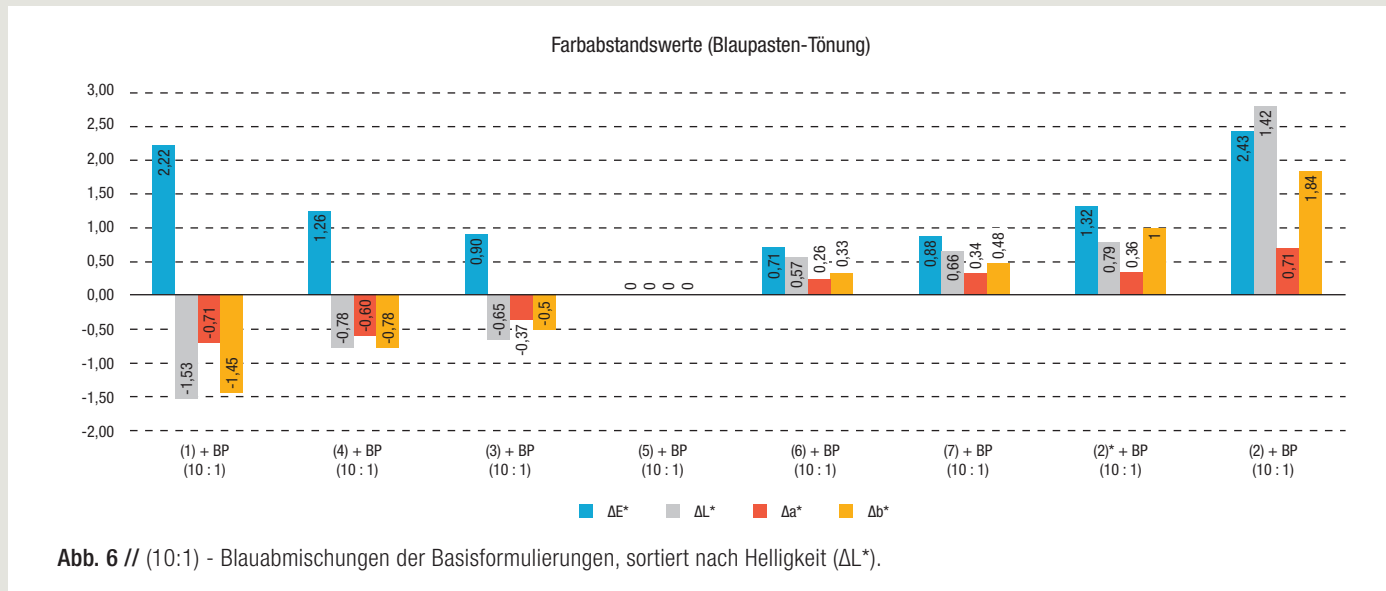
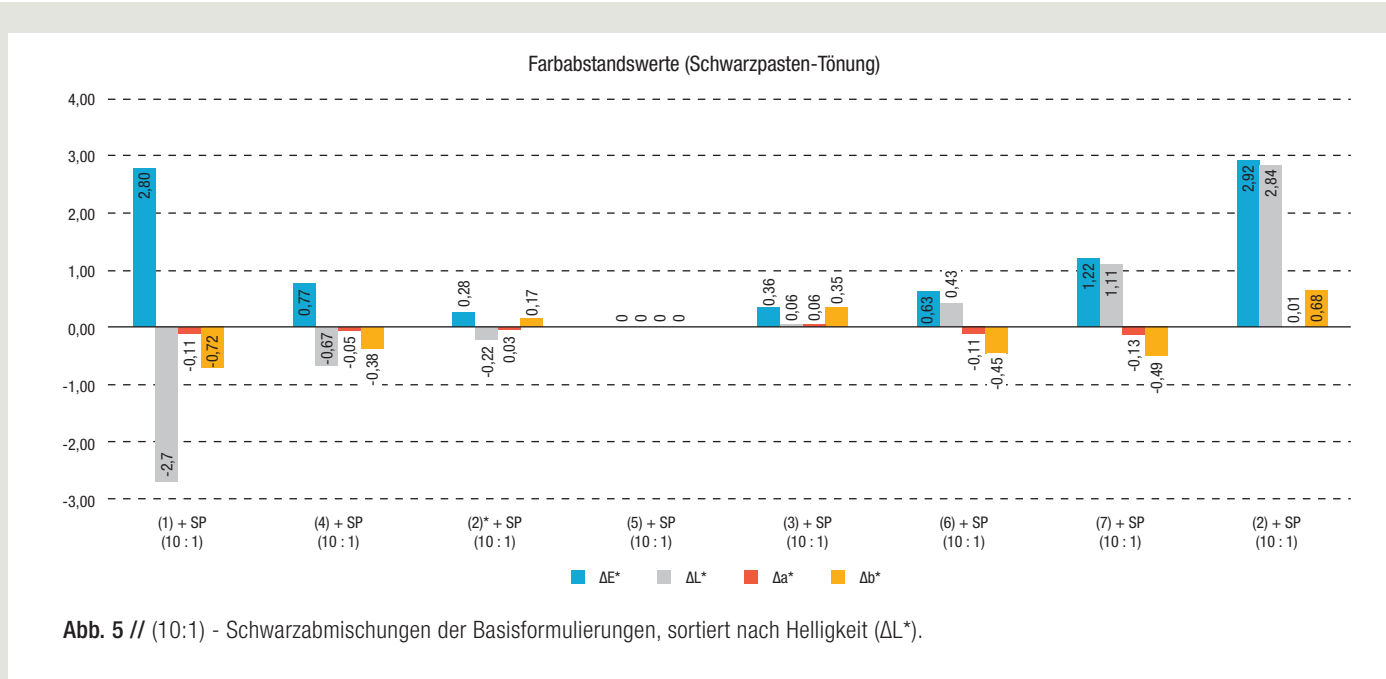


Abb. 4 // CIE-L\*a\*b\*-Farbabstände der weißen Basisformulierungen zu Formulierung 5 als Referenzfarbe.



Rub-Out-Prüfungen wurde zudem die Gefahr von Farbfehlbeurteilungen durch Ausschwimmen ausgeschlossen. Generell besitzt Tobermorit somit das Potenzial, TiO<sub>2</sub> in Basisfarben anteilig zu ersetzen – von der hochpigmentierten Weißbasis bis zur „farblosen“ Basis für die stärker gesättigten Volltonausmischungen, wo mit „Weiß“, in geringen Mengen unterlegt, das fehlende Deckvermögen vieler organischer Pigmente kompensiert wird.

**Widerstandsfähiger gegen Nassabrieb**

Die Resistenz einer Innendispersionsfarbe gegenüber Abrieb wird nach DIN EN ISO 11998 mit Hilfe eines zyklischen Scheuertests an einer normgerecht gealterten Beschichtung durchgeführt. Es ist nachvollziehbar, dass sowohl die Art des Füllstoffs in seiner Morphologie und Einbindung in die Filmpackung als auch die in der Rezeptur enthaltene Menge des jeweiligen Füllstoffs die Widerstandsfähigkeit beeinflussen. Die eingesetzten Rezepturen mit 15 % Dispersionsanteil können als relativ bindemittelreich angesehen werden, wobei die Rezeptanteile von 10 % an variablem Füllstoff grundsätzlich vergleichende Aussagen zu deren Eignung für abriebfeste Innendispersionsfarben zulassen. Es zeigte sich, dass sämtliche Varianten der R-Klasse 2 nach DIN EN 13300 zuzuordnen sind, wobei feine Unterschiede zu verzeichnen waren. Die in den Formulierungen enthaltenen erhöhten Bindemittelanteile beeinflussten die Abriebresistenz grundsätzlich positiv, was nachvollziehbar auf eine verbesserte Verklebung der Pigmente und Füllstoffe zurückzuführen ist. Dennoch bewegten sich die Formulierungen in überkritischen PVK-Bereichen. Interessanterweise zeigt die Formulierung (2), die den höchsten PVK-Wert aufweist, die höchste Abriebbeständigkeit aller Varianten. Die Beob-

achtung, dass sich das enthaltene Tobermorit in diesem Zusammenhang vorteilhaft verhält, wurde in vergangenen Untersuchungen mehrfach bestätigt. Die Ursache liegt möglicherweise in der kartenhausähnlichen Struktur der Füllstoff-Partikel begründet, die eine effektive Verankerung im Filmgefüge gewährleistet. Die vergleichsweise moderatere Abriebbeständigkeit von Talkum ist auf seine ausgeprägte Plättchen-Struktur und die dadurch erhöhte Schleifbarkeit zurückzuführen, die den Beschichtungsabrieb begünstigt.

**Eine interessante Füllstoff-Alternative**

Calciumsilikathydrat in seiner Modifikation des Tobermorit stellt ein synthetisches Mineral dar, dessen Funktionalität Dispersionsfarben charakteristische Eigenschaften verleiht und eine interessante Alternative zu bestehenden multifunktionalen Füllstoffen, wie z. B. kalziniertem Kaolin, darstellt. Dabei erweist es sich aufgrund seiner Morphologie als sehr gut mattierend mit einem positiven Beitrag zur Opazitätssteigerung. Es bewirkt zudem eine bemerkenswerte Nassabriebbeständigkeit der Beschichtungen. Unter koloristischen Aspekten ist festzustellen, dass Tobermorit den Farbort in ungetönten Wandfarben auf der Rot-Grün-Achse tendenziell leicht ins Positive verschiebt, was zur Kompensation von eher grünstichigen Füllstoffen, wie Kaolinen, vorteilhaft erscheint. Der charakteristische Effekt der aufhellenden Wirkung auf den Farbton in Abtönungen muss bei der Verwendung in Farbmischsystemen durch Reformulierung der Basisrezepte berücksichtigt werden, kann zugleich jedoch zu einer Einsparung von teurem Titandioxid beitragen.

**Kontakt // Dennis.Lewing@cirkel.de**

**DR. REINER SÄLKER**

promovierte 1992 an der WWU Münster. Im Anschluss war er langjährig als F&E-Leiter im Bereich Industrielacke tätig. Seit August 2021 ist er bei Cirkel für die Entwicklung neuer Anwendungsmöglichkeiten von funktionalen CSH-Produkten im Bereich Farben und Lacke sowie Papier verantwortlich.



**DR. DENNIS LEWING**

promovierte 2015 an der WWU Münster. Im Anschluss begann er seine Berufslaufbahn als Laborleiter für den Bereich Customer Support – Liquid Industrial Coatings bei Axalta Coating Systems in Wuppertal. Seit April 2017 ist er als Produktmanager im Bereich Bauchemie für Cirkel tätig und übernahm im Juni 2018 den Bereich Farben und Lacke in seinen Verantwortungsbereich.



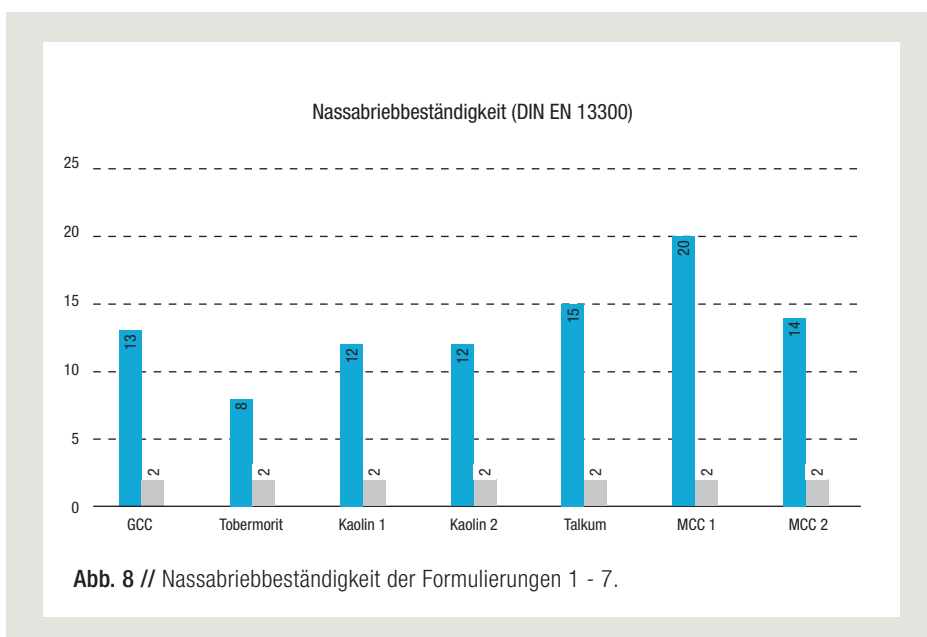
**Literatur**

- 1] Lewing, Dennis; Hentschel, Anne; Besnik, Hasani; Multifunktionale Mineralien: Vielseitigkeit auf einen Streich, Farbe & Lack 03, 2020, 46-51
- [2] Sälker, Reiner; Lewing, Dennis; Multifunktionale Mineralien: Das Paket ist angekommen, Farbe & Lack 9, 2022, 22-29

Mehr zum Thema!



130 Ergebnisse für Dispersionfarben!  
Jetzt testen: [www.farbeundlack.de/360](http://www.farbeundlack.de/360)



**Abb. 8 // Nassabriebbeständigkeit der Formulierungen 1 - 7.**