

Auf Beständigkeit geschaltet



Quelle: Clipart – stock.adobe.com

SCHALTBARE ADDITIVE // HYDROPHILE STRUKTURELEMENTE VON NETZ- UND DISPERGIER-ADDITIVEN KÖNNEN DIE WASSEREMPFINDLICHKEIT VON BESCHICHTUNGEN AUF BASIS WÄSSRIGER LACKSYSTEME ERHÖHEN. NEUARTIGE ADDITIVE REAGIEREN AUF VERÄNDERUNGEN WÄHREND DES TROCKNUNGSPROZESSES UND VERRINGERN DIE EXPOSITION IHRER WASSER-LIEBENDEN STRUKTURELEMENTE AKTIV. DAMIT REDUZIEREN DIESE SCHALTbaren NETZ- UND DISPERGIERADDITIVE DIE WASSERAUFNAHME SIGNIFIKANT UND VERBESSERN DIE FLECKEN- UND KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT DES LACKFILMS.

**Jörg Hinnerwisch, Andreas Okkel, Marcel Krohnen, Carsten Erkens,
Sabine Stelz, Sabrina Stopka, Byk-Chemie**

Die Verwendung wässriger Beschichtungsstoffe erfreut sich vor allem aufgrund von Umweltaspekten einer steigenden Beliebtheit. Allerdings ist ihr Leistungsprofil noch nicht in allen Facetten mit lösungsmittelbasierten Systemen vergleichbar [1]. So sind wässrige Systeme in Direct-to-Metal (DTM)-Anwendungen zumeist weniger beständig gegen korrosive Umgebungen, wässrige Holzlacke anfälliger für Tee-, Wein- oder Kaffeeflecken. Diese qualitätsmindernde Wasserempfindlichkeit der Beschichtung kann durch eine ungünstige Wahl der Netz- und Dispergieradditive zusätzlich verstärkt werden.

Netz- und Dispergieradditive mindern die Wasserbeständigkeit

Aus Sicht des Formulierers sind wasserbasierte Systeme komplex. Die sorgfältige Auswahl der eingesetzten Additive ist anspruchsvoll und erfordert eine umfassendere Feinabstimmung als in den lösemittelbasierten Pendanten. Aufgrund des hohen Unterschieds in der Oberflächenenergie zwischen festen Partikeln und Wasser ist es nahezu unmöglich, in wässrigen Systemen die gleiche Benetzungsdynamik und Pigmentstabilisierung zu erreichen wie in lösemittelhaltigen Systemen. Zudem durchlaufen die Systeme während des Trocknungsprozesses aufgrund des sich reduzierenden Wasseranteils und des zunehmenden Bindemittelanteils einen Polaritätswechsel. Die Verwendung und passende Auswahl von Netz- und Dispergieradditiven ist in diesen Systemen daher noch wünschenswerter.

Netz- und Dispergieradditive sind bedeutungsvolle Bestandteile in Lackformulierungen und spielen für die Veredlung optischer Eigenschaften, wie Farbe, Glanz und Transparenz, eine wesentliche Rolle [2]. Diese Additive besitzen zwei charakteristische Struktursegmente: Eines adsorbiert fest an das Pigment und das zweite interagiert mit dem Binde- und Lösemittel der Umgebung, um die Verträglichkeit mit dem Lack herzustellen (Abb. 1). Durch passende Auswahl des bindemittelverträglichen Segmentes lassen sich kleinste Partikel in Lacken mit unterschiedlichster Polarität gegen Flokkulation stabilisieren. In wässrigen Lacksystemen vermitteln insbesondere polare Segmente diese Verträglichkeit, sie können jedoch auch zu unerwünschten Nebeneffekten in der Anwendung führen.

Ergebnisse auf einen Blick

- Netz- und Dispergieradditive können die Wasserempfindlichkeit von Beschichtungen erhöhen und dadurch die Korrosions- und Fleckenbeständigkeit negativ beeinflussen.
- Neuartige, schaltbare Additiv-Varianten verbessern die Wasserbeständigkeit wässriger Lacksysteme.
- Sie bieten eine exzellente Viskositätsreduktion anorganischer Pigmente und Füllstoffe bei gleichbleibender Korrosionsbeständigkeit wasserbasierter Korrosionsschutzlacke bzw. erhöhter Fleckenbeständigkeit wasserbasierter Holzlacke.
- Gleichzeitig wird die Lebenszeit der Beschichtungen erhöht.

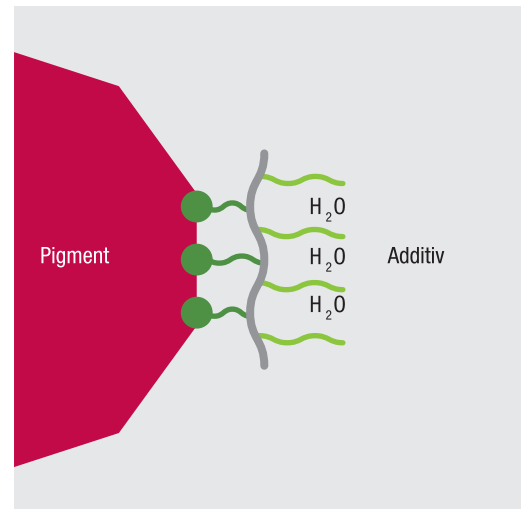


Abb. 1 // Schematische Struktur eines Netz- und Dispergieradditivs.

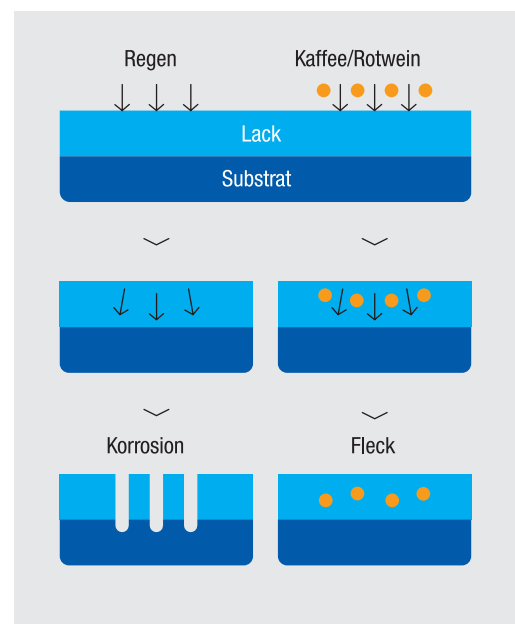


Abb. 2 // Flecken- und Korrosionsbildung in Beschichtungen.

Während der Trocknung des Films verbleiben die polaren Komponenten der Netz- und Dispergieradditive im Lack und fördern durch ihre Exposition das Eindringen von Wasser in die Beschichtung. Führt die eindringende Flüssigkeit Farbstoffe mit, wie Tee oder Rotwein, so können sich diese im Lackfilm anreichern und Flecken bilden. Zudem fördern die erhöhte Wasserkonzentration sowie gegebenenfalls eingeschwemmte Salzionen die Korrosion eines metallischen Substratuntergrunds der Beschichtung (Abb. 2).

Schaltbare Netz- und Dispergieradditive

Um die Herausforderung der Wasseraufnahme zu bewältigen, muss das Paradoxon gelöst werden, dass Netz- und Dispergieradditive einerseits wasserliebende Strukturen zur Pigmentstabilisierung benötigen, andererseits die Polarität des ausgehärteten Beschichtungsstoffs nicht erhöhen sollen.

Einem Netz- und Dispergieradditiv auf Basis einer neuartigen chemischen Struktur gelingt dieser Spagat dank eines eingebauten Schaltmechanismus, der die Polarität ändert: Während der Trocknung kommt es auf der Partikeloberfläche zu einem hydrophil-hydrophoben Umkehreffekt des Netz- und Dispergieradditivs auf molekularer Ebene, indem sich die hydrophilen Segmente so umarrangieren, dass sie durch unpolare Strukturelemente abgeschirmt werden (Abb. 3).

Die Triebkraft hinter diesem Mechanismus ist die sich ändernde Polarität der umgebenden Bindemittelmatrix während der Trocknung des Lackfilms, bei der das Wasser verdunstet und das Bindemittel zurücklässt. Durch diesen Polaritätswechsel wird der Zugang zu den wasserliebenden Elementen verhindert, die „molekulare Abschirmung“ reduziert die Affinität des Lackfilms hinsichtlich einer unerwünschten Wasseraufnahme. Das schaltbare Netz- und Dispergieradditiv mit dem Wirkmechanismus über responsive Abschirmung wird zudem durch ein zweites Familienmitglied, dessen Wirkmechanismus über eine responsive Abspaltung funktioniert, erweitert. Das Additiv besteht aus einem hydrophoben Polymerrückgrat, an das polare niedermolekulare Komponenten assoziiert sind. In Dispersionen vermitteln eben diese polaren Strukturelemente die Kompatibilität zum wässrigen Bindemittel und tragen entscheidend zur feinen Verteilung und Stabilisierung der Pigmente und Füllstoffe bei. Während des Trocknungsprozesses reagiert das Additiv aktiv auf die geänderten Umweltbedingungen: Die polaren Komponenten trennen sich irreversibel von dem Additiv. Sie entweichen und nur der hydrophobe Polymeranteil verbleibt auf dem Partikel (Abb. 4). Die Eliminierung der wasserliebenden Additiv-Komponente während der Aushärtung zeigt den gewünschten positiven Einfluss auf die (Früh-)Wasserbeständigkeit des Beschichtungsmaterials.

Wasseraufnahme und Korrosionsbeständigkeit

Um den Einfluss verschiedener Netz- und Dispergieradditive auf die Wasserbeständigkeit von Beschichtungsstoffen zu charakterisieren, werden verschiedene Messverfahren diskutiert, unter anderem die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) [3]. Dabei

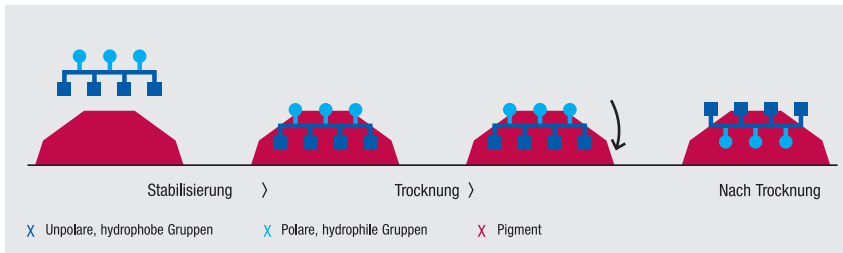


Abb. 3 // Wirkungsmechanismus des Additivs mit schaltbarer Abschirmung: Während der Trocknung arrangieren sich die hydrophilen Segmente so um, dass sie durch unpolare Strukturelemente abgeschirmt werden.

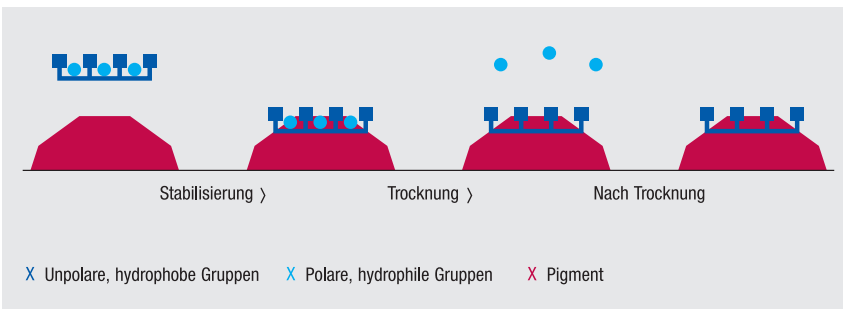


Abb. 4 // Wirkungsmechanismus des Additivs mit schaltbarer Abspaltung: Während der Trocknung trennen sich die polaren Komponenten irreversibel ab, allein das hydrophobe Polymerrückgrat bleibt zurück.

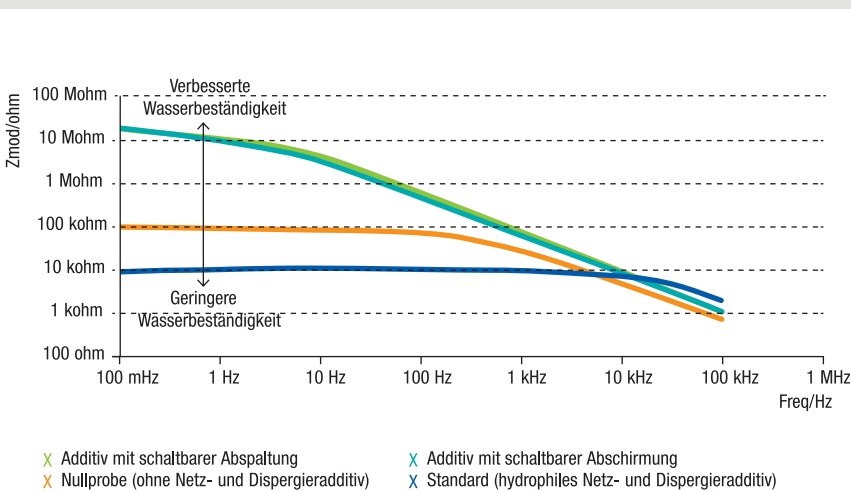


Abb. 5 // Messung der Wasseraufnahme mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie.

beschreibt die elektrochemische Impedanz die Reaktion eines Systems auf das angelegte Potential im Wechselstrom. Die Ergebnisse frequenzabhängiger EIS-Messungen korrelieren sehr gut mit dem Grad der Wasseraufnahme und liefern damit indirekt eine Aussage zur Korrosionsbeständigkeit der Beschichtungsstoffe. Proben mit geringer Tendenz zur Wassereinlagerung zeigen hohe Impedanzwerte und gelten als korrosionsbeständiger.

Abb. 5 fasst die Ergebnisse der EIS-Messserie an einer wässrigen Alkydharzgrundierung zusammen. Die Beschichtungsstoffe wurden auf kaltgewalzte Stahlbleche mit einer Trockenfilmdicke (DFT) von 80 µm appliziert und sieben Tage bei Umgebungstemperatur getrocknet. Die mit verschiedenen Netz- und Dispergieradditiven vorbereiteten Lackmuster wurden nach Trocknung 20 Tage einer fünfprozentigen Kochsalzlösung (NaCl) ausgesetzt. Die Ergebnisse bestätigen, dass ein hydrophiles Netz- und Dispergieradditiv (blauer Kurvenverlauf) die Wasseraufnahme im Vergleich zur Präparation ohne Additivierung (oranger Kurvenverlauf) negativ beeinflusst. Die über den Frequenzbereich niedrigeren Impedanzwerte deuten auf eine höhere Wasseraufnahme im Vergleich zum Standard hin. Positiv heben sich die Messergebnisse der schaltbaren Netz- und Dispergieradditive in Petrol bzw. Grün ab. Die erhöhte elektrochemische Impedanz im Vergleich zum Standard ist ein gutes Indiz für eine geringere Wasseraufnahme.

Die Ergebnisse der EIS-Messungen korrelieren mit der Evaluierung der Frühwasserbeständigkeit (EN ISO 2812-3:2012) und der Korrosionsprüfung im Salzsprühnebeltest (in Anlehnung an EN ISO 9227:2017).

Im Korrosionsschutz ist eine gute Frühwasserbeständigkeit – gerade bei Beschichtungsarbeiten auf Baustellen – eine wichtige Lackeigenschaft, um eine schnelle Beständigkeit gegen Regen, sich ansammelndes Wasser oder Taunässe zu gewährleisten. Die Frühwasserbeständigkeit wurde an einer wässrigen Alkydharzgrundierung untersucht. Die Beschichtungsstoffe wurden auf kaltgewalzte Stahlbleche mit einer DFT von 80 µm appliziert. Nach 24 Stunden Trocknung und Belastung der applizierten Beschichtungen mit in Wasser getränkter Watte für 24 Stunden wurde die Oberfläche visuell beurteilt und die Haftung mittels Gitterschnittprüfung (EN ISO 2409:2013) getestet. Bei Einsatz eines hydrophilen Netz- und Dispergieradditivs zeigt sich im Vergleich zur Probe ohne Additiv eine verschlechterte Haftung, was auf eine erhöhte Wasseraufnahme zurückzuführen ist. Bei den schaltbaren Additiv-Varianten wird hingegen kein negativer Einfluss auf die Frühwasserbeständigkeit beobachtet. In diesem Fall wird sogar eine verbesserte Haftung im

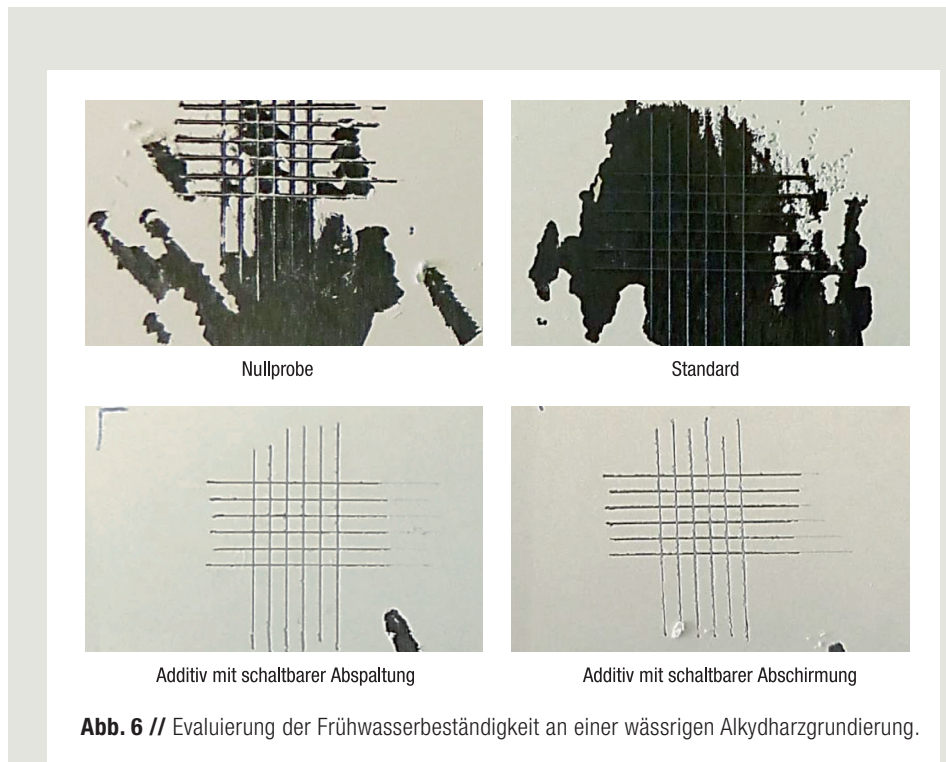


Abb. 6 // Evaluierung der Frühwasserbeständigkeit an einer wässrigen Alkydharzgrundierung.

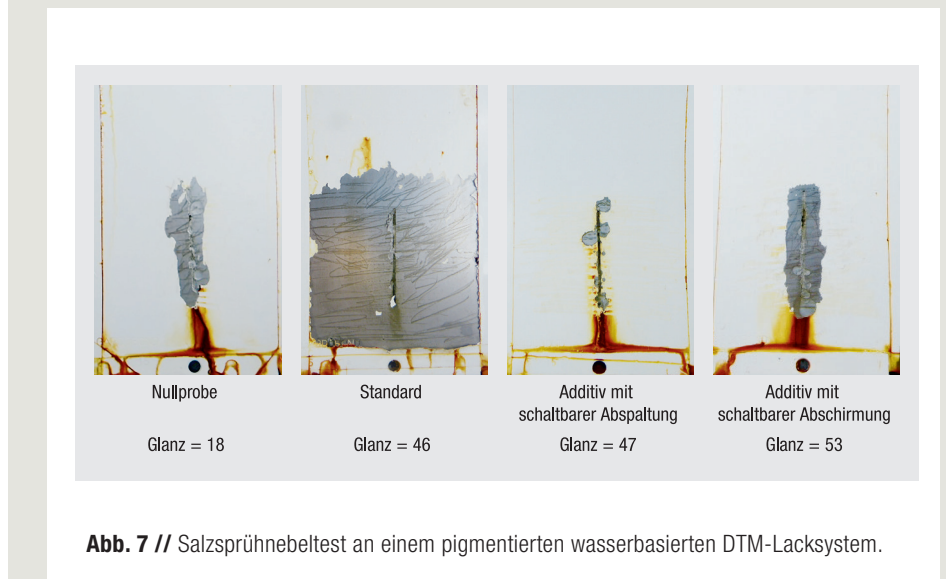


Abb. 7 // Salzsprühnebeltest an einem pigmentierten wasserbasierten DTM-Lacksystem.

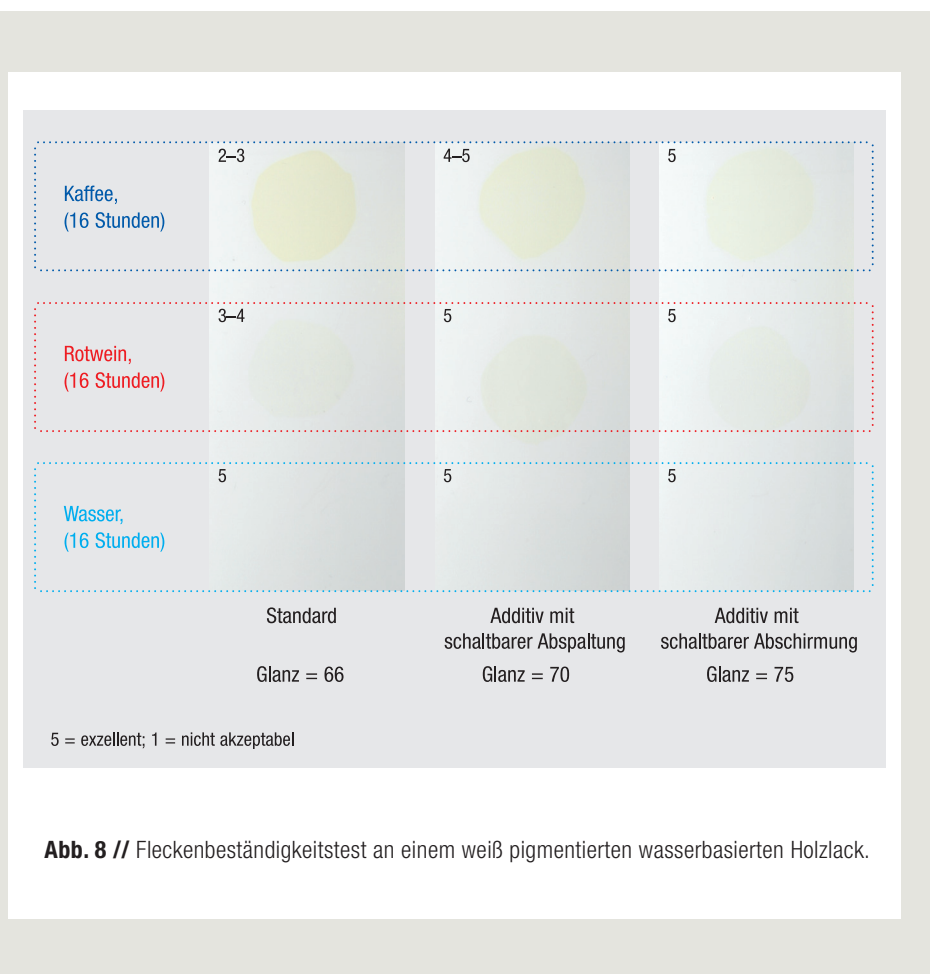
Vergleich zur Probe ohne Additiv festgestellt, was auf die effiziente Hydrophobierung der Beschichtung schließen lässt (Abb. 6).

Für den Salzsprühnebeltest wurde eine wasserbasierte Acrylat-DTM-Beschichtung auf ein kaltgewalztes Stahlblech mit einer DFT von 80 µm appliziert. Nach sieben Tagen Trocknung bei Raumtemperatur wurden die Proben definiert verletzt, 720 Stunden in der Prüfkammer bewittert und anschließend visuell beurteilt (Anlehnung an EN ISO 4628:2016). Muster auf Basis schaltbarer Netz- und Dispergieradditive zeigen weder Blasen noch Korrosion auf der Fläche sowie eine deutlich geringere korrosive Unterwan-

derung als die Muster mit einem hydrophilen Netz- und Dispergieradditiv (Abb. 7).

Fleckenbeständigkeit wasserbasierter Holzlacke

Große Anstrengungen werden unternommen, um die Menge an flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) bei pigmentierten industriellen Holzlacken zu reduzieren. Der Einsatz wasserbasierter Holzlacke stellt eine attraktive Option dar. Die Verwendung von Netz- und Dispergieradditiven ist dabei dringend erforderlich; die hohe Oberflächenspannung des Wassers führt ansonsten zu unvollstän-



diger Pigmentbenetzung (zum Beispiel bei Titandioxid) und Oberflächendefekten wie Kraterbildung, was die Chemikalienbeständigkeit (IKEA R2-Level-Spezifikation, DIN EN 12720) deutlich verschlechtert. Die negativen Auswirkungen gerade dieser Netz- und Dispergieradditive auf die Fleckenbeständigkeit wurden eingehend diskutiert. Entsprechend bietet sich mit der Wahlmöglichkeit der schaltbaren Netz- und Dispergieradditive, die ihrerseits keine negativen Auswirkungen auf die Fleckenbeständigkeit des Beschichtungssystems zeigen, ein echter Mehrwert für den Formulierer.

Die Anforderungen für Alkohol- (beispielsweise Rotwein) und Kaffeefleckenbeständigkeit an industrielle Holzbeschichtungen ist durch internationale Normen und Standards (wie DIN 68861) gut definiert. *Abb. 8* fasst die Ergebnisse der Fleckenbeständigkeitstests einer pigmentierten Holzbeschichtung auf Acrylemulsionsbasis zusammen. Die Prüfungen wurden nach DIN 68861-1 sowie DIN EN 12720 durchgeführt. Der Grad der Oberflächenverschmutzung durch Kaffee- und Rotweinflecke wird nach visueller Inspektion auf einer Ordinalskala von eins bis fünf angegeben, wobei ein Fleck mit starker Verfärbung mit eins, einer mit minimaler Verfärbungen

mit fünf bewertet wird. Proben ohne Zusatz eines Netz- und Dispergieradditivs in der pigmentierten Holzlackformulierung weisen die geringste Fleckenbeständigkeit auf (nicht abgebildet). Die unzureichende Partikelstabilisierung führt zur Ablagerung von Pigmentagglomeraten im ausgehärteten Film, welche Kapillarstrukturen ausbilden und eine erhöhte Wasser-Farbstoff-Penetration bedingen. Die Fleckenbeständigkeit von Proben, die mit einer schaltbaren Variante hergestellt

wurden, ist im Vergleich zum Standard verbessert.

Fazit

Wasserbasierte Lacksysteme stellen eine komplexe chemische Umgebung dar. Die vorgestellten Konzepte eröffnen spannende neue Ansätze im Bereich schaltbarer Netz- und Dispergieradditive. Solche multifunktionalen Additive erleichtern nicht nur die Verarbeitung und optimieren die koloristischen Eigenschaften der Beschichtung, sondern spielen auch eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Lebensdauer und der Funktionalität von wasserbasierten Lacken. Hier wurden exzellente Viskositätsreduktion und Stabilisierungseigenschaften von anorganischen Feststoffen erfolgreich mit einer Verbesserung der (Früh-)Wasserbeständigkeit kombiniert. Ein Schwerpunkt der Forschung in den kommenden Jahren wird sein, diese Konzepte verstärkt auf schwer zu benetzende organische Pigmente zu übertragen. Die Auswahl eines geeigneten Netz- und Dispergieradditivs, das keine negativen Einflüsse auf die Wasser- und Fleckenbeständigkeit zeigt, die positiven Aspekte der Pigmentbenetzung und Pigmentstabilisierung in Wasser jedoch beibehält, stellt jedoch nur einen kritischen Aspekt für den Formulierer dar. Um wässrige Lacksysteme zusätzlich zu verbessern, sollte darauf geachtet werden, alle Komponenten der Formulierung wie Rheologieadditive, Emulgatoren, Verdicker und Tenside hinsichtlich ihres Einflusses auf die Wasserbeständigkeit zu optimieren.

Literatur

- [1] Bhattacharya, A.: Asien-Pazifik sorgt für Wachstum. FARBE UND LACK, 124, 2018-07, S. 16–18
- [2] Orr, E. W.: Performance Enhancement in Coatings. Carl Hanser Verlag, 1998, S. 60–67
- [3] Muth, M.: Maintaining protection. How dispersants affect corrosion resistance of waterborne paints. ECJ, 2014-01, S. 30–33

Mehr zum Thema!



433 Ergebnisse für Additive!
Jetzt testen: www.farbeundlack.de/360

SABRINA STOPKA

Jahrgang 1986, machte nach dem Abitur eine Ausbildung zur Lacklaborantin gefolgt von einer Weiterbildung zur staatlich geprüften Korrosionsschutztechnikerin. Seit 2014 ist sie bei der Byk-Chemie GmbH im Bereich technischer Service Korrosionsschutzbeschichtungen tätig.

DR. JÖRG HINNERWISCH

Jahrgang 1977, studierte an der Universität Witten-Herdecke Biochemie. Er ist seit 13 Jahren für die Altana AG in wechselnden Positionen tätig.



Zur Zeit ist er als globaler Leiter für die Technologie Gruppe Netzen & Dispergieren verantwortlich, welche die Forschung, Entwicklung und Anwendungstechnik von Netz- und Dispergieradditiven umfasst.

DR. ANDREAS OKKEL

Jahrgang 1979, promovierte im Fachbereich Chemie an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Seit 2011 bei der Byk-Chemie GmbH im Bereich Forschung und Entwicklung tätig und leitet seit 2014 die Entwicklung von Netz- und Dispergieradditiven.

**MARCEL KROHNEN**

studierte Chemieingenieurwesen/Lacktechnik an der Hochschule Niederrhein in Krefeld und ist seit 2007 für Byk tätig. Nach verschiedenen Funktionen im Bereich des technischen Services für Digitaldruckanwendungen und des Produktgruppenmanagements im Bereich der Netz- und Dispergieradditive ist er seit 2015 für den globalen technischen Vertrieb von Additiven für industrielle Holz- und Möbellacke verantwortlich.

**CARSTEN ERKENS**

machte zunächst eine Ausbildung zum Chemielaboranten mit anschließender Weiterbildung zum Chemietechniker. Es folgten verschiedene Tätigkeiten im Bereich Forschung und Entwicklung wässriger Polyurethandispersionen. Seit dem Jahr 2012 ist er für die Byk-Chemie GmbH im Bereich technischer Service Holz tätig.

**SABINE STELZ**

beendete 1998 ihre Ausbildung zur Chemielaborantin und absolvierte anschließend eine Weiterbildung zur Chemietechnikerin, die Sie 2002 beendete. Seit 2003 ist Sie bei der Byk-Chemie GmbH in der Entwicklung von Netz- und Dispergieradditiven tätig



SABRINA STOPKA
Byk-Chemie

„Geschaltet“

INTERVIEW// FUNKTIONALE ADDITIVE KÖNNEN IN VIELFÄLTIGEN ANWENDUNGEN VON INTERESSE SEIN.

Können derartigen funktionalen Additiven weitere Eigenschaften hinzugefügt werden?

Funktionale Additive, die aktiv auf Veränderung der Umgebungsbedingungen reagieren und dabei ihre Eigenschaften ändern, können in vielfältigen Anwendungen von Interesse sein. Für die Zukunft kann man sich vorstellen, dass so u.a. Leitfähigkeiten, selbstheilende Eigenschaften oder Farbeindrücke „geschaltet“ werden können.

Welche Rolle spielt die Wahl des Bindemittels im Zusammenspiel mit den neuen Funktionsadditiven?

Das Bindemittel bestimmt natürlich maßgeblich die Wasserbeständigkeit, welche durch die funktionalen Additive jedoch nicht negativ beeinflusst, sondern teilweise sogar verbessert wird. Grundvoraussetzung dafür ist eine gute Verträglichkeit des Additivs mit dem Bindemittel, was zu Beginn der Formulierungsarbeit immer geprüft werden sollte.

Auf welche Schwierigkeiten sind Sie bei der Entwicklung der schaltbaren Netz- und Dispergieradditive gestoßen?

Ein entscheidender Erfolgsfaktor im Entwicklungsprozess war die Etablierung von geeigneten, miteinander korrelierenden anwendungstechnischen Methoden zur Bestimmung der Wasserbeständigkeit.

// Kontakt: antje.filz@altana.com

Das Interview führte Kirsten Wrede.

