

# Feuchtigkeit? – Nein danke!



**FASSADEN- UND METALLBESCHICHTUNGEN** // MODIFIZIERTE KALZINIERTER KAOLINE SIND ALS FUNKTIONALE FÜLLSTOFFE IN DER LAGE, DAS LEISTUNGSSPEKTRUM VON FARBEN UND LACKEN BEZÜGLICH DES WASSERMANAGEMENTS SIGNIFIKANT ZU VERBESSERN. SIE LEISTEN EINEN WICHTIGEN BEITRAG, UM DEN WASSERHAUSHALT, ZUM BEISPIEL VON HAUSFASSADEN, OPTIMAL ZU STEUERN UND SOWOHL EISEN ALS AUCH STAHL IM METALLBAU WIRKSAM VOR KORROSION ZU SCHÜTZEN.

### Daniel von Laufenberg und Oliver Kaltenecker

Bedingt durch den Klimawandel nehmen in unseren Breiten die Niederschläge zu [1]. Starkregenereignisse treten häufiger auf und die Beanspruchung von Gebäuden und Bauteilen durch Schlagregen wird zunehmen. Auch eine Zunahme von Schäden an Stahlbauteilen durch Korrosion verursacht, ist zu erwarten. Die Hersteller von Bauten- und Korrosionsschutzfarben nehmen diese Entwicklung sehr ernst. Sie sehen sich vor der Herausforderung, Lacke und Farben für Beschichtungen zu entwickeln und herzustellen, mit denen man den Wasserhaushalt in Bauteilen und auf anderen Substraten effizienter steuern kann. Bislang war das Wassermanagement von Lacken und Farben fast ausschließlich eine Domäne der Bindemittelchemie bzw. Aufgabe von Additiven.

Anorganischen Füllstoffen, die ein wichtiger Bestandteil von Lacken und Farben sind, traut man es, abgesehen von wenigen Ausnahmen, offenbar nicht zu, das Wassermanagement von Beschichtungsstoffen zu verbessern. Mit gutem Grund, denn nahezu alle gängigen Füllstoffe wie Kalziumcarbonat (GCC, PCC), Marmormehl oder Magnesiumsilikat und andere sind kristalline anorganische Festkörper, die per se eine hohe Affinität zu Wasser haben. Sie sind ausgesprochen hydrophil, ziehen Wasser regelrecht an und sind daher für ein effizientes Wassermanagement in Lack- und Farbschichten eher ungeeignet.

Es gibt allerdings eine Klasse anorganischer Füllstoffe, die einen essenziellen Beitrag zum Wassermanagement in Farb- und Lackschichten leisten könnten. Es handelt sich um neue kalzinierte Kaoline, auf deren Oberfläche hydrophobe organische Gruppen fest fixiert wurden und seit kurzem unter dem Markennamen „Dorvalit“ kommerziell erhältlich sind. Diese hydrophoben kalzinierten Kaoline wurden als funktionale Füllstoffe in das Füllstoffpaket gängiger Farben- und Lack-Formulierungen „gepackt“. Beobachtet wurde, welchen Einfluss sie auf die resultierende Beschichtung haben und in welchem Ausmaß sie deren Eigenschaften verändern.

### Kaolin und kalziniertes Kaolin – was ist das?

Kaolin bezeichnet ein Mineral, das zum Beispiel aus Lagerstätten im Hirschauer Becken in Süddeutschland im Tagebau gewonnen wird. Reiner Kaolin (Trivialname für Kaolinit) ist chemisch gesehen ein Aluminium-Schichtsilikat und verfügt dementsprechend über eine Blättchenstruktur (Abb. 1a). Bevor ein Kaolin jedoch in der Farbenindustrie als Füllstoff eingesetzt werden kann, muss er in aufwendigen Verfahren aufbereitet, gereinigt, getrocknet und anschließend in verschiedene Teilchengrößen fraktioniert werden. In einem folgenden Veredelungsschritt werden die nativen Kaoline in einer Ofenfahrt bei über 1000 °C kalziniert und erneut gesichtet (Abb. 1b, Abb. 2). Die resultierenden kalzinierten Kaoline sind als funktionale Füllstoffe bestens bekannt und kommen in den Füllstoffpaketen vieler hochklassiger Dispersionsfarben in großem Stil zum Einsatz, wo sie die Qualität von Formulierungen verbessern und zu ihrer Kostensenkung beitragen [2].

### Wie modifiziert man Kaolin?

Kalzinierte Kaoline verfügen über eine besondere Eigenheit, die sich raffiniert nutzen lässt: Auf ihrer Oberfläche tragen sie Gruppen (-Si-OH), an die man mittels einer Modifizierungsreaktion organische Gruppen koppeln kann (Abb. 3). Die chemischen Bindungen, die dabei entstehen, sind kovalent und gegen hydrolytische Angriffe überaus beständig. Sind die „aufgepropften“ funktionellen Gruppen hydrophober Natur, wechseln die vormals polaren hydrophilen Kaolin-Teilchen bei der Modifizierung ihre Polarität und entwickeln wasserabweisende Eigenschaften. Die Oberflächeneigenschaften

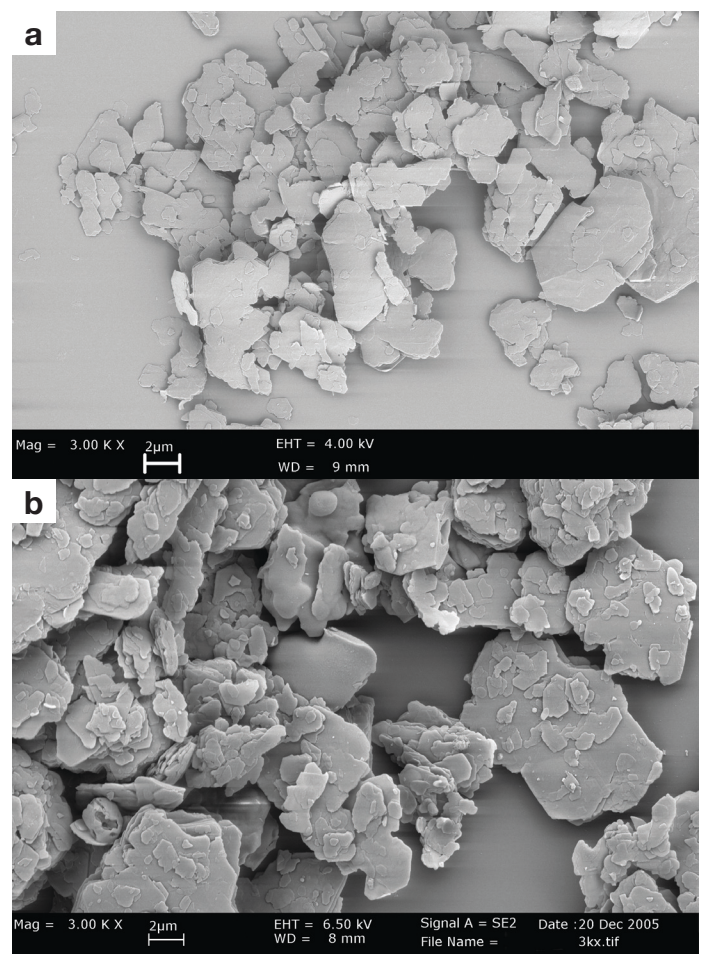
der hydrophoben Kaoline sind jedoch so ausgeglichen, dass sie sich in jede Formulierung, seien sie lösemittel- oder wasserbasiert, mühelos einarbeiten lassen.

### Wassermanagement von Fassaden

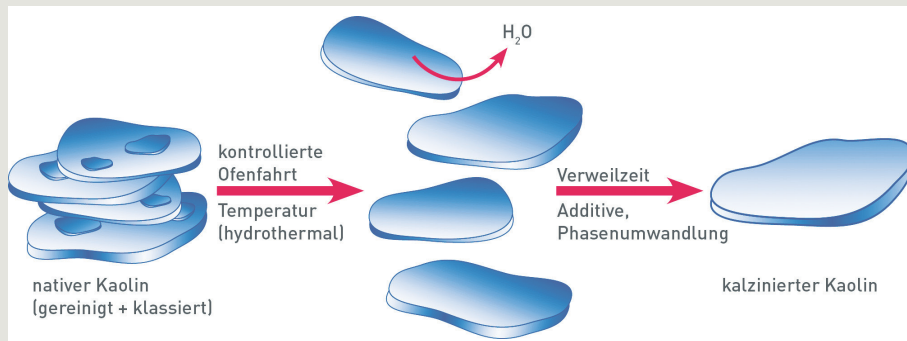
Eine gängige Methode, Fassaden vor Regen zu schützen, besteht darin, „verstärkende“ stark hydrophobe Additive wie Silikonharze und Silikonöle der Fassadenfarbe zuzusetzen. Damit will man auftretendes Wasser daran hindern, in die Fassadenbeschichtung sowie das dar-

### Ergebnisse auf einen Blick

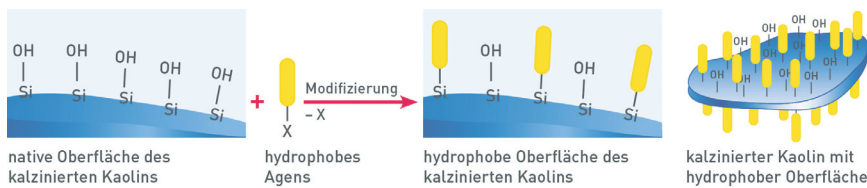
- Styrolacrylatfarben können auf das Leistungsniveau von silikonverstärkten Farben angehoben werden.
- Preiswerte Alternative zu Silikonharzen und silikonölbasierten Additiven
- Easy dry Effekt
- Schmutzabweisende Fassadenbeschichtungen mit geringer Bewuchsneigung
- Aufwertung von Korrosionsschutzfarben
- Reduktion von Korrosionsschutz-Pigmenten



**Abb. 1 //** REM Aufnahmen von blättchenförmigen Kaolinteilchen, (a) nativ und (b) kalziniert

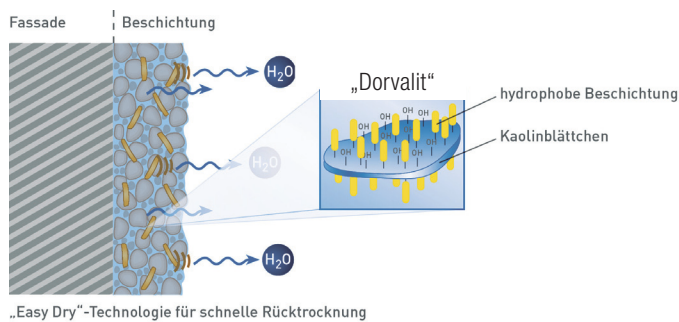
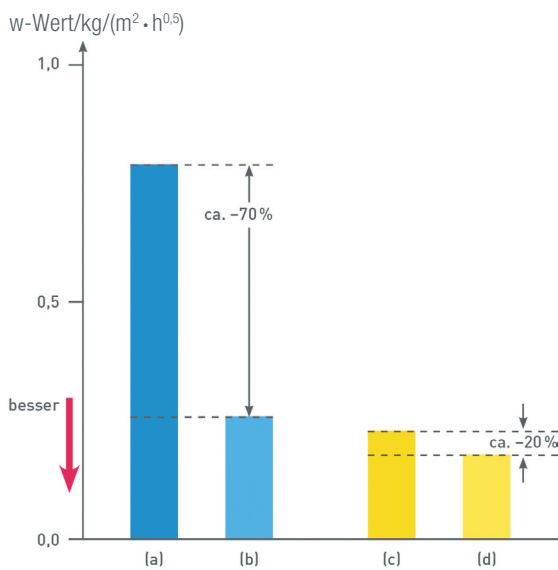


**Abb. 2 //** Bei der Kalzinierung entstehen Kaoline mit homogener chemischer Oberfläche



**Abb. 3 //** Chemische Modifizierung der Oberfläche von kalziniertem Kaolin mit hydrophoben Gruppen

**Abb. 4 //**  
 Wasseraufnahme eines Modell-Bauteils, beschichtet mit einer Acrylat-Fassadenfarbe:  
 (a) ohne zusätzliche Ausrüstung (Referenz)  
 (b) verstärkt mit hydrophob modifiziertem kalzinierten Kaolin  
 (c) verstärkt mit Silikonharz  
 (d) verstärkt mit Silikonharz und hydrophob modifiziertem kalzinierten Kaolin



**Abb. 5 //** Einbau von hydrophob modifiziertem kalziniertem Kaolin in Fassaden-Beschichtungen mit „Easy Dry Technologie“

unterliegende Substrat wie Putz und Mauerwerk oder Beton einzudringen. Diese Methode erfordert jedoch hohe Einsatzmengen an Silikonharzen und -ölen, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Und es stellen sich die folgenden Fragen:

- Wie kommt das Wasser wieder aus dem Bauteil, falls es trotz wasserabweisender Beschichtung einmal durchfeuchtet wurde?
- Ist es tatsächlich möglich, eine solche Fassadenfarbe mit hydrophobierender Ausrüstung so diffusionsoffen anzulegen, dass es zu keinem Aufschaukeln von Nässe innerhalb des Bauteils kommt?
- Es ist bekannt, dass Fassadenanstriche mit Silikonharzen und Silikonen schnell anschmutzen. Wie lässt sich das vermeiden?

Um sich mit diesen gängigen Systemen zu messen, wurden hydrophob modifizierte kalzinierte Kaoline als Füllstoffe in gängigen silikonfreien Rezepturen von Fassadenfarben „einformuliert“.

**Wasseraufnahme prüfen**

Als Indikatoren für das Gelingen des Wasser-managements dienen zwei Messgrößen: Die dynamische Wasseraufnahme (durchgeführt in Anlehnung an DIN EN 1062-3, Zyklus von 6 Stunden Wasserlagerung und 18 Stunden Trocknung über einen definierten mehrtägigen Zeitraum) und die Schimmelpilzbeständigkeit (durchgeführt in Anlehnung an ASTM D3273-2005 bei Konstantfeuchte und in Wechselklimazyklen. Probestplatten werden mit einer definierten Anzahl Schimmelpilzsporen beimpft, in Klimakammern bei definierten Bedingungen – Temperatur, Feuchte, Zeit – gelagert und der Bewuchs mit Schimmelpilzrasen von 0, 100%iger Bewuchs der Probestfläche, über 5, 50%iger Bewuchs der Probestfläche, bis 10, mikroskopisch kein Bewuchs feststellbar, quantitativ erfasst.). Ein Versuchszyklus ergab das erwartete Bild: Alle Fassadenfarben profitierten vom Zusatz hydrophob beschichteter kalziniertes Kaoline. Im Durchschnitt verbesserten sie bei einem Gehalt von 10% in der Fassadenfarbe die Werte bei der dynamischen Wasseraufnahme um bis zu 70% (Abb. 4). Damit ist erwiesen, dass hydrophob beschichtete kalzinierte Kaoline das Abtrocknen von Fassaden begünstigen und der Kumulierung von Wasser im inneren eines Bauteils überaus effektiv entgegenwirken. Man gewinnt den Eindruck, dass die in der Farbschicht statistisch verteilten hydrophoben kalzinierten Kaolin Partikel dem Wasser den Zutritt zur Farbschicht weitgehend verwehren, aber keine dichte Barriere bilden, die den Austritt von Wasserdampf behindern könnten (Abb. 5). Farbschichten mit hydrophob modifizierten kalzinierten Kaolinen sind weitgehend offenporig und haben in gewisser Weise Ähnlichkeit mit einer Membran, die in

Outdoor-Kleidung Regen abhalten, aber für Wasserdampf passierbar sind.

Versuche zur Schimmelpilzbeständigkeit bestätigten diese positiven Befunde eindrücklich (Abb. 6). Fassadenbeschichtungen, die mit hydrophob beschichteten kalzinierten Kaolinen formuliert wurden, zeigen nur noch eine geringe Tendenz zur Besiedlung durch Schimmelpilze. Offenbar trocknen sie so schnell ab und entziehen den Pilzsporen somit das Wasser, das sie zum Sprossen und zum Wachstum bräuchten. Das erklärt auch die geringen Bewuchsraten mit Werten von 7,5 und besser, die mit Fassadenfarben erzielt wurden, die hydrophob beschichteten kalzinierten Kaoline enthielten. Ein auf Anhieb gutes Ergebnis, das sich durch weitere Optimierung steigern lässt.

Hydrophob modifizierte kalzinierte Kaoline beschleunigen demnach die Rücktrocknung von Fassadenfarben und verhindern wirksam das Wachstum von Schimmelpilzen.

Eine andere Überlegung bestand darin, einfache Dispersionsfarben mit unseren hydrophob modifizierten kalzinierten Kaolinen zu höherwertigen Fassadenfarben „upzugraden“. Hierzu wurde einer Standard Styrolacrylat Wandfarbe 10 % eines hydrophobierten Füllstoffs zugesetzt und die Wasseraufnahme bestimmt. Das Ergebnis: Eine sehr geringe Wasseraufnahme – etwa auf dem Niveau einer Fassadenfarbe, die mit Silikonharz und Silikonöl vergütet war (Abb. 4). In dieser Aufwertung von Formulierungen steckt ein interessantes qualitatives und ökonomisches Potenzial. Farbenhersteller verfügen mit hydrophob modifizierten kalzinierten Kaolinen über eine günstige Alternative, das Wassermanagement in Fassadenfarben zu verbessern und deren Leistungsniveau ohne großen Aufwand anzuheben. Und die Beschichtung von Gebäuden zuverlässig vor Nässe zu schützen und deren einwandfreie äußere Optik über einen langen Zeitraum zu erhalten. Mit hydrophob modifizierten kalzinierten Kaolinen lassen sich demnach Fassadenfarben auf Basis von Styrolacrylat auf das Leistungsvermögen von silikonharzverstärkten Farben anheben.

Diese Ergebnisse beweisen, dass es sich lohnt, hydrophob beschichtete kalzinierte Kaoline als funktionale Füllstoffe für Fassadenfarben nutzbringend einzusetzen. In Fassadenbeschichtungen sorgen sie für ein gutes Wassermanagement und wirken der Durchnässung und Staunässe in Bauteilen entgegen. Folglich vermindern sie die Gefahr der Schimmelbildung sowohl im Innenbereich aber vor allem auf der Außenhaut von Gebäuden. Zudem unterdrücken sie den Bewuchs der Fassadenbeschichtung mit Algen sowie Moosen und verhindern damit einhergehende unschöne Verfärbungen. Im Vergleich zu silikonverstärkten Formulierungen zeigen

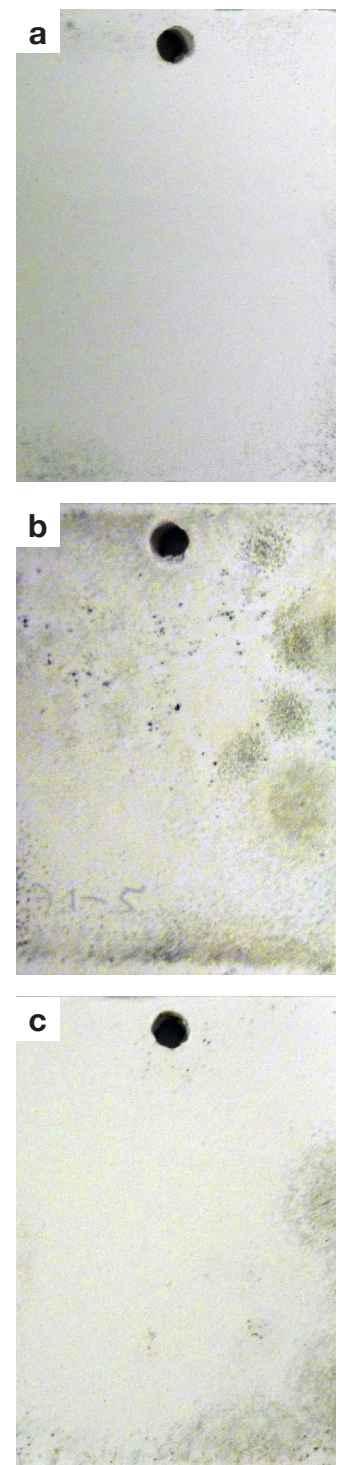
diese Fassaden außerdem ein günstigeres Anschmutzverhalten. Die eingesetzten modifizierten kalzinierten Kaoline sind somit vielversprechende Kandidaten, um bei der Formulierung von Fassadenfarbe ein effizientes Wassermanagement zu etablieren, ohne auf Silikonharze oder Silikonöle zurückgreifen zu müssen. Diese neuen funktionalen Füllstoffe leisten somit einen wesentlichen Beitrag, die Kosten von Rezepturen zu senken.

Außerdem sind Fassadenfarben mit modifizierten kalzinierten Kaolinen als Füllstoff nachhaltig und umweltschonend. Die hydrophoben Teilchen sind in der Farbschicht immobilisiert und darin fest eingebunden. Anders als hydrophobierende Additive können sie in der Beschichtung weder migrieren noch aus ihr „ausgeschwitzt“ bzw. ausgewaschen werden und sie helfen, den Einsatz von Bioziden für den Filmschutz zu minimieren.

#### Wassermanagement für Korrosionsschutzlacke

Beschichtungen, mit denen man Substrate vor Korrosion schützen kann, sind ein wichtiges Segment für die Lackindustrie. Sie kommen sowohl bei der Beschichtung von industriellen Massengütern als auch in Malerlacken zum Einsatz und müssen bei Eisen- und Stahloberflächen neben dekorativen Aufgaben vor allem den Schutz der Substrate vor Korrosion sicherstellen. In Lacken, die dem Korrosionsschutz dienen, kommen häufig korrosionsschützende Pigmente zum Einsatz, die meistens mit speziellen Additiven bzw. Inhibitoren kombiniert werden [3]. Häufig findet man diese Pigmente in Grundierungen. Zu ihnen gehören das klassische Zink bzw. Zinkoxid oder Zinkphosphat und in zunehmendem Maße zinkfreie Pigmente wie Aluminium- und Kalziumphosphat. Deren Wirkung beruht auf elektrochemischen Prinzipien der Spannungsreihe oder ist der passivierenden Eigenschaften von Phosphaten zuzuschreiben. In Zwischen- und Deckbeschichtungen verfolgt man oft ein anderes Schutzprinzip und versucht, Wasser davon abzuhalten, durch die verschiedenen Schichten bis zu Eisenoberfläche vorzudringen. Hierzu baut man blättchenförmige anorganische Verbindungen in die entsprechenden Formulierungen ein, die sich in der Beschichtung stapeln und dadurch eine effiziente Barriere gegen das anströmende Wasser bilden. Zu diesen „Barrierebildnern“ gehören zum Beispiel Talkum oder verschiedene Glimmertypen, die in vielen Korrosionsschutzlacken enthalten sind.

Neu hingegen sind modifizierte kalzinierte Kaoline, die zum ersten Mal in Korrosionsschutzlacken eingebaut wurden. Die Wahl der Modell-Formulierung fiel auf ein gängiges



**Abb. 6 //** Bewuchstest mit Schimmelpilz (*Aspergillus niger*) auf Acrylat-Fassadenbeschichtung ausgerüstet mit:  
(a) 10 % hydrophob modifiziertem kalzinierten Kaolin – Bewuchsnote: 7,5; geringer Bewuchs  
(b) 10 % Talkum – Bewuchsnote: 2,5; starker Bewuchs  
(c) Silikonharz und 10 % Talkum – Bewuchsnote: 7,5; geringer Bewuchs

Acrylsystem mit 7 % Zinkphosphat als Korrosionsschutzpigment und 11 % des „Barrierebildners“. Solche Formulierungen sind für eine geringe bis mittlere Korrosionsbelastung ausgelegt und sind typisch für Malerlacke. Diese Modell-Formulierung wurde für alle Versuche konstant gehalten, lediglich die verwendeten „Barrierebildner“ wurden variiert. Im Testfeld der „Barrierebildner“ befanden sich die Klassiker wie Talkum und Glimmer, die gegen den neuen hydrophob modifizierten kalzinierten Kaolin ins Rennen gingen. Außerdem wurde ein kommerziell erhältlicher Korrosionsschutzlack aus dem Profibereich als Referenz in den Test aufgenommen. Die Modell-Lackmuster wurden auf standardisiert vorbehandelte Stahlplättchen aufgetragen und in mehreren Versuchsserien umfassend nach DIN EN ISO 4628 geprüft. Der Salznebelprüftest, der für die Bestimmung

der Korrosionsbeständigkeit von Beschichtungen für den Stahlbau eingesetzt wird, lief über 240 Stunden und ergab ein eindeutiges Bild: Die mit hydrophob modifiziertem kalzinierten Kaolin ausgestattete Beschichtung erzielte gegenüber den Lacken, die Talkum und Glimmer als „Barrierebildner“ enthielten, mit großem Abstand die beste Korrosionsschutzleistung (Abb. 7). Und selbst ein etablierter kommerziell erhältlicher Korrosionsschutzlack konnte in punkto Korrosionsschutz nicht mithalten.

Hydrophob modifizierte kalzinierte Kaoline verbessern demnach die Leistung von Korrosionsschutzlacken gegenüber üblichen Füllstoffen und ermöglichen die Reduzierung von Korrosionsschutzpigmenten.

Der Mehrwert für den Korrosionsschutz durch hydrophob modifiziertem kalzinierten Kaolin ist darauf zurückzuführen, dass die

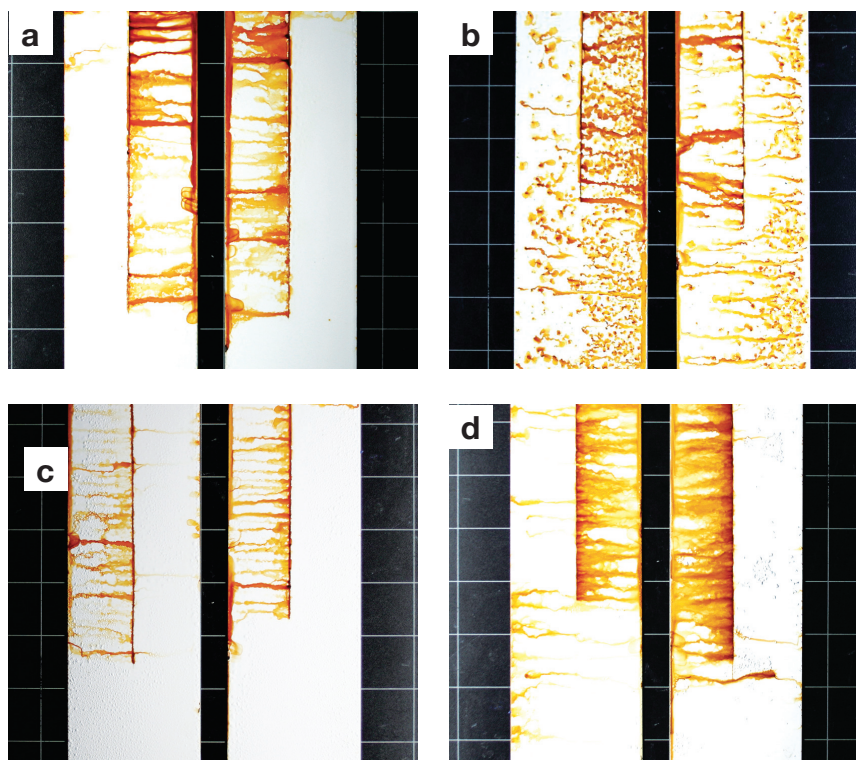
modifizierten kalzinierten Kaoline über zwei wesentliche Funktionen verfügen: Zum einen bilden sie als blättchenförmige Feststoffe in der Beschichtung die notwendigen Stapel und stellen eine mechanische Hürde für das anströmende Wasser dar. Und zum anderen verfügen sie zusätzlich über die hydrophoben Funktionen auf der Oberfläche, die eine zusätzliche physiko-chemische Hürde darstellen und das anliegende Wasser abstoßen und zurückweisen. Beide Effekte zusammen verhindern, dass anströmendes Wasser bis auf das Stahlsubstrat vordringen kann. Demnach sind hydrophob modifizierte kalzinierte Kaoline eine attraktive neue Alternative, um die antikorrosive Wirkung in Malerlacken elegant und effizient zu verstärken.

#### Literatur

[1] O’Gorman, P. A.; The physical basis for increases in precipitation, extremes in simulations of 21st-century climate change, P. Natl. Acad. Sci. USA, 2009, Vol. 106, S. 14773–14777.

[2] Kaltenecker, O.; Neue Strategie zur Optimierung von Dispersionsfarben mittels multifunktionaler Füllstoffe, Welt der Farben 02, 2013, S. 6–11.

[3] Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme. Hrsg. vom Bundesverband Korrosionsschutz e. V., Köln und dem Verband der Lackindustrie e. V., Frankfurt am Main, 2008.



**Abb. 7** // Ergebnisse der Korrosionstests (Salznebelprüftest) von Korrosionsschutz-Beschichtungen mit verschiedenen „Barrierebildnern“:

- (a) mit hydrophob modifiziertem Kaolin: weder Rostbildung noch Blasenbildung in der Fläche, geringe Unterwanderung am Ritz  
 (b) mit Glimmer: deutlich vermehrte Rostbildung und Blasenbildung in der Fläche, geringe Unterwanderung am Ritz  
 (c) mit Talkum: starke Blasenbildung in der Fläche, geringe Unterwanderung am Ritz  
 (d) kommerziell erhältliche Farbe (Referenz): merkbliche Rostbildung und Blasenbildung in der Fläche, geringe Unterwanderung am Ritz

#### DR. OLIVER KALTENECKER,

studierte Chemie in Ulm und Stuttgart. Nach Führungspositionen in F&E, Vertrieb und Marketing in der Gummiindustrie und Textilchemie ist er seit 2005 bei Gebr. Dorfner, Hirschau für das Technische Marketing, Anwendungstechnik und F&E zuständig.

#### DANIEL VON LAUFENBERG,

Jahrgang 1986, machte eine Ausbildung zum Lacklaborant bei Akzo Nobel. Anschließend beschäftigte er sich mit der Entwicklung von Fenster- und Türenlacken. Seit 2012 ist er bei Gebr. Dorfner, Hirschau für den Bereich F&E, Anwendungstechnik und technisches Marketing im Bereich Farbe tätig.





**DR. OLIVER  
KALTENECKER**  
Gebr. Dorfner

## Schichtdienst

**INTERVIEW // MODIFIZIERTE KAOLINE SIND MEHR ALS EINFACHE FÜLLSTOFFE UND BESITZEN EIN GROSSES EINSARPOTENTIAL**

### 1. Kaolin ist ein sehr alter Werkstoff. Die Funktionalisierung von Silanolen ist ebenfalls keine neue Methode. Warum macht man sich beides erst jetzt zunutze?

Wir haben eine funktionelle Gruppe gefunden, mit der sich das Wassermanagement im Hinblick auf Kaoline gezielt steuern lässt. Die chemische Modifikation ist so eingestellt, dass einerseits eine ausgezeichnete Hydrophobie erzielt wird, aber immer noch genügend OH-Gruppen für eine gute Dispergierbarkeit vorhanden sind. Neu ist die Kombination aus dem gewählten Trägermaterial und der gewählten funktionellen Gruppe. Die Herausforderung lag bei der Einstellung des Systems zur Verwendung in wässrigen Systemen ohne an Funktionalität zu verlieren.

### 2. Wie hoch sind die empfohlenen Zugabemengen?

In Fassadenfarben haben wir 10 Gew.% „Dorvalit SHO“ anstatt der gleichen Mengen eines gebräuchlichen Füllstoffes eingesetzt. Im Vergleich zu einer mit Silikonharz verstärkten Farbe haben wir zusätzlich 6 Gew.% Silikonharz entfernt. Bei der Modifikation der acrylatbasierten Farbe haben wir zusätzlich zum Austausch eines Füllstoffes den Bindemittelanteil halbiert. Die Rezepturen der Korrosionsschutzlacke enthielten jeweils 11,4 Gew.% des neuen Kaolins, die im Austausch der gleichen Menge anderer Füllstoffe eingesetzt wurde. Dann haben wir die Korrosionsschutzpigmente reduziert und schließlich ganz herausgenommen.

### 3. Mit welchen Einsparungen kann ein Formulierer rechnen?

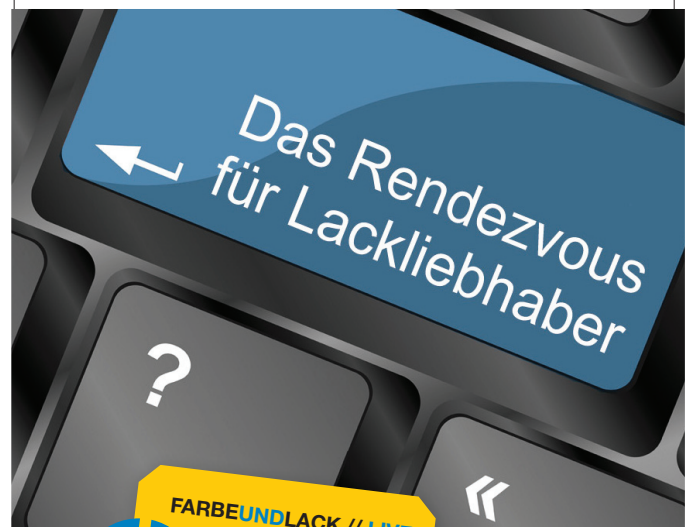
Im Fassadenbereich haben wir gegenüber einer Silikonharzfarbe die Kosten um 13% und gegenüber einer acrylatbasierten Farbe um 11% reduziert. Bei den Korrosionsschutz-Formulierungen konnten wir die Kosten der ursprünglichen Rezeptur bis zu 8% senken. Dies konnten wir durch die Reduzierung von Korrosionsschutz-Pigmenten erreichen. Bei unseren Modellkalkulationen haben wir stets die Systemkosten im Auge behalten.

// Kontakt: [oliver.kaltenecker@dorfner.com](mailto:oliver.kaltenecker@dorfner.com)  
Das Interview führte Dr. Michael Richter.

FARBEUNDLACK // LIVE

## Der Webcast zum Heft

ERLEBEN SIE DIE FACHARTIKEL DER FARBE UND LACK ONLINE! JEDEN MONAT NEU // WISSEN AUF DEN PUNKT GEBRACHT.



FARBE UND LACK ist das erste Magazin zum Daten.

Tragen Sie sich Ihr monatliches Rendezvous mit dem Referenten des Leitartikels in den Kalender ein und profitieren Sie jeden zweiten Mittwoch im Monat von detaillierten Zusatzinformationen.

Das ist die Gelegenheit, um Ihre persönlichen Fragen zu stellen. Seien Sie dabei!

Ihre nächsten Rendezvous:

13. Mai 2015 // 11.00 Uhr // Prüf- und Messtechnik

10. Juni 2015 // 11.00 Uhr // Holzlacke

