

Strahlend bunt



NETZ- UND DISPERGIERADDITIVE // EIN NEUARTIGES ADDITIV LEGT DIE LATTE HÖHER BEI DER DISPERGIERUNG UND STABILISIERUNG ANORGANISCHER UND ORGANISCHER PIGMENTE IN LÖSEMITTEL-FREIEN STRAHLENHÄRTENDEN HOLZ- UND MÖBELLEN – ENTLANG DER GANZEN PIGMENTPALETTE.

Marcel Krohnen, Holger Wach, Selma Örü, Byk

Lösemittelfreie strahlenhärtende Lacksysteme sind bereits seit den 1970er Jahren im industriellen Einsatz. Gegenwärtig gewinnen sie deutlich an globaler Bedeutung als Alternative zu konventionellen lösemittelhaltigen Lacksystemen für die Holz- und Möbelindustrie. Wurden strahlenhärtende Lacksysteme anfangs vornehmlich als hochglänzende Klarlacksysteme formuliert, so unterliegt ihre Entwicklung seit einiger Zeit einem starken Trend hin zu tiefmattierten oder pigmentierten Formulierungen. Insbesondere die vergleichsweise hohe Verarbeitungs- und Applikationsviskosität, die Abwesenheit flüchtiger organischer Lösemittel, die zum Teil herausfordernden Applikationsmethoden und nicht zuletzt die sekundenschnelle Aushärtung der lösemittelfreien strahlenhärtenden Lacksysteme stellen außergewöhnliche Anforderungen an die Auswahl geeigneter Netz- und Dispergieradditive. Neben der breiten Verträglichkeit mit allen gängig eingesetzten Monomeren und Oligomeren sowie dem Anwenderwunsch nach einer lösemittelfreien Lieferform müssen die eingesetzten Netz-

und Dispergieradditive höchsten Anforderungen bei der Dispergierung und Stabilisierung unterschiedlichster Pigmente gerecht werden. Die folgende anwendungstechnische Studie stellt ein neuartiges Netz- und Dispergieradditiv vor, das höchste industrielle Maßstäbe bei der Pigmentstabilisierung für lösemittelfreie strahlenhärtende Lacksysteme setzt.

Synthetischer Ansatz

Kontrollierte Polymerisationstechnologien (Controlled Polymerization Technologies, CPT) wie die „Group Transfer Polymerization“ (GTP) [1] und radikalische Polymerisationstechnologien wie die „Atom Transfer Radical Polymerization“ (ATRP) [2], die „Nitroxyl-Mediated Polymerization“ (NMP) [3] und der „Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Process“ (RAFT) [4] sind Synthesewege, die in der Industrie für die Herstellung von Block-Copolymeren eingesetzt werden. Die so gebildeten Block-Copolymere werden hauptsächlich als Netz- und Dispergieradditive verwendet [5–7].



Ergebnisse auf einen Blick

- Ein neuartiges Netz- und Dispergieradditiv für die Pigmentstabilisierung in lösemittelfreien strahlenhärtenden Holz- und Möbellacken wurde entwickelt.
- Sowohl anorganische als auch organische Pigmente und Pigmentruße lassen sich mit diesem Netz- und Dispergieradditiv hochqualitativ dispergieren und stabilisieren.
- Neben der ausgeprägten Viskositätsreduzierung entsprechen insbesondere die verbesserte Farbstärkeentwicklung entlang des Dispergierprozesses und die hochqualitativen koloristischen Eigenschaften höchsten technischen Ansprüchen.
- Die lösemittelfreie Lieferform des Additivs trägt keine flüchtigen Bestandteile zur Formulierung der strahlenhärtenden Beschichtungssysteme bei.

und zugleich hervorragende Ergebnisse bei der Pigmentstabilisierung für lösemittelfreie strahlenhärtende Lacksysteme liefert, wie

- höchst effektive Reduzierung der Pigmentkonzentratsviskosität
- verbesserte Farbstärkeentwicklung entlang des Dispergierprozesses
- koloristische Eigenschaften höchster Qualität (insbesondere Transparenz-, Farbstärke- und Glanzentwicklung)
- lang anhaltende Lagerstabilität der gefertigten Pigmentkonzentrate als auch der formulierten Lacksysteme

Anwendungstechnischer Vergleich

Das neuartige hochmolekulare Netz- und Dispergieradditiv basierend auf CPT (Polymer 2) wurde innerhalb einer umfassenden anwendungstechnischen Studie mit vier anderen Produkten verglichen: einem niedermolekularen Block-Copolymer (Polymer 1), das speziell für die Dispergierung anorganischer Pigmente gedacht ist, sowie drei unterschiedlichen hochmolekularen, hochverzweigten Polymeren (Polymer 3, 4, 5), die vor allem organische Pigmente und Pigmentruße sehr effektiv stabilisieren. *Tab. 1* stellt die fünf Polymere gegenüber.

Effektive Viskositätsreduzierung

Im ersten Schritt der Studie wurde eine Vielzahl verschiedener Pigmentkonzentrate unter Verwendung der Polymere 1 bis 5 hergestellt. Hierzu wurden sowohl anorganische als auch organische Pigmente und Pigmentruße verwendet, um den gesamten koloristischen Raum innerhalb der Prüfung zu berücksichtigen. Die Pigmentdispergierung und Herstellung der Pigmentkonzentrate erfolgte mit verschiedenen Dispergieraggregaten. Für die hier diskutierten Tests wurde ausschließlich der SpeedMixer DAC 400.1 FVZ verwendet, dessen Dispergierprinzip den Beanspruchungen einer dualen asymmetrischen Zentrifuge folgt. Die derart hergestellten Pigmentkonzentrate wurden rheologisch vermessen (Rheometer Anton Paar, System CP 25/1, Scherrate 1s-1, 25 °C) und verglichen.

Abb. 2 und *3* präsentieren exemplarisch die Ergebnisse für die Dispergierung eines Titandioxid- und eines Diketopyrrolopyrrol-Pigments, dispergiert in Dipropylenglykoldiacrylat als kontinuierlicher Phase und unter Einsatz verschiedener Polymermengen bezogen auf den Pig-

Die Verwendung dieser Techniken zur Herstellung der Hauptkette von Pfropf-Copolymeren für einen „Aufpfropf-Ansatz“ erscheint nicht ohne Weiteres naheliegend. Durch perfektes Abstimmen des Hauptkettenpolymers mittels verschiedener (Meth-)Acrylate und anderer ungesättigter Monomere kann die Position von pigmentaffinen und anderen reaktiven Gruppen für die Verbindung mit Seitenketten entlang der Hauptkette so beeinflusst werden, dass sich die Dichte der Seitenketten und die Homogenität ihrer Verteilung steuern lassen. Molekulargewicht und Polarität der Seitenketten haben starke Auswirkungen auf die Verträglichkeit und die Produktviskosität des Additivs. Eine positive Wirkung besteht in einer erhöhten Gleichmäßigkeit der Polymerketten. Die Menge unerwünschter polymerer Nebenprodukte, die weder Seitenketten noch pigmentaffine Gruppen enthalten, wird reduziert. Als Folge ihrer präziseren Struktur sind solche Kamm-Copolymere hervorragende Netz- und Dispergieradditive für zahlreiche Anwendungen. Unter Verwendung dieses synthetischen Ansatzes wurde ein lösemittelfreies flüssiges Kamm-Copolymer entwickelt, das mit allen gängig eingesetzten Monomeren und Oligomeren breit verträglich ist (*Abb. 1*)

Tab. 1 // Geprüfte Netz- und Dispergieradditive im Vergleich.

Polymer	Chemische Basis	Entwickelt für		Aminzahl [mg KOH/g]	Säurezahl [mg KOH/g]	Lieferform
		LM-haltige Systeme	LM-freie Systeme			
1	Block-Copolymer auf Basis Phosphorsäureester, niedrigmolekular	x	x	-	129	100 %, flüssig
2	Kamm-Copolymer auf Basis CPT, hochmolekular	x	x	18	8	100 %, flüssig
3	Hochverzweigtes Polymer, hochmolekular	x	x	48	-	100 %, flüssig
4	Hochverzweigtes Polymer, hochmolekular	x		48	36	100 %, flüssig
5	Hochverzweigtes Polymer, hochmolekular	x	x	41	27	100 %, flüssig

Verträglichkeit des neuartigen Netz- und Dispergieradditivs in...

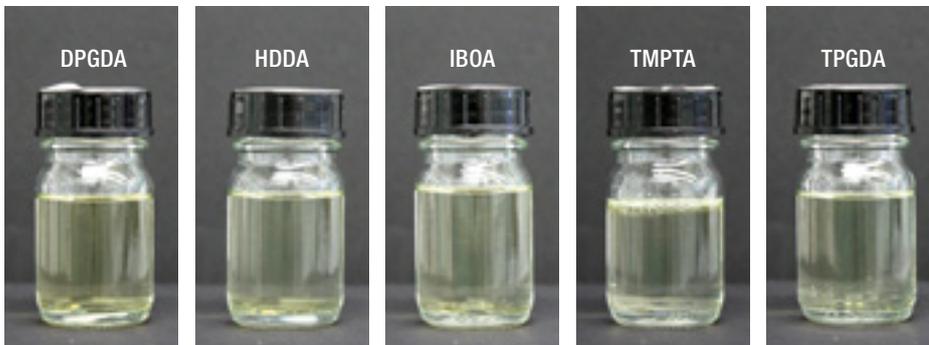


Abb. 1 // Verträglichkeitsstudie des neuartigen Netz- und Dispergieradditivs: 10 Teile in jeweils 90 Teilen Dipropylenglykoldiacrylat (DPGDA), Hexandioldiacrylat (HDDA), Isobornylacrylat (IBOA), Trimethylpropantriacyrylat (TMPTA) und Tripropylenglykoldiacrylat (TPGDA).

mentgehalt. Im Fall des Titandioxid-Pigments bewirkt das auf anorganische Pigmente spezialisierte Polymer 1 bereits in einer sehr niedrigen Dosierung von 1,5 % eine ausgeprägte Viskositätsreduzierung. Dies als Maßstab angesetzt, kann lediglich das neuartige Netz- und Dispergieradditiv (Polymer 2) mit einer vergleichbar guten viskositätsreduzierenden Wirkung (bei jedoch höherer Einsatzmenge) überzeugen.

Die weiteren Versuche mit organischen Pigmenten und Pigmentrußen belegen die breite Einsetzbarkeit von Polymer 2. So lässt sich bereits bei sehr niedriger Einsatzmenge von 5–10 % Polymer bezogen auf den Pigmentgehalt eine wesentlich effektivere Viskositätsreduzierung als mit Polymer 3, 4 und 5 erzielen (Abb. 3). Aufgrund seiner spezifischen chemischen Struktur erweist sich Polymer 1 als ungeeignet für die Dispergierung des Diketopyrrolopyrrol-Pigments.

Langzeitlagerstabilität – ein Muss

Die rheologischen Messungen wurden für alle formulierten Pigmentkonzentrate nach vierwöchiger Lagerung bei Raumtemperatur

wiederholt, um Aussagen über die Langzeitlagerstabilität treffen zu können.

Im Fall des Titandioxid-Pigments wurden zur besseren Anschaulichkeit lediglich die Ergebnisse für die Polymere 1, 2 und 4 in Abb. 4 zusammengestellt. Polymer 3 wie auch Polymer 5 zeigen neben unzureichender viskositätsreduzierender Wirkung auch eine fehlende Langzeitlagerstabilität, was sich durch einen deutlichen Viskositätsanstieg über die Lagerzeit verdeutlicht. Gemäß Abb. 4 lassen sich die Ergebnisse für die Polymere 1, 2 und 4 nun noch differenzierter diskutieren: Für alle drei Polymere erweist sich eine Einsatzmenge von 2,0 % bezogen auf den Pigmentgehalt als bester Kompromiss zwischen Einsatzmenge, Viskositätsreduzierung und Lagerstabilität. Nichtsdestotrotz kann das neuartige Netz- und Dispergieradditiv (Polymer 2) im Vergleich zum spezialisierten Polymer 1 deutlich stärker überzeugen, als dies Polymer 4 gelingt.

Im Fall des organischen Diketopyrrolopyrrol-Pigments (Abb. 5) wird die deutlich bessere Leistungsfähigkeit des Polymers 2 bezüglich Viskositätsreduzierung und Lagerstabilität signifikant. So zeigt Polymer 2 für jede gewähl-

te Einsatzmenge nicht nur eine sehr gute viskositätsreduzierende Wirkung, sondern auch eine ausgesprochene Viskositätsstabilität über die vierwöchige Lagerzeit bei Raumtemperatur. Polymer 3 und 5 erzielen ähnliche bis nahezu vergleichbare anwendungstechnische Ergebnisse erst ab einer Einsatzmenge von 20 % bzw. 30 % bezogen auf den Pigmentgehalt. Polymer 4 kann innerhalb der Lagerversuche nicht überzeugen.

Koloristische Vielfalt

Neben den rheologischen Eigenschaften spielen die koloristischen Ergebnisse eine tragende Rolle bei der Auswahl eines Netz- und Dispergieradditivs. Daher wurden die Pigmentkonzentrate nicht nur rheologisch vermessen und auf ihre Lagerstabilität hin überprüft, sondern auch in verschiedenen lösemittelfreien strahlenhärtenden Lacksystemen aufgelackt und ihre koloristischen Ergebnisse beurteilt. Abb. 6 und 7 zeigen, exemplarisch für die geprüfte breite Palette an Pigmenten, zwei anwendungstechnische Beispiele.

Abb. 6 stellt die Glanzentwicklung der Proben mit dem Titandioxid-Pigment gegenüber, die mit den unterschiedlichen Polymeren stabilisiert wurden. Hierzu wurden die hergestellten Pigmentkonzentrate in einem lösemittelfreien strahlenhärtenden Lacksystem auf Basis Polyester-/Epoxidacrylat aufgelackt, appliziert, mittels UV-Strahlung gehärtet und der Glanz im 20°- und 60°-Winkel gemessen (Byk Glanzmessgerät micro-gloss). Neben der sehr effektiven Viskositätsreduzierung (siehe Abb. 2) erzielt Polymer 2 auch eine hervorragende Glanzentwicklung, die auf vergleichbar hohem Niveau liegt wie die des auf anorganische Pigmente spezialisierten Polymers 1. Insbesondere im Hochglanzwinkel von 20° zeigt Polymer 2 deutlich bessere Ergebnisse als die vergleichend geprüften Polymere 3, 4 und 5.

In einem weiteren anwendungstechnischen Test wurde der Einfluss der unterschiedlichen Polymere auf die Stabilisierung eines opaken Eisenoxid-Pigments geprüft, im Besonderen bezüglich des Einflusses auf den Farbort. Hierzu wurden die hergestellten Pigmentkonzentrate wiederum in einem lösemittelfreien strahlenhärtenden Lacksystem auf Basis Polyester-/Epoxidacrylat aufgelackt, appliziert, mittels UV-Strahlung gehärtet und der Farbort im L*a*b*-Farbraum gemessen (Byk spectro-guide). Die absoluten Messwerte für die a*- und b*-Achse aller getesteten Polymere wurden dann in Relation zu den Messwerten von Polymer 2 als Referenz gesetzt und in einem Koordinatensystem dargestellt (Abb. 7). Zusammengefasst verursachen alle geprüften Polymere sowohl für die a*-Achse als auch für die b*-Achse eine negative Verschiebung

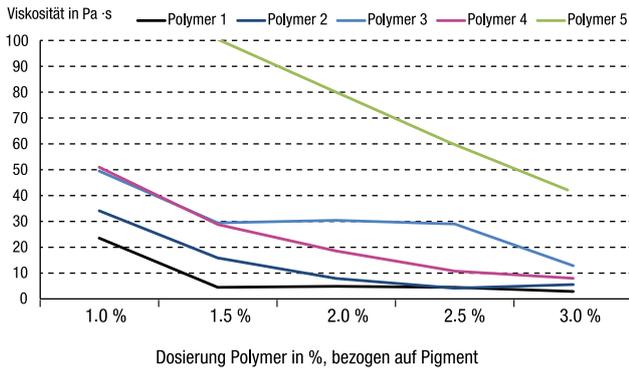


Abb. 2 // Pigmentkonzentrativviskosität als Funktion der eingesetzten Polymermenge: Dispergierung von 75 % Titandioxid (P. W. 6) in Dipropylenglykoldiacrylat (DPGDA).

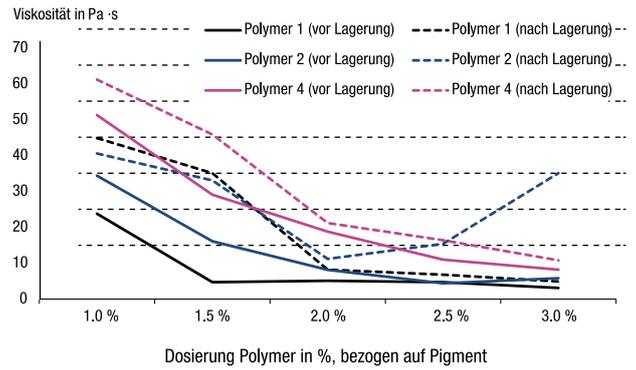


Abb. 5 // Pigmentkonzentrativviskosität als Funktion der eingesetzten Polymer-Dosierung: Dispergierung von 35 % Diketopyrrolopyrrol-Pigment (P. R. 254) in Dipropylenglykoldiacrylat; vor und nach Lagerung für vier Wochen bei Raumtemperatur.

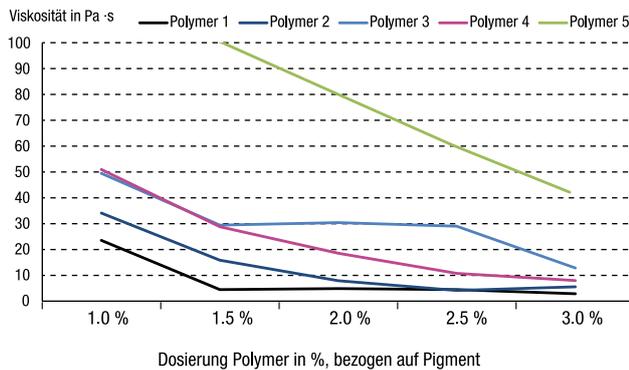


Abb. 3 // Pigmentkonzentrativviskosität als Funktion der eingesetzten Polymermenge: Dispergierung von 35 % Diketopyrrolopyrrol-Pigment (P. R. 254) in Dipropylenglykoldiacrylat (DPGDA).

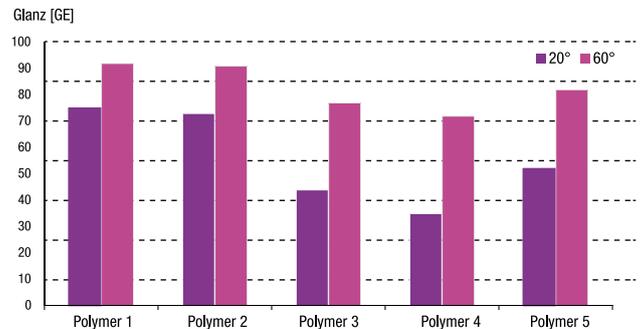


Abb. 6 // Glanzentwicklung (im Winkel 20° und 60°) für die Dispergierung von 75 % Titandioxid (P. W. 6) in Dipropylenglykoldiacrylat und Applikation in einem lösemittelhaltigen strahlenhärtenden Lacksystem auf Basis eines Polyester-/Epoxidacrylats.

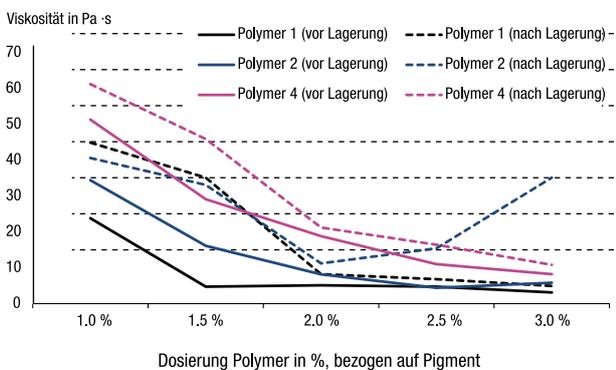


Abb. 4 // Pigmentkonzentrativviskosität als Funktion der Polymer-Dosierung: Dispergierung von 75 % Titandioxid (P. W. 6) in Dipropylenglykoldiacrylat; vor und nach Lagerung für vier Wochen bei Raumtemperatur.

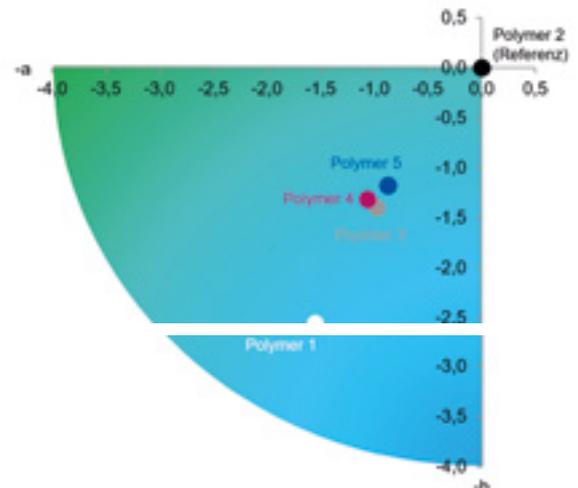


Abb. 7 // Relative Farbortverschiebung entlang der a*- und b*-Achse für die Polymere 1, 3, 4 und 5 im Vergleich zu Polymer 2 bei der Dispergierung eines opaken Eisenoxid-Pigments.

des Farborts im Vergleich zu Polymer 2. Die negative Verschiebung entlang der a*-Achse spricht in allen Fällen für eine reduzierte Farbstärke (Chroma) im Vergleich zu Polymer 2. Die negative Verschiebung entlang der b*-Achse (Farbortverschiebung in bläulichen Unterton) belegt für alle geprüften Polymere eine schlechtere Pigmentstabilisierung (Flockulationsneigung) im Vergleich zu Polymer 2.

Verbesserte Farbstärkeentwicklung

Unter ökonomischen und anlagenspezifischen Gesichtspunkten ist es nicht nur von großem Interesse, bestmögliche rheologische und koloristische Ergebnisse zu erzielen, sondern diese auch in einer möglichst kurzen Dispergierzeit mit dem geringsten maschinellen Einsatz zu realisieren. Daher wurde in weitergehenden Arbeiten die relative Farbstärkeentwicklung verschiedener Pigmente als Funktion der Dispergierzeit evaluiert und die Wirkung der eingesetzten Polymere verglichen. So wurde zum Beispiel ein Pigmentruß-Konzentrat mit einem Pigmentgehalt von 25 % hergestellt und hinsichtlich seiner Farbstärkeentwicklung über den Dispergierprozess beurteilt (Abb. 8). Hierzu wurden die individuellen Pigmentdispergierungen zu verschiedenen Dispergierzeiten gestoppt, eine Probe des jeweiligen Pigmentkonzentrats entnommen, in einem weißpigmentierten strahlenhärtenden Basislack aufgelackt, appliziert und bezüglich der Farbstärke vermessen. Die gemessene absolute Farbstärke wurde für jede einzelne Probe ins Verhältnis zur absoluten Farbstärke für Polymer 2 bei einer Dispergierzeit von 600 Sekunden gesetzt, was schließlich zu den in Abb. 8 dargestellten logarithmischen Dispergierkurven (relative Farbstärkeentwicklung als Funktion der Zeit) führt. Es lässt sich anhand der vier abgebildeten Dispergierkurven (Polymer 1 wurde nicht berücksichtigt) deutlich aufzeigen, dass die Polymere 2 und 4 die höchste relative Farbstärke zu Beginn der Dispergierung aufweisen, welche sich dann jedoch über den Verlauf der Dispergierung unterschiedlich entwickelt. Nach einer Gesamtdispergierzeit von 600 Sekunden weist Polymer 2 die höchste relative Farbstärke auf, gefolgt von Polymer 4 mit einer relativen Farbstärke von ~97 %. Polymer 3 und 5 können weniger überzeugen und erreichen lediglich eine relative Farbstärke von ~89 % bzw. ~93 %. Dieses hier exemplarisch präsentierte Ergebnis konnte für verschiedene organische Pigmente bestätigt werden.

Fazit

Der Einsatz einer kontrollierten Polymerisationstechnologie hat zur zielgerichteten Entwicklung eines neuartigen lösemittelfreien Netz- und Dispergieradditivs geführt, das höchsten technischen Ansprüchen innerhalb der Formulierung von pigmentierten lösemittelfreien strahlenhärtenden Holz- und Möbellacken gerecht wird. Seine breite Einsetzbarkeit für anorganische als auch organische Pigmente und Pigmentruße ist ebenso bemerkenswert wie die ausgesprochene Leistungsfähigkeit hinsichtlich der rheologischen und koloristischen Eigenschaften, die sich innerhalb der Formulierung von Pigmentdispersionen auf Basis des neuartigen Netz- und Dispergieradditivs erzielen lassen.

Literatur

- [1] Webster, O. W.; Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 1987, 7, S. 580
- [2] Matyjaszewski, K.; Xia, J.; Chem. Rev. 2001, 101, S. 2990
- [3] Hawker, C. J.; Bosman, A. W.; Harth, E.; Chem. Rev. 2001, 101, S. 3661
- [4] Moad, G.; Chiefari, J.; Chong, B.; Pristina, J.; Mayadunne, R.; Postma, A.; Rizzardo, E.; Tang, S. H.; Polym. Int. 2000, 49, S. 993
- [5] Göbelt, B.; Progress in Organic Coatings 2006, 55, S. 189.
- [6] Göbelt, B.; Johann, S.; Dettmer, J.; Röbner, M.; European Coatings Journal 2009, 01, S. 44
- [7] Mößner, S.; Roch, M.; Göbelt, B.; Johann, S.; European Coatings Journal 2010, 02, S. 28

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.



HOLGER WACH

studierte Chemieingenieurwesen/Lacktechnik an der Hochschule Niederrhein in Krefeld und war anschließend einige Jahre im Bereich Entwicklung wässriger Lacksysteme für einen mittelständigen Lackhersteller tätig. Nach Funktionen im technischen Service eines Herstellers wässriger Bindemittel und im Bereich Entwicklung von allgemeinen Industrielacken für einen weltweit operierenden Lackhersteller kam er im Jahre 2005 zu Byk, wo er für den technischen Service und die Leitung des anwendungstechnischen Labors im Bereich von Additiven für industrielle Holz- und Möbellacke verantwortlich zeichnet.

SELMA ÖRÜ

absolvierte eine Ausbildung zur Lacklaborantin bei Byk und erwarb anschließend eine Zusatzqualifikation als Lacktechnikerin. Seit 2005 ist sie kontinuierlich im technischen Service für industrielle Holz- und Möbellacke tätig und verfügt aufgrund ihrer langjährigen Praxiserfahrung über ein umfangreiches Know-how im Bereich der UV-Technologie.



Mehr zum Thema!



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



MARCEL KROHNEN
Byk

Im Innen- und Außenbereich

INTERVIEW // NETZ- UND DISPERGIERADDITIV FÜR HOLZ- UND MÖBELLACKE.

Haben Sie bzgl. der Dispergierung und Stabilisierung Unterschiede bei anorganischen und organischen Pigmenten festgestellt?

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass viele konventionelle Netz- und Dispergieradditive sich entweder sehr speziell für den Einsatz mit anorganischen Pigmenten eignen oder aber ihre dispergierende und stabilisierende Wirkung auf organische Pigmente beschränkt ist, was für ausgewählte Anwendungen einen technischen Vorteil darstellen kann. Das hier diskutierte Netz- und Dispergieradditiv ermöglicht es jedoch aufgrund seiner neuartigen chemischen Struktur und unter Verwendung verschiedener funktionaler Einheiten als pigmentaffiner Gruppen, sowohl anorganische als auch organische Pigmente in höchster Qualität zu stabilisieren, was sich im Besonderen bei der Formulierung von Pigmentkonzentrat-Systemen vorteilhaft darstellt.

Ist das neue Additiv für Holz- und Möbellacke sowohl im Innen- als auch im Außenbereich geeignet?

Das Additiv kann ausnahmslos in allen gängigen Holz- und Möbellackanwendungen für den Innen- und Außenbereich eingesetzt werden, da es weder die Wasserempfindlichkeit noch die UV-Langzeitstabilität der Beschichtungssysteme negativ beeinflusst.

Wie signifikant sind lösemittelfreie strahlenhärtende Lacksysteme heute im Holz- und Möbelbereich?

Im Rahmen der allgemeinen globalen Anstrengungen, den Anteil flüchtiger organischer Bestandteile von Beschichtungssystemen auch im industriellen Einsatz immer stärker zu reduzieren, nimmt die Signifikanz lösemittelfreier strahlenhärtender Lacksysteme in ausgewählten Holz- und Möbellackanwendungen deutlich zu und begründet verstärkt die Entwicklung maßgeschneiderter Additivlösungen.

// Kontakt: Julia.Kleist@altana.com
Das Interview führte Kirsten Wrede.



FARBEUNDLACK // LIVE

Kostenfrei einloggen

Holzlacke

WWW.FARBEUNDLACK.DE/LIVE



14. November 2018 // 11.00 Uhr

Der Webcast zum Heft

- ✓ Profitieren Sie von detaillierten Zusatzinformationen zu dem aktuellen Leitartikel in Ihrer FARBE UND LACK.
- ✓ Jeden Monat neu, referiert und vertieft der Autor das Fokusthema der aktuellen Ausgabe. Live.

Einfach registrieren, zuhören und sich austauschen.

Ihr nächster Termin:

Automobillacke

12. Dezember 2018 // 11.00 Uhr

Ihr Kontakt:
Vincentz Network // Moritz Schürmeyer
Plathnerstr. 4c // 30175 Hannover
Tel: +49 511 9910-278
moritz.schuermeyer@vincentz.net



VINCENTZ