

Advances in Coatings Science and Technology

Save the Date



25 - 26 May 2016
NEC Birmingham (UK)

www.etcc2016.org



K
U
R
Z
R
E
F
E
R
A
T
E



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER



Fachgruppe Lackchemie

79. Lacktagung

Vom klassischen Lack zur High-Tech Beschichtung

16. – 18. September 2015
in Schwerin
im Rittersaal



www.gdch.de/lacktagung2015





Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.
Postfach 90 04 40
60444 Frankfurt am Main
Varrentrappstraße 40-42
60486 Frankfurt am Main
E-Mail: tg@gdch.de
Homepage: www.gdch.de

Geschäftsführer: Professor Dr. Wolfram Koch
Registernummer beim Vereinsregister: VR 4453, Registergericht Frankfurt am Main

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren und Herausgeber für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photo printing, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Layout/Satz: PM-GrafikDesign, Wächtersbach
Druck: Seltersdruck GmbH, Selters/Ts.

(Stand: 21. Juli 2015/TG)



	Seite
WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM	4
Mittwoch, 16. September 2015	4
Donnerstag, 17. September 2015	5
Freitag, 18. September 2015	7
TAGESORDNUNG LACKCHEMIE ARBEITSAUSSCHUSS	4
TAGESORDNUNG MITGLIEDERVERSAMMLUNG	6
VORTRÄGE	9
Spezialitäten & Visionen	9
Qualitätsbewertung	19
Lackrohstoffe / Klassische Funktionen	29



© Stadtmarketing GmbH Schwerin | www.schwerin.info



Mittwoch, 16. September 2015

09:30 **FG-ARBEITSAUSSCHUSS** Spiegelsaal

- 11:30 **Tagesordnung:**
1. Protokoll der letzten Sitzung in Köln am 2. September 2014
 2. Aktuelles zum Ablauf der diesjährigen Lacktagung und der im Rahmen der Tagung stattfindenden Mitgliederversammlung der Fachgruppe
 3. Festlegung von Personen zur Unterstützung des wissenschaftlichen Ablaufs der Lacktagung 2015
 4. Bericht über FATIPEC, ETCC 2016 und andere FG-Aktivitäten
 5. Gremienstruktur der Fachgruppe und Mitglieder im ARAUSS
 6. Lacktagung 2016 in Paderborn: Stand der Vorbereitungen und verbleibende Aufgaben
 7. Lacktagung 2017: Vorschläge und Vorgehen
 8. Verschiedenes

12:15 MITTAGESSEN ARBEITSAUSSCHUSS (bis ca. 13:30 Uhr) Foyer Spiegelsaal

14:00 **Begrüßung** Rittersaal

Rittersaal

Spezialitäten & Visionen

14:20 **Lackvisionen** 11
W. Bremser, Paderborn/DE

15:00 **Über das Härten von Drahtlacken** 12
K.-W. Lienert, Hamburg/DE, S. Rost, Hamburg/DE

15:25 **High-Tech-Beschichtungen für die Elektronik** 13
H. Leiner, Kempen/DE

15:50 PAUSE Foyer Rittersaal

Rittersaal

Qualitätsbewertung

16:20 **Maßgeschneidert für alle Fälle – Strukturiertes Kamm-Copolymer stabilisiert Pigmente in lösemittelhaltigen, lösemittelfreien und wässrigen Lacksystemen und Druckfarben** 21
M. Krohnen, Wesel/DE, A. Rudolphi, U. Fitting, N. Brosthaus, N. Kircher, Wesel/DE

16:45 **Blasenfrei – Wie schaffen das die Additive?** 22
J. Venzmer, Essen/DE

17:10 **Ionische Flüssigkeiten als Leitfähigkeitsadditive für Farben und Lacke** 23
T. J. S. Schubert, Heilbronn/DE, M. Ahrens, Heilbronn/DE

17:35 **Oberflächenaktive Vernetzer zur Überwindung der Sauerstoffinhibierung bei UV Härtung** 24
C. Haaf-Kleinhubbert, Ludwigshafen/DE, L. Engelbrecht, B. von Vacano, R. Schwalm, Ludwigshafen/DE

19:30 **Begrüßungsabend im Weinhaus Wöhler** (bis ca. 22:00 Uhr)

Donnerstag, 17. September 2015

Rittersaal

Lackrohstoffe

08:30 **EPjet – eine neue Drop-on-Demand Beschichtungstechnik für Farben und Lacke** 31
B. Büstgens, Freiburg/DE, J. Rühle, G. Urban, Freiburg/DE

08:55 **Auf dem Weg zu zerstörungsfreien Haftungsuntersuchungen** 32
K. Weber, Stuttgart/DE, I. Zvonkina, Akron/US, M. Hilt, Stuttgart/DE, Y. Hernandez, Mons/BE

09:20 **Numerische Untersuchung des Zerfalls des Lackmaterials durch einen Hochgeschwindigkeitsluftstrahl in Spritzlackierprozessen** 33
B. Shen, Stuttgart/DE, Q. Ye, O. Tiedje, E. Westkämper, Stuttgart/DE

09:45 **Appearance von Automobilbeschichtungen – Orientierung von Effektpigmenten** 35
D. Schier, Darmstadt/DE, K. Fritsche, Darmstadt/DE

10:10 **Glitzer- und Körnigkeitsmessung von Effektlacken** 36
H. Folkerts, Geretsried/DE

10:35 PAUSE Foyer Rittersaal

Rittersaal

Spezialitäten

11:05 **Verbesserte Kratzfestigkeit bei wasserbasierten Lacken** 14
R. Klein, Darmstadt/DE, C. Alt, Darmstadt/DE, N. Pietschmann, H. Lehmann, Magdeburg/DE, R. Emmler, Dresden/DE

11:30 **Die modulare Lackfertigung – eine Selbstverständlichkeit?** 15
M. Breucker, Waltrop/DE

11:55 **Intrinsische Selbstheilung von Lacken** 16
A. Wittmer, Bremen/DE, A. Brinkmann, C. Schreiner, V. Stenzel, A. Hartwig, Bremen/DE

12:20 **Photocuring with photoinitiators comprising hexaarylbisimidazoles using traditional UV-lamps and UV-LEDs** 18
M. Schläpfer, Krefeld/DE, B. Strehmel, Krefeld/DE

12:45 MITTAGSPAUSE Foyer Rittersaal

12:45 Essen für Referenten im Restaurant Lukas

Donnerstag, 17. September 2015

Rittersaal

Lackrohstoffe / Klassische Funktionen

- 14:25 **Neues Screening-Verfahren zur Bewertung des potenziellen Korrosionsschutzvermögens von Polymerdispersionen** 38
U. Christ, Stuttgart/DE, R. Nothhelfer-Richter, C. Englert, Stuttgart/DE
- 14:50 **Hat Methylethylketoxim als Hautverhinderungsmittel eine Zukunft?** 40
R. Rühl, Frankfurt (Main)/DE, T. Reinecke, Hannover/DE
- 15:15 **Metallicpigmente in Pulverlacken – Historie einer interessanten Rohstoffklasse** 41
J. Schulze, Roth/DE, F. Maile, Roth/DE
- 15:40 **Ein leuchtendes Beispiel** 42
R. Ismael, Heiligenroth/DE
- 16:05 **The first biobased diisocyanate and a new building block for polyurethane coatings: pentamethylene diisocyanate – high performance enabled by nature** 43
A. Hecking, Leverkusen/DE, G. Behnken, C. Eggert, Leverkusen/DE

16:40 **Mitgliederversammlung der GDCh-Fachgruppe Lackchemie** Rittersaal

- 18:00 **Tagesordnung:**
1. Begrüßung und Eröffnung der Versammlung
 2. Genehmigung des Protokolls der letzten Sitzung in Köln am 3. September 2014
 3. Bericht über die Aktivitäten der Fachgruppe
 4. Bericht über die Sitzungen der Lackchemie-Arbeitsgremien
 5. Bericht über die finanzielle Situation der Fachgruppe
 6. Entlastung des Vorstands
 7. FATIPEC: Kurzinformation und Bericht über die Aktivitäten der Fachgruppe
 8. Lacktagung 2016 in Paderborn: Stand der Vorbereitungen
 9. Lacktagung 2017: Vorschläge
 10. Mitgliedsbeiträge der Fachgruppe
 11. Verschiedenes

- 20:00 **GESELLSCHAFTSABEND**
- 23:00 **Orangerie des Großherzoglichen Schlosses**

Freitag, 18. September 2015

Rittersaal

Qualitätsbewertung

- 08:30 **Wege zu Bürstenpolymeren und organisch-anorganischen Polymerclustern für resistente Bindemittel** 25
A. Halbhuber, Krefeld/DE, B. Strehmel, Krefeld/DE
- 08:55 **UV/VIS- und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie zur Analytik von Titanhaltigen Konversionsschichten auf Aluminiumlegierungen** 26
B. Neumann, Magdeburg/DE, T. Doege, K. Döring, Magdeburg/DE
- 09:20 **Diffusion als Indikator für spätere Enthftung & Korrosion: SKP- und EIS-Untersuchungen an kathodischer Tauchlackierung auf verschiedenen Metalluntergründen** 27
M. Reichinger, Neuss/DE, M. Dornbusch, Krefeld/DE
- 09:45 **Hochdurchsatzuntersuchungen in der Coloristik von Lacken** 28
G. Meichsner, Esslingen/DE, R. Hiesgen, T. Razniewski, M. Vanderhoeven, Esslingen/DE, F. Müller, T. Brinz, Stuttgart/DE
- 10:10 PAUSE Foyer Rittersaal

Rittersaal

Klassische Funktionen

- 10:40 **Bindemittel zur Formulierung von Holzimprägnierungen mit verbesserten Eigenschaften** 44
C. Wallenhorst, Wülfrath/DE, J. Malberg, R. Winter, Wülfrath/DE
- 11:05 **Bewertung des korrosionsinhibierenden Effekts von Nanocontainern, Mikro- und Nanokapseln in Primerformulierungen** 45
M. Wanner, Stuttgart/DE, U. Christ, Stuttgart/DE
- 11:30 **Bionik in der Farbenentwicklung – Vom durstigen Käfer zur bionischen Fassadenfarbe** 46
C. Schaller, Stühlingen/DE
- 11:55 **Neue Strategien zur Erzeugung technologisch relevanter superomniphober stabiler Lacke auf Sol-Gel-Basis** 47
C. Bellmann, Dresden/DE, J. Harenburg, M. Zschuppe, Wolfen/DE, A. Drechsler, K. Estel, A. Caspari, Dresden/DE

12:20 **Abschluss / Verleihung des Tagungspreises**

- 13:00 STEHIMBISS Foyer Rittersaal

- 14:30 **Schiffsrundfahrt: 4-Seen-Tour**
- 16:00

VORTRÄGE
Spezialitäten & Visionen



© C. Billner

Lack
Chemie

Lackvisionen

Wolfgang Bremser

Universität Paderborn

Lack ist voller Ideen. Lack hat eine große Zukunft. Das sind Gewissheiten. Aber welche Ideen sind realisierbar? Welche Ideen sind nur alter Lack in neuen Dosen? Welche Ideen gibt es überhaupt?

Der Vortrag Lackvision gibt einen Überblick über den Markt der Ideen. Naheliegende, fernliegende und danebenliegende Ideen werden aufgegriffen, angegriffen und kommentiert.

Über das Härten von Drahtlacken

K-W. Lienert, Hamburg, Deutschland, S. Rost, Hamburg, Deutschland

Elantas Beck GmbH, Hamburg, Deutschland

Drahtlacke gehören zu den industriell eingesetzten Beschichtungen, die im Verhältnis zu ihren Eigenschaften ausgesprochen preiswert sind. Elektrische Wickeldrähte sind ein Massengut in der Elektroindustrie. Die guten elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften werden nur dann erhalten, wenn die Lackiermaschine auf den Lack abgestimmt ist. Entwicklungen in der Lackiertechnologie und in den Lackformulierungen der letzten Jahre werden vorgestellt und bewertet. Ein Ausblick auf zukünftige Rohstoffverfügbarkeit, technische Anforderungen und geänderte Eigenschaftsprofile wird gegeben.

High-Tech-Beschichtungen für die Elektronik

Holger Leiner

Lackwerke Peters GmbH & Co. KG, Kempen

Bevor elektronische Schaltungen auf Basis des Trägers Leiterplatte Einzug in den industriellen Einsatz gehalten haben, wurden Drähte als elektrische Leiter durch Beschichtungen auf organischer Harzbasis gegen Kurzschluss geschützt. Mit dem Einsatz der Leiterplatte als Schaltungsträger und der rasanten Entwicklung der Schaltungstechnologie, auch unter extremer werdenden Einsatzbedingungen, z. B. im Tropen-, Militär-, Raumfahrt- und Fahrzeugbereich, sind die Anforderungen an Schutzeigenschaften für elektronische Schaltungen (Baugruppen bzw. Flachbaugruppen) gestiegen.

Die rasante Entwicklung spiegelt sich auch bei den Anforderungen an die Beschichtungsstoffe, sowohl bei der Herstellung der Leiterplatte als auch an der Schutzwirkung der Beschichtung auf dem fertigen Elektronikprodukt, wider.

Die Herstellung einer Leiterplatte ist geprägt von zahlreichen komplexen Fertigungsschritten, in denen Lacke bzw. Beschichtungsstoffe entweder temporär oder auch dauerhaft appliziert werden. Aufgrund der vielseitigen Herstellungsprozesse, der häufig aggressiven Prozesschemie sowie den Anforderungen an Genauigkeit bei fotolithographischer Verarbeitung, Reproduzierbarkeit und Taktzeiten, kann man mit Fug und Recht von High-Tech-Produkten sprechen.

Und wenn die Leiterplatte endlich fertig ist, fangen die Belastungen für z.B. einen Lötstopplack erst richtig an. Lötprozesse mit über 320°C, aggressive Flussmittel, Reinigungsprozesse, klimatische Wechselbelastungen durch Feuchtigkeit und Temperatur sind dabei nur einige Facetten. Um elektronische Baugruppen inklusive der Bauelemente bzgl. Zuverlässigkeit dauerhaft und funktionssicher zu gestalten, werden diese daher oftmals zusätzlich mit sogenannten Schutzlacken beschichtet.

Das Schutzlackieren elektronischer Baugruppen zur Erhaltung oder Verbesserung der elektrischen Eigenschaften - auch unter widrigen Bedingungen - ist der letzte Fertigungsschritt in der elektronischen Massenfertigung. Wesentliche Gesichtspunkte für die Materialauswahl der Schutz- bzw. Isolierlacke sind Einsatztemperaturbereich, Barrierewirkung gegen Wasser bzw. Wasserdampf, Gaspermeabilität, elektrische Isoliereigenschaften, Beschichtungseigenschaften und Haftvermögen sowie Reparaturfähigkeit, Transparenz und Abriebfestigkeit.

Verbesserte Kratzfestigkeit bei wasserbasierten Lacken

R. Klein^{a)}, C. Alt^{a)}, N. Pietschmann^{b)}, H. Lehmann^{b)}, R. Emmeler^{c)}

a) Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Bereich Kunststoffe, Darmstadt

b) Institut für Lacke und Farben e.V., Magdeburg

c) Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH, Dresden

Bisher sich auf dem Markt befindende emissionsarme Wasserlacke sind systembedingt weich, da sie nach der Applikation zu einem homogenen und geschlossenen Film zusammenfließen müssen. Im Gebrauch werden diese vor allem durch Mikrokratzer geschädigt, wodurch Glanz und Transparenz rasch abnehmen. Eine gute Filmbildungseigenschaft steht also im direkten Widerspruch zu einer geforderten Kratzfestigkeit. Um dem entgegenzuwirken, können beispielsweise Silika-Partikel in die Lackrezeptur eingebracht werden. Hierbei werden oftmals in ihrer Form undefinierte pyrogene Kieselsäuren in den Lack eingearbeitet, was zwar die Kratzfestigkeit verbessert, jedoch massive Einbußen in Glanz und Transparenz mit sich bringt. Wasserbasierte Holzbeschichtungen mit hohem Silika-Anteil neigen außerdem zum Vergrauen, so die Optik der natürlichen Holzmaserung getrübt wird.

Im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit dem Institut für Lacke und Farben, Magdeburg (ILF) und dem Institut für Holztechnologie, Dresden (IHD) wurden deshalb vom Fraunhofer LBF oberflächenmodifizierte und an diese Fragestellung angepasste Silikapartikel entwickelt, die unter Erhalt der optischen Eigenschaften eine verbesserte Kratzfestigkeit in wässrigen Polyurethanlacken bewirken können. Hierzu wurden zunächst sphärische Silika-Partikel hergestellt. Zum Erhalt der Transparenz wurde die Partikelgröße dabei unter 50 nm gehalten, so dass das Licht beim Durchstrahlen des Films nicht an dem anorganischen Material gestreut wird. Die Oberfläche wurde zusätzlich mit funktionellen Gruppen versehen, die eine chemische Anbindung an die Lackmatrix ermöglichen. Anders als in herkömmlichen Lacken, wurden die Partikel nicht nachträglich in das System eingerührt, sondern während der Synthese der Lackdispersion direkt an die Polymerpartikel kovalent gebunden. Diese Methode stellt eine gleichmäßige und agglomeratfreie Verteilung des anorganischen Materials im Bindemittel und im verfilmten Lack sicher. Innerhalb der Beschichtung konnten so Silika-Gehalte von 20 Gew. % unter Erhalt der Transparenz und des Glanzes erzielt werden. Die Binder wurden für unterschiedliche Aufgaben (1K-, 2K- und UV-vernetzbare Lacke) im Wesentlichen für Holz- aber auch Kunststoffbeschichtungen individuell bezüglich Glas- und Filmbildungstemperatur, Art und Konzentration der Funktionalität sowie der Polymerzusammensetzung angepasst. Vom ILF wurden daraus unterschiedliche Lacke formuliert und in anwendungsnahen Tests hinsichtlich Applizierbarkeit und Lackeigenschaften untersucht. Im IHD wurde ein Prüfverfahren zur differenzierenden Bewertung von wässrigen Lacksystemen entwickelt.

Der Vortrag schildert die Synthese der Silikapartikel, deren Oberflächenmodifizierung und Charakterisierung sowie die Herstellung und Charakterisierung der Polyurethanbinder. Weiterhin werden die Ergebnisse aus den Lackformulierungen und den Anwendungstests gezeigt.

Die modulare Lackfertigung – eine Selbstverständlichkeit?

Martin Breucker, Waltrip, D

Phase 17 GmbH, Waltrip (Deutschland)

In den letzten Jahren hat die Einführung modularer Fertigungsverfahren in der Lackindustrie (MoFa) eine erhebliche Verbreitung gefunden.

Der Mengendurchsatz (bis zu 10t/h) einer derartigen Anlage ist im Vergleich zur konventionellen Dissolverfertigung (typischerweise 1t/h) enorm und erfordert wesentlich weniger Personaleinsatz [1]. Daneben zeichnet sich das Verfahren durch weitgehend luftfreie Dispergierung und staubfreie Feststoffdosierung aus. Es gibt also eine ganze Reihe attraktiver Vorteile. Offenbar gibt es jedoch trotz dem Firmen, die von der Einführung der MoFa Technologie absehen. Warum ist das so?

Es gibt tatsächlich mehrere Gründe für die Zurückhaltung einiger Anwender. Zunächst baut diese Fertigungstechnologie auf multifunktionalen Halbfabrikaten bzw. Vorformulierungen auf, die im Zweifelsfall zunächst aufwändig entwickelt werden müssen. Das Resultat ist also möglicherweise ein neues Produkt - mit den entsprechenden Konsequenzen bezüglich der erforderlichen Produktfreigabe beim Kunden. Zusätzlich wird befürchtet, dass diese Formulierungen eine starke Abhängigkeit von den Vorlieferanten nach sich ziehen, da Änderungen (z.B. der Additivierung) in einem komplexen, abgestimmten System naturgemäß schwieriger sind. Ein weiteres Hemmnis liegt darin begründet, dass die genannten Halbfabrikate pumpfähig sein müssen und dazu entsprechende Mengen Lösemittel/Wasser enthalten. Je nach Lacksystem besteht die Gefahr, dass diese Zugaben die im Endrezept vorgesehene Mengen überschreiten. Die Umstellung auf dieses Verfahren ist also zumindest nicht trivial.

Hinzu kommt, dass die Dispergierung in Rotor-/Statoraggregaten zwar sehr effizient ist, jedoch nicht bei allen Pigmenten an die von modernen Perlmühlen herankommt. Bei schwer dispergierbaren, transparenten Pigmenten ist also im Zweifelsfall eine nachgeschaltete Perlmühle oder eine Kaskade derselben notwendig. Das ist keine unüberbrückbare Schwierigkeit, nimmt dem Konzept aber einiges von seiner Attraktivität, da häufig der nachgeschaltete Dispergierschritt zum Anlagenengpass wird.

Es stellt sich aber die Frage, ob diese Betrachtung nicht zu kurz greift und zusätzliche Vorteile im Gesamtprozess (einschließlich der Pigmentfertigung!) nicht auch berücksichtigt werden müssen. In den meisten Produktionsprozessen bei Pigmenten steht am Ende eine aufwändige Trocknung, die anschließend, bei der Vordispergierung beim Anwender, quasi wieder rückgängig gemacht wird. Wie sähe es denn aus, wenn die Pigmente statt dessen als Slurry geliefert würden (Möglichkeiten der Standardisierung vorausgesetzt)?

In diesem Vortrag wird durch entsprechende Prozessmodelle und Computer gestützte Simulation [2] der Versuch unternommen, die aus einem derartigen Vorgehen realisierbaren Kostenvorteile zu analysieren.

[1] Hohman, Seeger, Klapper, Farbe & Lack 12/2011, 14ff

[2] Breucker, Farbe & Lack 6/2014, 50ff

Intrinsische Selbstheilung von Lacken

A. Wittmer, A. Brinkmann, Dr. C. Schreiner, Dr. V. Stenzel, A. Hartwig

Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM),
Bremen

Feine Mikrorisse in Beschichtungen können bei anhaltendem Wachstum Auslöser für Materialversagen und Brüche sein. Materialien mit selbstheilenden Eigenschaften sind in der Lage diese mikroskopischen Schäden selbstständig oder durch externen Stimulus zu heilen. Dieser Umstand kann so zu einer Verlängerung der Lebensdauer und zum Erhalt des Erscheinungsbildes eines Materials bzw. Werkstoffes führen. Essentiell für eine autonome Selbstheilung ist eine niedrige Glasübergangstemperatur des Polymers und/ oder das Additieren mit einem Weichmacher, der dazu beiträgt die Moleküldynamik der Polymerketten für einen Selbstheilungsvorgang zu erhöhen.^[1]

Intrinsische Selbstheilung eines Materials bezeichnet einen autonomen Heilungsprozess einer Beschichtung, bei dem keine weitere Zugabe von Wirkstoffen notwendig ist. Dieser Vorgang ist theoretisch unbegrenzt oft möglich. Die Selbstheilung kann durch das Vorhandensein von reversiblen chemischen oder physikalischen Bindungen in einem polymeren Netzwerk realisiert werden.^[2]

Im Rahmen des Vortrags wird ein Selbstheilungskonzept auf Polyurethanbasis vorgestellt. In dem 2K-Lack wird das Selbstheilungsreagenz zum einen als Co-Bindemittel und zum anderen kovalent in dem polymeren Netzwerk fixiert eingearbeitet. Die Moleküle können in beiden Fällen über inter- und intramolekulare physikalische Wechselwirkungen supramolekulare Netzwerke aufbauen. Solche Systeme sind in der Lage Beschädigungen, wie z.B. Mikrorisse durch Reorganisation der Moleküle zu heilen. In der Abbildung 1 ist eine auf Glas gerakelte Schicht des Selbstheilungsreagenzes dargestellt.

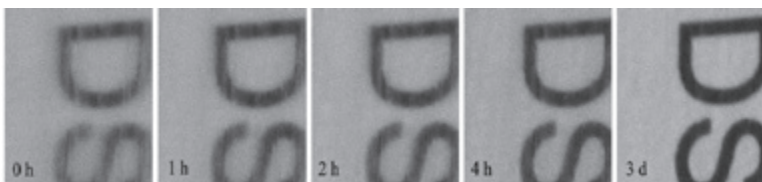


Abbildung 1: Der auf Glas gerakelte Film wurde mit einem Scotch Brite mit 20 Doppelhüben beschädigt. Die zeitliche Abhängigkeit des autonomen Selbstheilungsprozesses bei 20 °C ist über einen Zeitraum von bis zu drei Tagen dargestellt.

Der Film wurde mit einem Scotch Brite mit 20 Doppelhüben beschädigt und die Regeneration zeitlich aufgelöst verfolgt. Nach drei Tagen bei 20 °C ist eine vollständige und autonome Selbstheilung des Films erzielt worden. Auch makroskopische Beschädigungen wie Skalpellrisse bis ins Substrat können selbstständig heilen (Abbildung 2).

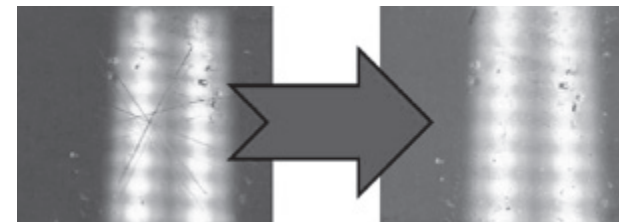


Abbildung 2: Thermische Selbstregenerierung eines Polyurethanlacks nach Skalpellbeschädigungen bis ins Substrat. Die Behandlung erfolgte für 20 min bei 80 °C.

Der autonome Selbstheilungsvorgang des Lackes ist stark abhängig von Einflussfaktoren wie Temperatur und relative Luftfeuchte. Der Einfluss dieser Parameter auf den Heilungsprozess wird aus diesem Grund genauer untersucht und diskutiert.

Literatur:

- [1] Cordier, P., Tournilhac, F., Soulié-Ziakovic, C., Leibler, L. (2008). Self-healing and thermoreversible rubber from supramolecular assembly. *Nature*. 451 (21), Seite 977.
- [2] Ghosh, S. K. (2009). Self-healing Materials. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*. Seite 13-17.

Photocuring with Photoinitiators Comprising Hexaarylbisimidazoles Using Traditional UV Lamps and UV-LEDs

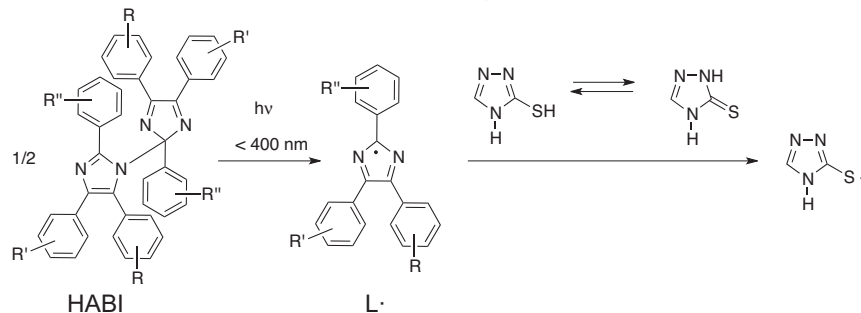
Michael Schläpfer, Bernd Strehmel,

*Niederrhein University of Applied Sciences, Department of Chemistry and
Institute for Coatings and Surface Technology, Adlerstr. 32, D-47798 Krefeld,
Germany*

Photoinitiator systems (PIS) comprising hexaarylbisimidazoles (HABIs) as radical builder exhibit in combination with different coinitiators a high reactivity to initiate photoinduced crosslinking of several multifunctional acrylic esters. Sensitivity of such systems competes with those generating radicals according to the Norrish reaction as used in many UV applications. Reactives acrylates were applied as solvent surrounding.

The interaction between the oxygen stable lophyl radicals and the mercapto compound was examined in more detail. Different combinations of several HABI derivatives and mercapto compounds were studied to explore the influence of the substitution pattern explaining differences in the reactivity of the systems. Photo-DSC measurements were carried out to study the reactivity and conversions in both nitrogen and air surrounding to analyse the sensitivity towards oxygen inhibition. $^1\text{H-NMR}$ -measurements helped to quantify the amount of thione and thiol of the mercapto compound in the monomer chosen. Experiments showed a higher reactivity of those compounds forming a higher amount of thione, while classical hydrogen donors, such as aliphatic thiols, exhibited the lowest reactivity in the photo-DSC measurements.

Recombination rate constants of the lophyl radicals generated were determined in the monomers/reactive solvents to obtain a quantity about reactivity and possible recombinations in the solvent cage affecting sensitivity. Thus, these investigations provide information about the behaviour of the lophyl radicals in the materials chosen and elucidate both influences of the surrounding medium and the different substituents on the reactivity of these PIS.



VORTRÄGE Qualitätsbewertung



Lack
Chemie

Maßgeschneidert für alle Fälle – Strukturiertes Kamm-Copolymer stabilisiert Pigmente in lösemittelhaltigen, lösemittelfreien und wässrigen Lacksystemen und Druckfarben

M. Krohnen, A. Rudolphi, U. Fitting, N. Brosthaus, N. Kircher

BYK-Chemie GmbH, Deutschland

Die Schlüsselaspekte bei der Stabilisierung von Pigmenten umfassen eine wirksame und langanhaltende Adsorption von pigment-affinen Gruppen des Netz- und Dispergieradditivs an der Pigmentoberfläche, wobei die (polymeren) Seitenketten des Additivs eine hervorragende Verträglichkeit mit der umgebenden Matrix aufweisen müssen. Eine Minimierung von Pigment-Pigment-Wechselwirkungen durch das Abschirmen der Partikel mittels sterischer Hinderung kann nur erreicht werden, wenn die (polymeren) Seitenketten des Additivs eine hohe Lösekraft aufweisen, wodurch sie sich strecken und in die flüssige Matrix hineinragen. Im Gegensatz dazu hat eine unzureichende Verträglichkeit ein Verknäueln der Seitenketten sowie einen verminderten Abstand zwischen den Pigmentpartikeln zur Folge, was zur Flockulation führt. Stabilisierte Pigmentpartikel sind die essentielle Voraussetzung für das Erzielen von langanhaltender Stabilität, geringer (Mahlgut-) Viskosität, Hochglanz und hoher Transparenz in Kombination mit einer optimalen Farbstärke in applizierten Lack- und Druckfarbensystemen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Machbarkeit eines neuen Konzepts zu prüfen, bei dem ein einziges, durch kontrollierte Polymerisationstechniken hergestelltes Netz- und Dispergieradditiv für universelle Anwendungen, d. h. die Pigmentstabilisierung in wässrigen sowie in lösemittelhaltigen und lösemittelfreien Systemen, verwendet wird.

Blasenfrei – Wie schaffen das die Additive?

J. Venzmer

Evonik Industries AG, Essen (Germany)

Für qualitativ hochwertige und vor allem defektfreie Beschichtungen ist es unabdingbar, daß sie frei von Luftblasen sind. Luft kann entweder während der Herstellung des Lackes oder aber bei dessen Applikation eingetragen werden. Für die Zerstörung von Makroschaum werden daher Entschäumer eingesetzt, deren Wirkungsweise durch zahlreiche wissenschaftliche Studien bereits intensiv erforscht worden ist.^[1] Die Vermeidung von Mikroschaum ist allerdings weit weniger einfach, zumal die Rheologie der Beschichtungssysteme ein Aufsteigen von Mikroschaumblasen unmöglich macht. Es existieren zwar wirkungsvolle Entlüfter^[2], also Additive, die Mikroschaum in Beschichtungen vermeiden können, allerdings ist über deren Wirkungsweise weit weniger bekannt. In diesem Vortrag sollen Ergebnisse neuerer Untersuchungen diskutiert werden, darunter sowohl Hochgeschwindigkeitsvideoaufnahmen als auch Ergebnisse von Simulationen.

Literatur:

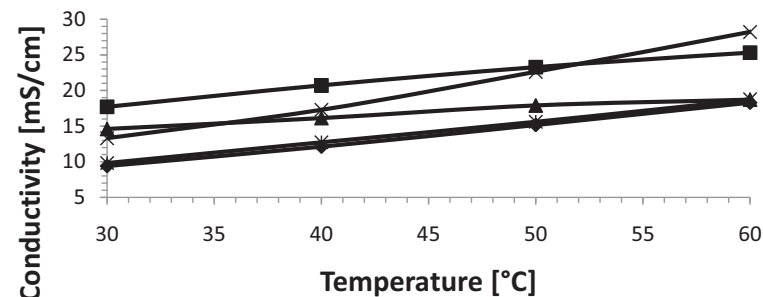
- [1] Denkov, N.D., Marinova, K.G., Tcholakova, S.S. (2014) Mechanistic understanding of the modes of action of foam control agents. *Adv. Colloid Interf. Sci* 206, 57-67.
 [2] Der Große TEGO – Das ultimative Nachschlagewerk für die Lack- und Farbenindustrie. Evonik Industries AG, Essen. 4. überarbeitete Ausgabe 2014.

Ionische Flüssigkeiten als Leitfähigkeitsadditive für Farben und Lacke

T. J. S. Schubert, M. Ahrens

IOLITEC IonicLiquids Technologies GmbH, Heilbronn (Deutschland)

Salze, die bereits bei Temperaturen unterhalb 100 °C flüssig sind, werden als ionische Flüssigkeiten bezeichnet. Viele dieser Substanzen besitzen eine einzigartige Kombination von physikalischen und chemischen Eigenschaften. Durch Variation der strukturellen Eigenschaften lassen sich Viskosität, Leitfähigkeit, thermische und elektrochemische Stabilität, Mischbarkeit und Materialverträglichkeit der ionischen Flüssigkeiten einstellen. In Kombination mit dem niedrigen Dampfdruck und der Unbrennbarkeit vieler ionischer Flüssigkeiten unterhalb ihres Zersetzungspunktes eignen sich ionische Flüssigkeiten prinzipiell als Additive für Farben und Lacke.^[1,2]



◆ EMIM BTA ■ EMIM DCA ▲ EMIM SCN × EMIM BF4 ✕ EMIM OTf

Abbildung 1: Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Struktur der ionischen Flüssigkeiten.

Die Leitfähigkeit sowie das optische Erscheinungsbild von Farben und Lacken lassen sich signifikant durch Zugabe von Additiven basierend auf ionischen Flüssigkeiten verbessern. So lassen sich z. B. durch Erhöhung der Leitfähigkeit die antistatischen Eigenschaften von Lacken optimieren sowie durch Verwendung von ionischen Flüssigkeiten als Dispergiermittel das optische Erscheinungsbild der Lacke verbessern und der Gehalt an leichtflüchtigen organischen Verbindungen reduzieren.^[3,4]

Im vorliegenden Beitrag berichten wir über unsere neusten Entwicklungen im Bereich von Leitfähigkeitsadditiven für Farben und Lacke basierend auf ionischen Flüssigkeiten.

Literatur:

- [1] Wasserscheid, P., Welton, T. (2007). *Ionic Liquids in Synthesis*, Wiley-VCH, Weinheim.
 [2] Schubert, T. J. S. (2005). Ionische Flüssigkeiten - Eine Querschnittstechnologie? *Nachr. Chem.* 53 (12), 1222-1226.
 [3] Plechkova, N. V., Seddon, K. R. (2008). Applications of Ionic Liquids in the Chemical Industry. *Chem. Soc. Rev.* 37 (1), 123-150.
 [4] Weyershausen, B., Lehmann, K. (2005). Industrial application of ionic liquids as performance additives. *Green Chem.* 7 (1), 15-19.

Oberflächenaktive Vernetzer zur Überwindung der Sauerstoffinhibierung bei UV Härtung

Christina Haaf-Kleinhubbert, Lothar Engelbrecht, Bernhard von Vacano, Reinhold Schwalm

*BASF SE, Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen, Deutschland
christina.haaf-kleinhubbert@basf.com*

UV härtbare Lacke weisen oft aufgrund von Sauerstoffinhibierung klebrige Oberflächen auf. Dieser Effekt kann bei zweidimensionalen Objekten mit hoher UV Energiedichte, hohem Gehalt an Photoinitiator oder Inertisierung ausgeglichen werden. Dies ist jedoch zum Teil mit höheren Kosten verbunden oder für zum Beispiel dreidimensionale Objekte nicht immer so einfach zu realisieren. Würde man nun die Sauerstoffinhibierung bei UV härtbaren Lacken vermindern oder gar überwinden, könnte man durch die schnellere Aushärtung gerade auch von dreidimensionalen Objekten neue Bereiche für die UV Härtung erschließen.

Ein Lösungsansatz hier ist der Einsatz von thiofunktionalisierten Additiven, welche an eine oberflächenaktive Gruppe gekoppelt sind. Die thiolhaltigen Additive führen zu einer verbesserten UV-Härtung unter UV-Licht. Da die Sauerstoffinhibierung sich auf die Oberfläche der Lacke konzentriert, bewirkt eine oberflächenaktive Gruppe eine Anreicherung der thiolhaltigen Additive genau dort.

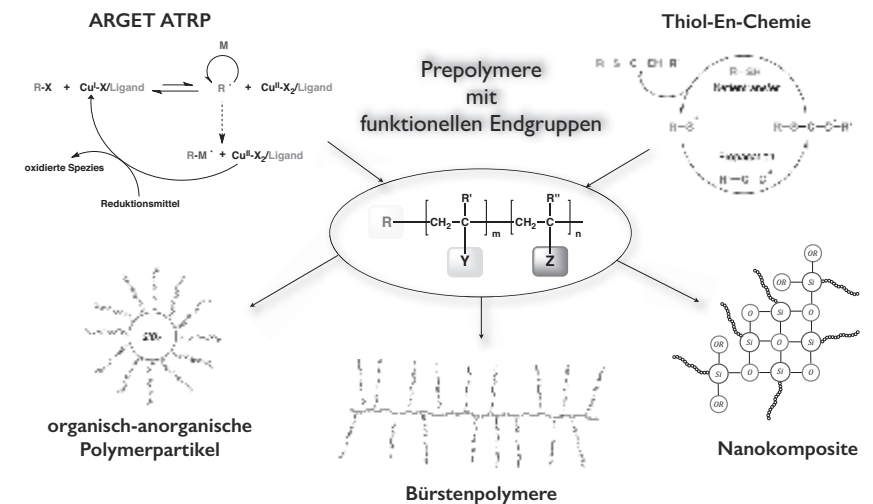
Die oberflächenaktiven Thiole wurden erfolgreich synthetisiert und mit mehrfachfunktionellen Acrylaten zu Lacksystemen formuliert. Die mit UV gehärteten Lacksysteme wurden unter anderem mit Hilfe von TOF SIMS (time-of-flight secondary ion mass spectrometry) auf ihre Oberflächenanreicherung untersucht. Weiterhin wurde die Leistungsfähigkeit der neuartigen Systeme mit einem unter inerten Bedingungen UV gehärteten Standardlack in Bezug auf die Kratzbeständigkeit evaluiert.

Wege zu Bürstenpolymeren und organisch-anorganischen Polymerclustern für resistente Bindemittel

Annett Halbhuber, Bernd Strehmel

Hochschule Niederrhein, Fachbereich Chemie und Institut für Lacke und Oberflächenchemie, Adlerstr. 32, 47798 Krefeld

Resistente Bindemittel adressieren an moderne Beschichtungen neue Herausforderungen und Einsatzmöglichkeiten. Die radikalische Thiol-En-Chemie^[1] stellt dabei eine schnelle und einfache Synthesemethode dar, um zum einen das Kettenwachstum zu steuern und zum anderen gezielt funktionelle Endgruppen in die Polymerkette einzubauen. Kontrollierte radikalische Polymerisationen, wie z.B. die ATRP^[2], ermöglichen die maßgeschneiderte Synthese von definierten Segmenten bzw. Blöcken im Polymer. Durch den Aufbau von Blockpolymeren können gewünschte Oberflächeneigenschaften, wie z.B. Hydrophobie oder Hydrophilie, gezielt in das Polymer eingebaut werden. Auf Grund der Vielfalt an verwendbaren Monomeren ergibt sich für beide Varianten ein breites Spektrum an möglichen Kombinationen unterschiedlichster Monomere. Durch die funktionelle Endgruppe ist es in einem nachfolgenden Schritt möglich, Bürstenpolymere^[3] zu generieren oder ein zusätzliches anorganisches Netzwerk aufzubauen, um so organisch-anorganische Polymerpartikel und Nanokomposite^[4] zu erhalten. Eigenschaften, wie z. B. die chemische Beständigkeit oder die Oberflächenpolarität, können auf diese Weise gezielt verändert werden.



- [1] Hoyle, C. E.; Bowman, C. N. (2010). Thiol-En-Klickchemie. *Angewandte Chemie*. 122 (9), 1584-1617.
- [2] Jakubowski, W.; Min, K.; Matyjaszewski, K. (2006). Activators Regenerated by Electron Transfer for Atom Transfer Radical Polymerization of Styrene. *Macromolecules*. 39, 39-45.
- [3] Taguchi, Y.; Watanabe, N.; Aoshima, N.: EP2365389 B1: Positiv-working lithographic printing plate precursor for infrared laser and process for making lithographic printing plate. 16.01.2013
- [4] Novak, B. M. (1993). Hybrid Nanocomposite Materials - Between Inorganic Glasses and Organic Polymers. *Advanced Materials*. 5 (6), 422-433.

UV/VIS- und Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie zur Analytik von Titan-haltigen Konversionsschichten auf Aluminiumlegierungen

Bernd Neumann¹, Torsten Doege¹, Katrin Döring²

¹Institut für Lacke und Farben Magdeburg gGmbH, ²iLF Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Lacke und Farben mbH

Mit dem Verbot von Chrom(VI)-haltigen Verbindungen in bestimmten Bereichen der Industrie seit 2007 bzw. 2013 (siehe z.B. EU-Altauto-Verordnung [1] oder RoHS-Richtlinie [2]), wurden mehrere Entwicklungen vorangetrieben, um einen ausreichend guten Korrosionsschutz von Aluminium durch Cr(VI)-freie Alternativsysteme zu erreichen.

Ein solches System basiert z.B. auf der Verwendung von H₂TiF₆ in Kombination mit Polymeren und verschiedenen Additiven. Am Ende des Konversionsvorgangs liegen TiO₂ [3] und Polymere bzw. Titan-Polymerkomplexe abgeschieden auf dem Aluminiumsubstrat vor. Da diese Schichten nahezu farblos sind, sind analytische Methoden gefragt, die den Erfolg eines solchen Prozesses bewerten sowie die abgeschiedenen Mengen quantifizieren können.

In dieser Arbeit wird die zeitliche Entwicklung der Abscheidung der TiO₂- / Polymerschichten auf AlMg1 mittels Reflexions- und Absorptionsspektroskopie sowie Röntgenfluoreszenz durch Wachstumsexponenten (β), beschrieben. Es wird gezeigt, dass sich die Reflexionseigenschaften der Substrate nach bereits kurzen Konversionszeiten nicht mehr ändern, obwohl das Schichtwachstum weiter voranschreitet.

Die Kombination von Röntgenfluoreszenz-Zählraten mit UV/VIS-spektroskopisch ermittelten Titangehalten abgelöster Konversionsschichten ermöglicht zudem auch eine quantitative Bestimmung des abgeschiedenen Titans als Masse pro Fläche. Zusätzlich wird eine qualitative Schnellmethode präsentiert, die über das Reflexionsverhalten der Substrate auf die Anwesenheit einer Konversionsschicht schließen lässt.

Tabelle 1: Wachstumsexponenten (β) aus Kurvenanpassungen an UV/VIS- und RF-Daten gemäß: Rate(t) = α · t^β + γ.

Substrat \ Exponent	β _{RF}	β _{UV/VIS}
A	0,51	0,79
B	0,47	0,60

Literatur:

- [1] Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 18. September 2000, über Altfahrzeuge.
- [2] (RoHS-2) Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, vom 8. Juni 2011, zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.
- [3] Pietschmann, J., 2007, JOT, 11, 42-47.

Diffusion als Indikator für spätere Enthftung & Korrosion: SKP- & EIS-Untersuchungen an kathodischer Tauchlackierung auf verschiedenen Metalluntergründen

*Melanie Reichinger, Michael Dornbusch
Institut für Lacke und Oberflächenchemie, Krefeld*

Bevor ein metallisches Bauteil korrodiert oder der Lack an Haftung verliert, dringen Wasser-Moleküle und hydratisierte Ionen über die Polymer-Schicht bis zum Metall vor. Bei Fehlstellen in der Lackierung kann der Transport auch direkt an der Polymer-Metall-Grenzfläche erfolgen. Das weiterführende Verständnis für die Diffusionsvorgänge insbesondere einer NaCl-Lösung ermöglicht schließlich die Vorhersage über resultierende Korrosions- und Enthftungsereignisse am Bauteil.

Bisherige Untersuchungen an Polymer-Metall-Grenzflächen fokussieren sich im Wesentlichen auf klassische Korrosionsbetrachtungen an nicht pigmentierten Klarlacken oder Konversionsschichten. Die Sauerstoffreduktion während der Korrosion führt allerdings zur Alkalisierung der Grenzfläche und ändert kontinuierlich die Randbedingungen für die Diffusion. Darüber hinaus wurden diverse Quellungsuntersuchungen an kommerziellen Lackschichten getätigt. Unklar ist jedoch, ob die Grenzflächendiffusion oder die Diffusion in das Polymervolumen der geschwindigkeitsbestimmende Schritt ist. Außerdem ist zwar bekannt, dass das Polymer während der Quellung vom kristallinen in den amorphen Zustand übergeht, dennoch wird i.d.R. ideales Ficksches Verhalten vorausgesetzt.

Im Vortrag werden zur Grenzflächenbetrachtung Raster-Kelvin-Sonden-Ergebnisse an einer technischen Tauchlackierung unter Sauerstoffausschluss präsentiert. Die Diffusion in das Polymervolumen wird über die Impedanz-Spektroskopie beschrieben. Die gewählten Ersatzschaltbilder werden durch Widerstandsmessungen untermauert. Schließlich werden die Ergebnisse der Grenzflächen- und Volumendiffusion auf Aluminium, Stahl und feuerverzinkten Stahl gegenübergestellt und Ansätze Nicht-Fickscher Diffusion verfolgt.

Hochdurchsatzuntersuchungen in der Coloristik von Lacken

G. Meichsner^{*}, R. Hiesgen^{*}, T. Razniewski, M. Vanderhoeven, F. Müller^{*}, T. Brinz⁺⁺

^{*} Hochschule Esslingen, University of Applied Sciences, Esslingen am Neckar

+ Karl Wörwag Lack- und Farbenfabrik GmbH & Co.KG, Stuttgart

++ Bosch Lab Systems & Custom Solutions, Stuttgart, Waiblingen

Hochdurchsatztechniken gehören zum Handwerkszeug der kombinatorischen Chemie. Sie werden bisher in unterschiedlichen Gebieten der Materialentwicklung angewandt.[1] Im vergangenen Jahrzehnt hielten diese Techniken zunehmend im Bereich der Lack- und Lackrohstoffentwicklung Einzug. In Deutschland stehen mittlerweile mehrere High Throughput Screening-Anlagen (HTS) auf denen Lacke entwickelt und geprüft werden.

Der Einsatz des HTS in der Coloristik wird an zwei Beispielen gezeigt: zum einen untersuchte man die Genauigkeit bei der Reproduktion eines Lackrezeptes, zum anderen analysierte man die Färbecharakteristik der verwendeten Pigmente.

Bei der Reproduktion von Lackrezepten gibt es zahlreiche Einflüsse auf die Genauigkeit der Einstellung des Farbortes. Dies sind Höhe und Präzision der Einwaage, die Reproduzierbarkeit beim Mischen und Dispergieren der Pigmente, die Stabilisierung der Pigmente gegen Flockulation und Sedimentation, die Applikation und Trocknung der Mustertafeln sowie durch die Messunsicherheit bei der Farbmessung. Zur der Analyse der Präzision der Reproduzierbarkeit eines Farbrezeptes wurde die Farbortstreuung mit Methoden der multivariaten Statistik [2,3] bei einem studentischen Labor sowie bei zwei geschulten Personen und einer HTS-Anlage ausgewertet und verglichen. Die Prozessunsicherheit der Farbproduktion lag mit der HTS-Anlage geringfügig über der Messunsicherheit der Farbmessung, während die Farbortstreuung bei der üblichen Durchführung im Labor um ein Vielfaches größer war.

Die Färbecharakteristik von Pigmenten beschreibt den Einfluss von Pigmenten auf den Farbort einer Lackrezeptur. Bei der Farbortberechnung wird diese üblicherweise durch einen Kalibrierdatensatz (Eichreihen) in Kombination mit der Theorie des Strahlungstransportes in pigmentierten Medien beschrieben. Die statistische Versuchsplanung in der Verbindung mit der HTS ermöglicht einen weiteren Weg, nämlich die mathematische Modellierung des Einflusses der Konzentration der Pigmente auf den Farbort. Für ein Farbzept mit drei Buntpigmenten wurde ein mathematisches Modell ermittelt, das die Färbecharakteristik beschreibt. Solche Modelle zeigen die Sensitivität einer Farbzeptur auf die Konzentrationsänderung der Pigmente [4] und sind beispielsweise beim Tönen von Lackansätzen hilfreich.

Literatur:

- [1] T. Brinz, W.F. Maier, O Wolfbeis, Gassensoren durch High-Throughput-Methoden, Nachrichten aus Chem. Tech und Lab. **52** (2004) 1247–1251..
- [2] G. Meichsner und R. Hiesgen: Farbe als Qualitätskriterium - wie sich Ausreißer oder Fehlchargen durch Farbmessung finden lassen, Farbe & Lack 119/5 (2013) 18 – 21.
- [3] G. Meichsner and R. Hiesgen: Estimation of errors in color measurement using multivariate statistics, Proceedings European Coatings Congress, Nuremberg, Germany, March 18/19 2013, Vincentz Network, Hannover, 2013.
- [4] B. Sluban, J.H. Nobbs, The colour sensitivity of a colour matching recipe, Color Res. Appl. 20 (1995) 226–234.

VORTRÄGE

Lackrohstoffe / Klassische Funktionen



Lack
Chemie

EPjet – eine neue Drop-on-Demand**Beschichtungstechnik für Farben und Lacke**

B. Büstgens*, J. Rühle**, G. Urban**

*Epainters GbR, Freiburg, **Institut für Mikrosystemtechnik, Freiburg

Die Epainters GbR beschäftigt sich als Ausgründung des Instituts für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg mit der Entwicklung und Vermarktung eines neuen digitalen Applikationsverfahrens für den Bereich der Beschichtungstechnik. EPjet - Druckköpfe arbeiten nach einem Drop-on-Demand-Prinzip und ermöglichen die kontaktlose, hoch-produktive und Spritznebel-freie Beschichtung von Oberflächen in der industriellen Fertigung, in der Gebäudebeschichtung und in vielen anderen Bereichen. Im Vergleich zu heutigen industriellen Digitaldruck erlaubt die EPjet - Technologie erstmals auch die Verwendung von marktgängigen Dispersionsfarben und Lacken. Die Technik bietet eine Kanten-scharfe, selektive Beschichtung und macht somit die Produkt-spezifische Maskierung überflüssig. Durch das Fehlen des Sprühnebels können erheblich schlankere Anlagenkonzepte realisiert werden und so das gebundene Kapital verringert werden.

EPjet - Druckköpfe sind 2-teilig modular aufgebaut: In einem mikropneumatischen Steuerteil werden parallel eine Vielzahl von individuell einstellbaren Steuerdrücken generiert. Diese aktuieren mit hoher Schaltleistung eine Vielzahl von Mikro-Fluidventilen in einem austauschbaren und frei konfigurierbaren Fluidteil. Je nach Material und Auslegung eines Fluidteils können dünnflüssige bis mittelviskose Medien für Beschichtungsaufgaben eingesetzt werden, so zum Beispiel für Grund- und Aktivierungsschichten, Top-Coats oder dekorative Schichten. Auch können chemisch aggressive Medien oder biologische Materialien appliziert werden.

Neben der Druckkopftechnik werden auch Konzepte für stationäre und manuelle Applikationsgeräte entwickelt, welche auf der Drop-on-Demand Technologie basieren und Vorteile gegenüber herkömmlichen Applikationstechniken aufweisen. In dem Beitrag wird die Technologie vorgestellt und deren Anwendungsbreite anhand von Anwendungsbeispielen aus den Bereichen Architekturbeschichtung, industrielle Lackbeschichtung und Labor-/Medizintechnik demonstriert.

Literatur:

- [1] B. Büstgens, 2014. EPjet – eine modulare Drop-on-Demand Technologie für Beschichtungsstoffe. 5. Fraunhofer Forum, *Digitale Drucktechnik und selektives Beschichten*,
- [2] Patent: Multichannel-printhead or dosing head. EP2442983; CN 102575495; US 8,556,373
- [3] Patent: Method for applying paints to surfaces in a controlled, position-dependent manner. EP 1850969 B1

Auf dem Weg zu zerstörungsfreien Haftungsuntersuchungen

K. Weber, I. Zvonkina, M. Hilt, Y. Hernandez

Fraunhofer IPA (Stuttgart), MULTITEL (Mons, Belgien)

Die Haftung einer Beschichtung auf einem Substrat ist ein entscheidender Faktor für die dauerhafte Leistungsfähigkeit von beschichteten Objekten. Enthftung führt zu Korrosion und anderen Oberflächenschäden, die in industrialisierten Ländern zu einem wirtschaftlichen Schaden in der Größenordnung von 2 - 5% des Bruttosozialprodukts führen.

Bislang sind nur zerstörende Haftungsuntersuchungen an Beschichtungen möglich. Dazu gehört z. B. die Gitterschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409. Die Entwicklung von zerstörungsfreien Methoden für Haftfestigkeitsuntersuchungen ist von hohem Interesse für industrielle Anwendungen und stellt eine Herausforderung dar.

Das Fraunhofer IPA und MULTITEL haben in einem gemeinsamen Projekt die Anwendung der Terahertz-Analyse als zerstörungsfreie Haftfestigkeitsprüfmethode untersucht. Hierzu wurden Beschichtungssysteme mit unterschiedlicher Haftung ausgewählt, präpariert und analysiert. Dabei wurden sowohl die Substrate (Kunststoffe, Metalle) als auch die Beschichtungsstoffe variiert. Es wurden Methoden entwickelt, um an einem Beschichtungssystem gezielt eine Abstufung der Haftung zu erzielen.

Kunststoffsubstrate wurden mit Korona-Entladung aktiviert und mit UV-härtenden Lacken auf Polyurethan-Basis beschichtet. Um eine reproduzierbare Abstufung in der Haftfestigkeit der UV-Beschichtung auf den eingesetzten PE-Folien zu erreichen, wurden entsprechende Aktivierungsparameter ausgearbeitet.

Als Metallsubstrate wurden mit organischen Lösungsmitteln gereinigte Aluminium-, Stahl- und Edelstahlbleche eingesetzt. Ein pigmentierter 2K-Epoxidharz-Lack wurde auf die Metallsubstrate mit sehr guter Haftung appliziert. Eine gezielte Verschlechterung der Haftung wurde durch den Einsatz von kommerziellen Trennmitteln erreicht.

Die Kunststoff- und Metallbeschichtungen mit unterschiedlicher Haftfestigkeit wurden mit der Terahertz-Methode evaluiert und die Ergebnisse mit dem Gitterschnitttest verglichen. Für Metallsubstrate erwies sich diese Messmethode als vielversprechend. Zusätzlich wurden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, die zur Haftungsvariation führen, mit verschiedenen Methoden untersucht (DMA, DSC, FTIR, Rheologie und Oberflächenspannung).

Numerische Untersuchung des Zerfalls des Lackmaterials durch einen Hochgeschwindigkeitsluftstrahl in Spritzlackierprozessen

B. Shen¹, Q. Ye², O. Tiedje², E. Westkämper¹

¹ *Graduate School of Excellence advanced Manufacturing Engineering GSaME, Universität Stuttgart, Stuttgart*

² *Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart*

In Spritzlackierprozessen werden häufig pneumatische und HVLP-Zerstäuber verwendet. Dabei wird das Lackmaterial durch einen koaxialen Hochgeschwindigkeitsluftstrahl, der als Zerstäuberluft bezeichnet wird, zerstäubt. Üblicherweise wird beim Gasaustritt an der Düse die kritische Schallgeschwindigkeit erreicht. Neben der Zerstäuberluft wird gleichzeitig noch die sogenannte Hornluft verwendet, mit der die Breite des Spritzstrahls verändert und somit das gewünschte Sprühbild erzielt werden kann.

Der Primärzerfall des Lackmaterials durch einen solchen Zerstäuber wurde unter Verwendung der VOF-Methode (engl. volume of fluid) numerisch untersucht. Die Regime des Zerfalls des Flüssigkeitsstrahls sind abhängig von vielen Parametern, z. B. der Reynolds-Zahl, der Weber-Zahl, dem Durchmesser des Flüssigkeitsstrahls oder dem Verhältnis der Massenströme von Gasstrom und Flüssigkeitsstrahl. Parameterstudien wurden durchgeführt, um den Einfluss solcher Kenngrößen auf den Zerfall des Flüssigkeitsstrahls besser zu verstehen. Modelle zur Vorhersage der Länge des nicht zerfallenen Flüssigkeitsstrahls in der Nähe des Zerstäubers und des Sauter-Durchmessers der Tropfen im weit vom Zerstäuber entfernten Bereich werden diskutiert und die daraus abgeleiteten Ergebnisse mit den gemessenen Tropfengrößen verglichen.

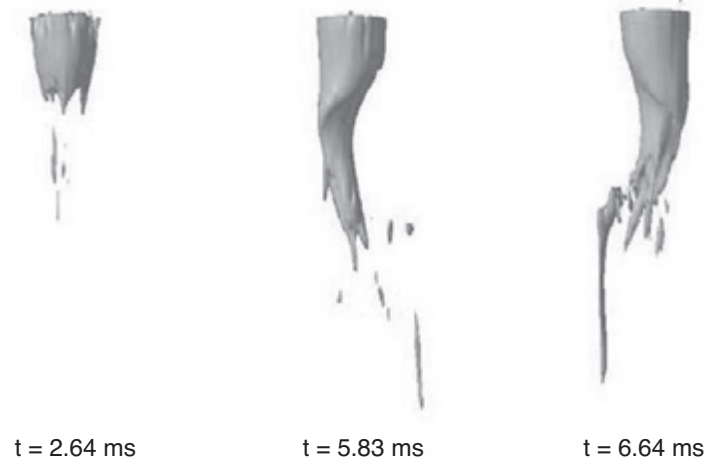


Bild 1: Intakter Strahl des Lackmaterials zu unterschiedlichen Zeiten

Literatur:

- [1] Aliseda, A., Hopfinger, E. (2008). Atomization of viscous and non-newtonian liquids by a coaxial, high-speed gas jet. *International Journal of Multiphase Flow*. 34, pp. 161-175.
- [2] Ye, Q., Tiedje, O., Shen, B. (2014). On the Spray Painting Processes using Steam Atomizing Gun. 26th Annual Conference on Liquid Atomization and Spray Systems.
- [3] Lasheras, J. C., Hopfinger, E. J. (2000). Liquid jet instability and atomization in a coaxial gas stream. *Annual Review of Fluid Mechanics*. 32, pp. 275-308.
- [4] Varga, C. M., Lasheras, J. C., Hopfinger, E. J. (2003). Initial breakup of a small-diameter liquid jet by a high-speed gas stream. *Journal of Fluid Mechanics*. 497, pp. 405-434.

Appearance von Automobilbeschichtungen – Orientierung von Effektpigmenten

D. Schier, K. Fritsche

Merck KGaA, Darmstadt

Der vorliegende Vortrag beschäftigt sich mit der Orientierung von Effektpigmenten unterschiedlicher Größe in Beschichtungen unterschiedlicher Dicke.

Es wird dabei untersucht inwieweit die Partikeldesorientierung durch die Äquivalentdurchmesser der Partikel (PSD 5 - 40 μm und PSD 20 – 100 μm) und die Schichtdicke des Basislacks beeinflusst wird und wie durch Aufteilung einer Gesamtlackierung in mehrere Einzellackierungen die Orientierung gesteuert werden kann. Hierzu werden Schichtdicken von 5 μm bis 50 μm sowohl als Einzellackierung als auch als Gesamtlackierung hergestellt und die Orientierungsverteilung mit Querschnittanalysen im REM, röntgenomographische Methoden sowie Gonio-spektrophotometrische Messungen analysiert [1]. Durch die Analyse der Partikelkoordinaten und der Desorientierungen der Effektpigmente in unterschiedlich konzentrierten Ensembles, wird ein Model entwickelt anhand dessen die Stärke der sterischen Partikelwechselwirkung während des Ausrichtprozesses bei Applikation und Aushärtung der Lackschicht abgeschätzt werden kann. Weiterhin dienen die Daten zum Abgleich mit den Befunden zu den Orientierungsmechanismen [2].

Literatur:

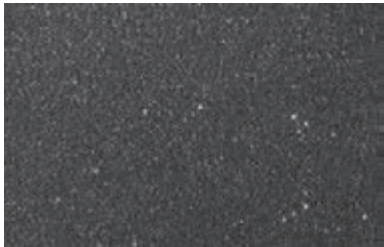
- [1] Rösler M., Berthold L., Schischka J., Heneka M. (2013), Evaluation of Effect Pigment Orientation using combined SEM, TEM and X-ray CT analysis and conclusion for interpreting gonio-spectrophotometric data of effect coatings, Proc. ACA 2013 Thanyaburi Thailand
- [2] Kirchner E. (2009), Film shrinkage and flake orientation, *Progress in Organic Coatings*, 65, 333-336

Glitzer- und Körnigkeitsmessung von Effektlacken

Henrik Folkerts

BYK-Gardner GmbH, Geretsried; Germany

Heutzutage spielen Effektlackierungen bei vielen Anwendungen eine sehr wichtige Rolle, weil durch deren Einsatz das Aussehen eines Gegenstandes an Attraktivität gewinnt. Im Gegensatz zu konventionellen Unifarben ändern Effektlacke ihr Aussehen mit dem Beobachtungswinkel und den Lichtverhältnissen. Bei Interferenzlacken ändert sich mit dem Blickwinkel nicht nur die Helligkeit, sondern auch der Farbton. Zusätzlich beeinflussen Metallicflakes und andere Glitzerpigmente den visuellen Eindruck abhängig von den Lichtverhältnissen: Sonnenschein im Vergleich zu bedecktem Himmel verursacht ein mehr oder weniger starkes Glitzern.



Sonnenschein: Glitzereffekt



Bedeckter Himmel: Körnigkeit

Glitzer

Man kann einen Glitzereffekt nur unter direkter Sonneneinstrahlung wahrnehmen. Der Effekt wird oft mit unterschiedlichen Worten beschrieben, wie z.B. Glitzer, Mikro-Brillanz oder Schimmer. Der Glitzereffekt wird durch das Reflexionsvermögen der einzelnen Effektpigmente verursacht. Aus diesem Grunde wird er beeinflusst durch:

- Art und Größe der Metallicflakes
- Konzentration der Effektpigmente
- Ausrichtung der Effektpigmente
- Applikationsmethode

Der Glitzereffekt verändert sich in Abhängigkeit des Beleuchtungswinkels.

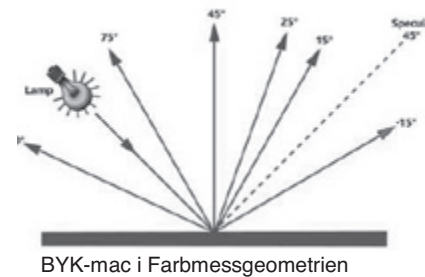
Körnigkeit

Während wir bei Sonnenschein den Glitzereffekt wahrnehmen, verändert sich der Eindruck bei bedecktem Himmel völlig. Dieser veränderte Eindruck wird mit Begriffen wie Körnigkeit oder "Salz und Pfeffer" beschrieben. Die Körnigkeit hängt von der Flakegröße oder der Flake-Orientierung ab. Daraus resultiert ein uneinheitliches und unregelmäßiges Muster. Der Beobachtungswinkel ist dabei von geringer Bedeutung.

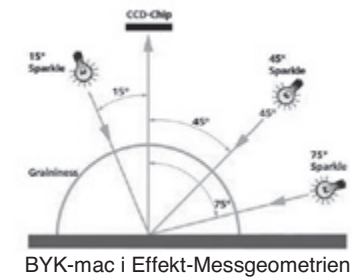
Um das Aussehen von Effektlacken unter verschiedenen Beobachtungswinkeln und Lichtverhältnissen vollständig beschreiben zu können, ist die Bewertung des Helligkeits- und Farbflops mit Hilfe der Mehrwinkelfarbmessung nur der erste Schritt. Es müssen zusätzlich noch Parameter bestimmt werden, die das Erscheinungsbild bei direktem Sonnenlicht und bedecktem Himmel quantitativ beschreiben.

Glitzer- und Körnigkeitsmessung

Beim BYK-mac i wird die Probe zusätzlich mit sehr hellen LEDs unter drei verschiedenen Winkeln beleuchtet. Eine CCD-Kamera nimmt dabei senkrecht zur Oberfläche jeweils ein Bild auf. Die Bilder werden mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen analysiert. Um eine bessere Differenzierung zu gewährleisten, wird der Glitzereffekt durch ein zweidimensionales System beschrieben: Glitzerfläche und Glitzerintensität. Zur Bewertung der Körnigkeit nimmt die Kamera ein Bild bei diffuser Beleuchtung auf, die durch zwei weiß beschichtete Halbkugeln erzeugt wird.



BYK-mac i Farbmessgeometrien



BYK-mac i Effekt-Messgeometrien

Neues Screening-Verfahren zur Bewertung des potenziellen Korrosionsschutzvermögens von Polymerdispersionen

U. Christ, R. Nothhelfer-Richter, C. Englert

Fraunhofer IPA, Stuttgart, DE

Verschärfte Anforderungen für den Umwelt- und Arbeitsschutz führen in den letzten Jahren zu verstärktem Einsatz von wasserverdünnbaren Beschichtungsstoffen. Beim Korrosionsschutz von Stahl sind seit Jahrzehnten 2K-Epoxid-Grundbeschichtungssysteme der Stand der Technik. Vom Standpunkt der Verarbeitung, der Handhabung (1K-Materialien) und der Arbeitssicherheit (Kennzeichnungsfreiheit) wären 1K-Beschichtungssysteme auf Basis von Polymerdispersionen die ideale Lösung für den Korrosionsschutz dieser wirtschaftlich bedeutenden Anwendungsgebiete. Polymerdispersionen zeigen jedoch im Vergleich zu reaktionshärtenden Systemen (2K-Beschichtungsstoffen) deutliche Schwächen im Korrosionsschutzvermögen, die mit der unterschiedlichen Filmbildung zusammenhängen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Beschichtungsstoffe aus 16 verschiedenen Styrol-Acrylat-Dispersionen mit verschiedenen Grundvarianten der Pigmentierung und Additivierung rezeptiert und die daraus hergestellten Beschichtungen auf ihr Korrosionsschutzvermögen und auf damit korrelierende physikalisch-chemische Eigenschaften untersucht. Mit einem neu entwickelten Screening-Verfahren, bestehend aus 72 h Salzsprühtest und 72 h Kondenswassertest an halbtransparent hergestellten Beschichtungen, lassen sich die Systeme schnell hinsichtlich ihres Korrosionsschutzverhaltens einteilen. Beschichtungen mit geringem Korrosionsschutzpotenzial können nach diesen Verfahren schnell identifiziert werden, sodass sich die Entwickler auf die „guten“ Systeme weiter konzentrieren können. Ergänzend zum o.g. Screening-Verfahren wurden auch aufwändigere Methoden wie die Sauerstoff- und Wasserdampfpermeation sowie die Elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) und die Rasterkelvinsonde eingesetzt, womit die Ergebnisse des Screenings bestätigt und auch Wirkmechanismen erkannt und erklärt werden können. Die Ausbreitung kathodischer Fronten, die von aktiven Korrosionsstellen ausgehen und durch Schwächung der Haftung der Beschichtung auf dem Substrat den weiteren Korrosionsfortschritt begünstigen, wird durch die Sauerstoff-Permeation maßgeblich bestimmt. Auch hier ist die Art der Polymerdispersion und die Pigmentierung von entscheidendem Einfluss. Das Korrosionsschutzvermögen korreliert mit der Barrierewirkung gegenüber korrosionsstimulierenden Substanzen, wie Chloriden, sowie gegenüber Wasser und Sauerstoff, die für den Fortschritt der Korrosion notwendig sind. Unter Belastung mit NaCl-Lösung wurde die Barrierewirkung zeitabhängig mittels EIS (Abb. 2) und Auswertung des Porenwiderstandes aus den Niedrigfrequenzimpedanzwerten (Abb. 1) bestimmt. Die Messungen ergeben eine gute Korrelation zu den o.g. Screening-Ergebnissen des Korrosionsschutzes, allerdings schon nach sehr viel kürzeren Messdauern von wenigen Stunden.

Abbildungen:

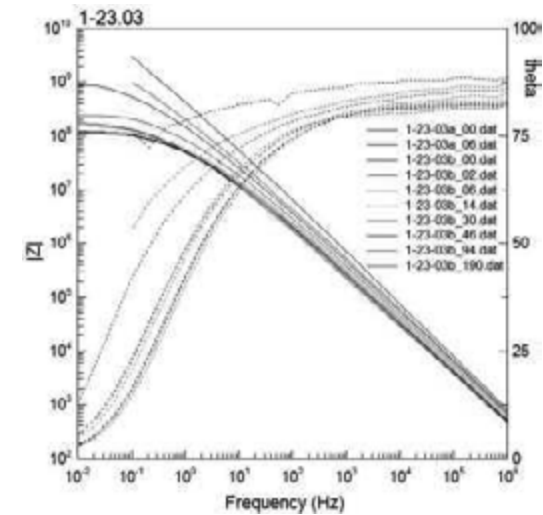


Abb. 1: EIS-Spektren einer Beschichtung nach unterschiedlichen Belastungsdauern

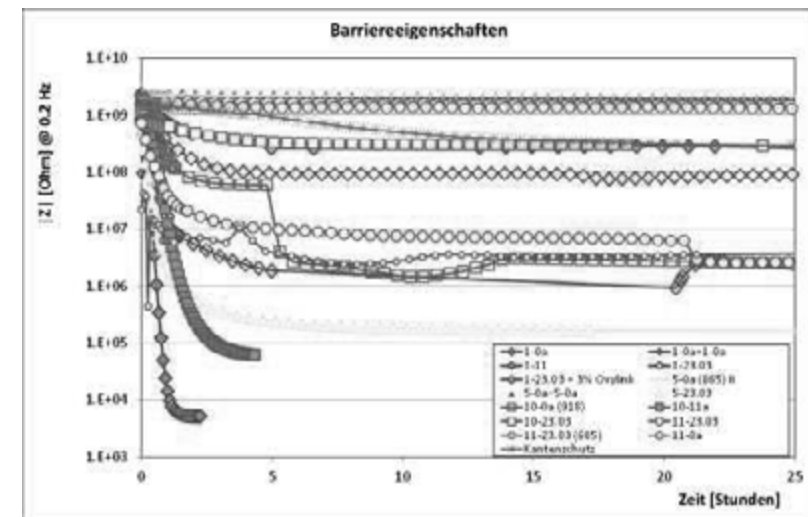


Abb. 2: Zeitliche Entwicklung der Barriereigenschaften von verschiedenen Beschichtungen bei Belastung mit NaCl-Lösung

Hat Methylethylketoxim eine Zukunft als Hautverhinderungsmittel?

Reinhold Rühl, Frankfurt und Thorsten Reinecke, Hannover;
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Nachdem durch REACH ein DNEL für Methylethylketoxim (MEKO) aufgestellt worden war, erfolgten erste MEKO-Messungen beim Verarbeiten von Parkettsiegeln mit Werten unter 1 mg/m³. Bei diesen Versiegelungsarbeiten sind die Beschäftigten relativ hoch exponiert, da eine Raumlüftung durch das Schließen von Fenstern und Türen völlig ausgeschlossen wird und relativ große Mengen Siegel in kurzer Zeit verarbeitet werden. Daher hat der Ausschuss für Gefahrstoffe in der TRGS 617 "Ersatzstoffe für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett- und andere Holzfußböden" die MEKO-haltigen Produkte als Ersatzstoffe empfohlen. Dies erfolgte unter Berücksichtigung des damals (Herbst 2012) diskutierten Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW) für MEKO. Dieser AGW in Höhe von 1 mg/m³ erschien im Frühjahr 2013.

Im Sommer 2013 gründete sich ein Arbeitskreis aus Mitgliedern der TKB des Verbandes der Lackindustrie, der BG BAU, der Sozialpartner des Malerhandwerks, der BAuA und der Hersteller von Hautverhinderungsmitteln. Ziel ist es, die MEKO-Expositionen beim Einsatz von Bautenlacken zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten alternativer Hautverhinderungsmittel zu prüfen. Es stellte sich als sehr schwierig heraus, Baustellen zu finden, um Arbeitsplatzmessungen durchzuführen. Daher wurden, z.T. unter worst case Bedingungen, Malerarbeiten in Räumen und Gebäuden der Hersteller von Bautenlacken durchgeführt. Die MEKO-Expositionen bei diesen Arbeiten lagen, bei Bautenlacken mit einem max. MEKO-Gehalt von 0,6 %, über 1mg/m³, mit einem Maximum von bei 3,9 mg/m³. Inzwischen konnten auch erste Messungen auf Baustellen durchgeführt werden. Die Konzentrationen liegen hier niedriger, immer unter 1 mg/m³.

Im Frühjahr 2014 wurde bekannt, dass das Bundesinstitut für Risikobewertung bereits bekannte Tierstudien mit MEKO nach den Kriterien der CLP-Verordnung ausgewertet hat und zum Schluss kommt, dass MEKO als krebserzeugend Kategorie 1 B einzustufen ist. Allerdings wird das Krebsrisiko als sehr gering eingeschätzt, beim unterschreiten des AGW von 1 mg/m³ wird die vom Ausschuss für Gefahrstoffe definierte Akzeptanzschwelle von 4:100.000 unterschritten.

Aufgrund der im Frühjahr 2015 vorhandenen Messdaten ist von einer Überschreitung des AGW für MEKO auszugehen. Es ist allerdings zu erwarten, dass mit weiteren Messungen auf Baustellen niedrigere Konzentrationen ermittelt werden und eine abschließende Bewertung "der Arbeitsplatzgrenzwert von MEKO wird beim Einsatz von Bautenlacken eingehalten" möglich ist. Mit diesem Ergebnis könnte auch gemeinsam auf die zu erwartenden politischen Diskussionen zur Einstufung von MEKO als krebserzeugend konstruktiv reagiert werden.

Metallpigmente in Pulverlacken Historie einer interessanten Rohstoffklasse

Hauptautor (Joachim Schulze (J.S.) Zweitautor (Frank J. Maile) (F.J.M)

Schlenk – Metallic – Pigments GmbH, 91154 Roth-Barnsdorf

Inhaltsangabe (Kurztext):

Die Ära der Pulverlacke begann mit den späten 50-er Jahren. Das erste Verfahren zur großtechnischen Herstellung von Aluminiumpigmenten wurde bereits 1910 in den USA entwickelt (Stampfverfahren), also gut 40 Jahre vor der Einführung der ersten Pulverlacke.

Der Vortrag spiegelt zum einen die Entwicklung von Metallpigmenten und Pulverlacken parallel in einer historisch aufbereiteten Gegenüberstellung wider. Als auch den wirtschaftlichen Nutzungsgrad beider Fachgebiete bei zunehmend wachsender Produktsynergie.

Literatur:

- [1] Pieter Gillis de Lange (Powder Coating Chemistry and Technology)
- [2] Judith Pietschmann (Industrielle Lackierung von Pulverlacken Ausgabe 2)
- [3] PCI (Paint & Coatings Industry (A History of Powder Coatings)

Ein leuchtendes Beispiel

Autor: R. ISMAEL

ARALON GmbH, 56412 Heiligenroth, Deutschland (www.aralonline.com)

Tagesleuchtpigmente (TLP) sind fluoreszierende Farbstoffe, die bereits durch normales Tageslicht zum Leuchten angeregt werden.

Lösungsmittelbeständige, stark fluoreszierende Pigmente sind bisher nur auf der Basis gehärteter formaldehydhaltiger Polymere erhältlich. Dazu gehören Melamin-Toluenesulfonamid-Formaldehyd Harze, wie auch Benzoguanamin-Formaldehyd Harze, die eine geringere Lichtstabilität aufweisen [1].

In der Literatur [1] werden formaldehydfreie hochfluoreszierende Pigmente erwähnt, von denen einige auch im Markt erhältlich sind. Jedoch zeichnen sich diese durch geringere Lösungsmittelbeständigkeit aus im Vergleich zu ihren formaldehydhaltigen Pendanten.

Die neue ARAGEN-10 Technologie adressiert die Probleme der alten Technologien. Vorläufer der ARAGEN-10 (AG-10) Serie sind Modifikationen auf der Basis von Polyesterharzen. Eine Erhöhung der multifunktionellen Anteile im Polyester-Harz (Pentaerythrit) hat die Lösungsmittelbeständigkeit zwar teilweise verbessert, dies allerdings auf Kosten der Reflektion. Ähnliche Ergebnisse findet man bei Erhöhung der multifunktionellen Anteile in Polyamid und Polyurethan Harzen. Die traditionellen formaldehydhaltigen Amin-Harze sind bisher anderen Harzen überlegen. Die AG-10 Technologie macht Gebrauch von einem Hybridpolymer der erwähnten formaldehydfreien Technologien.

- Mit den neuen Technologien ist die Vision einer formaldehydfreien Herstellung von fluoreszierenden Pigmenten realistisch geworden. Verzicht auf Formaldehyd bei Tagesleuchtpigmenten ist nicht mehr verbunden mit Kompromissen.
- Die neuen Technologien übertreffen in vielen Attributen ihre formaldehydhaltigen Vorläufer.
- Eine ähnliche Technologie soll bald auch die Anwendung von fluoreszierenden Pigmenten in kosmetischen Endprodukten ermöglichen. Dazu werden Hybridharze kombiniert werden mit kosmetischen Farbstoffen wie D&C Yellow 8, D&C Red 28, D&C Red 21, D&C Violet 2, FD&C Blue1, FD&C Red 5 und allen erhältlichen „Lake“-Versionen dieser Farbstoffe kombiniert.

Literatur:

[1] : Ismael, R., Schwander, H. and Hendrix, P. 2013. Fluorescent Dyes and Pigments. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 1–22.

The first biobased diisocyanate and a new building block for polyurethane coatings: pentamethylene diisocyanate High performance enabled by nature

G. Behnken, A. Hecking, C. Eggert
Bayer MaterialScience AG

Sustainability is increasingly impacting on the purchasing decisions of customers, brand owners and consumers. Bio-based polyols have existed, but up to now the limiting factor in developing bio-based polyurethanes has been the crosslinkers.^[1-3] Bayer MaterialScience has solved another part of the puzzle of how to develop more sustainable polyurethanes with the release of DESMODUR® eco N 7300. This is a new solvent-free aliphatic polyisocyanate and the first polyurethane crosslinker on the market with a significant renewable content that has not come at the expense of performance. It is based on a new diisocyanate, the pentamethylene diisocyanate, which is based on a raw material produced via a fermentation process directly from biomass that additionally delivers a significantly lower carbon footprint. Besides the Desmodur eco N7300 which is a polyisocyanurate, this new diisocyanate opens up a new technology platform and possibilities for a number of new derivatives and application fields.

Literatur:

- [1] Schmid, A. et al. (2001). Industrial biocatalysis today and tomorrow. *Nature*. 409, 258-268.
- [2] Baltus, W., et al. (2013). Market study on „Bio-based Polymers in the World“, *nova institute*.
- [3] Chen, G. Q., Patel, M. K. (2012). Plastics Derived from Biological Sources: Present and Future: A Technical and Environmental Review. *Chemical Reviews*. 112, 2082-2090.

Bindemittel zur Formulierung von Holzimprägnierungen mit verbesserten Eigenschaften

C. Wallenhorst, J. Malberg, R. Winter, Wülfrath (DE)

ASK Chemicals GmbH, Wülfrath (DE)

Bei der Auswahl eines Holzbeschichtungsmittels spielen die Optik und die einfache Handhabung für den Anwender eine vorrangige Rolle. Je nach Verwendung des Holzbeschichtungsmittels werden dabei zwischen verschiedenen Zusammensetzungen und Formulierungen ausgewählt.

Zur Anfeuerung der Holzmaserung und zur Oberflächenbehandlung von Holzterrassen und Gartenmöbel werden Holzimprägnierungen eingesetzt. Der Zeitpunkt für die Applikation im Außenbereich ist jedoch abhängig von den Witterungsverhältnissen, da die Imprägnierung bei frühzeitig einsetzendem Regen wieder abgewaschen werden kann. Im Beitrag wird die Entwicklung einer Serie von neuen Bindemitteln mit verbesserter Frühwasserbeständigkeit für die Formulierung von Holzimprägnierungen vorgestellt. Bei den verwendeten Bindemitteln handelt es sich um Emulsionen eines Copolymers auf Basis von natürlichen Ölen. Diese zeichnen sich durch sehr gute Benetzungseigenschaften und tiefe Penetration aus.

Bei der Verwendung von wässrigen Holzlacken kann das Durchschlagen von Tanninen und Gerbstoffen an die Lackoberfläche durch den Einsatz von Isoliergründen verhindert werden. Bei einem hohen Anteil an Holzinhaltsstoffen muss der Isoliergrund ggf. mehrfach oder in hoher Schichtdicke aufgetragen werden. Durch den Einsatz einer Holzimprägnierung, die auf einem penetrierenden Bindemittel mit integrierter Isolierwirkung basiert, werden die wasserlöslichen Holzinhaltsstoffe bereits in der Holzschicht fixiert. Im Beitrag werden entsprechende Anwendungsbeispiele und Richtformulierungen erläutert.

Bewertung des korrosionsinhibierenden Effekts von Nanocontainern, Mikro- und Nanokapseln in Primerformulierungen

M. Wanner, U. Christ

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Deutschland

In jüngster Zeit wurde aufgezeigt, dass der korrosionsinhibierende Effekt von Primerformulierungen durch Zusatz von speziellen Nanocontainern [1,2] oder von mit Inhibitoren gefüllten Mikro- bzw. Nanokapseln [3,4] erhöht werden kann. Während die Wirkung der Nanocontainer auf korrosionsinhibierenden Spezies beruht, die aus porösen oder schichtstrukturierten Nanopartikeln – in der Regel pH-gesteuert – freigesetzt werden, werden die in den Nano- und Mikrokapselformulierungen umschlossenen Korrosionsinhibitoren erst durch eine Verletzung der Kapseln an die Umgebung abgegeben.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden beide Typen bei der Formulierung von Korrosionsschutzprimern eingesetzt. Letztere wurden auf praxisrelevante Stahlsubstrate appliziert und thermozyklisch-elektrolytisch beansprucht. Hierbei wirkte der Elektrolyt sowohl auf intakte als auch auf durch definierte Durchbohrung verletzte Beschichtungsbereiche ein. Zur Charakterisierung des dort jeweils vorhandenen korrosionsinhibierenden Effekts wurde die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) eingesetzt. Die Interpretation der EIS-Datensätze erfolgte durch computer-gestützte Simulation nach Identifizierung derjenigen Ersatzschaltbilder, die die jeweils vorliegende elektrochemische Situation plausibel modellieren und auf deren Grundlage durchgängig Simulationsergebnisse mit hoher Übereinstimmung zu den EIS-Datensätzen erhalten wurden (typischerweise $\chi^2 < 0.001$, $\sum W_i X_i^2 < 0.025$). Dies erlaubt deren systematische Interpretation. Die erhaltenen Befunde deuten darauf hin, dass die Anwesenheit fragiler, mit Inhibitoren gefüllter Kapseln tatsächlich zu einer Verminderung des Korrosionsfortschritts im Defekt führt. Allerdings können solche Kapseln in den defektfreien Probenbereichen zu einer Verringerung der Schutzeigenschaften beitragen. Diese negativen Effekte können jedoch teilweise durch die zusätzliche Anwesenheit von Nanocontainern kompensiert werden. Besonders aussichtsreich erscheinen Kombinationen aus einer dünnen, mit Nanocontainern versetzten unteren Primerschicht, die mit einer dickeren, mit Inhibitor-Mikro- und -Nanokapseln versehenen Schicht überlackiert ist.

Literatur:

- [1] Tavandasthi, N.P., Sanjabi, S. (2010). Corrosion study of hybrid sol-gel coatings containing boehmite nanoparticles loaded with cerium nitrate corrosion inhibitor. *Prog. Org. Coat.* 69 (4), 384-391.
- [2] Shchukin, D. (2010). Smart nanocoatings, polyelectrolyte and inhibitor nanolayer with regenerative ability for self-healing coatings. *Pitture Vernici.* 86 (7/8), 19 - 23.
- [3] Yabuki, A., Sakai, M. (2011). Self-healing coatings of inorganic particles using a pH-sensitive organic agent. *Corr. Sci.* 53 (2), 829 - 833.
- [4] Scharf, S., Stenzel, V., Nieradzki, J. (2013). Damit Korrosion nicht zum Ballast wird. *Farbe + Lack* 119 (8), 28 - 30.

Bionik in der Farbenentwicklung – Vom durstigen Käfer zur bionischen Fassadenfarbe

C. Schaller,
Sto SE & co. KGaA, D-79780 Stühlingen

Die Bionik auch Biomimetik beschäftigt sich mit der systematischen Beobachtung von komplexen Prinzipien und Phänomenen aus der Biologie und deren Übertragung in die Technik (Bionik). Der Bionik liegt die berechtigte Annahme zugrunde, dass die belebte Natur durch evolutionäre Prozesse optimierte Strukturen und Prozesse entwickelt, von denen der Mensch lernen kann. Beispiele aus dem modernen Alltag ist unter anderem der von Kletten inspirierte Klettverschluss, Stacheldraht (Dornenhecke), der Salzstreuer (Samenkapsel des Mohns) oder sogenannte Winglets, ein Tragflächendetail bei Flugzeugen (Flügelform von Vögeln). Kann nun auch die Entwicklung von Beschichtungen von den Erkenntnissen der Bionik profitieren? Ja, die selbstreinigende Fassadenfarbe Lotusan® ist möglicherweise das bekannteste bionische Produkt mit einer großen Marktrelevanz. Weitere aktuelle Forschungsgebiete sind sogenannte Riblet Strukturen die eine Verminderung des Reibungswiderstands auf turbulent überströmten Oberflächen bewirken und Haifischhaut als natürliches Vorbild besitzen.

Seit kurzem gibt es nun eine weitere Entwicklung nach bionischem Vorbild in der Beschichtungstechnik: Ein kleines Insekt hat zur Entwicklung einer sehr wasserabweisenden Fassadenfarbe inspiriert. Um in der Trockenheit der Namibwüste an der Westküste Afrikas nicht zu verdursten, klettert der Nebeltrinkerkäfer täglich in der Morgendämmerung auf den Kamm der Sanddünen und macht dort einen Kopfstand. Die Morgenfeuchte kondensiert an seinem Rückenpanzer, und die auf diese Weise gewonnenen Wassertröpfchen rinnen durch die Rippen seines Panzers direkt in seine Mundöffnung. Ohne diese gezielte Abführung von Wasser könnte der zwei Zentimeter große Schwarzkäfer in der Trockenwüste nicht überleben, denn dort regnet es im Schnitt nur einmal pro Jahr. Das auf hydrophilen und hydrophoben Mikrostrukturen basierende Wirkprinzip des Nebeltrinker-Panzers wurde als Vorbild bei der Entwicklung einer neuen bionischen Fassadenfarbe abgeschaut. Ähnlich wie beim Nebeltrinker-Käfer wirkt hier der Drainageeffekt, der durch eine Kombination aus wasserabweisender Oberfläche und spezieller Mikrostruktur erreicht wird. Die Technologie sorgt dafür, dass Tau- oder Regenwasser in Rekordzeit abgeführt werden und die Fassade schnellstens rüchtrocknen kann. Und da an trockenen Untergründen Mikroorganismen wie Algen und Pilze keine Chance haben, bleibt die Fassade auf natürlichem Weg sauber und schön.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über den langen Weg von Grundlagenuntersuchungen zum Thema Wasserhaushalt an Fassaden und der schlussendlich von einem kleinem Käfer inspirierten Entwicklung einer bionischen Fassadenfarbe bis hin zu einem kommerziell erhältlichen Produkt. Außerdem werden die Vorteile der neuen Fassadenfarbe hinsichtlich Wasserhaushalt im Vergleich zu herkömmlichen Fassadenfarben aufgezeigt.

Neue Strategien zur Erzeugung technologisch relevanter superomniphober stabiler Lacke auf Sol-Gel-Basis

C. Bellmann¹, J. Harenburg², M. Zschuppe², A. Drechsler¹, K. Estel¹, A. Caspari¹

¹Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Dresden, D
²FEW Chemicals GmbH, Wolfen, D

Ausgehend von kommerziell verfügbaren Nanolacksystemen der Firma FEW Chemicals GmbH, Wolfen auf der Basis von Siliziumoxidsolen sollen in einem gemeinsamen BMBF-Forschungsprojekt (Förd.-Kz.: 03X0154B) mit dem IPF Dresden Lacke mit superhydrophoben und superoleophoben Eigenschaften entwickelt werden.

Die FEW-Basissysteme H 5055® und H 5057® werden im Sprühverfahren auf der zu lackierenden Oberfläche aufgetragen und anschließend bei höheren Temperaturen vernetzt. Die Ausgangssubstanz Silan ermöglicht durch eine Vielzahl an verfügbaren funktionellen Gruppen eine breite Variation der Oberflächenfunktionalität des entstehenden Lackfilmes. So erreicht man mit den Lacken H 5055 bzw. H 5057 schon relativ hohe Wasser-Kontaktwinkel von > 110° und Hexadekan-Kontaktwinkel von > 65°. Allerdings werden mit diesen Formulierungen sehr glatte Schichten erzeugt. Dynamische Kontaktwinkelmessungen zeigen eine Hysterese größer/gleich 15°. Eine „Superhydrophobie bzw. -oleophobie“ zeichnet sich aber durch das Fehlen einer solchen Kontaktwinkelhysterese aus [1], der Flüssigkeitstropfen rollt von der Oberfläche ab.

Aus der Literatur ist bekannt, dass superhydrophobe Eigenschaften nur durch hierarchische Strukturen auf der Oberfläche erzeugt werden können [2], während superoleophobe Oberflächeneigenschaften durch spezielle Strukturierungen mit Hinterschnitten erreichbar sind [3]. Trotz einer Vielzahl an wissenschaftlichen Untersuchungen zu diesem Thema, stehen noch keine im großtechnischen Maßstab einsetzbaren Systeme zur Verfügung.

Durch das Einbringen von Pigmenten / Füllstoffen in den Nanolack kann die Struktur der resultierenden Lackschicht beeinflusst werden. Es entstehen raue Filme mit unterschiedlichen Strukturebenen. Damit wird die Wasserkontaktwinkelhysterese stark verringert und teilweise auch die Hexadekankontaktwinkelhysterese.

Ein noch ungelöstes Problem kommerzieller Lacke mit superomniphoben Eigenschaften ist deren Beständigkeit. Die vorgelegte H 5055® zeichnet sich durch eine hohe Hydrolysebeständigkeit aus, während die H 5057® eine hohe mechanische Beständigkeit aufweist. Es ist zu untersuchen, in welchem Maße diese Eigenschaften der Ausgangsrezepturen nach Beimischung von Füllstoffen erhalten bleiben können. Neben der Bestimmung des Kontaktwinkels bzw. der Kontaktwinkelhysterese kommen optische Methoden sowie die Rasterkraftmikroskopie zur Charakterisierung der Oberflächentopographie und die Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS) zur Beschreibung der chemischen Zusammensetzung der Oberflächen zum Einsatz. Die Abriebfestigkeitsprüfung erfolgt in Anlehnung an DIN EN ISO 11998.

Literatur:

- [1] Garbassi, F., Morra, M. and Occhiello, E. (1994) *Polymer Surfaces, from Physics to Technology*. Wiley, New York
- [2] Barthlott, W., Neinhuis, C. (1997) Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. *Planta*, 202 (1), 1-8.
- [3] Tuteja, A., Choi, W., Ma, M., Mabry, J.M.,Mazzella, S.A., Rutledge, G.C., McKinley, G.H., Cohen, R.E. (2007) Designing Superoleophobic Surfaces. *Science* 318 (5856), 1618-1622

