

CHEMIE BEWEGT

Eröffnungsfeier
Konzerthaus am Gendarmenmarkt

Angewandte-Festsymposium
Henry-Ford-Bau der FU Berlin

**10.–14.
SEPT. 2017
BERLIN**

**Jahrestagungen und Symposien
der GDCh-Fachgruppen**
Henry-Ford-Bau der FU Berlin,
Harnack-Haus der Max-Planck-Gesellschaft

**Experiment Zukunft –
Wertedenken in der Chemie**
Spreespeicher

www.wifo2017.de



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



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER



Fachgruppe Lackchemie

80. Lacktagung

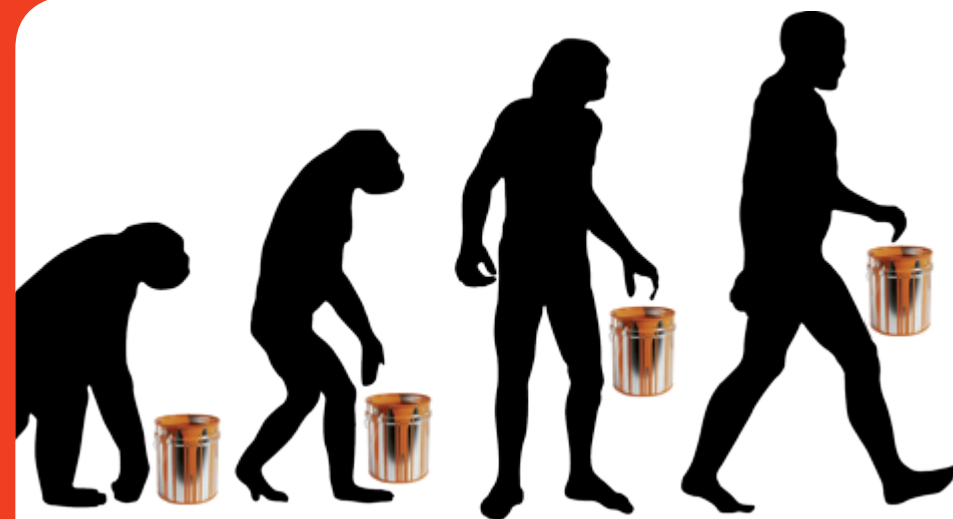
Lackchemie – Zurück in die Zukunft
(Gestern – Heute – Morgen)

14.–16. September 2016
Paderborn

im WELCOME Hotel



www.gdch.de/lacktagung2016



© Motiv Evolution: Shutterstock 4560511



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: 8. August 2016/TG)



Seite

WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Mittwoch, 14. September 2016	4
Donnerstag, 15. September 2016	6
Freitag, 16. September 2016	8

VORTRÄGE

Additive	9
Bindemittel	13
Strahlenhärtung	23
Applikationstechnik	29
Pigmente	35
Funktionale Beschichtungen	41



© Stadt Paderborn / Tourist Information / Falco Steker

Lack
Chemie

Mittwoch, 14. September 2016

Raum Frankenheim

9:30 **FG-Arbeitsausschuss-Sitzung**

11:45 Mittagessen Arbeitsausschuss (bis ca. 13:00 Uhr)

Raum Warsteiner 1-3

13:30 **Begrüßung**

Additive

13:50 **Netz- und Dispergieradditive für Lacke und Beschichtungen – Entwicklungen und aktuelle Trends** 11
M. Bessel, Wesel/DE, H. M. Sulzbach, Wesel/DE

14:15 **Adsorptionsuntersuchungen von Additiven und Bindemitteln unter Verwendung der Quarzkristall-Mikrowaage** 12
J. Corabian, Stuttgart/DE, E. Reuter, Essen/DE, M. Entenmann, Stuttgart/DE, T. Schleid, Stuttgart/DE

Bindemittel

14:40 **Dispersionssilikatfarben – Zeitgemäße Beschichtungssysteme auf Basis von löslichen Silikaten** 15
J. Krakehl, Ludwigshafen/DE

15:05 **Modification of Molecular Switches for their Integration into Switchable Polymers** 16
A. Staubitz, Bremen/DE

15:30 PAUSE

Raum Warsteiner 1-3

Bindemittel

16:00 **Blends von Acrylatdispersionen – Warum Klarlacke nicht immer klar sein müssen** 17
S. Kirsch, Ludwigshafen/DE, S. Enck, W. Gaschler, Ludwigshafen/DE

16:25 **Synthese und Charakterisierung von Epoxy/Acrylat Core-Shell Dispersionen und ihre Eignung für Korrosionsschutzbeschichtungen** 18
D. Kommer, Stuttgart/DE, U. Christ, Stuttgart/DE, W. Bremser, Paderborn/DE

Mittwoch, 14. September 2016

16:50 **Viscosity of aliphatic Isocyanurate Crosslinkers** 19
P. J. Driest, Leverkusen/DE, V. Lenzi, L. S. A. Marques, M. M. D. Ramos, Minho/PT, F. U. Richter, D. J. Dijkstra, Leverkusen/DE, D. Stamatialis, D. W. Grijpma, Enschede/NL

17:15 **Abscheidung von Parylenen auf Substraten und Eigenschaften der erzielten Beschichtungen** 21
U. Christ, Stuttgart/DE, F. Balluff, S. Wunder, Stuttgart/DE

18:30 **Führung durch das Heinz Nixdorf MuseumsForum** (Dauer ca. 1 Stunde)

19:30 **Get-together im Bistro des Heinz Nixdorf MuseumsForum, mit Verleihung des Farbe+Lack-Preises**

Für die Unterstützung des Abends (Führungen und Get-together) bedanken wir uns bei der Byk-Chemie, Wesel.



© Jan Braun/Heinz Nixdorf MuseumsForum

Donnerstag, 15. September 2016

Raum Warsteiner 1-3

Strahlenthärtung

- 8:30 **Iodoniumsalze mit schwach koordinierenden Anionen als effiziente Radikalbildner in neuen Technologien der Strahlenthärtung** 25
D. Oprych, Krefeld/DE, C. Schmitz, A. Halbhuber, T. Brömmle, Krefeld/DE, A. Shiraishi, Y. Ueda, Kyoto/JP, B. Strehmel, Krefeld/DE
- 8:55 **NIR Initiatorsysteme zur Strahlenthärtung von Monomer/Harzsystemen und Prozessführung mit Laserlinienfokus** 26
C. Schmitz, Krefeld/DE, D. Oprych, R. Vogt, B. Strehmel, Krefeld/DE
- 9:20 **Nanoskalige Zinkoxide: Möglicher Einsatz funktionalisierter Nanopartikel zur migrationsfreien Strahlenthärtung?** 27
M. S. Schmitt, Saarbrücken/DE
- 9:45 **Characterization of Polyfunctional Acrylates by HPLC-MS/MS** 28
J. Schmidt, Lehrte/DE, A. Chudy, Lehrte/DE
- 10:10 PAUSE

Applikationstechnik

- 10:40 **Lacke in der Herstellung von Dekorfinishfolien** 31
G. Görmar, Leipzig/DE
- 11:05 **Labelling-Techniken an Lackoberflächen – Haftung von Klebstoff und Lackschichten** 32
D. Kramer, München/DE
- 11:30 **Rheologische Charakterisierung von Lacken – Fließgrenze und Thixotropie** 33
M. Osterhold, Bochum/DE
- 11:55 MITTAGSPAUSE

Donnerstag, 15. September 2016

Raum Warsteiner 1-3

Pigmente

- 14:00 **Von Farben und Füllern – Ergebnisse verschiedener Versuche** 37
W. R. Cramer, Münster/DE
- 14:25 **Neuartige Ce³⁺-dotierte Fluoreszenzpigmente für innovative beschichtungs-basierte Anwendungen** 38
M. E. Bohem, Stuttgart/DE, M. Entenmann, T. Schleid, Stuttgart/DE
- 14:50 **IReflex: Energie sparen durch Reflexion von Wärmestrahlung** 39
S. Höfener, Hartenstein/DE
- 15:15 **ChiuZ-Vorstellung – 50 Jahre ChiuZ**
D. Fischer-Henningsen, Weinheim/DE
- 15:30 **To Tattoo or Not To Tattoo – Vom Pigment zum Portrait** 40
H. Petersen, Nürnberg/DE, K. Roth, Berlin/DE
- 16:00 ChiuZ Sektempfang
- 16:40 **Mitgliederversammlung der Fachgruppe Lackchemie** (bis ca. 18:00 Uhr)
- 19:00 **GESELLSCHAFTSABEND**
Ratskeller Paderborn



© Stadt Paderborn/Tourist Information

Freitag, 16. September 2016

Raum Warsteiner 1-3

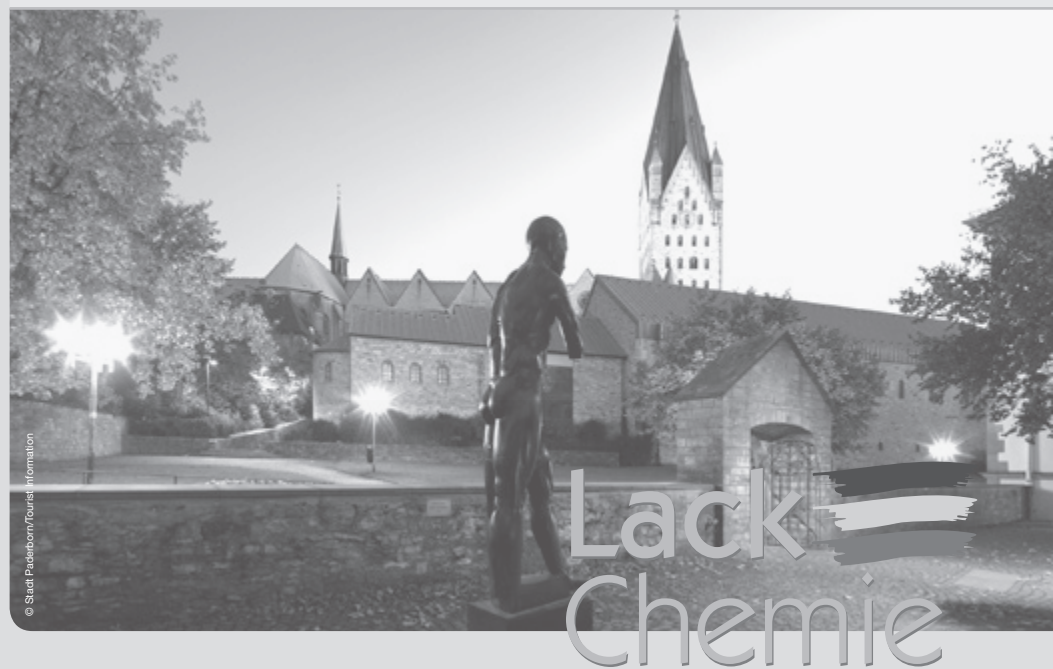
Funktionale Beschichtungen

- 8:30 **Neue Konversionsschichten – Wissenschaftlicher Gehalt von Publikationen** 43
M. Dornbusch, Krefeld/DE
- 8:55 **Korrosionsschutz und Struktur von Polymerblends aus wasserbasierten Polymerdispersionen** 44
C. Englert, Stuttgart/DE, U. Christ, Stuttgart/DE, W. Bremser, Paderborn/DE
- 9:20 **Self-healing through Microencapsulated Agents for Protective Wood Coatings** 45
A. Rössler, Schwaz/AT, R. Kamaun, Schwaz/AT, C. Schreiner, S. Scharf, V. Stenzel, Bremen/DE
- 9:45 **Selbsteilende Polymere: Neuartige Bulk- und Beschichtungsmaterialien** 46
W. H. Binder, Halle (Saale)/DE, D. Döhler, Halle (Saale)/DE
- 10:10 PAUSE
- 10:40 **Vortrag des/der Farbe+Lack Preisträgers/-trägerin**

Funktionale Beschichtungen

- 11:05 **Omniphobe Oberflächen zur Verbesserung der Anti-Eis- und Anti-Kontaminationseigenschaften** 48
G. J. Patzelt, Bremen/DE, V. Stenzel, J. Geils, A. Stake, Bremen/DE
- 11:30 **Mikrophasenseparierte Patchwork-Oberflächen für Antifouling-Anwendungen** 50
S. H. Ruthmann, Paderborn/DE, D. Dogan, Paderborn/DE
- 11:55 **New Applications for Polychromatic Effect Pigments** 51
E. J. Maile, Roth/DE, J. Filip, Prag/CZ
- 12:20 **Verleihung der Tagungspreise / Schlusswort**
- 13:00 STEHIMBISS
- 14:00 **Exkursion zu Wincor Nixdorf**

VORTRÄGE
Additive



© Stadt Paderborn/Tourist-Information

Lack
Chemie

Netz- und Dispergieradditive für Lacke und Beschichtungen – Entwicklungen und aktuelle Trends –

Dr. M. Bessel, Dr. H. M. Sulzbach

BYK-Chemie GmbH, Abelstr. 45, 46483 Wesel, Deutschland

Für alle Farben und einen Großteil der Lackbeschichtungen ist das Benetzen und Dispergieren von Pigmenten und Füllstoffen von hoher Bedeutung. Neben der positiven Beeinflussung von koloristischen Eigenschaften wie Farbstärke, Transparenz und Deckkraft durch eine effiziente Teilchenstabilisierung, werden auch Prozessgrößen und Materialeigenschaften wie bspw. die Verarbeitungsviskosität und die Zwischenschichthaftung verbessert. In diesem Beitrag wollen wir die wichtigsten Mechanismen zur Pigmentstabilisierung erläutern und verschiedene Typen von Netz- und Dispergieradditiven vorstellen. Es wird eine historische Einordnung der Entwicklung von Additiven für repräsentative Einsatzgebiete der vergangenen Jahrzehnte gegeben. Außerdem skizzieren wir Anwendungsfelder, die mit steigenden Ansprüchen in Bezug auf koloristische Performance und gesundheitliche und emissionstechnische Unbedenklichkeit immer neue Herausforderungen an Netz- und Dispergieradditive stellen.

Adsorptionsuntersuchungen von Additiven und Bindemitteln unter Verwendung der Quarzkristall-Mikrowaage

J. Corabian¹, E. Reuter², M. Entenmann¹, T. Schleid³

¹Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart (DE);

²Evonik Resource Efficiency GmbH, Essen (DE);

³Institut für anorganische Chemie, Universität Stuttgart (DE)

Die Wechselwirkung von Additiven und Bindemitteln mit der Pigmentoberfläche in praxisnahen Systemen lassen sich nur schwierig bzw. nicht aussagekräftig bestimmen.

Dies trifft prinzipiell auch für Messungen mit der Quarzkristall-Mikrowaage [1, 2] zu, da die für die Messung benötigten kommerziell erhältlichen QCM-Kristalle nur mit einer Auswahl an Metallen, Metalllegierungen bzw. Metalloxiden beschichtet erhältlich sind. Ein weiterer Nachteil der kommerziell erhältlichen Kristalle besteht in der Variation der verschiedenen Chargen im Hinblick auf die Homogenität und Beständigkeit der Oberflächenbeschichtung.

Es wurde deshalb eine Methode entwickelt, um praxisrelevante Pigmente auf den QCM-Kristallen zu fixieren und zu untersuchen. Bei den Arbeiten am Fraunhofer IPA konnte gezeigt werden, dass für bestimmte Pigmente, wie beispielsweise Titandioxid und Kupferphthalocyanin, unter Verwendung der Quarzkristall-Mikrowaage (QCM-D) das Adsorptionsverhalten detailliert studiert werden kann. So konnten bereits anhand von QCM-D-Messungen Aussagen über die Affinität und den Schichtaufbau der adsorbierten Polymere getroffen werden.

Zukünftige Messungen mit praxisrelevanten Additiven werden zeigen, inwieweit die Methode dazu geeignet ist, bisher unverstandene und komplexe Adsorptionsvorgänge von polymeren Dispergier- und Stabilisieradditiven zu untersuchen.

Literatur:

- [1] Sauerbrey, G. (1959). Verwendung von Schwingquarzen zur Wägung dünner Schichten und zur Mikrowägung. *Zeitschrift für Physik*. 155, 206 – 222.
- [2] Rodahl, M., Kasemo, B. (1996). On the measurement of thin liquid overlayers with the quartz-crystal microbalance. *Sensors and Actuators A*. 54, 448 - 456.

VORTRÄGE

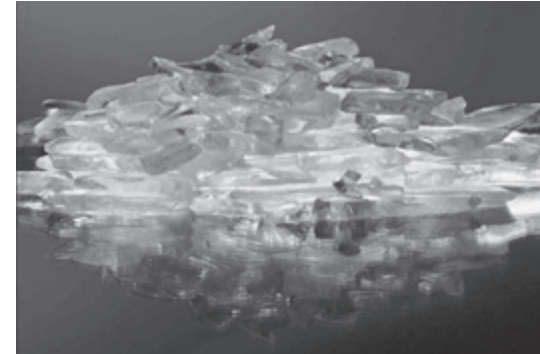
Bindemittel



**- Dispersionssilikatfarben -
zeitgemäße Beschichtungssysteme auf Basis
von löslichen Silikaten**

Dr. Joachim Krakehl

Wöllner GmbH, Ludwigshafen



Dispersionssilikatfarben haben sich in den letzten 30 Jahren aufgrund Ihres sehr positiven Eigenschaftsprofils vom speziellen Nischenprodukt mehr und mehr zum wohletablierten Beschichtungssystem hin entwickelt.

Hervorgehend aus den zwei-komponentigen, rein anorganischen Silikatfarben konnten durch die vorteilhafte Kombination aus anorganischen und organischen Bindemitteln lagerstabile, gebrauchsfertige, ein-komponentige Systeme hervorgebracht werden. Besonders die hohe Dauerhaftigkeit und eine geringe Anschmutzungsneigung sind neben einem günstigen toxikologischen Profil und einer geringeren Brandlast durch die niedrigen organischen Anteile zu nennen.

Überraschenderweise sind die löslichen Silikate, die auch Wasserglas genannt werden und die das anorganische Bindemittel darstellen, in der breiten Bevölkerung teilweise vollkommen unbekannt. Und dies, obwohl man auch als Endkunde jeden Tag mit löslichen Silikaten oder deren Folgeprodukten in Kontakt kommt. Aus diesem Grund soll in diesem Vortrag dieses interessante Bindemittel näher hinsichtlich seiner Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten durchleuchtet und insbesondere sein Einsatz in Beschichtungssystemen über die Zeit hinweg betrachtet werden.

Literatur: Schriftart Arial 10 (bitte Text nach dem Doppelpunkt löschen)

- [1] Richard Engler, (1974). Lösliche Silikate. *Sonderdruck aus den Zeitschriften Seifen – Öle – Fette – Wachse*. Heft 7, S. 165 , Heft 8, S. 207, Heft 11, S. 269, Heft 12, S. 298.
- [2] G. Gettwert, W. Rieber, J. Bonarius, (1998). One Pack Silicate Binder Systems for Coatings. *Surface Coatings International*. 12, S. 596 - 603.

Modification of Molecular Switches for their Integration into Switchable Polymers

Anne Staubitz,^{*, a, b} E-mail: staubitz@uni-bremen.de

a) Institute for Organic and Analytical Chemistry, University of Bremen, Leobener Str. NW, 28359 Bremen, Germany

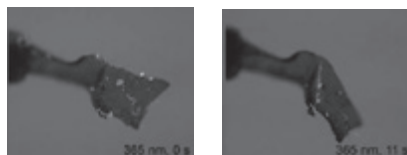
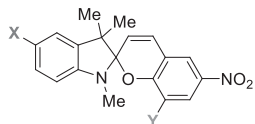
b) Otto-Diels-Institute for Organic Chemistry, University of Kiel, Otto-Hahn-Platz 4, 24118 Kiel

Stimuli responsive polymers are materials that change some of their properties when they are subjected to an external, controllable stimulus such as light, a change in pH, redox potential or mechanical force.^[1] In particular, materials that undergo a visible and reversible colour change may be of substantial practical interest, because the read-out of the stimulus, i. e. the colour change, can be performed by the naked eye, without the need for expensive equipment.

However, while small molecule switches operating in solution are very well established, there are much fewer examples, where they have been successfully incorporated into polymers. There are even fewer examples where switching in the solid state still takes place and leads to a visible change of the material.

An important stepping stone for achieving this is the synthesis of functionalised switches as suitable monomers followed by their polymerisation.

In this presentation, the focus will be on the efficient functionalisation of azobenzenes and their incorporation into the main chain of polysiloxanes will be discussed.^[2] Another useful switch are spiropyrans that can be switched by a number of stimuli to the very colourful merocyanine form. New functionalisations of such switches will be presented.^[3] As a last topic, the influence of the porosity of a polymer film on the efficiency of switching will be presented.^[4]



[1] a) Yu, Y.; Nakano, M.; Ikeda, T.; *Nature* **2003**, *425*, 145; b) Kondo, M.; Yu, Y.; Ikeda, T.; *Angew. Chem.* **2006**, *118*, 1406; c) Schulz-Senft, M.; Lipfert, M.; Staubitz, A., *Chem. Unserer Zeit* **2014**, *48*, 200.

[2] a) Strueben, J.; Lipfert, M.; Springer, J.-O.; Gould, C. A.; Gates, P. J.; Soennichsen, F. D.; Staubitz, A., *Chem. Eur. J.* **2015**, *21*, 11165; b) Strueben, Jan; Gates, Paul J.; Staubitz, A., *J. Org. Chem.* **2014**, *79*, 1719; c) unpublished results.

[3] unpublished results.

[4] Kizilkan E., Strueben J., Jin X., Schaber C. F., Adelung R., Staubitz A., Gorb S. N.; *R. Soc. Open Sci.* **2016**, *3*, asap. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.150700>.

Blends von Acrylatdispersionen –

Warum Klarlacke nicht immer klar sein müssen

Wolfgang Gaschler EDG/EC, Sebastian Enck GMD/B, Stefan Kirsch EDG/EC

BASF SE, Carl-Bosch-Str., Ludwigshafen

Die Verwendung von Blends aus unterschiedlichen Acrylatdispersionen zur Steuerung von Eigenschaften in der Anwendung von Industrielacken ist weit verbreitet. Allerdings zeigt sich in Klarlacken, dass optische Eigenschaften durch die Blendpartner beeinflusst werden. Hierzu gibt es zwei maßgebliche Einflussfaktoren, die zur Streuung von Licht, d.h. zu Trübheit im Film führen können: (i) Überschreitung einer kritischen Domänengröße einer Blendkomponente im Film sowie (ii) ein zu großer Unterschied im Brechungsindex der eingesetzten Komponenten. Mit Hilfe von „Laser Scanning Microscopy“ konnte nun an Acrylatsystemen nachgewiesen werden, dass während der Verfilmung der Blendpartner Inhomogenitäten entstehen, die zur Trübung des resultierenden Lackes führen. Geeignete Maßnahmen zur Partikelstabilisierung oder maßgeschneiderte Partikelmorphologien sind Wege, um dieses Problem zu beheben.

Synthese und Charakterisierung von Epoxy/Acrylat Core-Shell Dispersionen und ihre Eignung für Korrosionsschutzbeschichtungen

D. Kommer¹, U. Christ¹, W. Bremser²

¹ Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart (DE)

² Institut für Technische Chemie, Universität Paderborn (DE)

Die radikalische Emulsionspolymerisation ist heutzutage das industriell bedeutendste Verfahren zur Herstellung von High-Performance Polymerbindemitteln mit einzigartigen Eigenschaften. Die Anwendung der Polymerdispersionen reicht von der Klebstoff-, Beschichtungs-, Bau- und Papierindustrie bis hin zu Biomaterialien und der Medizintechnik.

Die Synthese sogenannter „Latizes“ kann dabei auf unterschiedliche Weise, im Batchverfahren, semi-kontinuierlich und kontinuierlich erfolgen. Besonders der semi-kontinuierliche Prozess wird für die Herstellung von Latexpartikel mit außergewöhnlicher Morphologie, wie zum Beispiel Core-Shell, halbmond- und himbeerähnlicher Strukturen, verwendet [1,2].

Vor allem Core-Shell Dispersionen mit hartem Kern und weicher Schale werden als Bindemittel für wässrige Lacke und Farben eingesetzt. Dabei sorgt der Kern für Härte und Beständigkeit, die Schale für Koaleszenz der Partikel und gute Filmbildungseigenschaften der Beschichtung [3].

Da wasserbasierte Acrylat-Polymerdispersionen, im Gegensatz zu Epoxysystemen, die Anforderungen im mittleren und schweren Korrosionsschutz derzeit nicht zufriedenstellend erreichen, soll durch die Kombination mit Epoxy-Bausteinen das Korrosionsschutzvermögen erhöht werden [4]. Dabei werden herkömmliche Epoxyverbindungen mit ungesättigten Monocarbonsäuren modifiziert, um sie gezielt mit verschiedenen Acrylatmonomeren zu copolymerisieren.

Um das Korrosionsschutzvermögen der synthetisierten Dispersionen zu bestimmen, werden geeignete Beschichtungen formuliert und in Korrosionstests geprüft.

Literatur:

- [1] Lovell, P.A., El-Aasser, M.S. (1997). Emulsion Polymerization and Emulsion Polymers. Wiley. Chichester. Kapitel 9, 293 - 326
- [2] van Herk, A.M. (2013). Chemistry and Technology of Emulsion Polymerisation. 2. Auflage. Wiley. Chichester. Kapitel 3, 43 - 68
- [3] Devon, M.J. et al. (1990). Effects of Core-Shell Latex Morphology on Film Forming Behavior. *J. Appl. Polym. Sci.* 39, 2119 - 2128
- [4] Bayer, F. et al. (2010). Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme. *Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e. V. Frankfurt/M. und dem Bundesverband Korrosionsschutz e. V. Köln.*

Viscosity of Aliphatic Isocyanurate Crosslinkers

P.J. Driest^{1,3}, V. Lenzi², L.S.A. Marques², M.M.D. Ramos², D.J. Dijkstra¹, F.U. Richter¹, D. Stamatiadis³, D.W. Grijpma³

¹Covestro, Leverkusen (Germany), ²University of Minho (Portugal),

³University of Twente (the Netherlands)

Albeit being discovered already in 1848 [1], the isocyanate functional group (NCO) is still extensively employed today for its wide versatility. Especially diisocyanates, the primary ingredient for polyurethanes, are still of wide interest both in industry and academia. The main class of aliphatic isocyanates, applied in most car- and airplane-coatings, consists of 1,6-hexamethylenediisocyanate (HDI) and its derivatives. Of particular interest is its high functionality trimerized isocyanurate (trimer) form, a key additive as crosslinker for network formation in coatings. During production of such HDI-trimers, a strong increase in the viscosity of the mixture is known to take place: increasing e.g. from 2 mPa·s to ca. 1380 mPa·s, when produced industrially. [2] This increase in viscosity poses a significant difficulty in the processing of these materials, however is poorly understood fundamentally. This study was performed to analyze and understand the underlying chemistry causing this surprisingly large effect.

In order to investigate this viscosity behavior, a series of mono- and diisocyanate trimers of varying length was proposed. The trimers were synthesized, isolated in high purity (>99% by GPC, ¹H-NMR and ¹³C-NMR) and analyzed chemically and physically. In parallel, detailed molecular structure calculations were performed on the same series using Density Functional Theory (DFT). The resulting optimized molecular structures were employed for larger scale viscosity simulations (Gaussian '09; GAFF; B3LYP/6-31 g+), yielding an overview of viscosity values both from experiment and simulation, shown in Figure 1. Based on obtained values, the presence and concentration of NCO-groups appears to be quite a significant contributor to increased viscosity. However, it should be noted that in the monomeric diisocyanates (e.g. HDI; 2 mPa·s), NCO-groups are also abundantly present without leading to increased viscosities.

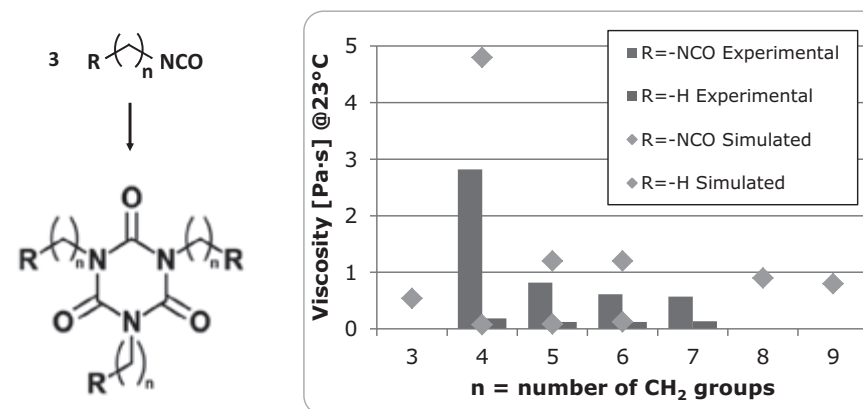


Figure 1. Structure and Viscosities of proposed Isocyanurates

After a more detailed analysis of the performed viscosity simulations, a surprisingly strong calculated intermolecular binding potential was observed between NCO-groups and adjacent carbonyls of isocyanurate rings. The strength of this specific attractive intermolecular dipole-dipole interaction was calculated in more detail using DFT calculations (B3LYP/6-31 g+), yielding a value of 0.26 eV (25 kJ/mol), shown in Figure 2. Bearing roughly the same binding energy as a hydrogen bond and not being present in monomeric diisocyanates, this intermolecular interaction is expected to be a root cause for high viscosities seen in diisocyanate trimers.

Having observed this relatively strong binding potential computationally, more research is ongoing to show this interaction experimentally as well. Also, more experimental work will be needed to conclusively correlate the proposed molecular interaction to the macroscopic physical properties, especially viscosity, of these materials.

References:

- [1] A. Wurtz, (1848), Reserches sur les éthers cyanique et leurs dérivés, *Compt. Rend.* 27, pp. 241–243
 [2] F.U. Richter, J. Pedain, H. Mertes, C.G. Dieris, (1997) Isocyanate Trimers and Mixtures of Isocyanate Trimers, Production and uses thereof, *EP 0 798 299 B1*, pp. 13-14

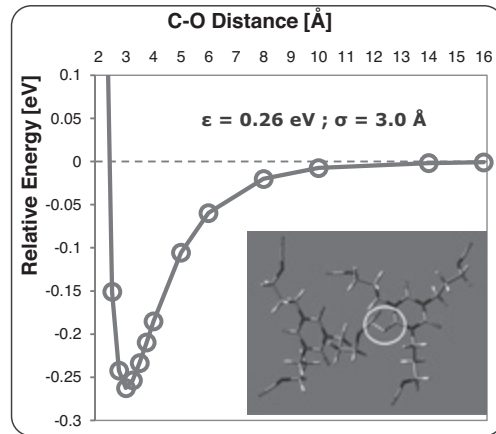


Figure 2. Calculated Intermolecular Binding Potential

Abscheidung von Parylenen auf Substraten und Eigenschaften der erzielten Beschichtungen

U. Christ, F. Balluff, S. Wunder

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart (DE)

Parylene, Kurzbezeichnung für Poly(para-Xylylen), sind Polymere aus verschiedenen substituierten para-Xylylenen. Monomereinheiten von technisch wichtigen Parylenetypen sind in Abbildung 1 dargestellt. Parylene werden aus den chemisch weitgehend stabilen Dimer-Molekülen von para-Xylylen-Derivaten mittels chemischer Gasphasenabscheidung (Chemical Vapour Deposition (CVD)-Prozess) hergestellt. Dabei werden zunächst die Dimere im Vakuum sublimiert. Durch Erhitzen auf über 600 °C werden die Dimere in hochreaktive Diradikal- bzw. Chinoid-Monomeren gespalten, die beim Auftreffen auf einer Substratoberfläche polymerisieren [1, 2].

Parylene-Beschichtungen zeigen trotz ihrer äußerst niedrigen Schichtdicken (< 10 µm) eine sehr gute Oberflächen- und Kantenabdeckung, Porenfreiheit, damit verbunden eine hohe Barrierewirkung, gute Chemikalienbeständigkeit und gute elektrische Isolationseigenschaften.

Es werden Untersuchungsergebnisse aus einem Forschungsvorhaben des Fraunhofer IPA dargestellt, wie in der Medizin- und Elektrotechnik eingesetzte Parylene-Beschichtungen auf weitere industrielle Anwendungen, wie z.B. den Korrosionsschutz, angewandt werden können. Eine wichtige Grundlage sind die hierbei erzielten Ergebnisse aus der Untersuchung und Optimierung der Abscheideparameter von Parylenen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit (Temperatur, Geschwindigkeit, Schichtaufbaurate) des Beschichtungsprozesses.

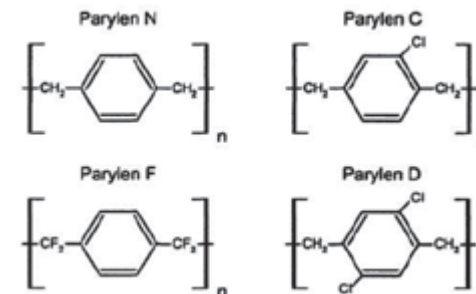


Abbildung 1: Monomereinheiten technisch wichtiger Parylenetypen

Literatur

- [1] J.B. Fortin, T.-M. L, Chemical Vapor Deposition Polymerization-The Growth and Properties of Parylene Thin Films, *Kluwer Academic Publisher 2004*
 [2] J. J. Senkevich, CVD of Poly(α,α'-dimethyl-p-xylylene) and Poly(α,α', α'-tetramethyl-p-xylylene)-co-poly(p-xylylene) from Alkoxide Precursors I: Optical Properties and Thermal Stability. *Chem. Vap. Deposition*, 7-9 (2011) 235–240

VORTRÄGE
Strahlenhärtung



© Stadt Paderborn/Tourist-Information

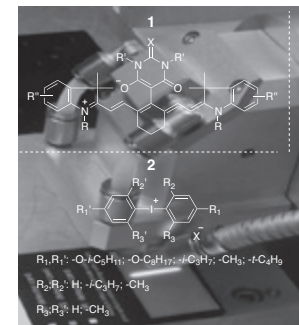
Iodoniumsalze mit schwach koordinierenden Anionen als effiziente Radikalbildner in neuen Technologien der Strahlenhärtung

*D. Oprych¹, C. Schmitz¹, A. Halbhuber¹, T. Brömme¹,
A. Shiraishi², Y. Ueda², B. Strehmel¹*

¹Hochschule Niederrhein, Fachbereich Chemie und Institut für Lacke und Oberflächenchemie, Adlerstr. 1, D-47798 Krefeld, Germany

²San-Apro Ltd., 1-40, Goryo-Ohara, Nishikyoku, Kyoto, 615-8245, Japan

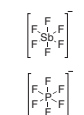
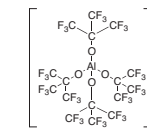
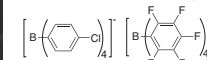
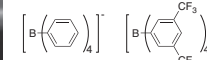
Photoinitiatorsysteme mit Absorption im NIR wurden in radikalisch polymerisierbaren Monomeren untersucht, wobei neue Lichtquellen wie NIR LEDs und NIR Diodenlaser zur Initiierung eingesetzt wurden. Die Initiierungseffizienz dieser Photoinitiatorsysteme wurde mittels Photo-DSC untersucht. Dabei wurde der Sensibilisator **1** in Kombination mit dem Iodonium Salz **2** eingesetzt, um die Photovernetzung von verschiedenen Monomeren zu initiieren. Der Radikalbildner ist aus unterschiedlichen Kationen und Anionen X⁻ mit variabler Koordinierungsfähigkeit aufgebaut. Die Initiierungseffektivität ist abhängig von der Fähigkeit der Iodoniumverbindung **2** in einzelne Ionen zu dissoziieren, was durch Leitfähigkeitsexperimente nachgewiesen wurde. Diese korreliert mit der Reaktivität des Photoinitiatorsystems. Einige dieser Salze besitzen eine exzellente Löslichkeit von mehreren 100 g/L in den untersuchten Monomeren.



X⁻: CF₃SO₃⁻; C₄F₉SO₃⁻;

C₁₂H₂₅-Ph-SO₃⁻; CH₂=CH-Ph-SO₃⁻;

(CN)₂N⁻; (CF₃SO₂)₂N⁻;



Weiterhin wurden diese Photoinitiatorsysteme in digital abgebildeten Photopolymerschichten untersucht, wobei ortsmulierbare NIR-Diodenlaser zur Bilderzeugung eingesetzt wurden. Die prozessierten Lackschichten wurden anschließend mit einem modulierbaren NIR Laser mit Linienfokus simultan bei 808 nm und 980 nm belichtet. Dadurch kann die Resistenz dieser Polymerschichten gegenüber mechanischem Verschleiß und aggressiven Chemikalien deutlich verbessert werden. Das war bisher lediglich mit energieverschwendenden Einbrennöfen möglich. Aus dieser Sicht ist die Belichtung von Polymerschichten mit NIR Lasern eine interessante Alternative zur klassischen Einbrenntechnik.

BS acknowledges the BMBF (project MoMaDruDig, grant No. 03FH022PX4) for financial support. Furthermore, we acknowledge FEW Chemicals GmbH for the sensitizer **1** and the iodonium salt **S2430** ($[(f-C_4H_9-Ph)_2I^+][(CF_3SO_2)_2N^-]$).

NIR Initiatorsysteme zur Strahlenthärtung von Monomer/Harzsystemen und Prozessführung mit Laserlinienfokus

C. Schmitz, D. Oprych, R. Vogt, B. Strehmel

Hochschule Niederrhein,
Institut für Lacke und Oberflächenchemie, Krefeld (Deutschland)

Die nah-Infrarot (NIR) sensibilisierte Photopolymerisation von Reaktivverdünnern und Präpolymeren wurde in der Anwendung von flüssigen Harzsystemen oder festen Pulverlacksystemen realisiert. Das Photoinitiatorsystem besteht mindestens aus zwei Komponenten und generiert bei Anregung im NIR initiiierende Radikale oder Kationen. Ein Sensibilisator (**Sens**) absorbiert die Strahlung und reagiert mit einem Akzeptor (**A**) über einen Elektronentransfer zu dem Oxidationsprodukt **Sens⁺** und dem Reduktionsprodukt **A⁻** unter Bildung der initiiierenden Spezies aus einer folgenden Zerfallsreaktion [1].

Die radikalische und kationische Polymerisation von Acrylatmonomeren oder Methacrylatharzen und Aziridinen wurde bei Bestrahlung mit NIR-LEDs mit Emissionsspektrum zur selektiven Anregung der Heptamethincyanine als **Sens** untersucht. Die Reaktivität der als Akzeptor dienenden Diaryliodoniumsalze und Triazinderivate wurde mittels IR-Spektroskopie und Photo-DSC Messungen miteinander verglichen. Die Reaktivität des Initiatorsystems ist von Effekten der Monomer-/Harzmatrix, wie die Löslichkeit, Solvatisierung und Mobilität der beteiligten Spezies, sowie von der Bildung von Photoprodukten und konkurrierenden Desaktivierungsmechanismen des Initiatorsystems abhängig [2]. Die Desaktivierung erfolgt nach Anregung des **Sens** durch innere Umwandlung und Schwingungsrelaxation unter Wärmeabgabe an das umgebende Medium oder nach der Elektronentransferreaktion durch Rücktransfer des Elektrons von **A⁻** zu **Sens⁺**. Die innere Umwandlung tritt bei den Heptamethincyaninen zu mindestens 85% und bietet die Möglichkeit einer neuen Prozessführung von Aushärtungsreaktionen durch Nutzung der generierten Wärme.

Diese beinhaltet den Einsatz von Diodenlaser als Lichtquellen mit einer Emissionswellenlänge im Absorptionsbereich des **Sens**. Durch Strahlformung ist durch Erzeugung eines Linienfokus mit einer modulierbaren Breite und homogener Intensitätsverteilung des Strahls die Bestrahlung von planen Oberflächen, beispielsweise in Bandlackieranlagen, möglich. Mit dem Linienfokus eines Diodenlasers bei 808 nm wurde eine Nachpolymerisation von Beschichtungen einer Druckplatte basierend auf dem oben erwähnten NIR-Initiatorsystem zum Austausch des Einbrennvorgangs im Ofen erzielt. Zudem konnte durch Anregung mit zwei Emissionswellenlängen bei 808 nm und 980 nm in Kombination entsprechender Heptamethincyanine ein gleichzeitiges Schmelzen zum Verfilmen und Aushärten eines Pulverlackes durch Photopolymerisation bei Bandgeschwindigkeiten von 60 mm/s erreicht werden.

Literatur:

- [1] Schmitz, C., Halbhüner, A., Keil, D., Strehmel, B. (2016). NIR-Sensitized Photoinitiated Radical Polymerization and Proton Generation with Cyanines and LED Arrays. *Progress in Organic Coatings*. in press, doi:10.1016/j.porgcoat.2016.02.022
- [2] Brömme, T., Schmitz, C., Moszner, N., Burtscher, P., Strehmel, N., Strehmel, B. (2016). Photochemical Oxidation of NIR Photosensitizers in the Presence of Radical Initiators and Their Prospective Use in Dental Applications. *ChemistrySelect*. 1 (3), 524-532

Nanoskalige Zinkoxide: Möglicher Einsatz funktionalisierter Nanopartikel zur migrationsfreien Strahlenthärtung?

M. Schmitt

Universität des Saarlandes

Photopolymere haben in vielen Bereichen der Beschichtungstechnologie eine wichtige Rolle. Unter anderem im Rahmen der photo-induzierten vernetzenden Polymerisation von Volumenmaterial ist die mögliche Migration der Initiatoren und deren Folgeprodukte ein nicht zu vernachlässigender Aspekt[1]. Migration kann durch Diffusion, Abklatsch oder Gasphasentransport (Verdampfungs-, Kondensationsprozess) erfolgen. Im Rahmen des Betrages werden Ihnen „schwere“ nanoskalige Systeme aufgezeigt, die das Potential haben insbesondere das Problem der Migration (VOC freies Systeme) zu umgehen. Die bisherigen Arbeiten haben zwei prinzipiell unterschiedliche Initiatorwirkungen mechanistisch aufgeklärt[1][2][3]. Einer kann als fragmentierender Typ (I) bezeichnet werden, der andere als nicht fragmentierender Typ (II). Beide partikelbasieren Typen unterscheiden sich von deren molekularen Gegenstücken sowohl in der Radikalerzeugung als auch in deren Reaktivität/Selektivität. Aus Migrationsaspekten ist zu betonen, dass auch für den nicht fragmentierenden Typ kein zusätzlicher Co-Initiator benötigt wird.

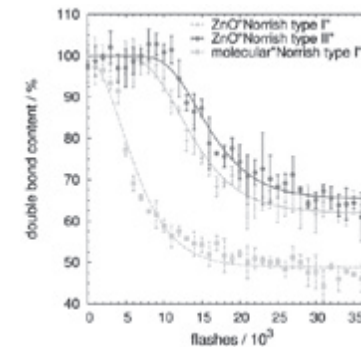


Abbildung: Vergleich der Aushärtung (des Doppelbindungsverbrauchs) eines fragmentierenden Molekularen Initiators mit einem fragmentierenden und einem nicht fragmentierenden ZnO[1].

Der Ersatz des Chromophors durch nanoskalige reaktive Photo-Halbleiter eröffnet ein neues Feld, eine neue Klasse von Photoinitiatoren, die beispielsweise durch die mögliche Beeinflussung des Werkstoffes Vorteile, aber auch Nachteile, (eine simple Substitution eines molekularen Initiators ist wahrscheinlich im Rahmen eines bestehenden Prozesses nicht möglich), mit sich bringen.

Literatur:

- [1] Schmitt, M. (2015). Synthesis and testing of ZnO nanoparticles for photo-initiation: Experimental observation of two different non-migration initiators for bulk polymerization, *Nanoscale*, 7, 9532–9544.
- [2] Schmitt, M. (2012). ZnO nanoparticles induced Photo-Kolbe-reaction, fragment stabilization and effect on photo polymerization monitored by Raman-UV-Vis-measurements, *Macromol. Chem. Phys.*, 213, 1953-1962.
- [3] Schmitt, M., Kuhn, S., Wotocek, M., Hempelmann, R. (2011). Photo-Curing of off-set Printing Inks by Functionalized ZnO Nanoparticles, *Z. Phys. Chem.*, 225, 297-311.

Characterization of polyfunctional acrylates by HPLC-MS/MS

J. Schmidt, A. Chudy

Actega Terra GmbH, Lehrte (Germany)

Monomers used for UV coatings often are polyfunctional acrylates to optimize cross-linking during the curing process. Rational formulation development obviously benefits from well characterized monomers. Low molecular weight congeners like DPGDA or TPGDA often are volatile enough to be analyzed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). The more complex polyfunctional acrylates require analysis by liquid chromatography, best also in connection to mass spectrometry (HPLC-MS) for structural information.

Modern atmospheric-pressure ionization techniques for HPLC-MS like electrospray (ESI) [1], however, usually provide ions representing intact molecules and often do not produce diagnostic fragments which are prerequisites for structural characterization. Therefore, one additional stage of mass separation was introduced following energy transfer by collisional activation of ions selected in the first stage (MS/MS, tandem mass spectrometry).

Several types of mass spectrometers have become popular since the end of the 1990s which provide MS/MS capabilities and, in addition, intermediate to high resolving power. These capabilities make them ideal instruments for qualitative as well as for quantitative analysis, especially in the pharmaceutical industry [2]. One of them is the Q-TOF instrument [3,4] combining quadrupole and time-of-flight mass-separating devices.

This presentation will discuss HPLC-MS(/MS) results, obtained on a Q-TOF tandem mass spectrometer, for selected commercially available polyfunctional acrylates. Insight into composition and structural identity will be provided. In addition, an example of a quantitative HPLC-MS method will be presented providing a low limit of quantification.

References:

- [1] Fenn JB (1990). Electrospray ionization – principles and practice. *Mass Spectrom Rev* 9, 37-70
- [2] Ramanathan R, Korfmacher WA (2012). The emergence of high-resolution MS as the premier analytical tool in the pharmaceutical bioanalysis arena. *Bioanalysis* 4, 437-9
- [3] Dawson JHJ, Guilhaus M. Orthogonal-acceleration time-of-flight mass spectrometry (1998). *Rapid Commun Mass Spectrom* 3, 155-9
- [4] Chernushevich IV, Loboda AV, Thomson BA (2001). An introduction to quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *J Mass Spectrom* 36, 849-65

VORTRÄGE

Applikationstechnik



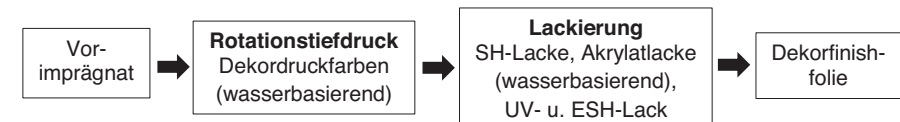
Lacke in der Herstellung von Dekorfinishfolien

Dr. Gerhard Görmar;

Decor Druck Leipzig GmbH

Seit ca. 10 Jahren werden immer mehr Kapazitäten zur Produktion von Dekorfinishfolien aufgebaut. Nach vorsichtigen Schätzungen umfasste im Jahre 2014 die produzierte Fläche ca. 1,2 Milliarden m². In der Güterrichtlinie wurde im Jahre 2010 für das Produkt Dekorfinishfolie eine Definition festgelegt, die besagt, dass es sich dabei um „spezielle, bedruckte oder gefärbte Papiere mit einer lackierten Oberfläche [handelt]. Dabei wird die Qualität der künftigen Dekorfinishfolie durch das Trägermaterial, den Druck und insbesondere durch den Lack bestimmt“.

[1] Die Herstellung der Dekorfinishfolie erfolgt nach dem hier beschriebenen allgemeinen Technologieschema.



Im Augenblick haben, neben den bestehenden (ebenen) Oberflächenqualitäten, zunehmend optische und haptische Effekte bei den Dekorfinishfolien Einzug gehalten, die teilweise auch mehr oder weniger stark strukturiert sind. Weiterhin werden Verbesserungen in den verschiedensten Oberflächenqualitäten wie z. B. Matt bzw. Supermatt, Hochglanz, Kratzfest und Abriebfest gefordert. Allen Dekorfinishfolien gemeinsam ist eine relativ dünne Lackschicht, die auf Grund ihrer unterschiedlichen Rohstoffbasen, Formulierungen und der eingearbeiteten Fremdstoffe den hohen Anforderungen an solche Oberflächen bei ihren Anwendungen im Möbelbereich, Innenausbau aber auch bei Türen und sogar teilweise im Fußbodenbereich standhalten soll. Es wird ein Überblick über den Aufbau von Dekorfinishfolien und die daraus resultierenden Eigenschaften gegeben, die mit unterschiedlichen Technologien hergestellt wurden.

Weiterhin soll aufgezeigt werden, dass bei der Herstellung von Dekorfinishfolien nicht nur die eingesetzten Materialien einen entscheidenden Einfluss auf die Oberflächeneigenschaften haben, sondern auch die technologischen Verfahren bei der Lackierung und Nachbehandlung ausschlaggebend für die späteren Verarbeitungs- und Anwendungseigenschaften sein können.

Die Herausforderungen in der Zukunft bestehen darin, dass neue umweltverträgliche Bindemittelsysteme entwickelt werden, die diesen hohen Anforderungen in den Einsatzbereichen der Dekorfinishfolien Rechnung tragen, die aber auch mit weniger Energie und Kosten verarbeitet werden können.

[1] NN IHD - Güterrichtlinie für Dekorfinishfolien Fassung 01 (2010): siehe auch <http://www.decorfinishfoils.com/> (letzter Zugriff 06.04.2016)

Labeling-Techniken an Lackoberflächen – Haftung von Klebstoff und Lackschichten

Dr. Dagmar Kramer, München/DE

Um Oberflächenfunktionalitäten zu bestimmen, hat sich als Methode das Heteroatom-Labeling durch Derivatisierung gefolgt von XPS-Analysen etabliert. Die gängigen Labeling-Methoden für Hydroxy- und Aminogruppen sind für Lackoberflächen jedoch nur bedingt geeignet. Besonders Metallionen, die Vernetzungsreaktionen katalysieren, können Nebenreaktionen mit den Derivatisierungsreagenzien eingehen. Außerdem darf das Verfahren nur auf vollständig vernetzte Beschichtungen angewendet werden.

Bei der analytischen Charakterisierung von Lackoberflächen liegt der Schlüssel für aussagekräftige Ergebnisse in der Kombination verschiedener Messmethoden – so lassen sich z. B. Segregationsprozesse während des Lackeinbrands analytisch nachweisen.

Für das Heteroatom-Labeling von Melamin-Formaldehyd-Harzen, die in vielen Automobillacken als Vernetzer enthalten sind, werden die präparativen und analytischen Grundlagen vorgestellt.

Rheologische Charakterisierung von Lacken - Fließgrenze und Thixotropie -

M. Osterhold

Am Gysenberg 20 b, 44805 Bochum

Im Bereich der Lacktechnologie besitzt der Parameter „Viskosität“ eine zentrale Bedeutung. Zahlreiche Applikations- und anwendungstechnische Eigenschaften werden durch die „Viskosität“ oder vielmehr durch das Fließverhalten des Lackes beeinflusst. Nur eine genaue Kenntnis des rheologischen Verhaltens des Lackes bzw. der eingesetzten Rohstoffe sichert eine hohe Qualität und Produktkonstanz. Durch den zunehmenden Einsatz von wasserverdünnbaren Systemen sind verstärkt Fließanomalien wie Thixotropie, Fließgrenzen oder auch viskoelastisches Verhalten zu beobachten. Bei konventionellen lösemittelhaltigen Lacken wird normalerweise kein derartiges Verhalten beobachtet. Werden jedoch zur direkten Steuerung der rheologischen Eigenschaften so genannte SCA-Mittel (Sagging Control Agents) eingesetzt, können Phänomene wie Thixotropie, Fließgrenzen oder Viskoelastizität auftreten.

Fließgrenze und Thixotropie beeinflussen wichtige Materialeigenschaften wie Lagerstabilität, Anpumpverhalten sowie Verlauf- und Ablaufverhalten. Vor diesem Hintergrund hat sich der Arbeitskreis „Rheologie“ des Normenausschusses Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB) im DIN in den letzten Jahren verstärkt mit der messtechnischen Charakterisierung von Fließgrenzen und Thixotropie befasst und dazu zwei Fachberichte erstellt [1, 2].

Die messtechnischen Charakterisierungsmöglichkeiten der rheologischen Eigenschaften mit Rotationsrheometern im Hinblick auf Fließgrenze und Thixotropie sowie wesentliche Ergebnisse werden in diesem Vortrag vorgestellt. Darüber hinaus werden einige Praxis-Beispiele mit interessantem rheologischen Verhalten gezeigt.

Literatur:

- [1] DIN-Fachbericht 143, *Moderne rheologische Prüfverfahren – Teil 1: Bestimmung der Fließgrenze – Grundlagen und Ringversuch* (April 2005)
- [2] DIN SPEC 91143-2, *Moderne rheologische Prüfverfahren – Teil 2: Thixotropie - Bestimmung der zeitabhängigen Strukturänderung – Grundlagen und Ringversuch* (September 2012)

VORTRÄGE

Pigmente



© Stadt Paderborn/Tourist-Information

Lack
Chemie

Von Farben und Füllern – Ergebnisse verschiedener Versuche Werner Rudolf Cramer, Münster

Kombinationen von gering-deckenden Lacken mit gefärbten oder grauen Füllern gehören zu Standardanwendungen in der Automobilindustrie. Dabei kommt den Füllern die Aufgabe zu, die mangelnde Deckkraft zu kaschieren.

Bei Versuchen mit verschiedenen farbigen Untergründen wurden Füllerfarben simuliert. Zusätzlich wurden grau-abgestufte Untergründe als neutrale Füllerfarben gewählt. Als Referenz wurden die eingesetzten Serien-Basisfarben so lange gespritzt, bis sie keinen Unterschied über weißem und schwarzem Untergrund zeigten. Eingesetzt wurden Refinish-Lacksysteme, die pneumatisch appliziert wurden. Diese Basislacke wurden anschließend mit Refinish-Klarlack versiegelt.

In einer zweiten Serie wurden Lacke mit transparenten Interferenzpigmenten auf pastellfarbige Untergründe gespritzt, um den Einfluss der Untergrundfarbe auch hier zu analysieren. Auch diese Lacksysteme wurden als Basislacke aufgespritzt und mit Klarlack versiegelt.

Da die resultierenden Farbreaktion beschränken sich nicht nur auf Autoserien- und Autoreparatur-Lacksysteme, sondern auf alle Anwendungsbereiche, bei denen mit transparenten oder semi-transparenten Lacken gearbeitet wird und der Einfluss der Untergrundfarbe sichtbar wird.

Alle Musterbleche wurden farbmessig vermessen, wobei die Ergebnisse den Gesamtfarbeindruck – also die Kombination von Füllerfarbe und Basisfarbe - widerspiegeln.

Die Resultate zeigen, dass nur farbgleiche Füllerfarben keine Farbverschiebung des Gesamtfarbeindrucks bewirken. Auch graue Füller und Füller in Komplementärfarbe üben keinen oder nur geringen Einfluss auf den Gesamtfarbeindruck aus. Die Ergebnisse führen zu grundlegenden Erkenntnissen und bieten Antworten auf verschiedene Fragen bezüglich der optischen Eigenschaften.

Neuartige Ce³⁺-dotierte Fluoreszenzpigmente für innovative beschichtungs-basierte Anwendungen

Monika E. Bohem¹, Marc Entenmann¹, Thomas Schleid²

¹Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart (DE);

²Institut für Anorganische Chemie IAC, Universität Stuttgart (DE)

Nach wie vor existiert ein starkes Interesse der Beschichtungsindustrie an innovativen UV-Schutzkonzepten. Obwohl der prozentuale Anteil an kurzwelliger Strahlung relativ gering ausfällt, so ist die dazugehörige Energiedosis jedoch hoch genug um den photochemischen Abbau in der polymeren Bindemittelmatrix zu induzieren. Es zeigt sich weiterhin, dass die Schichtdicken der Beschichtungen zukünftig eher abnehmen. Um nun die Barrierefunktion der Bindemittelmatrix gegenüber Wasser und Sauerstoff zu erhalten, müssen zusätzliche Konzepte entwickelt werden, welche in Kombination mit bereits bewährten UV-Schutzstoffen eine effizientere UV-Schutzwirkung ermöglichen.

In der vorgestellten Forschungsarbeit sollte untersucht werden, ob sich durch Fluoreszenzumschaltung der kurzwelligigen UV-Strahlung in energieärmere Strahlung im frühen VIS-Bereich (Down-Konvertierung) zusätzliche UV-Schutzigenschaften in Beschichtungen generieren lassen. Im Gegensatz zu den bereits verfügbaren absorptiv schützenden Pigmenten und Additiven findet bei diesem innovativen Schutzkonzept kein wesentlicher Eintrag von Strahlungswärme in die Beschichtung statt. Im Hinblick auf die Vermeidung von Photodegradation und zur Erhöhung der Lebensdauer der Beschichtung wurden innerhalb dieser Arbeit neuartige Ce³⁺-dotierte Pigmente auf Silikat- und Phosphatbasis entwickelt. Die pulverförmigen Produkte konnten aus einem optimierten solid-state Reaktionsweg röntgenographisch phasenrein erhalten werden. Die tetragonale A-Typ Struktur von La₂[Si₂O₇] wird als die thermodynamisch stabile Modifikation des Seltenerd-Metall(III)-Disilikats bei Raumtemperatur gehandelt [1, 2]. Des Weiteren konnte die Struktur des Seltenerd-Orthophosphats LaPO₄ bereits eine gute chemische Resistenz gegen saure oder basische Umgebung unter Beweis stellen [3].

Es wurden Reflexionsspektren, eine optische Auswertung bei UV-Exposition sowie Fluoreszenzspektren des Systems La_{1-x}Ce_x[Si₂O₇] aufgenommen und für die weitere Verwendung in der Bindemittelmatrix ausgewertet. Die synthetisierten Pigmentpulver wurden einer Vermahlung unterzogen und anschließend in ein lösemittelbasiertes Klarlacksystem eingearbeitet [4]. Das Cer-dotierte monokline LaPO₄ Orthophosphat konnte ebenfalls via lösemittelfreier solid-state Synthese hergestellt und mittels optischen und fluoreszenzspektroskopischen Methoden analysiert werden.

Für beide Verbindungen konnte gezeigt werden, dass die Anregungsspektren der ursprünglichen Syntheseprodukte nach der Partikelgrößen-Reduzierung nahezu unverändert erhalten bleiben und überdies auch nach der Einarbeitung in die Lackformulierung noch detektierbar sind. Beide Verbindungen besitzen definierte UV-Anregungsbereiche und können deshalb prinzipiell synergistisch zum Einsatz gebracht werden.

Es konnte ferner gezeigt werden, dass bei optimaler Verwendung der neuartigen Pigmente sich relativ farbneutrale Schutzbeschichtungen erhalten lassen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das eintreffende hochenergetische UV-Licht erfolgreich durch die neuentwickelten Pigmente down-konvertiert werden konnte. Außerdem wurden erste Anwendungslimits des neu entwickelten innovativen Schutzsystems definiert und Grenzwert-Konzentrationen von Pigment und Dotierungskonzentration aufgestellt.

Referenzen:

- [1] J. Felsche, *Rare Earths* **1973**, 13, 99–197; J. Felsche, *J. Less-Common Met.* **1970**, 21, 1–14.
- [2] H. Müller-Bunz, Th. Schleid, *Z. Anorg. Allg. Chem.* **2000**, 626, 2549–2556.
- [3] H. Onoda, T. Funamoto, *AMPC* **2012**, 02, 50–54.
- [4] M. E. Bohem, N.-P. Pook, A. Adam, P. S. Halasyamani, T. T. Tran, M. Entenmann, Th. Schleid, *Dyes Pigm.* **2015**, 123, 331–340.

IReflex: Energie sparen durch Reflexion von Wärmestrahlung

Dr. S. Höfener

Eckart GmbH Hartenstein (D)

Rund 35 % der gesamten Endenergie verbrauchen wir in den eigenen vier Wänden, wobei ein Großteil auf die Heizenergie entfällt.^[1] Drei Viertel unserer Häuser stammen aus der Zeit zwischen 1900 und 1977. Hier wird die meiste Heizenergie verschenkt. Bei einem Haus aus den 1950ern kann man durch intelligentes Sanieren bis zu 80% Energie sparen, bei einem Haus aus den 70ern sind es immer noch über 70%.^[2]

Aluminium weist einen sehr niedrigen Emissionsgrad und damit ein hervorragendes Reflexionsvermögen für Wärmestrahlung (IR-Strahlung) auf. Wärmestrahlung wird von der Heizung, anderen elektrischen Verbrauchern und vom Menschen emittiert. Während eine herkömmliche Wandfarbe 95% der Wärmestrahlung absorbiert, kann eine Wandfarbe, welche Aluminiumpigmente enthält, 50% der Wärmestrahlung in den Raum zurück reflektieren. Zum einen sinkt die Wandtemperatur, sodass Transmissionswärmeverluste reduziert werden. Zusätzlich ermöglicht die reflektierte Wärmestrahlung, welche dem Menschen zu Gute kommt, eine Absenkung der Raumtemperatur bei gleicher thermischer Behaglichkeit. Die Wirksamkeit von IReflex wurde von der Bauhaus Universität in Weimar in einer Klimakammer mit einem thermischen Manikin getestet und bestätigt.^[3] Hierbei wurden verschiedene Gebäudetypen wie Altbau, 1970er Jahre Haus und ein Passivhaus simuliert. Außerdem wurden Szenarien mit einer unterschiedlichen Zahl an Außenwänden getestet.

Aluminiumpigmente werden normalerweise wegen ihrer metallischen Optik in den verschiedensten Bereichen wie z.B. Automobil-, Industrie und Pulverlack, in der Druck und Kosmetikindustrie als auch im dekorativen Bereich eingesetzt. Bei dieser Anwendung war es die Aufgabe den metallischen Charakter der Pigmente zu kaschieren und nur die funktionale Eigenschaft der Wärmereflexion zu nutzen. Das Resultat heißt IReflex. Es ist ein Aluminiumpigment, welches für wässrige Systeme stabilisiert und weiß eingefärbt wird, ohne dass dabei die wärmereflektierende Eigenschaft verloren geht. IReflex kann in eine farblose Wandlasur eingebracht und dann wie eine herkömmliche Wandfarbe aufgetragen werden.

Literatur:

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWI.
- [2] Die Bayrischen Energieagenturen, Förderkompass.
- [3] C. Völker, O. Kornadt, Untersuchung zum Einfluss der infrarotreflektierenden Innenwandfarbe IReflex auf die thermische Behaglichkeit und den Heizenergiebedarf.

To Tattoo or Not To Tattoo - Vom Pigment zum Portrait

*H. Petersen und K. Roth**Berlin (Deutschland)*

„Es gibt keine Nation, von den Polargebieten im Norden bis nach Neuseeland im Süden, in der sich die Einwohner nicht tätowieren“ stellte Charles Darwin in seiner „Entstehung der Arten“ fest. Die gegenwärtige Renaissance der Tätowierung greift eine in vielen Kulturkreisen über Jahrhunderte gepflegte Tradition auf. 2009 war bereits jeder vierte Deutsche zwischen 25 und 34 Jahren tätowiert [1], insgesamt etwa 9 % der Gesamtbevölkerung, in Europa 100 Millionen Menschen. Aber was passiert unter unserer Haut beim und nach dem Einbringen der Farbpigmente?

Die heutigen Tätowiertechniken erlauben künstlerische und atemberaubende Tattoos und eine stetig wachsende Szene zeichnet sich durch die verschiedenen Stile aus. Doch nicht jedes Tattoo gefällt dem Kunden ein Leben lang. Welche Möglichkeiten zur Entfernung stehen einem heutzutage zur Verfügung? Gute Gründe zur Entfernung eines Tattoos gibt es jedenfalls viele...

Komplikationslose Tätowierungen sind ebenfalls nicht die Regel. Allergien, Infektionen und Entzündungen sind stets möglich, da die Tätowierung eine tief invasive Verletzung der Haut darstellt. Um zu verstehen welche Risiken sich hinter Tattoos verbergen und wie man diese minimieren kann, muss man wissen was in heutigen Tätowierfarben enthalten ist und wo diese im Körper verweilen.

Medien sprechen häufig von Autolacken unter der Haut, aber ist dies wirklich wahr? Was ist eigentlich Permanent Make-up und wo liegt der Unterschied zum Tattoo? Welche chemischen Ideen stecken hinter den Tätowierfarben der Zukunft?

Literatur:

[1] E. Brähler, Verbreitung von Tätowierungen, Piercing und Körperhaarentfernung in Deutschland, 2009, www.huber-verlag.de/daten/newspool/file/16946/presse_tattoo_piercing.pdf

VORTRÄGE

Funktionale Beschichtungen



Neue Konversionsschichten – Wissenschaftlicher Gehalt von Publikationen

M. Dornbusch

Hochschule Niederrhein, ILOC, Krefeld

Seit gut zwei Jahrzehnten werden neue Konversionsschichten entwickelt, um die auch heute noch genutzte Phosphatierung zu ersetzen. Nach einem kurzen historischen Überblick über Vorbehandlungsprozesse werden neue Konversionsschichten vorgestellt, die derzeit in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert werden insbesondere die Schichten auf Basis der Phytinsäure.

Zahlreiche Publikationen [1-4] stellten diese Konversionsschicht und die korrosionsschützenden Eigenschaften vor. Ob diese Schicht aber als Konversionsschicht nutzbar ist, d.h. ob diese Oberfläche mit einer organischen Beschichtung belegt werden kann und diese Kombination einen hinreichend guten Korrosionsschutz liefert, wurde nicht untersucht oder zumindest nicht publiziert. Der Vortrag liefert die Ergebnisse hierzu und zeigt auf, dass ohne Anwendungsbezug eine Entwicklung kaum möglich ist, und zeigt einen Weg auf, wie schlechte Ergebnisse, die trotzdem wichtig für den wissenschaftlichen Fortschritt sind, publiziert werden können [5].

[1] F. Pan, Xu Yang, D. Zhang; *Applied Surface Science* **2009**, 255, 8363-8371.

[2] R. K. Gupta, K. Mensah-Darkwa, J. Sankar, D. Kumar, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* **2013**, 23, 1237-1244.

[3] G. Meng, F. Sun, Y. Shaoa, T. Zhang, F. Wang, C. Dong, X. Li, *Electrochim. Acta* **2010**, 55, 5990-5995.

[4] X. Hongyin, Lili, *Adv. Mat. Res.* **2012**, 399-401, 1967-1971.

[5] M. Dornbusch, T. Biehler, M. Conrad, A. Greiwe, D. Momper, L. Schmidt, M. Wiedow, Received 12.06.2015, accepted 29.02.2016, published 14.04.2016, *JUnQ*, **6**, 2, 1-7, 2016

Korrosionsschutz und Struktur von Polymerblends aus wasserbasierten Polymerdispersionen

C. Englert¹, U. Christ¹, W. Bremser²

¹Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart (DE);
²Institut für Technische Chemie, Universität Paderborn (DE)

Organische Beschichtungen spielen eine große und wichtige Rolle für den Korrosionsschutz von Stahl. Die treibenden Kräfte für die Entwicklung und Anwendung von Beschichtungen auf Wasserbasis auch für den Korrosionsschutz sind die Herausforderungen der steigenden Umwelthanforderungen und die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften [1, 2].

Lösemittelbasierte Systeme werden durch wasserbasierte ersetzt, wobei zum Teil neue wässrige Harze entwickelt werden. Da sich dies aber aufgrund der Vielzahl, der bereits vorhandenen Polymerstrukturen sehr schwierig gestaltet, wird oft mit Hilfe der Blend-Technologie versucht, positive Eigenschaften bekannter Polymere miteinander zu verbinden [1].

Wasserbasierte Polymerdispersionen auf Basis von Acrylaten und Acrylat-Copolymere besitzen einen Vorteil in Bezug auf Umwelt- und Arbeitsschutz, zeigen aber deutliche Schwächen im Korrosionsschutz von Stahl. Dies fällt besonders im Vergleich zu wasserbasierten Beschichtungen auf Basis von Zweikomponenten-Epoxy-Bindemitteln [3] ins Auge.

Daher wurden nun beide Bindemittelklassen systematisch gemischt (Blends erstellt) und mit korrosionsrelevanten Prüfungen untersucht. Um allgemeingültige Zusammenhänge abzuleiten, wurden die erhaltenen Resultate aus den Korrosionsprüfungen mit der Phasenstruktur der physikalisch gebildeten Polymerblends korreliert.

Literatur:

- [1] Nakayama, Y. (1998). Polymer blend systems for water-borne paints. *Progress in Organic Coatings*. 33, 108 – 116
- [2] Overbeek, A. (2010). Polymer heterogeneity in waterborne coatings. *J. Coat. Technol. Res.* 7 (1), 1 – 21
- [3] Bayer, F. et.al. (2010). Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme. *Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e. V. Frankfurt/M. und dem Bundesverband Korrosionsschutz e. V. Köln.*

Self-healing through microencapsulated agents for protective wood coatings

A. Rössler†, R. Kamaun†, C. Schreiner, S. Scharf*, V. Stenzel**

*: *Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials IFAM, Wiener Str. 12, 28359 Bremen, Germany*
 †: *Adler-Werk Lackfabrik Johann Berghofer GmbH & Co KG, Bergwerkstr. 22, 6130 Schwaz, Austria*

The use of microcapsules to encapsulate healing agents which can serve as source of self-healing for polymers is described [1]. The utilization of microcapsule based coatings with self-repairing functions represents an attractive application case for this technology. Within the last years self repairing coatings were an important field of work at Fraunhofer IFAM. For these purposes, microcapsules based on thermoset resins (urea-formaldehyde and melamine-formaldehyde) were developed and different healing concepts based on one- as well as on two-component systems were set up.

A very attractive application case has been presented recently by the ADLER SH-technology© a protection system for wooden windows, which is based on the results of a joint research project with Fraunhofer IFAM [2], successfully to the market. Hail resistance as well as the protection regarding blistering and cracking after damage by hail is a crucial success factor in case of wood coatings for joinery (Fig. 1).

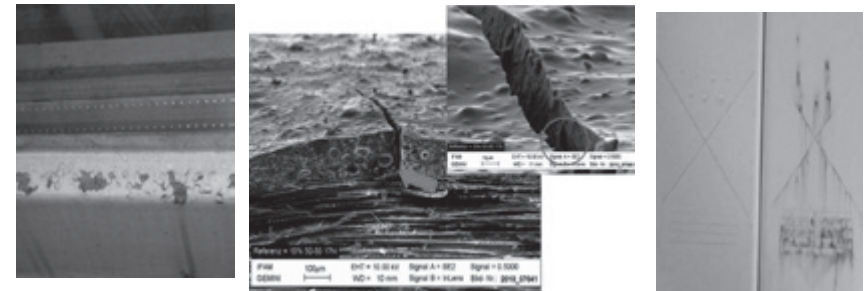


Figure 1: (left) Hail damage on a wooden window, (center) SEM-picture of a crack in 10% microcapsule containing wood-coating on spruce. The bottom of the crack is resealed by the content of the microcapsules (thick red arrow), (left) Bleeding of oak during the accelerated weathering: left side coating with 10% microcapsules; right side without capsules in a pigmented 3-layer coating system for wooden windows. Cracks have been simulated by artificial damages from firing pins and knife cuts. This presentation will outline the major steps from the selection of healing agents, the fabrication and optimization of microcapsules, the incorporation of the healing components in coating systems up to the final steps for industrial maturity.

Literatur:

- [1] White, S.R., Sottos, N.R., Geubelle, P.H., Moore, J.J., Kessler, M.R., Sriram, S.R., Brown, E.N., Viswanathan, S. (2001). Autonomic healing of polymer composites. *Nature*. 409, 794-797.
- [2] Patent DE 102012009181A1, 2012.

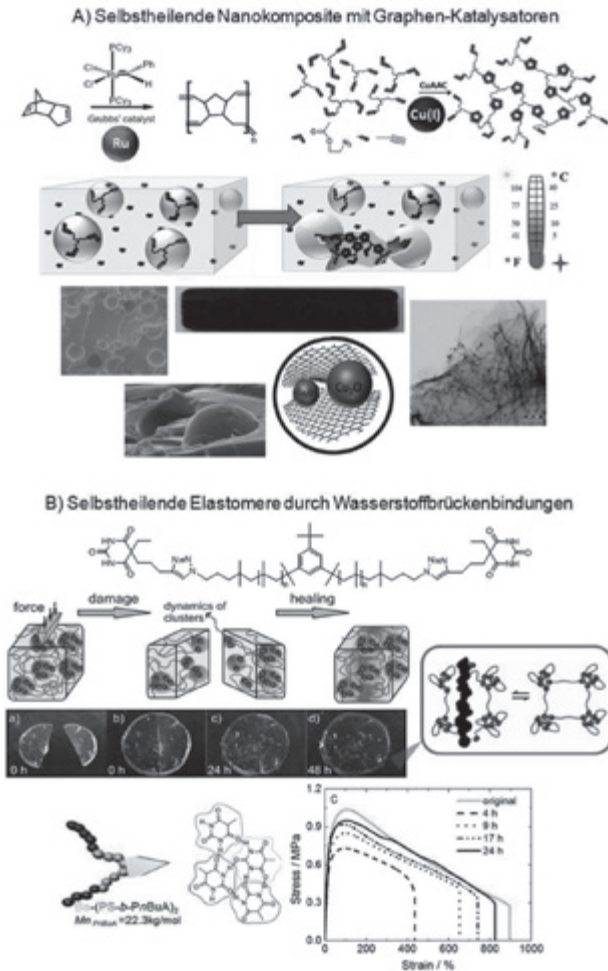
Selbstheilende Polymere: neuartige Bulk- und Beschichtungsmaterialien

W. H. Binder, D. Döhler

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät II, Makromolekulare Chemie, Von-Danckelmann-Platz 4, D-06120 Halle (Deutschland)

Selbstheilung ist die Wiederherstellung von Materialeigenschaften nach (mechanischer oder chemischer) Beschädigung. Die zugrunde liegende Chemie und Physik ist häufig von Selbstheilungsprinzipien der Natur inspiriert, die bei der Entwicklung neuer und unfehlbarer Materialien eine entscheidende Rolle spielen. Erste Untersuchung von autonomen Selbstheilungssystemen für Polymere basieren auf Mikrokapseln befüllt mit flüssigem Heilungsagens zusammen mit einem geeigneten Katalysator (z.B.: Grubbs-I-Katalysator, Cu(I)-Graphen-Katalysatoren) in eine Epoxidmatrix eingebettet. Bei mechanischer Belastung wird das Heilungsagens in die Rissebene freigesetzt und durch Kontakt mit dem Katalysator eine katalytische Vernetzungsreaktion gestartet, die in Folge den Riss vernetzend heilt und dadurch die ursprünglichen mechanischen Eigenschaften wiederherstellt.^[1] Wir diskutieren Nanokomposite auf Basis von leicht herzustellenden und stabilen Graphen-Katalysatoren, die über ein verkapseltes Vernetzungssystem eine Heilung von Epoxidharzen bei Raumtemperatur innerhalb von 36 Stunden ermöglichen und damit im Vergleich zu kommerziellen Kohlenstoff-basierten Nano-Katalysatoren signifikant bessere Ergebnisse erzielen (Abbildung A).

Multiple Selbstheilung kann über supramolekulare Wechselwirkungen^[2, 3] erreicht werden, weil diese im Falle einer Belastung bevorzugt brechen und nach dem Schaden reversibel wieder gebildet werden können. Zur Wiederherstellung der mechanischen Eigenschaften müssen mehrere reversible Gruppen im Material verteilt sein, sodass sich zwischen ihnen ein physikalisches Netzwerk ausbilden kann, das den Schaden aufnehmen und in Folge heilen kann. Wir zeigen auf Basis von verschiedenen Wasserstoffbrückenbindungen, dass bei Raumtemperatur selbstheilende Elastomere bzw. Thermoplaste mit Heilungseffizienzen nahe 100 % innerhalb von 24 bis 48 Stunden herstellbar sind (Abbildung B).^[4, 5, 6]



Literatur:

- [1] White, S. R., Sottos, N. R., Geubelle, P. H., Moore, J. S., Kessler, M. R., Sriram, S. R., Brown, E. N., Viswanathan, S., (2001). Autonomic healing of polymer composites. *Nature*. 409, 794-817.
- [2] Enke, M., Bode, S., Döhler, D., Binder, W. H., Hager, M. D., Schubert, U. S., (2015). Intrinsic self-healing polymers based on supramolecular interactions: State of the art and future directions. *Adv. Polym. Sci.* 1-54.
- [3] Herbst, F., Döhler, D., Michael, P., Binder, W. H., (2013). Self-Healing Polymers via Supramolecular Forces. *Macromol. Rapid Commun.* 34 (3), 203-220.
- [4] Döhler, D., Peterlik, H., Binder, W. H., (2015). A dual crosslinked self-healing system: Supramolecular and covalent network formation of four-arm star polymers. *Polymer*. 69, 264-273.
- [5] Chen, S., Mahmood, N., Beiner, M., Binder, W. H., (2015). Self-Healing Materials from V- and H-Shaped Supramolecular Architectures. *Angew. Chem. Int. Ed.* 54 (35), 10188-10192.
- [6] Herbst, F., Seiffert, S., Binder, W. H., (2012). Dynamic supramolecular poly(isobutylene)s for self-healing materials. *Polym. Chem.* 3 (11), 3084-3092.

Omniphobe Oberflächen zur Verbesserung der Anti-Eis- und Anti-Kontaminationseigenschaften

G.J. Patzelt*, V. Stenzel*, J. Geils*, A. Stake*

*: Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), Wienerstrasse 12, D-28359 Bremen, gesa.patzelt@ifam.fraunhofer.de

Anti-Eis- und Anti-Kontaminationseigenschaften von Beschichtungen können der Luftfahrtindustrie und Windenergieanlagen-Herstellern eine kontinuierliche Performance der Oberflächen hinsichtlich der Energieeffizienz ermöglichen, da sowohl Eisbildung als auch Verschmutzung durch Insekten die Effizienz herabsetzt. Verschiedene Möglichkeiten zur Modifikation der Oberflächen, wie zum Beispiel die chemische Zusammensetzung der Beschichtungen, die Rauheit und Oberflächenstruktur wurden in diesem Zusammenhang diskutiert. Sowohl hydrophobe, extrem glatte Beschichtungen als auch Oberflächen mit Mikro- und Nano-Strukturierung, die zu einem speziellen Oberflächenzustand nach Cassie-Baxter führen, wurden in diesem Zusammenhang untersucht [1,2].

Erste Modellbeschichtungen mit innovativen Oberflächenstrukturen wurden am Fraunhofer IFAM im Jahre 2009 innerhalb des EU-Projekts Clean Sky entwickelt.

Diese porösen Strukturen wurden durch Anodisierung einer Aluminiumlegierung erzeugt und mit einem flüssigen Silikonöl (Polydimethylsiloxan - PDMS) gefüllt. Anschließend wurde durch eine Modifizierung mittels Vakuum-Ultra-Violet-Strahlung (VUV-Strahlung) an der Oberfläche eine dünne hydrophobe Schicht gebildet, die Anti-Eis- und Anti-Kontaminationseigenschaften zeigte.

In den letzten Jahren wurde der Fokus bei der Beschichtungsentwicklung auf die omniphoben Beschichtungen gelenkt.

Eine Variante zur Herstellung solcher Oberflächen stellt der SLIPS-Ansatz (slippery liquid-infused porous surface) dar, bei dem poröse Oberflächenstrukturen mit funktionellen Ölen getränkt werden. Die biologischen Vorbilder dieses Ansatzes sind die fleischfressenden Kannenpflanzen *Nepenthes spp.*, deren Wachskristalle bei Insekten zu einer verstärkten Sekretion von Adhäsionsflüssigkeit und somit zu deren Abgleiten führt. Es konnte gezeigt werden, dass eine solche Oberfläche verschiedene Verschmutzungen, wie z.B. Öl, Klareis und Blut sehr effektiv abweist und, im Gegensatz zur klassischen Superhydrophobie und dem damit verbundenen sogenannten Lotuseffekt, kleine Beschädigungen durch Verfließen der Funktionsflüssigkeit selbst regenerieren kann. [3, 4, 5].

Für die Weiterentwicklung dieses Ansatzes diente hier eine auf einer Aluminiumlegierung (AA 2024) gewachsene Böhmitstruktur [7] als Reservoir für funktionelle Öle. Als funktionelle Öle wurden sowohl synthetische Öle wie zum Beispiel Hydrauliköl als auch fluormodifizierte Öle verwendet. Weiterhin wurde die Struktur vor dem Befüllen mit funktionellen Ölen mittels Sol-Gel-Prozess an der Oberfläche modifiziert. Hier zeigte sich nach der chemischen Modifizierung und Verwendung von fluormodifizierten Ölen eine eindeutige omniphobe Oberfläche.

In weiteren Untersuchungen wurden Metalloberflächen durch Laserstrahlung mit einer Mikro- und Nano-Strukturierung versehen, die sich über ein spezielles Verfahren mit hoher Genauigkeit in eine Beschichtung übertragen lässt. Diese Oberflächen ließen sich ebenfalls modifizieren und befüllen und weiterhin konnte gezeigt werden, dass sowohl Wasser als auch Öle von der Oberfläche abgewiesen werden.

References:

- [1] Stenzel V., Rehfeld N., Functional coatings, Vincetz Network (2011)
- [2] Cassie, A.B.D., Baxter, S., "Wettability of Porous Surfaces." *T. Faraday Soc.*, 40 pp 546–551 (1944)
- [3] Liangliang C., Andrew K. J., Vinod K. S., Jianzhong W., Di G., Anti-Icing Superhydrophobic Coatings, *Langmuir* 25 (21) (2009), pp 12444–12448.
- [4] Wong et. al., *Nature*, 477, pp 443–447 (2011)
- [5] Bohn, H. F. & Federle, W. Insect aquaplaning: *Nepenthes* pitcher plants capture prey with the peristome, a fully wettable water-lubricated anisotropic surface. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101, 14138–14143 (2004).
- [7] Hart, R. K., *T. Faraday Soc.*, 50 pp 269–273 (1954).

Mikrophasenseparierte Patchwork-Oberflächen für Antifouling-Anwendungen

S. H. Ruthmann, D. Dogan

Universität Paderborn, Coating Materials & Polymers (CMP)

Das Fouling von maritimen Oberflächen stellt bis heute die Schiffsindustrie vor große Herausforderungen. Der Bewuchs vergrößert den Reibungswiderstand des Schiffes, wodurch sich der Treibstoffverbrauch und die Fahrtzeiten erhöhen.^[1] Eine Lösung für dieses Problem stellten bislang schwermetallhaltige Antifouling-Beschichtungen auf Basis von Tributylzinnhydrid dar. Seit 2008 ist der Einsatz derartiger Biozide in vielen europäischen Ländern untersagt, was die Entwicklung umweltfreundlicher Alternativen vorangetrieben hat.^[2]

Wir erforschen Antifouling-Systeme, die kovalent gebundenes Polydimethylsiloxan (PDMS) enthalten. Diese weisen ein gutes Verhältnis zwischen mechanischer Beständigkeit und biorepulsiver Oberflächeneigenschaften auf. Es wurden zwei Lacksysteme entwickelt, um einerseits eine technisch relevante Beschichtung herzustellen und andererseits den Vorgang der auftretenden Phasenseparation zu verstehen. Mit letzterem Ansatz ließen sich sowohl Einflussparameter, als auch Strukturierungstypen identifizieren. Die gewonnenen Erkenntnisse konnten auf eine herkömmliche 2K-Epoxid-Schiffslackierung angewandt werden. Diese modifizierten Epoxidformulierungen zeigten PDMS-reiche Oberflächen, die bezüglich des Belegungsgrades θ und der Verteilung variiert wurden. Zur Bewertung der Antifouling-Performance wurden Testplatten im Hafen von Norderney statisch exponiert. Es konnte eine Korrelation zwischen den beschriebenen Oberflächenparametern und der sogenannten *Foulingrate* aufgestellt werden. Eine weitere Verbesserung hinsichtlich des Foulingverhaltens konnte durch den Zusatz von hydrophilen Komponenten erzielt werden.

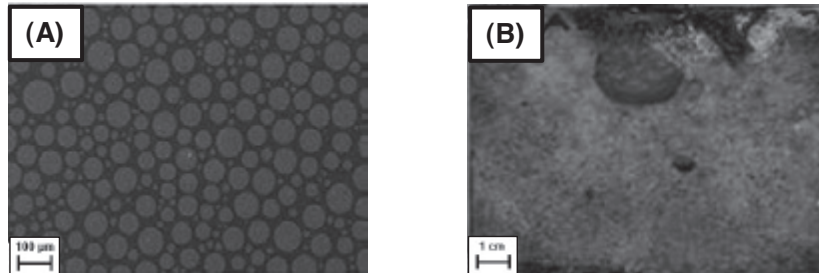


Abb. 1: (A) REM-Bild einer hochstrukturierten Epoxid-PDMS Beschichtung mit hydrophiler Komponente (B) Ausgelagerte Testplatte der in (A) dargestellten Beschichtung nach 57 Tagen (*Foulingrate* 89 von 100)

Das Forschungsprojekt FoulProtect mit dem Förderkennzeichen 03SX370 wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt.

Literatur:

- [1] Wiegemann, M., Watermann, B. (2002). Biozidfreie Bewuchsschutzmaßnahmen in der Schifffahrt Rostocker Meeresbiologischen Beiträge, Seite 39 – Seite 56.
- [2] Bodenstein-Dresler, C.-W. (2015). Antifouling. Umweltfreundliche Nachfolger für Bootslacke gesucht BUND Landesverband Niedersachsen e.V.

New Applications for Polychromatic Effect Pigments

F. J. Maile*, J. Filip

*Schlenk Metallic Pigments GmbH, Roth (Germany)

Institute of Information Theory and Automation of the Czech Academy of Sciences (UTIA), Prague (Czech Republic)

Pigments that generate special effects like angle-dependent colour or decorative texture, have a growing economic significance and can be found in various industrial products and end-user applications. In decorative uses, special effect pigments provide three major advantages: (a) they can create an illusion of optical depth; for example it can be observed when applying pearlescent pigments in car paints; (b) they can generate subtle to startling angle-dependent eye-catching colour effects, which can be used in car paints or decorative printing; (c) they have the ability to imitate the effect of natural pearls in buttons, plastic bottles, and many other decorative objects [1].

This paper provides an insight into the recently discovered new applications of polychromatic effect pigments. As these pigments contain diffractive elements in their pigment design, they allow the creation of surfaces which exhibit polychromatic light sparks under directed lighting in various coating, printing or cosmetic applications.

When used in interior architecture, eg in coil or powder coatings, different surface textures and interference colour effects can be perceived when exposed to different spectra of light, ie to create semi- smart surfaces [2].

The presentation will cover the characterisation of the gonio-apparent properties of polychromatic effect pigments and their optical behaviour under different lighting conditions.

Literature:

- [1] FJ Maile, G Pfaff, P Reynders, Progr. Org. Coat. 54(2005)150-163.
- [2] FJ Maile, A Kreeratiratanalak, creation of emotional effect surfaces in architecture and design, in: Proceedings of the Decorative Coatings Conference, Düsseldorf, Germany, Vincentz Network Hannover, June 2015.

