

Den Regenbogen formulieren



FARBPASTEN // UNIVERSAL-FARBPASTEN HÄNGEN GANZ WESENTLICH VOM VERWENDETEN DISPERSIERMITTEL-PAKET AB, DAS PIGMENTE IN EINEM WÄSSRIGEN MEDIUM STABILISIEREN UND GLEICHZEITIG MIT AROMATENFREIEN ALKYDHARZ-FARBEN VERTRÄGLICH SEIN MUSS. VOR DEM HINTERGRUND STRENGER WERDEN- DER GESETZLICHER VORGABEN WURDE EINE NEUE REIHE UMWELTVERTRÄGLICHER DISPERSIERMITTEL ZUR FORMULIERUNG DER GESAMTEN PALETTE KENNZEICH- NUNGSFREIER UNIVERSAL-FARBPASTEN ENTWICKELT.

(erschienen in FARBE UND LACK 1/2017)

Steffen Onclin, Heinz-Günther Schulte und Paula Gomez-Perez, BASF

Die stetigen Fortschritte bei Bautenfarben auf wässriger Basis haben zu einem beständigen Rückgang im Einsatz lösemittelhaltiger Alkydharzlacke geführt. Dennoch bieten die meisten Farbenhersteller weiterhin ein Sortiment an lösemittelhaltigen Farben an. Das gilt insbesondere für Hochglanzanwendungen auf metallischen Untergründen im Außenbereich und für die Korrosionsschutzbereiche, in denen lösemittelhaltige Alkydharzlacke eine etablierte Produktklasse sind. Der heutige Marktanteil lösemittelhaltiger Farben im DIY-Bereich ist nur gering, eine separate Produktreihe ist kaum gerechtfertigt. Daher gewinnen Universal-Farbpasten zunehmend an Bedeutung.

Universell einsetzbar

Die allgemeine Zusammensetzung einer Farbpaste auf wässriger Basis ist in Abb. 1 dargestellt. Die Hauptbestandteile sind Wasser und Pigment. Dabei hängt der Pigmentanteil von der Pigmentklasse ab: Deckende anorganische Pigmente werden normalerweise mit einem hohen Pigmentanteil (> 50%) formuliert, einige organische Pigmente oder bestimmte Schwarzpigmente hingegen in sehr viel niedrigeren Konzentrationen.

Moderne Farbpasten müssen einem breiten Spektrum an Anforderungen gerecht werden. Diese betreffen zum Einen die Eigenschaften der Farbpaste selbst, zum Anderen die Applikationseigenschaften in einem Lackfilm. So müssen die rheologischen Eigenschaften der Farbpaste ein genaues Dosieren erlauben. Die Pigmentkonzentration ist so einzustellen, dass sich die Farbstärke bei entsprechenden Dosiermengen für den gewünschten Farbenraum eignet. Die Formulierung muss stabil sein, das heißt, sie darf sich weder absetzen noch dürfen sich die Farbstärke oder die rheologischen Eigenschaften während der Lagerung oder beim Dosieren mit geringer Schergeschwindigkeit ändern. Zudem darf die Farbpaste im Gebinde und in der Düse der Dosiereinrichtung nicht zu schnell antrocknen.

Nach dem Mischen der Farbpaste mit der Farbe werden die Applikations- und Lackfilm-Eigenschaften geprüft. Dazu gehören die coloristischen Eigenschaften, also optisches Erscheinungsbild und Glanz, aber auch mechanische Eigenschaften, wie Härte, Blockfestigkeit, Scheuerfestigkeit und Wasserbeständigkeit. Eine wesentliche Voraussetzung für gute Lackfilm-Eigenschaften ist die optimale Verträglichkeit mit dem eingesetzten Bindemittelsystem. Die Palette der verträglichen Bindemittel muss dabei breit sein und neben Acrylat-, Styrol-/Acrylat- und Vinylacetat-Dispersionen, auch Silikate, Silikone und Polyurethan-Dispersionen umfassen.

Dispergiemittel sind entscheidend

Ein wesentlicher Bestandteil bei der Formulierung von Farbpasten sind die Dispergiemittel. Sie bestimmen in hohem Maße die coloristischen Eigenschaften der Farbpaste und sind auch für deren Verträglichkeit mit verschiedenen Lackbasen maßgeblich. Die Pigmentmahlung findet in einer wässrigen Umgebung statt, sodass eine hervorragende Stabilisierung in Wasser erforderlich ist. Bei der Mischung mit einem wässrigen Basislack kommen die Farbpastenbestandteile mit einer Reihe von Oberflächen in Kontakt, wie Titandioxid, dem Füllstoff-Paket und dem Bindemittel, die ihrerseits mit oberflächenaktiven Stoffen stabilisiert sind. Das in der Farbpaste enthaltene Pigment muss gut genug stabilisiert sein, um die Migration der Dispergiemittel an andere Oberflächen und umgekehrt zu verhindern. Derartige Instabilitäten können zu negativen Erscheinungen im applizierten Lackfilm führen, wie Aufschwimmen/Ausschwimmen und dem Rub-out-Effekt.

Insbesondere bei Universal-Farbpasten sind die Anforderungen an das Dispergiemittel-Paket hoch. In diesem Fall dient die Formulierung für die wässrige Farbpaste auch zum Einfärben lösemittelhaltiger

Alkydharzlacke. Daher müssen die Dispergiemittel nicht nur für eine hervorragende Stabilisierung in einer wässrigen Umgebung sorgen, sondern auch mit einem lösemittelhaltigen Lacksystem verträglich sein. Da Farbenhersteller anstelle von aromatischen vermehrt aliphatische Lösemittel einsetzen, ist es wegen deren niedrigerer Polarität sogar noch schwieriger geworden, dieses Ziel zu erreichen.

Nachhaltigkeitsaspekte als Motor

Neben den technischen Eigenschaften haben Erwägungen zur Nachhaltigkeit und zur Einhaltung von Vorschriften in der Farben- und Lackindustrie zunehmend an Bedeutung gewonnen und sind ein wichtiger Motor bei der Entwicklung neuer Rohstoffe für Farben und Lacke geworden. Obwohl diese Tendenz weltweit besteht, ist die wachsende Bedeutung des Nachhaltigkeitsaspekts insbesondere in Europa zu beobachten. Gesetzliche Vorschriften und Umweltzeichen zwingen die Lieferanten von Lackrohstoffen zu ständiger Neu- und Weiterentwicklung ihrer Produkte. VOC-Höchstmengen werden beispielsweise weiterhin abgesenkt und selbst für schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC) gibt es Grenzwerte, zumindest bei den Gütesiegeln. Auch Rohstoffe mit Gefahrenkennzeichnungen werden beschränkt oder deren Verwendung untersagt. Farbgebilde mit Gefahrenkennzeichnung sind zumindest im DIY-Bereich kaum noch vermarktbar. Das heißt, dass Pigmentkonzentrate, die einer Farbe zugegeben werden können, ebenfalls kennzeichnungsfrei sein müssen. Dies ist insbesondere wegen der CLP-Verordnung EG 1272/2008 von Wichtigkeit. In der Verordnung wird die entsprechende Kennzeichnung von Gemischen gefordert, zu denen auch Farben und Lacke gehören. In Verkaufsstellen für Farben und Lacke, in denen Farbtöne nach Kundenwunsch hergestellt werden, sind mit den kennzeichnungsfreien Farbpasten komplexe Berechnungen zum Etikett nun überholt.

Ergebnisse auf einen Blick

- Aufgrund des zurückgehenden Einsatzes lösemittelhaltiger Alkydharzlacke verlieren separate Farbpasten-Reihen für Bautenfarben auf wässriger und Lösemittelbasis an Bedeutung. Universal-Farbpasten sind zum Einfärben beider Lackarten einsetzbar.
- Das Dispergiemittel-Paket bestimmt in hohem Maße die Eigenschaften einer Farbpaste. Insbesondere bei Universal-Farbpasten sind die Anforderungen hoch.
- Erwägungen zur Nachhaltigkeit und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sind ein wichtiger Motor bei der Entwicklung neuer Rohstoffe für Farben und Lacke.
- Es wurde eine Serie neuer Dispergiemittel entwickelt, mit dem Universal-Farbpasten formuliert werden können, die den Anforderungen der wichtigsten Umweltzeichen erfüllen, ohne dass Leistungseinschränkungen in Kauf genommen werden müssen.

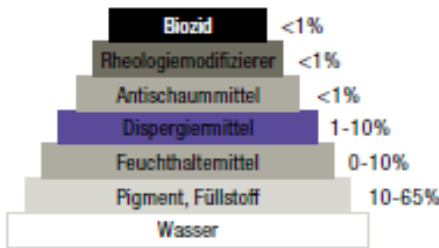


Abb. 1 // Allgemeine Zusammensetzung einer Farbpaste auf wässriger Basis.

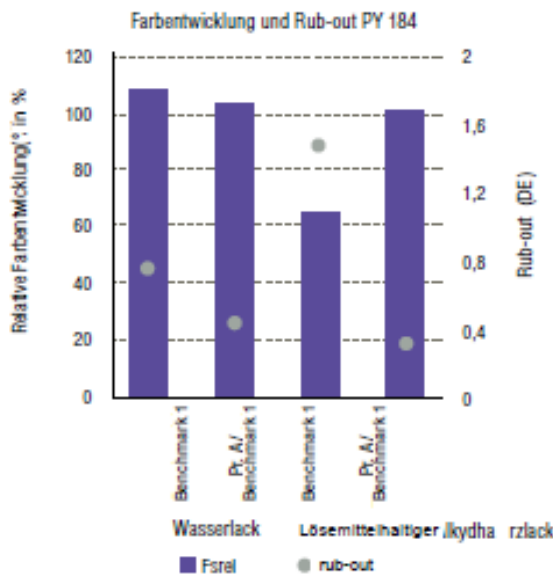


Abb. 2 // Verbesserung der Eigenschaften einer Farbpaste mit Wismut-Vanadat durch den Einsatz eines Phosphorsäureesters. Pigmentanteil 60%, 7% Dispergiemittel (fest) auf Pigment.

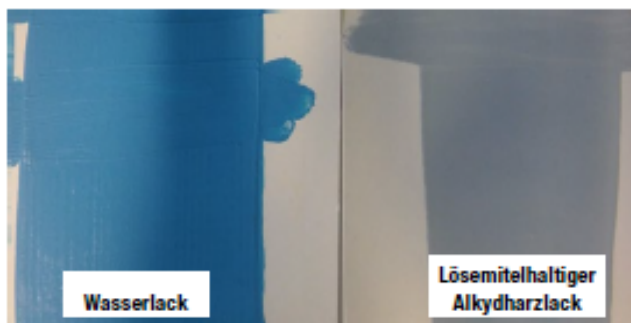


Abb. 3 // Schlechte Farmentwicklung in einem aromatenfreien Alkydharzlack mit polymerem Dispergiemittel.

Universelles Paket erwünscht

Eine Farbpaste-Serie besteht normalerweise aus 10 bis 20 einzelnen Pigmentkonzentraten zur Abdeckung des gewünschten Farbenraumes. Entsprechend müssen viele unterschiedliche Pigmentoberflächen, von Metalloxiden bis zu organischen Pigmenten, Rußen und schließlich auch viele verschiedene Füllstoffe stabilisiert werden. Dafür ist ein Dispergiemittel oder Dispergiemittel-Paket mit einem breiten Applikationsfenster wünschenswert.

Nichtionische Dispergiemittel

Dispergiemittel für Universal-Farbpasten lassen sich grob in drei Kategorien unterteilen: nichtionische und anionische tensidische Dispergiemittel sowie Polymere. Nichtionische Netz- und Dispergiemittel bestehen aus einem hydrophoben Anteil mit Affinität zu hydrophoben Pigmentoberflächen und einem hydrophilen Teil, meist einem Ethoxylat. Die Stabilisierung erfolgt durch die Bildung einer hydratisierten Poly(ethylenoxid)-Hülle um die Pigmentoberfläche. Aufgrund der Poly(ethylenoxid)-Komponente werden die Produkte als Polymere betrachtet.

Ausgewählte nichtionische Produkte sind kennzeichnungsfrei und können allerdings (S)VOC-frei sein, was hauptsächlich von der molaren Masse abhängt.

Diese Dispergiemittel-Klasse ist in einer großen Bandbreite an chemischen Strukturen mit allen möglichen HLB-Werten (ein Maß für das Verhältnis zwischen hydrophilen und hydrophoben Anteilen) und mit molaren Massen von ca. 200 g/mol bis einigen tausend g/mol erhältlich. Was jedoch allen Strukturen gemeinsam ist, ist die Tatsache, dass die Pigmentaffinität auf hydrophoben Wechselwirkungen beruht, was besonders gut zu den nicht polaren Oberflächen der organischen Pigmente passt. Zu dieser Gruppe gehören die Alkylphenolethoxylate, die traditionell und aus wirtschaftlichen Gründen in vielen Teilen der Welt noch immer eingesetzt werden. Jedoch müssen Stoffe mit dieser chemischen Zusammensetzung aufgrund der Umweltbelastung ganz eindeutig ersetzt werden [1].

Anionische Dispergiemittel

Anionische Dispergiemittel weisen meist einen ähnlichen Aufbau wie ihre nichtionischen Verwandten auf. Der Hauptunterschied besteht darin, dass ein Teil des Moleküls eine oder mehrere anionische funktionelle Gruppen enthält. Dies können Carbonsäure-, Sulfonsäure- oder Phosphorsäuregruppen sein. Die Produkte können in saurer Form oder als (teilweise) neutralisierte Strukturen vorliegen. Da die freien Säuren oft als reizend für Augen

Tab. 1 // Neuer Dispergiertmittel-Baukasten für Universal-Farbpasten.

	Technologie	Feststoffgehalt %	VOC (%) ISO 17895	VOC ISO 11890-2	Produktlabel	Ökolabel *
Produkt A	Anionisches Tensid	26	Ca. 0.3 %	< 0.05 %	H315	ja
Produkt B	Mischung von amin- und säurefunktionellen Polymeren	91	< 0.1 %	< 1 %	H302, H315, H319	ja
Produkt C	Nichtionisches Polymer	100	< 0.1 %	< 0.01 %	kennzeichnungsfrei	ja
Produkt D	Nichtionisches Polymer	100	< 0.1 %	< 0.01 %	kennzeichnungsfrei	ja

* To 2014/312/EU

und Haut gekennzeichnet sind oder sogar ätzend sein können, werden die neutralisierten Formen bevorzugt. Erwartungsgemäß weisen solche funktionellen Gruppen eine starke Affinität zu Metalloxidoberflächen auf, sodass sie ideal für die Dispergierung von anionischen Pigmenten und Füllstoffen sind. Sie sind einzeln verwendbar, werden jedoch oft mit nichtionischen Tensiden oder Polymeren kombiniert.

Ester der Phosphorsäure sind dafür bekannt, dass sie den universellen Charakter einer Farbpaste verbessern. Abb. 2 zeigt ein Anwendungsbeispiel: Eine Farbpaste mit Wismut-Vanadat (PY 184), die mit einem als Benchmark dienenden Dispergiertmittel für Universal-Farbpasten dispergiert wurde, ergab eine gute Farbentwicklung und gute

Ergebnisse bei der Rub-out-Prüfung in einem Wasserlack. In einem lösemittelhaltigen Alkydlack werden jedoch eine schlechte Farbentwicklung und starke Rub-out-Effekte beobachtet. Durch die Zugabe eines neuentwickelten Phosphorsäureesters (Produkt A) als Co-Dispergiertmittel verbessern sich die koloristischen Eigenschaften im Alkydharzsystem stark, während die Ergebnisse beim Wasserlack praktisch unverändert bleiben.

Polymere Dispergiertmittel

Polymere Dispergiertmittel weisen im Vergleich zu tensidischen Produkten oft bessere Dispergiereigenschaften auf. Wegen ihrer höheren molaren Masse bieten sie eine widerstandsfähigere Stabilisierung, die von der

Tab. 2 // Richtformulierung für Universal-Farbpaste PBk7.

Farbindex	Special Black 100 Pbk7
Produkt B	6,7
„Loxanol“ PL 5813	8,0
Vollentsalztes Wasser	53,7
NaOH, 25%ig	1,1
Pigment	30,0
„FoamStar“ SI 2250	0,3
Konservierungsmittel	0,2
Total	100

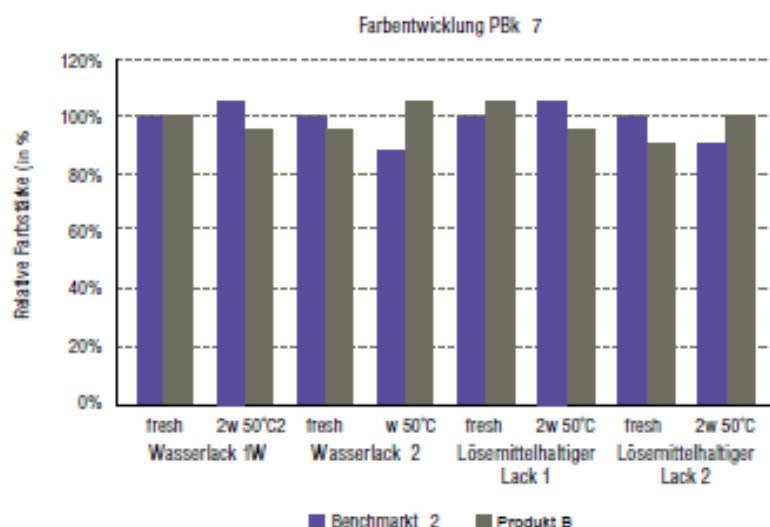
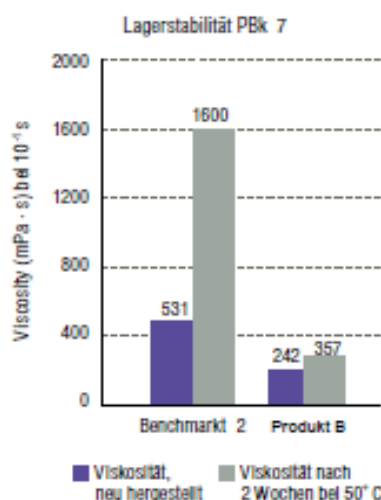


Abb. 4 // Anwendungsbeispiel für Produkt B auf PBk 7. Pigmentkonzentration 30%, 20% Dispergiertmittel (fest) auf Pigment.

Art her sterisch oder elektrosterisch sein kann. Polymere, die ausschließlich durch elektrostatische Effekte stabilisieren, wie Polyacrylsäure-(Co-)Polymere, werden nur zur Dispergierung von TiO_2 und Füllstoffen eingesetzt. Polymere Additive enthalten mehrere Pigment-affine Gruppen. Diese Multivalenz führt zu einer starken Assoziation an der Pigmentoberfläche, was die Verdrängung durch andere ober-

flächenaktive Stoffe im späteren Lack unwahrscheinlicher macht. Insbesondere sind Amin-basierte Ankergruppen für eine starke Affinität zu einem breiten Spektrum organischer Pigmentoberflächen bekannt. Zusätzliche Gründe für den Einsatz polymerer Additive sind u. a., dass sie meist kennzeichnungsfrei sind und einen niedrigen (S)VOC-Gehalt aufweisen.

Obwohl polymere Dispergiemittel eine hervorragende Stabilisierung gegen Ausflockung bieten können, sind sie im Vergleich zu tensidischen Produkten weniger universell. Eine mögliche Erklärung für die mäßigen Eigenschaften wässriger polymerer Dispergiemittel in lösemittelhaltigen Alkydharzlacken könnte eine Polymer/Polymer-Unverträglichkeit sein [2]. Abb. 3 zeigt die Anwendung einer mit einem polymeren Dispergiemittel hergestellten Pigmentpaste in einem wässrigen und einem lösemittelhaltigen Lack. Mit dem polymeren Dispergiemittel ist in dem aromatenfreien Alkydharzlack eine völlige Farbverschiebung zu beobachten.

Ein neuer Dispergiemittel-Baukasten

Die Entwicklung einer kennzeichnungsfreien Farbpasten-Reihe ist und bleibt eine schwierige Aufgabe. Die Vielzahl unterschiedlicher Pigmentklassen und Lackformulierungen macht es praktisch unmöglich, mit einem einzelnen Dispergiemittel auszukommen. Daher wurde ein neuartiger Dispergiemittel-Baukasten für die Formulierung einer kompletten Reihe kennzeichnungsfreier Universal-Farbpasten entwickelt. Die Produkte aus dem Baukasten erfüllen die wichtigsten Standards für Umweltzeichen. Tab. 1 enthält einige der charakteristischsten Parameter der Produkte. Ein Startpunkt war die Entwicklung eines neuen Basis-Dispergiemittels mit Affinität zu einer großen Bandbreite an Pigmentoberflächen und guter Verträglichkeit mit Farben auf wässriger und Lösemittelbasis. Ausgehend von einer neuartigen Dispergiemittelchemie wurde eine Kombination von amin- und säurefunktionellen Polymeren mit universeller Affinität zu Pigmentoberflächen gefunden. Mit diesem Dispergiemittel (Produkt B) ist es möglich, anorganische Pigmente mit hoher Pigmentkonzentration zu formulieren und auch bei organischen Pigmenten und Industrieroßen gute Ergebnisse zu erzielen. Das Produkt ist als wenig gefährlich gekennzeichnet, sodass es in einer Höchstkonzentration von 10% in kennzeichnungsfreien Farbpasten-Formulierungen einsetzbar ist, sofern keine anderen Bestandteile mit ähnlicher Gefahrenkennzeichnung verwendet werden.

Die Zusammensetzung einer kennzeichnungsfreien Universalpaste ist in Tab. 2 angegeben. In diesem Fall wird das Produkt B als alleiniges Dispergiemittel eingesetzt. In Abb. 4 links kann man die bessere Lagerstabilität im Vergleich zu einem Benchmark deutlich erkennen. Der rechte Teil der Grafik zeigt die gleichmäßig guten Farbstärken in jeweils zwei Lacken auf wässriger und lösemittelhaltiger Basis vor und nach Lagerung. Der Baukasten enthält zusätzlich eine Gruppe von Co-Dispergiemitteln. Neben dem bereits erwähnten Produkt A enthält er zwei neuentwickelte nichtionische tensidische Dispergiemittel. Die Produkte C und D sind kennzeichnungsfrei, enthalten kein VOC und weniger als 0,5% SVOC. Der Hauptvorteil eines Baukastens liegt in der Kombination der unterschiedlichen Dispergiemittelarten, sodass für jedes Pigment und jeden Basislack ein optimales Ergebnis erzielt werden kann. Produkt D beispielsweise bietet sehr gute coloristische Eigenschaften mit Phthalocyanin-Pigmenten. Zur Verbesserung der Rheologie der Farbpaste muss jedoch Produkt B zugegeben werden. Die Wirkung von Dispergiemittel-Kombinationen auf die Viskosität und die relative Farbstärke einer blauen Farbpaste ist in Abb. 5 dargestellt. Mit Produkt B erzielt man hingegen eine sehr niedrige Pastenviskosität. Die Farbstärke in dem Alkydlack lässt sich durch anteiligen Ersatz mit Produkt D erhöhen. Der vollständige Ersatz würde jedoch zu einer zu hohen Viskosität führen.

Weitere Richtformulierungen mit den gebräuchlichsten Pigmenten stehen zur Verfügung.

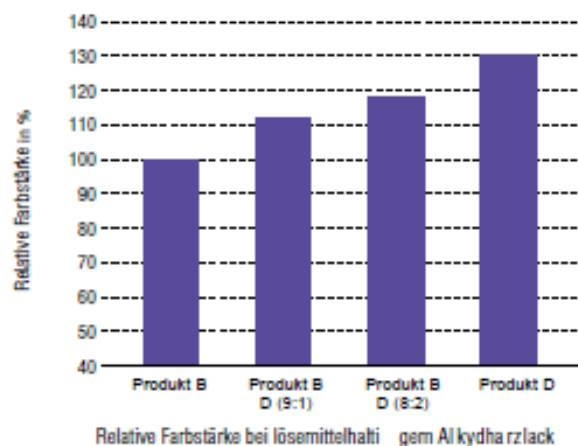
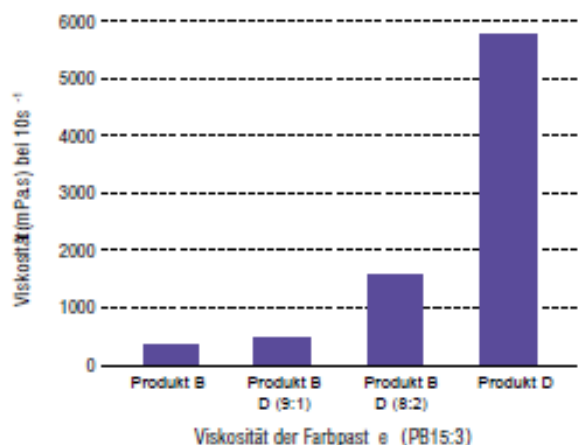


Abb. 5 // Wirkung verschiedener Dispergiemittel-Kombinationen bei einer PB 15:3-Farbpaste auf die Viskosität und die relative Farbstärke in einem lösemittelhaltigen Alkydharzlack. Pigmentkonzentration 42%, 20% Dispergiemittel (fest) auf Pigment.

Flexibel kombinierbar

Pigmentkonzentrate und Farben sind komplexe Multikomponentensysteme, bei denen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Rohstoffen schwer vorhersehbar sind. Daher ist es vorteilhaft, mit einem flexiblen Dispergiemittel-Baukasten zu arbeiten. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit der Dispergiemittel wird ein breites Anwendungsprofil abgedeckt. Zudem ist durch Kombination der Baukasten-Komponenten eine genaue Feineinstellung zur Erzielung der gewünschten Eigenschaften möglich.

Literatur

- [1] ECHA, Kandidatenliste für Anhang XIV, 1. Juli 2015
 [2] Elias, H.-G.: Makromoleküle, 4. Auflage, Hölthig & Wept, 1981, S. 211



DR.
HEINZ-GÜNTHER SCHULTE
 Technischer Marketing
 Manager Lackadditive, BASF

Gut kompatibel

INTERVIEW // WÄSSRIGE UNIVERSALPASTEN SIND MIT ÖKOLABELN KOMPATIBEL UND IN GEWISSEN GRENZEN AUCH MIT ALKYDFARBEN VERTRÄGLICH.

Die Verunreinigung durch Wasser in Alkyden kann eine Reihe physikalischer und optischer Probleme verursachen. Welche Tests haben Sie durchgeführt, um sicherzustellen, dass Ihre wasserbasierten Farbstoffe die Leistung der lösungsmittelbasierten Alkyde nicht beeinträchtigen werden?

Die Toolbox-Dispergiemittel sind mit Wasser und Alkyden gut kompatibel und können problemlos geringe Mengen an Wasser aufnehmen. Bei normalen Einsatzmengen von bis zu ein paar Prozent wurden keine negativen optischen Auswirkungen beobachtet. Satte Alkyd-Farben und Rezepturen für den Korrosionsschutz werden normalerweise nicht mittels Tönung hergestellt.

BASF hat FAME-Dispergiemittel (Fatty Acid Modified Emulsifiers) entwickelt, damit Wasser ohne Probleme in lösungsbasierte Farbe aufgenommen werden kann. Warum haben Sie sich gegen eine Verwendung dieser Produkte entschieden?

Eines der neuen Dispergiemittel in der Toolbox, „Dispex Ultra FA 4525“ (Produkt B), gehört zur FAME-Gruppe. Es gibt tatsächlich ein Produkt, das eine Aufnahme von Wasser in Alkyd-Farbe ermöglicht, um unter anderem die VOC-Vorschriften zu erfüllen. Diese Chemie liefert aber bei der Herstellung von qualitativ hochwertigen Abtönpasten nicht dasselbe Ergebnis wie dies bei den Toolbox-Dispergiemitteln der Fall ist.

Welchen Vorteil hat Ihrer Meinung nach die Herstellung universeller Farbstoffe in Wasser gegenüber bestehenden, traditionellen „universellen“ Systemen wie jene auf Basis von Propylenglykol?

Technisch gesehen ist Propylenglykol eine ideale Flüssigkeit für universelle Farbpasten, da es gut mit Wasser und anderen Lösungsmitteln kombiniert werden kann. Es verhindert auch, dass die Farbpaste in den Düsen des Abtönautomaten antrocknet. Mit einem Siedepunkt von 188 °C ist es jedoch eindeutig eine flüchtige, organische Verbindung (VOC) und daher von fast allen Öko-Labels ausgeschlossen.

// Kontakt: heinz-guenther.schulte@basf.com
 Das Interview führte Jan Gesthuizen.

PAULA GÓMEZ PEREA

studierte Volkswirtschaftslehre an der Universität Complutense (Spanien). Nach ihrem Abschluss arbeitete sie im Key Account Management und Marketing in verschiedenen Bereichen der Firma Cognis GmbH. Seit 2011 ist sie bei der BASF Personal Personal Care and Nutrition GmbH in Düsseldorf zuständig für das Commercial Marketing von Formulierungsadditiven für Anstrich und seit 2016 auch für die Bindemittel.

DR. STEFFEN ONCLIN

studierte chemische Technologie an der Universität Twente (Niederlande). Nach seiner Promotion arbeitete er in der Forschung und Entwicklung von Additiven in den Niederlanden, der Schweiz und in Deutschland. Seit 2011 ist er bei der BASF SE in Ludwigshafen für die globale Produktentwicklung von Dispergiemitteln zuständig.

DR. HEINZ-GÜNTHER SCHULTE

Ist Technical Marketing Manager für Formulierungsadditive bei BASF. Er studierte Chemie und fand die erste Anstellung bei der Firma Herberts in Wuppertal (heute Axalta). Später wechselte er zur Firma Henkel, für die er einige Jahre in den USA verbrachte. 1992 übernahm er bei Henkel die technische Leitung Lackadditive, die 2001 unter dem Namen Cognis selbstständig wurde. 2010 wurde Cognis von BASF übernommen und die Additivaktivitäten der beiden Unternehmen zusammengefasst.