

Neue Strategie zur Optimierung von Dispersionsfarben mittels multifunktionaler Füllstoffe

Dr. Oliver Kaltenecker

1 Einleitung

Dispersionsfarben unterliegen als Multi-Millionen-Tonnen-Produkte einem hohen Preisdruck. Um in diesem hochkompetitiven Umfeld wirtschaftlich zu bestehen, sind Farberhersteller gezwungen, ihre Rezepturen im Hinblick auf Performance und Kosten kontinuierlich zu optimieren. Aus nachvollziehbaren Gründen setzte man bisher vorwiegend bei den teuren Komponenten wie Bindemitteln und Pigmenten an, da sie den stärksten Hebel für Einsparungen bei Rohstoffen bieten. In der vorliegenden Untersuchung werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie man mittels Optimierung bzw. Überarbeitung des Designs des Füllstoffpakets bei Dispersionsfarben signifikante Kosteneinsparungen erzielt.

Füllstoffpaket, was ist das?

Füllstoffe sind feinteilige unlösliche anorganische Produkte, die in variierenden Anteilen in allen Dispersionsfarben enthalten sind. Ein sog. Füllstoffpaket besteht häufig aus gemahlener Kreide (Grounded Calcium Carbonate, GCC) und/oder Marmormehl, die als preiswerte Massenprodukte einen Großteil des Füllstoffpakets ausmachen und in großen Anteilen in Dispersionsfarben verwendet werden (Abb. 1, Tab. 1). Daneben gibt es funktionale Füllstoffe, denen in Dispersionsfarben eine gewisse funktionelle Aufgabe zugeschrieben wird (vgl. Tab. 1). Sie sind teurer als Kreide oder Marmormehl und sind in geringeren Mengen in Dispersionsfarben vertreten. Es existiert noch eine dritte Klasse von Füllstoffen, sog. multifunktionale Füllstoffe, die an Bedeutung gewonnen haben. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine oder mehrere Funktionen übernehmen und sich positiv auf die Eigenschaften und die Verarbeitung von Dispersionsfarben sowie auf die Qualität der Wandbeschichtung auswirken. Zu dieser Gruppe gehören zum Beispiel veredelte Kaoline wie die kalzinierten Qualitäten DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void der Firma Dorfner.

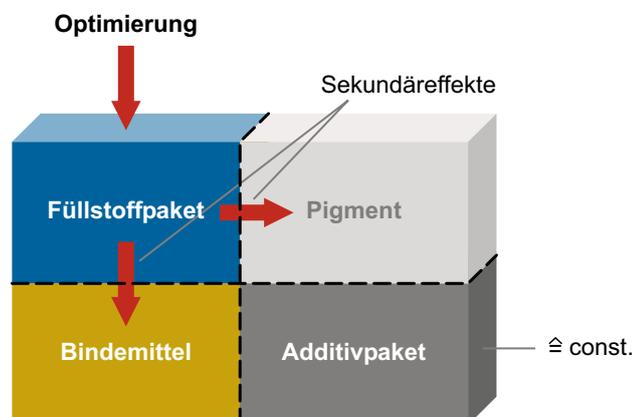


Abb. 1: Das „Paketmodell“ für Dispersionsfarben (schematische Darstellung); Arbeitsansatz: Optimierung des Füllstoffpakets generiert Sekundäreffekte für signifikante Einsparungen bei teuren Rohstoffen

Füllstoffe	Typ	Sekundäreffekte
WICHTIGE FÜLLSTOFFE		
Kreide	Calciumcarbonat, Grounded Calcium Carbonate (GCC)	Nein
Marmormehl	Calciumcarbonat	Nein
FUNKTIONALE FÜLLSTOFFE		
Talkum	Magnesiumsilikat	Nein
Diatomeenerde	Siliziumdioxid	Nein
Glimmer	Aluminiumsilikate	Nein
Aluminiumsilikate	Gefällte Aluminiumsilikate	Nein
Gefälltes Calciumcarbonat	Precipitated Calcium Carbonate (PCC)	Nein
MULTIFUNKTIONALE FÜLLSTOFFE		
DORKAFILL® H	Kalziniertes, veredeltes Kaolin	Ja
DORKAFILL® Pro_Void	Kalziniertes, veredeltes Kaolin	Ja

Tab. 1: Übersicht über gängige Füllstoffe für Dispersionsfarben

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Für diesen neuen Entwicklungsansatz, der in dieser Form bislang nicht angewandt wurde, wurden drei Dispersionsfarben (Handelsprodukte) der mittleren bis oberen Qualitätskategorie ausgesucht. Diese galten eigentlich als „ausformuliert“. Das bedeutet, dass sie über kein nennenswertes Potenzial mehr verfügen, ihre Qualität bzw. die Kostensituation bei den Rohstoffen zu verbessern. Jede weitere Optimierung würde nur marginale Erfolge bringen, aber hohe Kosten verursachen. Der zu erwartende Nutzen stünde demnach in keinem Verhältnis zum Aufwand, der geleistet werden müsste.

Dennoch sollte versucht werden, bei diesen Rezepturen eine Optimierung des Füllstoffpakets vorzunehmen, die technisch sinnvoll ist und sich ökonomisch lohnt. Für dieses Vorhaben, „ausformulierte“ Rezepturen über das Füllstoffpaket zu optimieren, wurden folgende ambitionierten Ziele gesteckt:

- Es muss eine signifikante Senkung der Rohstoffkosten realisiert werden!
- Die Eigenschaften der Dispersionsfarbe bzw. der Beschichtung müssen unverändert bleiben oder besser sein als vorher!
- Die Dispersionsfarbe muss nach der Optimierung der gleichen oder einer besseren Qualitätsklasse angehören!
- Die Anzahl der Rohstoffe für die optimierte Farbe soll sich nach Möglichkeit im Vergleich zu vorher verringern!

3 Material und Methoden

Das Füllstoffpaket der drei Dispersionsfarben, die untersucht wurden, enthielt Kreide und/oder Marmormehl in wechselnden Anteilen und zusätzlich bis zu drei funktionale Füllstoffe. Um die Variablen bei den Optimierungsversuchen überschaubar zu halten, blieb die Art des Bindemittels und Pigments sowie das Additivsystem in allen Rezepturen unverändert. Auch Kreide (GCC) und/oder Marmormehl wurden als Bestandteile des Füllstoffpakets wie in den Originalformulierungen beibehalten. Lediglich

die funktionalen Füllstoffe wurden durch multifunktionale ersetzt. Zum Einsatz kamen DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void der Firma Dorfner, Hirschau (Deutschland), die sich als kalzinierte Kaoline bei der Neuformulierung von Dispersionsfarben außerordentlich gut bewährt haben. Die Aussichten standen daher nicht schlecht, dass diese beiden multifunktionalen Füllstoffe auch gute Ergebnisse bringen, wenn man versucht, mit ihnen „ausformulierte“ Farben mit dem Ziel zu optimieren, die Pigment-Volumen-Konzentration (PVK) zu erhöhen.

Als Beobachtungsraum wurden die klassischen Kriterien und Messtechniken herangezogen, die für die Bewertung von Dispersionsfarben üblich sind (Tab. 2).

Kriterium	Beschreibung, Messgerät
Pigment-Volumen-Konzentration [%]	$PVK = \frac{(\text{Pigment} + \text{Füllstoffe})}{(\text{Pigment} + \text{Füllstoffe} + \text{Bindemittel})} \times 100$
Füllstoffgehalt [%]	Summe aller Füllstoffe
Festkörper [%]	Feststoff
Schubspannung bei 1.200 s ⁻¹ [Pa]	Maß für die Viskosität und Verarbeitungseigenschaften, Brookfield R/S plus Rheometer
Nassabrieb [µm]	gemäß ISO 11998, Einteilung in Klasse 1–5 (1 = sehr gut, 5 = schlecht)
Ergiebigkeit [m ² /l]	gemäß VdL-RL 09, Einteilung in Klasse 1–5 (1 = sehr gut, 5 = schlecht)
Normfarbwert Y4	Weißgrad, Messgerät: Dacolor 110
Glanz 60°/85°	Maß für Mattierung, Messgerät: Byk micro-TRI-gloss
Dichte [g/cm ³]	Messgerät: DMA 38 Anton Paar

Tab. 2: Kriterien und Messverfahren/Geräte zur Beurteilung von Dispersionsfarben

4 Ergebnisse – Ersatz der funktionalen Füllstoffe

Ersetzt man die funktionalen Füllstoffe komplett durch eine Kombination von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void, ergaben sich in fast jedem bislang untersuchten Fall (!) signifikante Verbesserungen (Abb. 2). Besonders ausgeprägt waren sie, wenn man nicht die Einzelsubstanzen verwendet, sondern beide multifunktionalen Füllstoffe in einer Rezeptur geschickt kombiniert. Dieser synergetische Effekt bei der Kombination von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void konnte in mehr als 95 % der Rezepturen nachgewiesen werden, für die das Füllstoffpaket optimiert wurde.

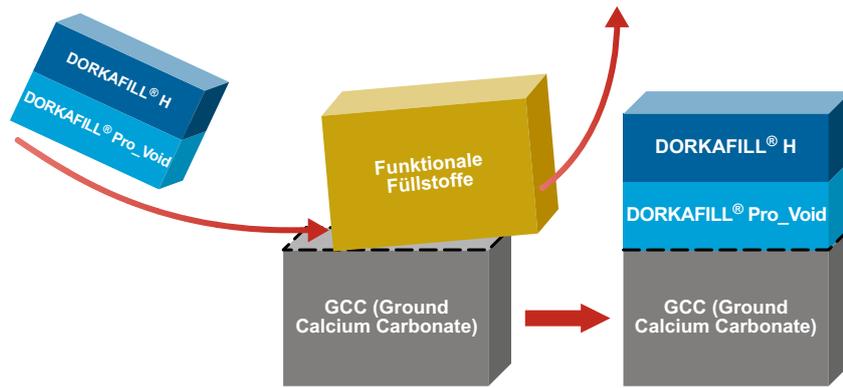


Abb. 2: Vollständige Substitution funktionaler Füllstoffe durch die multifunktionalen Füllstoffe DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void

5 Fallbeispiele

An drei Fällen wird exemplarisch dargestellt, welchen Effekt die Optimierung des Füllstoffpakets mit Hilfe von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void als multifunktionalen Füllstoffen an bestehenden Formulierungen ergab und welche Ziele damit erreicht werden konnten.

5.1 Fallbeispiel 1

Die in diesem Fall untersuchte Dispersionsfarbe stellt ein übliches Handelsprodukt aus dem Qualitäts-Mittelfeld dar, wie sie im DIY- oder auch im Profibereich häufig für die Gestaltung von Innenwänden eingesetzt wird. Das verwendete Füllstoffpaket enthält als Hauptbestandteile Kreide und Marmormehl, und funktionale Füllstoffe wie gefälltes Aluminiumsilikat und Talkum sind vertreten.

In einem ersten Schritt wurden in dieser Formulierung zunächst die funktionalen Füllstoffe durch DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void substituiert und gleichzeitig die Eigenschaften der Farbe und der damit erzielten Beschichtung bestimmt (Abb. 3).

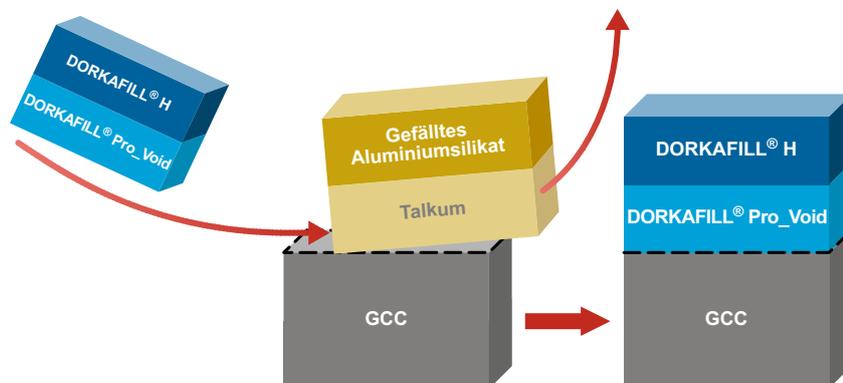


Abb. 3: Substitution funktionaler Füllstoffe durch DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 1)

	Ausgangsformulierung (vorher)	Optimierte Formulierung (nachher)
KLASSIFIZIERUNG NACH EN 13300		
Nassabriebklasse	3	3
Klasse für Deckvermögen	2	2
Glanzgrad	stumpfmatt	stumpfmatt
MESSWERTE		
PVK [%]	82,0	85,4
Füllstoffgehalt [%]	51	52,9
Festkörper [%]	62,2	61,8
Schubspannung bei 1.200 s ⁻¹ [Pa]	745	735
Nassabrieb [µm]	48	50
Ergiebigkeit [m ² /l]	8	8
Normfarbwert Y	88,2	89,3
Glanz 60°/85°	2,4/3,7	2,3/2,6
Dichte [g/cm ³]	1,573	1,564

Tab. 3: Gegenüberstellung der Kenndaten der Formulierung einer Dispersionsfarbe vor und nach der Optimierung des Füllstoffpakets mit DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 1)

Diskussion der Ergebnisse aus Fallbeispiel 1

Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, dass die Dispersionsfarbe, deren Füllstoffpaket überarbeitet wurde, ein identisches Qualitätsniveau aufweist wie die ursprüngliche Farbe (Klassifizierung nach EN 13300). Die weiterentwickelte Dispersionsfarbe ist demnach in allen wesentlichen Belangen gleichauf mit der ursprünglichen Formulierung.

Einen entscheidenden Unterschied kann man aus den Messdaten erkennen (vgl. Tab. 3): Die Pigment-Volumen-Konzentration (PVK) ist nach der Optimierung des Füllstoffpakets mit DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void deutlich höher und somit wurde ein wichtiges Entwicklungsziel erreicht. Gemessen an der Ursprungsformulierung entspricht dies einer Einsparung beim Bindemittel von sage und schreibe 20 %! Damit aber nicht genug. Gegenüber der „ausformulierten“ Rezeptur konnten auch noch 20 % Titandioxid eingespart werden. Zudem hat sich die Dichte vermindert, wodurch sich die Kostensituation zusätzlich verbesserte.

Fazit: Mittels der Optimierung des Füllstoffpakets ließen sich signifikante Einsparungen beim Bindemittel und beim Titandioxid, den teuersten Komponenten einer Formulierung, erzielen. Rechnet man die erzielten Einsparungen auf die gesamte Rezeptur um, ergibt sich unter Zugrundelegung von aktuellen Rohstoffpreisen eine Einsparung von etwa 4 bis 5 Eurocent pro Liter Dispersionsfarbe. Bei einer großvolumigen Dispersionsfarbe eine überaus lohnenswerte Sache, die den Aufwand für die Anpassung des Füllstoffpakets mit den multifunktionalen Füllstoffen der DORKAFILL®-Reihe in jedem Fall rechtfertigt.

5.2 Fallbeispiel 2

Bei der Dispersionsfarbe, die in diesem Fallbeispiel untersucht wurde, handelt es sich um ein Produkt, das qualitativ dem oberen Mittelfeld zuzuordnen ist. Ein typisches Produkt für den Fachhandel, das vorwiegend von professionellen Verarbeitern gekauft und eingesetzt wird.

Das Füllstoffpaket bestand in diesem Fall aus Kreide und Marmormehl sowie zwei funktionalen Füllstoffen (Abb. 4): gefällttes Calciumcarbonat (PCC) und Diatomeenerde.

Basierend auf den Erfahrungen aus einer Vielzahl von Optimierungsversuchen, konnte man bei der Neuformulierung auch dieser Farbe PCC und Diatomit vollständig durch eine Kombination von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void ersetzen.

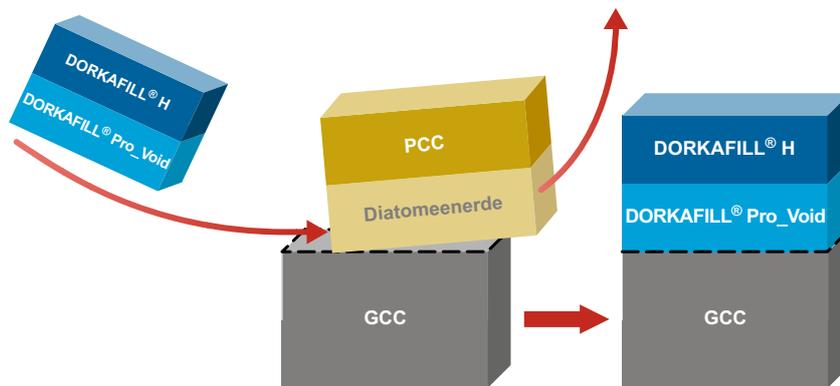


Abb. 4: Substitution funktionaler Füllstoffe durch die multifunktionalen Füllstoffe DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 2)

	Ausgangsformulierung (vorher)	Optimierte Formulierung (nachher)
KLASSIFIZIERUNG NACH EN 13300		
Nassabriebklasse	3	2
Klasse für Deckvermögen	2	2
Glanzgrad	stumpfmatt	stumpfmatt
MESSWERTE		
PVK [%]	71,9	77,1
Füllstoffgehalt [%]	34,1	34,1
Festkörper [%]	56,6	54,6
Schubspannung bei 1.200 s ⁻¹ [Pa]	800	590
Nassabrieb [µm]	21	10
Ergiebigkeit [m ² /l]	7	7
Normfarbwert Y	93,7	93,1
Glanz 60°/85°	2,4/3,6	2,3/2,3
Dichte [g/cm ³]	1,447	1,430

Tab. 4: Gegenüberstellung der Kenndaten der Formulierung einer Dispersionsfarbe vor und nach der Optimierung des Füllstoffpakets mit DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 2)

Diskussion der Ergebnisse aus Fallbeispiel 2

Trotz der bereits sehr guten Eigenschaften dieser Dispersionsfarbe, die in erster Linie durch den hohen Bindemittelgehalt erzielt wurden, führte auch in diesem Fall der Einsatz von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void unmittelbar zum Erfolg (Tab. 4). Im Vergleich zur Ursprungsrezeptur konnte erneut bei den Kostentreibern an der Kostenschraube gedreht werden: 21 % weniger Bindemittel und 8 % weniger Titandioxid sind das Ergebnis. Das entspricht einer realen Kosteneinsparung von ca. 4 bis 5 Euro pro Liter. Ein Resultat, das sich sehen lassen kann und jeden Rohstoffeinkäufer zufriedenstellt.

Ein zusätzliches Plus: die bessere Bewertung beim Nassabrieb, vorher Klasse 3 und nun Klasse 2, was einen höheren Verkaufspreis dieser Farbe rechtfertigen würde.

Überraschend war auch die Erkenntnis, dass nach der Optimierung des Füllstoffpakets die Viskosität der Farbe sehr viel niedriger war. Getreu der Erkenntnis, dass man eine dünnflüssige Formulierung mit Verdickern „dicker“ einstellen kann, aber nicht umgekehrt eine Farbe ohne Abstriche an der Deckkraft „dünner“ machen kann, eröffnete sich in diesem Fall die Möglichkeit, die Viskosität der Farbe in einem breiten Spektrum applikationsgerecht einzustellen, was einer leichten Verarbeitbarkeit der Farbe auf der Baustelle zugutekommt.

5.3 Fallbeispiel 3

Bei dieser Dispersionsfarbe wurde ein hochwertiges Produkt aus dem Markt untersucht. Es fiel durch seinen hohen Bindemittelgehalt (geringe PVK) auf, konnte aber trotzdem beim Nassabrieb nicht sonderlich überzeugen. Die Chancen standen also gut, durch eine Optimierung des Füllstoffpakets die Rezeptur zu verbessern.

In der Ausgangsformulierung wurde ein komplexes Füllstoffpaket vorgefunden: mit Marmor, PCC, Talkum und Glimmer für zusätzliche Funktionalitäten (Abb. 5). Bei den Optimierungsversuchen wurden die drei vorhandenen funktionalen Füllstoffe durch DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void iterativ ersetzt.

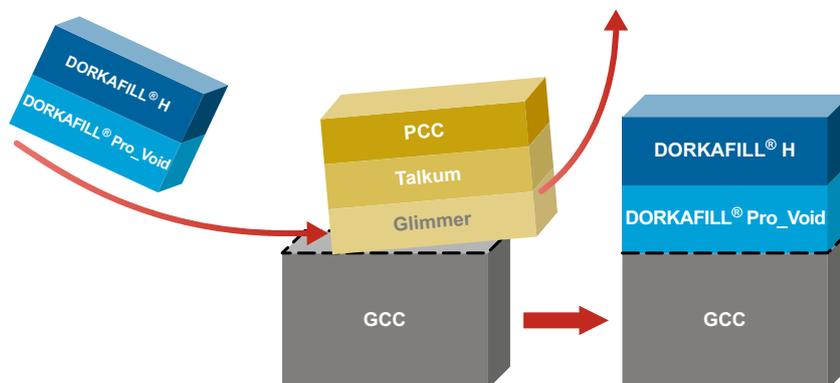


Abb. 5: Substitution funktionaler Füllstoffe durch die multifunktionalen Füllstoffe DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 3)

	Ausgangsformulierung (vorher)	Optimierte Formulierung (nachher)
KLASSIFIZIERUNG NACH EN 13300		
Nassabriebklasse	2	1
Klasse für Deckvermögen	1	1
Glanzgrad	stumpfmatt	stumpfmatt
MESSWERTE		
PVK [%]	67	69,5
Füllstoffgehalt [%]	25,1	24,8
Festkörper [%]	57,3	57,2
Schubspannung bei 1.200 s ⁻¹ [Pa]	1.580	1.660
Nassabrieb [μm]	11	4
Ergiebigkeit [m^2/l]	8	8
Normfarbwert Y	91,7	93,7
Glanz 60°/85°	2,4/2,8	2,2/1,4
Dichte [g/cm^3]	1,461	1,433

Tab. 5: Gegenüberstellung der Kenndaten der Formulierung einer Dispersionsfarbe vor und nach der Optimierung des Füllstoffpakets mit DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void (Fallbeispiel 3)

Diskussion der Ergebnisse aus Fallbeispiel 3

Die Optimierung des Füllstoffpakets ergab auch hier das gewohnte Bild. Der Bindemittelgehalt der ursprünglichen Formulierung konnte unter Beibehaltung des Qualitätsniveaus der Farbe gesenkt werden (Tab. 5). Zudem verbesserten sich die Nassabriebwerte, was zu einer Höherstufung der Dispersionsfarbe von Nassabriebklasse 2 in Klasse 1 führte – dadurch konnte sie ins Spitzenfeld bei Dispersionsfarben aufschließen. Diese Qualitätsverbesserung und bessere Bewertung stärkte die Stellung dieser Dispersionsfarbe im Wettbewerbsumfeld.

Außerdem ließ sich die Anzahl der Rezepturbestandteile durch den Einsatz der beiden multifunktionalen Füllstoffe DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void verringern. Ein wichtiges Argument für Farbenhersteller, die Rezepturen vereinfachen und ihren Logistik-, Lager-, Beschaffungs- und Kapitalaufwand reduzieren möchten.

6 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studien zeigen, dass es sich in jeder Hinsicht lohnt, das Füllstoffpaket von Dispersionsfarben zu optimieren. Bei den Untersuchungen ging es jedoch nicht darum, einfach nur andere Füllstoffe einzusetzen, die zahlenmäßig vordergründige Vorteile wie zum Beispiel bei der Mattierung, beim Deckvermögen, bei der Ölzahl oder bei anderen Parametern vorzuweisen haben. Es ging auch nicht darum, bei den Füllstoffen selbst Einsparungen zu realisieren oder einzelne vorhandene Füllstoffe wie zum Beispiel PCC, Talkum oder ein gefällttes Aluminiumsilikat einfach eins zu eins auszutauschen. Der Aufwand stünde bei einer solchen Vorgehensweise in keinem Verhältnis zum Nutzen, den man aus einer derartigen Umformulierung ziehen könnte.

In den Untersuchungen zur Optimierung des Füllstoffpakets konnte nachgewiesen werden, dass man mit dem Einsatz einer Kombination multifunktionaler Füllstoffe wie DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void die Formulierung integral verbessern kann. Zum Beispiel durch Einsparungen bei den Kostentreibern, dem Bindemittel und dem Weißpigment Titandioxid. Obwohl diese beiden Bestandteile für eine Dispersionsfarbe essenziell sind und ihre Qualität determinieren, zeigen die Optimierungsversuche, dass man mittels verbesserter Füllstoffpakete Sekundäreffekte erzielen kann und die Einsatzmenge an Bindemittel bzw. Pigment durchaus senken kann, ohne bei der Qualität dieser Dispersionsfarbe Opfer bringen zu müssen. Weder bei den Messwerten selbst noch bei den Verarbeitungseigenschaften der Farbe bzw. dem Oberflächenbild, das mit der optimierten Dispersionsfarbe erzielt wurde. Mit dem vollständigen Ersatz der in der Ursprungsrezeptur vorhandenen funktionalen Füllstoffe durch die multifunktionalen Füllstoffe DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void konnte man den Gehalt an teurem Bindemittel und Titandioxid ohne negative Folgen verringern. Besser noch: In den meisten Fällen wurde die Qualität der Dispersionsfarbe durch den Einsatz von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void sogar verbessert, was sich u. a. in einer verbesserten Nassabriebbeständigkeit bemerkbar machte. Da das Additivsystem nicht verändert wurde, sind hier noch zusätzliche Optimierungen möglich.

7 Fazit und Ausblick

Durch die Überarbeitung des Füllstoffpakets von Dispersionsfarben wurden in den vorliegenden Fallstudien folgende Ergebnisse erzielt:

- DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void können eine Vielzahl von Füllstoffen in einem formulierten Dispersionssystem ersetzen.
- Durch Variation des Verhältnisses von DORKAFILL® H zu DORKAFILL® Pro_Void kann man zielgerichtet Farbeigenschaften einstellen und anpassen.
- In nahezu allen Fällen konnte die PVK angehoben werden.
- In den meisten Fällen wurde eine signifikante Senkung der Rohstoffkosten realisiert.
- Die Eigenschaften der Dispersionsfarbe blieben unverändert oder waren besser als vorher.
- Die Dispersionsfarbe gehört nachher der gleichen oder einer besseren Qualitätsklasse an.
- Die Qualität der Beschichtung war nachher die gleiche wie vorher.
- Die Verarbeitungseigenschaften der Dispersionsfarbe waren im Vergleich zur Ausgangsformulierung unverändert.
- Die Anzahl der Rohstoffe ließ sich in vielen Fällen verringern.

Die Optimierung des Füllstoffpakets mit Hilfe von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void leistet einen bedeutenden technischen Nutzen, der zu ökonomischen Vorteilen und zudem zu Qualitätsverbesserungen von Dispersionsfarben führt. Nutzen und ökonomische Vorteile sind in der Summe so wertvoll, dass sich der Aufwand für die Optimierung und Umformulierung von Rezepturen in vielen Fällen lohnt.

Es ist anzunehmen, dass eine große Zahl bestehender Produkte durch Überarbeitung des Füllstoffpakets und den Einsatz von DORKAFILL® H und DORKAFILL® Pro_Void in der beschriebenen Weise optimiert werden können.



Dr. Oliver Kaltenecker
Director Technical Marketing / Applied Technologies Services /
Research & Development
Gebrüder Dorfner GmbH & Co. KG, Hirschau, Deutschland